



ЗАО «РАДИУС Автоматика»

Утвержден
БПВА.656122.121 РЭ-ЛУ

Микропроцессорное устройство защиты

«Сириус-2-МЛ-БПТ»

Руководство по эксплуатации

БПВА.656122.121 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).....	15
1.2.5 Защита от обрыва фазы питающего фидера (ЗОФ)	16
1.2.6 Защита от повышения напряжения (ЗПН)	16
1.2.7 Защита минимального напряжения (ЗМН).....	16
1.2.8 Автоматика управления высоковольтным выключателем (АУВ)	17
1.2.9 Резервирование при отказе выключателя (УРОВ)	19
1.2.10 Логическая защита шин (ЛЗШ).....	20
1.2.11 Определение места повреждения (ОМП).....	20
1.2.12 Автоматическое повторное включение (АПВ)	20
1.2.13 Дуговая защита	20
1.2.14 Газовая защита	21
1.2.15 Автоматическая частотная разгрузка (АЧР).....	21
1.2.16 Аварийная сигнализация	22
1.2.17 Предупредительная сигнализация	22
1.2.18 Входы с функцией, задаваемой пользователем	23
1.2.19 Реле с функцией, задаваемой пользователем	24
1.2.20 Светодиоды с функцией, задаваемой пользователем	24
1.2.21 Аварийный осциллограф	24
1.2.22 Регистратор событий	26
1.2.23 Поддержка системы точного единого времени	26
1.2.24 Линия связи (ЛС)	26
1.3 Состав изделия	27
1.3.1 Конструкция изделия	27
1.3.2 Основные узлы устройства.....	27
1.3.3 Модуль контроллера	27
1.3.4 Модуль клавиатуры и индикации	28
1.3.5 Модули оптронных входов	28
1.3.6 Модуль выходных реле	29
1.3.7 Модули входных трансформаторов тока и напряжения	29
1.3.8 Модуль питания и оптронных входов для подключения «сухих» контактов	29
1.3.9 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	31
1.4.5 Выходные реле.....	31
1.4.6 Светодиоды.....	32
1.4.7 Оперативное управление	32
1.5 Маркировка и пломбирование	33
1.6 Упаковка.....	33
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	34
2.1 Эксплуатационные ограничения	34
2.2 Подготовка изделия к использованию	34
2.2.1 Меры безопасности	34
2.2.2 Порядок установки	34
2.3 Использование изделия	35
2.3.1 Взаимодействие пользователя с устройством.....	35
2.3.2 Работа с клавиатурой и индикатором	35
2.3.3 Информационные разделы диалога устройства.....	37
2.3.4 Пароль	39

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	40
3.1 Общие указания.....	40
3.2 Замена элемента питания	40
3.3 Проверка работоспособности изделия	40
4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ	43
5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ.....	44
6 УТИЛИЗАЦИЯ.....	45
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Коды ошибок при самотестировании устройства	46
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) Проверка электрического сопротивления изоляции	47
ПРИЛОЖЕНИЕ В (справочное) Расписание входных дискретных сигналов устройства в разделе «Контроль»	48
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное) Внешний вид и установочные размеры	49
ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное) Схемы подключения внешних цепей	52
ПРИЛОЖЕНИЕ Е (справочное) Графики зависимых характеристик ток-время ступеней МТЗ	59
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (обязательное) Диалог устройства	65
ПРИЛОЖЕНИЕ И (справочное) Функциональные логические схемы (ФЛС)	73
ПРИЛОЖЕНИЕ К (справочное) Причины срабатывания устройства	76
ПРИЛОЖЕНИЕ Л (справочное) Точки подключения регистратора событий	77

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-МЛ-БПТ» (далее – устройство, терминал).

При эксплуатации устройства, кроме требований данного руководства по эксплуатации, необходимо соблюдать общие требования, установленные 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 мм².

Конструкция устройства выполнена по модульному принципу, позволяющему поставлять устройство 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-МЛ-БПТ-rr-ss»,

где

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

rr – исполнение устройства по наличию реле дешунтирования:

P0 – реле «Дешунтирование» отсутствует;

P2 – 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-МЛ-БПТ» с реле «Дешунтирование» и дополнительным интерфейсом RS485 при заказе:

«Микропроцессорное устройство защиты «Сириус-2-МЛ-БПТ-Р2-И1»

ТУ 3433-002-54933521-2009».

Сокращения

АПВ – автоматическое повторное включение;
АУВ – автоматика управления выключателем;
АЧР – автоматическая частотная разгрузка;
БНТ – бросок намагничивающего тока;
ВМ – вольтметровая (блокировка);
ЗМН – защита минимального напряжения;
ЗОФ – защита от обрыва фаз;
ЗПН – защита от повышения напряжения;
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;
ОМП – определение места повреждения;
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);
ТТНП – трансформатор тока нулевой последовательности (измерительный);
ТННП – трансформатор напряжения нулевой последовательности (измерительный);
ТУ – телевидение;
УРОВ – устройство резервирования отказов выключателя;
ФЛС – функциональная логическая схема (устройства);
ЧАПВ – частотное автоматическое повторное включение;
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 присоединений (воздушных и кабельных линий, трансформаторов, преобразовательных агрегатов и т.д.) 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, защищкой 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):
 - четыре ступени;
 - контроль двух или трех фаз;
 - направленность (ступени 1-3);
 - пуск по напряжению (ступени 1-3);
 - автоматическое ускорение (ступени 1-3);
 - блокировка при БНТ (ступени 1-3);
 - защита синхронных двигателей от синхронного хода (ступень 2);
 - возможность действия на сигнализацию (ступени 3-4);
 - длительная выдержка времени для «адресного» отключения (ступень 4)
- защита минимального напряжения (ЗМН);
- защита от повышения напряжения (ЗПН);
- защита от обрыва фазы питающего фидера (ЗОФ);
- защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ):
 - по сумме токов высших гармоник;
 - по току и/или напряжению основной частоты;

- направленность (по основной частоте)
 - выдача сигнала блокировки логической защиты 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.
- 1.1.10 Дополнительные сервисные функции:
- исполнение внешней команды автоматической частотной разгрузки (АЧР);
 - исполнение внешней команды частотного автоматического повторного включения (ЧАПВ);
 - исполнение внешней команды газовой защиты с возможностью перевода на сигнализацию;
 - исполнение внешней команды дуговой защиты;
 - поддержка системы единого точного времени подстанции;
 - определение места повреждения на воздушных линиях (ОМП);
 - цифровой осциллограф;
 - регистратор событий;
 - передача параметров аварии и параметризация функций защит и автоматики по ЛС;
 - сохранение параметров последних девяти отключений выключателя;
 - измерение времени срабатывания защиты и отключения выключателя;
 - встроенные часы-календарь;
 - измерение текущих фазных токов, напряжений, мощности, энергии;
 - реле с функцией, задаваемой пользователем (4 шт.);
 - входы с функцией, задаваемой пользователем (5 шт.);
 - светодиоды с функцией, задаваемой пользователем (5 шт.).

1.1.11 Устройство производит измерение электрических параметров входных аналоговых сигналов фазных токов и напряжений $I_A, I_B, I_C, U_A, U_B, U_C$, тока и напряжения нулевой последовательности $3I_0$ и $3U_0$.

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»–«Ином» и «Общие»–«Уном» 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

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

1.1.14 На основании измеренных параметров производится расчет следующих величин:

- линейные напряжения U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} ;
- активная (+Ea) и реактивная (+Er) энергия отдаваемая;
- активная (-Ea) и реактивная (-Er) энергия принимаемая;
- активная (P) и реактивная (Q) мощность;
- симметричные составляющие

ток прямой последовательности

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

ток обратной последовательности

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

напряжение прямой последовательности

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

напряжение обратной последовательности

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

1.1.15 Устройство способно выполнять свои функции при отсутствии ТННП. В этом случае необходимо задать уставку «Общие»—«ТННП»=«НЕТ». Тогда напряжение $3\vec{U}_0$ рассчитывается по формуле

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

1.1.16 Устройство может быть применено как для энергосистем с прямым чередованием фаз «ABC», так и с обратным «ACB». 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 «B» и «C» в формулах (2)–(5).

1.1.17 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»).

1.1.18 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.

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

1.1.20 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.

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

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

1.1.22 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/с² (1g), степень жесткости 10a;
- удары многократного действия с пиковым ударным ускорением 30 м/с² (3g) и длительностью действия от 2 до 20 мс, степень жесткости 1.

1.1.23 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°C относительно 20°C.

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 (установок) 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, представленных 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 — $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$;
- 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		4
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		$50 \pm 0,5$
потребляемая мощность входных цепей фазных токов в номинальном режиме, В·А, не более:		
для тока $3I_0$ в номинальном режиме ($I = 1$ А)		0,5
термическая стойкость токовой цепи $3I_0$, А, не менее:		0,5
длительно		2
кратковременно (2 с)		5
число входов по напряжению		4
номинальное напряжение фаз ($U_A, U_B, U_C, 3U_0$), 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		$50 \pm 0,5$
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 – Пределные 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 МЭК 61000-4-12-95	A	2,5 кВ – провод-земля 1,0 кВ – провод-провод
Наносекундные импульсные помехи	4	ГОСТ Р 51317.4.4-99 МЭК 61000-4-4-95	A	4 кВ – питание 2 кВ – остальные цепи
Электростатические помехи	3	ГОСТ Р 51317.4.2-99 МЭК 61000-4-2-95	A	8 кВ – воздушный 6 кВ – контактный
Магнитное поле промышленной частоты	5	ГОСТ Р 50648-94 МЭК 1000-4-8-93	A	100 А/м – постоянно 1000 А/м - кратковременно
Радиочастотное электромагнитное поле	3	ГОСТ Р 51317.4.3-99 МЭК 61000-4-3-96	A	26–1000 МГц 10 В/м
Микросекундные импульсы большой энергии	4	ГОСТ Р 51317.4.5-99 МЭК 61000-4-5-95	A	4 кВ
Кондуктивные низкочастотные помехи	3	ГОСТ Р 51317.4.6-99 МЭК 61000-4-6-96	A	10 В 140 дБ
Импульсное магнитное поле	4	ГОСТ Р 50649-94 МЭК 1000-4-9-93	A	8/20 мкс ±300 А/м
Затухающее колебательное магнитное поле	5	ГОСТ Р 50652-94 МЭК 1000-4-10-93	A	100 кГц ±100 А/м

1.2.3 Максимальная токовая защита (МТЗ)

1.2.3.1 Устройство располагает четырьмя независимыми ступенями функции МТЗ. Первые три ступени (МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3) являются классическими функциями МТЗ. Четвертая ступень (МТЗ-4) предназначена для отключения присоединения, в том числе «адресного», при длительном превышении током заданного значения.

1.2.3.2 Наличие ступени МТЗ в устройстве определяется уставкой «Функция» этой ступени.

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 на индикацию («МТЗ-3»–«Действие»=«Сигнал») неисправности «Перегрузка 3» (см. п.2.3.3.5).

1.2.3.3.2 Четвертая ступень (МТЗ-4) может действовать как на выключатель («МТЗ-4»–«Действие»=«Защита»), так и на индикацию («МТЗ-4»–«Действие»=«Сигнал») неисправности «Перегрузка 4» (см. п.2.3.3.5).

1.2.3.3.3 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, максимальным 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»–«T».

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.»

$$t = T [c] \quad (7)$$

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

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

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

$$t = \frac{13,5 \times T}{(I/I_{УСТ})^2 - 1} [c] \quad (9)$$

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

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

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

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

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

$$t = \frac{1}{20 \times ((I/I_{УСТ}) - 1)/6} + T [c] \quad (12)$$

где t – расчетное время срабатывания;

I – входной ток;

$I_{УСТ}$ – уставка «I» ступени МТЗ;

T – уставка «T» ступени МТЗ.

1.2.3.6.3 Максимальная расчетная выдержка времени зависимых времязадающих характеристик ограничивается на уровне 300 с. Если рассчитанное время срабатывания превышает 300 с, то срабатывание защиты не происходит. При необходимости ограничения времени срабатывания рекомендуется использовать ступень МТЗ-4 с той же уставкой по току и с уставкой по времени 100 или 300 с.

1.2.3.6.4 Четвертая ступень (МТЗ-4) имеет независимую от тока задержку срабатывания (7). Она определяется уставкой «МТЗ-4»-«Т откл», если уставка «МТЗ-4»-«Действие»=«Защита», или уставкой «МТЗ-4»-«Т сигнал», если уставка «МТЗ-4»-«Действие»=«Сигнал».

1.2.3.7 Действие реле «Пуск МТЗ»

1.2.3.7.1 Реле «Пуск МТЗ» (см. п.1.4.5.5) срабатывает при пуске первых трех ступеней (МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3).

1.2.3.7.2 Ступени МТЗ, работающие на сигнал («Действие»=«Сигнал»), не вызывают срабатывания реле «Пуск МТЗ»

1.2.3.8 АПВ

1.2.3.8.1 Срабатывание первых трех ступеней (МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3) может инициировать процесс АПВ (см. п.1.2.12.3).

1.2.3.8.2 Функция АПВ при срабатывании ступени МТЗ-4 на отключение («МТЗ-4»-«Действие»=«Защита») всегда блокируется (см. п.1.2.12.7).

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.1.2.18.2) После чего подать активный (см. п.1.2.18.3) сигнал на этот вход.

1.2.3.10 Ступень МТЗ-2 может быть использована в режиме защиты двигателя от асинхронного хода. При этом сброс накопленной выдержки времени («МТЗ-2»-«T») будет происходить не сразу после снижения тока ниже уставки «МТЗ-2»-«I», а после окончания времени паузы, задаваемой уставкой «МТЗ-2»-«T_{паузы}». В случае появления тока снова выше порога срабатывания ступени до истечения времени паузы происходит продолжение накопления выдержки времени «МТЗ-2»-«T». При срабатывании ступени в режиме защиты от асинхронного хода (если была задана отличная от нуля уставка «МТЗ-2»-«T_{паузы}», и было прерывание пуска) на индикаторе выводится надпись «МТЗ-2 (асинхр.)», а длительность КЗ отсчитывается от начала последнего непрерывного импульса тока выше уставки МТЗ.

1.2.3.11 Ускорение МТЗ

1.2.3.11.1 Любое включение выключателя (см. п.1.2.8.3) формирует возможность разрешения запуска ускорения первых трех ступеней (МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3) в течение одной секунды.

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

1.2.3.11.3 Время ускорения определяется общей для всех ступеней уставкой «МТЗ общие»—«Т ускорения».

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

1.2.3.11.5 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»).

1.2.3.12 Пуск по напряжению

1.2.3.12.1 Пуск по напряжению позволяет лучше отстроиться от нагрузочных токов. Первые три ступени (МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3) имеют возможность такого пуска. Эта возможность определяется уставкой «Пуск по U» ступени.

1.2.3.12.2 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 снижение любого из междуфазных вторичных напряжений ниже значения уставки «МТЗ общие»—«U_{вм блок}», либо превышение вторичным напряжением обратной последовательности значения уставки «МТЗ общие»—«U₂»; во втором — только снижения любого из междуфазных вторичных напряжений ниже значения уставки «МТЗ общие»—«U_{вм блок}».

1.2.3.12.3 Пуск по напряжению автоматически выводится при отключенном выключателе.

1.2.3.12.4 В случае выявления факта неисправности ТН (см. п.1.2.3.14.9) 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»).

1.2.3.12.5 Погрешность срабатывания пуска по напряжению составляет $\pm 3\%$ от значения уставки.

1.2.3.13 Направленность

1.2.3.13.1 Первые три ступени (МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3) могут быть выполнены направленными, то есть срабатывать только при условии заданного направления мощности.

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

1.2.3.13.3 Сигнал «Блокировка ОНМ» может либо выводить из работы направленные ступени («МТЗ общие»—«Вход блок.ОНМ»=«СТУП»), либо переводить их в ненаправленный режим («МТЗ общие»—«Вход блок.ОНМ»=«НАПР»). Подача к устройству этого сигнала реализуется с помощью входов с функцией, задаваемой пользователем. (см. п.1.2.18). Такому входа необходимо выставить уставку «Прогр.входы»—«Вход»—«Точка»=«Блок.ОНМ».

1.2.3.13.4 Имеется возможность вывести направленность ступеней при ускорении с помощью уставки «МТЗ общие»—«ОНМ при ускор.»=«ОТКЛ». Действие данной уставки не зависит уставки «Ускорение» ступени.

1.2.3.13.5 В случае выявления факта неисправности ТН (см. п.1.2.3.14.9) с помощью уставки «Неисправности ТН»—«ОНМ» все направленные ступени переводятся ненаправленный режим («Выв.направл»), либо полностью блокируются («Вывод МТЗ»).

1.2.3.14 Определение направления мощности

1.2.3.14.1 Определение направления мощности осуществляется с помощью органа направления мощности (ОНМ) по так называемой 90° схеме сочетания токов и напряжений: 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.

1.2.3.14.2 Для задания области работы направленной защиты необходимо задать две уставки — угол максимальной чувствительности «МТЗ общие»—« $\varphi_{м.ч.}$ » и зону срабатывания «МТЗ общие»—« $\varphi_{СЕКТОРА}$ ». Угол « $\varphi_{м.ч.}$ » отсчитывается от вектора напряжения 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.

1.2.3.14.3 Расчет угла « $\varphi_{м.ч.ОБР}$ » при значении уставки ступени «Направленность»=«ОБР» определяется как $180^\circ + \varphi_{м.ч.}$.

1.2.3.14.4 Для каждой ступени может быть выбрана работа в прямом или в обратном направлении.

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

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

1.2.3.14.7 Погрешность определения углов на краях диапазонов не превышает $\pm 3^\circ$.

1.2.3.14.8 Уставка «Общие»–«Черед.фаз» (см. п.1.1.16) не действует на ОНМ.

1.2.3.14.9 Корректность функционирования ОНМ подразумевает наличие исправного ТН. Устройство производит оценку состояния ТН на основании следующих критериев:

- снижение любого из междуфазных вторичных напряжений ниже значения уставки «МТЗ общие»–« $U_{\text{ВМ блок}}$ »;
- превышение вторичного напряжения обратной последовательности значения уставки «Неисправности ТН»–« U_2 ».

Выполнение любого из этих критериев в течение хотя бы 10 с расценивается устройством как ситуация неисправности ТН. Если уставка «Неисправности ТН»–«Сигнал»=«Вкл», то устройство еще и отобразит неисправность «Неисправность ТН» (см. п.2.3.3.5).

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

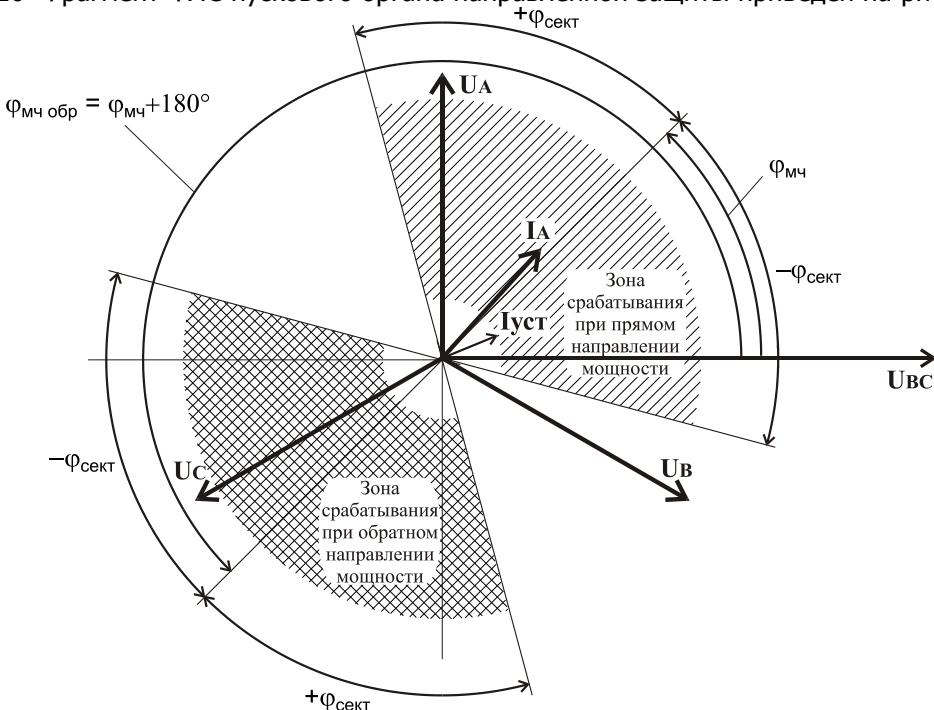


Рисунок 1 – Поясняющая диаграмма определения направления мощности

На примере заданы уставки: $\pm \varphi_{\text{сект}} = \pm 60^\circ$, $\varphi_{\text{мч}} = 45^\circ$, вектор тока попадает в зону срабатывания при прямом направлении мощности.

1.2.3.15 Блокировка при броске намагничивающего тока (БНТ)

1.2.3.15.1 При включении трансформаторной нагрузки на холостой ход возможны броски намагничивающего тока, величина которого может быть сравнима с величиной тока КЗ. В таком случае необходима отстройка ступеней МТЗ от БНТ по времени, либо по току. Первый вариант приводит к замедлению действия ступени при КЗ; второй – значительно снижает чувствительность ступени.

1.2.3.15.2 В устройстве реализована специальная блокировка по содержанию 2-й гармоники в фазных токах. Данная блокировка автоматически запрещает пуск первых трех ступеней (МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3) при наличии БНТ. Это позволяет повысить быстродействие и чувствительность ступеней МТЗ.

1.2.3.15.3 Наличие функции блокировки при БНТ задается независимо для первых трех ступеней (МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3) с помощью уставки ступени «Блок.при БНТ». Для ускоряемых ступеней МТЗ блокировка действует как в режиме ускорения, так и при нормальной работе.

1.2.3.15.4 Блокировка срабатывает, если действующее значение второй гармоники превышает 15% действующего значения первой гармоники соответствующего фазного тока. При срабатывании блокировки по одной из фаз ступень блокируется полностью (по всем фазам).

1.2.3.16 Время возврата пусковых органов не превышает 50 мс.

1.2.3.17 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 использует сигналы от ТТНП и ТННП.

Сигнал тока $3I_0$ подводится к клеммам X1:7-Х1:8. (см. таблицу 3 и п.1.3.7.4). При расчете уставки следует учитывать коэффициент трансформации стоящего на фидере ТТНП. Обычно он равен 25:1 (для ТТНП типа ТЗЛ, ТЗЛМ).

Сигнал $3U_0$ подводится к клеммам X2:5-Х2:6. Если этот сигнал отсутствует, то он может быть восстановлен из фазных составляющих (см. п.1.1.15).

1.2.4.3 Функция может осуществляться на основании следующих принципов:

- модуль суммы высших (3-й, 5-й, 7-й и 9-й) гармоник тока нулевой последовательности $3I_{0\text{вг}}$ «Защита от ОЗЗ»—« $3I_{0\text{вг}}$ =«ВКЛ»);
- ток нулевой последовательности первой гармоники $3I_{0\text{1Г}}$ («Защита от ОЗЗ»—« $3I_{0\text{1Г}}$ =«ВКЛ») как с учетом направления мощности нулевой последовательности («Защита от ОЗЗ»—«Направленность»=«ВКЛ»), так и без («Защита от ОЗЗ»—«Направленность»=«ОТКЛ»);
- напряжение нулевой последовательности $3U_0$ («Защита от ОЗЗ»—« $3U_0$ =«ВКЛ») как с учетом направления мощности нулевой последовательности («Защита от ОЗЗ»—«Направленность»=«ВКЛ»), так и без («Защита от ОЗЗ»—«Направленность»=«ОТКЛ»);
- ток («Защита от ОЗЗ»—« $3I_{0\text{1Г}}$ =«ВКЛ») и напряжение («Защита от ОЗЗ»—« $3U_0$ =«ВКЛ») нулевой последовательности как с учетом направления мощности нулевой последовательности («Защита от ОЗЗ»—«Направленность»=«ВКЛ»), так и без («Защита от ОЗЗ»—«Направленность»=«ОТКЛ»).

1.2.4.4 Функция может действовать как на выключатель («Защита от ОЗЗ»—«Действие»=«Защита»), так и на индикацию («Защита от ОЗЗ»—«Действие»=«Сигнал») неисправности «Земля» (см. п.2.3.3.5).

1.2.4.5 Задержка срабатывания функции определяется уставкой «Защита от ОЗЗ»—«Хар-ка». Эта уставка позволяет выбрать следующие зависимости времени срабатывания от тока:

- независимая (7) – «НЕЗАВ.»;
- чрезвычайно-инверсная (10) – «ЧРЕЗВ. ИНВ.»;
- обратнозависимая – «ОБР.ЗАВ.»:

$$t = 5,8 - 1,35 \times \ln \left(\frac{I}{I_{УСТ} \times T} \right) [c] \quad (13)$$

где t – расчетное время срабатывания;

I – входной ток;

$I_{УСТ}$ – уставка по току;

T – уставка «Защита от ОЗЗ»—«Т».

1.2.4.6 ОНМ нулевой последовательности формируется на основании информации об угле между напряжением $3U_0$ и током $3I_0$ основной частоты (1-ой гармоники). Угол отсчитывается от напряжения $3U_0$ к току $3I_0$ против часовой стрелки. Область срабатывания определяется сектором «Защита от ОЗЗ»—«Ф сектора» в оба направления относительно угла «Защита от ОЗЗ»—«Ф м.ч.».

Срабатывание ОНМ функции требует одновременного выполнения следующих условий:

- угол между током и напряжением находится в пределах области срабатывания;
- $3U_0$ больше 1 В;
- $3I_0$ больше значение уставки « $3I_{0\text{1Г}}$ ».

1.2.4.7 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.1.2.18.2). После чего подать активный (см. п.1.2.18.3) сигнал на этот вход.

Таблица 6 – Относительная погрешность защиты от ОЗЗ

Параметр	Значение
напряжение $3U_0$ от уставки	$\pm 5\%$
ток $3I_{0\text{1Г}}$ от уставки	$\pm 5\%$
ток $3I_{0\text{вг}}$ от уставки	$\pm 25\%$
фазный угол, °	± 3
время для независимых характеристик более 1 с, от уставки	$\pm 3\%$
время для независимых характеристик менее 1 с, мс	25
время для зависимых характеристик, от уставки	$\pm 7\%$

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

1.2.4.9 Коэффициент возврата пусковых органов составляет 0.92-0.95.

1.2.4.10 Основная погрешность срабатывания приведена в таблице 6.

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 на 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.1.2.18.2) После чего подать активный (см. п.1.2.18.3) 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 $\pm 10\%$ от значения уставки «ЗОФ»–« I_2/I_1 ».

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

1.2.6 Защита от повышения напряжения (ЗПН)

1.2.6.1 Наличие функции в устройстве определяется уставкой «ЗПН»–«Функция».

1.2.6.2 Функция может действовать как на выключатель («ЗПН»–«Действие»=«Защита»), так и на индикацию («ЗПН»–«Действие»=«Сигнал») неисправности «Сигнал ЗПН» (см. п.2.3.3.5).

1.2.6.3 Функция срабатывает при превышении напряжения, максимального из вторичных линейных, уставки «ЗПН»–« $U_{зпн}$ ».

1.2.6.4 Задержка срабатывания функции определяется уставкой «ЗПН»–« $T_{зпн}$ ».

1.2.6.5 Срабатывание функции может инициировать («ЗПН»–«АПВ»=«ВКЛ») процесс собственного АПВ. Этот процесс запускается после отключения выключателя от ЗПН в том случае, если максимальное вторичное линейное напряжение опустилось ниже значения «ЗПН»–« $U_{апв}$ ». Задержка включения выключателя при действии такого АПВ определяется уставкой «ЗПН»–« $T_{апв}$ ».

1.2.6.6 Следует различать функцию АПВ устройства (см. п.1.2.12.1) и собственное АПВ функции ЗМН (см. п.1.2.6.5). Это два разных независящих друг от друга механизма.

1.2.6.7 Блокировка функции может быть осуществлена с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких входов выставить уставку «Точка»=«Блок.ЗПН» (см. п.1.2.18.2) После чего подать активный (см. п.1.2.18.3) сигнал на этот вход.

1.2.6.8 Основная погрешность срабатывания по напряжению составляет $\pm 5\%$ от значения уставок по напряжению.

1.2.6.9 Основная погрешность срабатывания по времени составляет $\pm 3\%$ от значения уставок по времени.

1.2.6.10 Коэффициент возврата пусковых органов по напряжению составляет 0,97–0,98.

1.2.7 Защита минимального напряжения (ЗМН)

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

1.2.7.2 Функция может действовать как на выключатель («ЗМН»–«Действие»=«Защита»), так и на индикацию («ЗМН»–«Действие»=«Сигнал») неисправности «Сигнал ЗМН» (см. п.2.3.3.5).

1.2.7.3 Функция срабатывает при понижении напряжения, максимального из вторичных линейных, ниже значения уставки «ЗМН»–« U ».

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

1.2.7.5 Функция блокируется, если вторичное напряжение обратной последовательности превышает значение уставки «Неисправности ТН»–« U_2 ».

1.2.7.6 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.1.2.18.2) После чего подать активный (см. п.1.2.18.3) сигнал на этот вход.

1.2.7.7 Основная погрешность срабатывания по напряжению составляет $\pm 5\%$ от значения уставки «ЗМН»–« U ».

1.2.7.8 Основная погрешность срабатывания по времени составляет $\pm 3\%$ от значения уставки «ЗМН»–«Т».

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

1.2.8 Автоматика управления высоковольтным выключателем (АУВ)

1.2.8.1 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, ЗПН и др.) или включение (АПВ и ЧАПВ) выключателя.

Внешними функциями является сигналы функций защит и автоматики, расположенные вне устройства. Такие сигналы подключаются к входам, с функцией задаваемой пользователем (см. п.1.2.18). Уставка «Прогр.входы»—«Вход»—«Точка» таких входов задается как «Внеш.откл», «Ком.откл.» или «Ком.вкл.».

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

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

- аварийное отключение (см. п.1.2.8.4)
 - внутренние функции защиты и автоматики (см. п.1.2.8.1);
 - внешние функции защиты и автоматики, если уставка «Прогр. входы»—«Вход»—«Точка»=«Внеш.откл» (см. п.1.2.8.1);
 - несанкционированное отключение (см. п.1.2.8.24);
- командное отключение (см. п.1.2.8.5)
 - дистанционное отключение (см. п.1.2.8.6);
 - местное отключение (см. п.1.2.8.6);
 - внешние функции защиты и автоматики, если уставка «Прогр. входы»—«Вход»—«Точка»=«Ком.откл» (см. п.1.2.8.1);
- включение
 - внутренние функции защиты и автоматики (см. п.1.2.8.1);
 - дистанционное включение (см. п.1.2.8.6);
 - местное включение (см. п.1.2.8.6);
 - внешние функции защиты и автоматики, если уставка «Прогр. входы»—«Вход»—«Точка»=«Ком.вкл» (см. п.1.2.8.1);
 - несанкционированное включение (см. п.1.2.8.24).

1.2.8.4 Аварийное (см. п.1.2.8.3) отключение выключателя вызывает срабатывание аварийной сигнализации устройства (см. п.1.2.16) и мигание светодиода «Откл» его лицевой панели (см. рисунок Г.1). Последующее включение выключателя местными способами управления выключателем (см. п.1.2.8.6) 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.

1.2.8.5 Командное (см. п.1.2.8.3) отключение выключателя не влечет за собой срабатывания сигнализации устройства (см. п.1.2.16 и п.1.2.17).

1.2.8.6 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.

1.2.8.7 Разделение полномочий между местными и дистанционными источниками управления выключателем (см. п.1.2.8.6) осуществляется уставкой «АУВ»—«Разреш. ТУ» и дискретным сигналом «Разреш. ТУ» согласно таблице 7.

Таблица 7 – Взаимосвязь уставки «Разреш. ТУ» и дискретного сигнала «Разрешение ТУ»

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

1.2.8.8 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.

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

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

1.2.8.11 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.1.2.17.4).

1.2.8.12 Длительная подача выходного сигнала «Вкл.» на катушку включения выключателя может оказаться 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.1.2.8.14).

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

1.2.8.13 Длительная подача выходного сигнала «Откл.» на катушку отключения выключателя может оказаться 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.1.2.8.14).

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

1.2.8.14 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.1.2.8.15 и п.1.2.8.16). При этом рекомендуется ограничивать длительность команды «Откл.» (см. п.1.2.8.13).

1.2.8.15 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).

1.2.8.16 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.1.2.8.15. 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.1.2.18). 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).

1.2.8.17 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»).

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

1.2.8.19 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.1.2.18.2). После чего подать на этот вход активный (см. п.1.2.18.3) сигнал от датчика давления элегаза.

1.2.8.20 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.1.2.18.2) После чего подать активный (см. п.1.2.18.3) сигнал на этот вход.

1.2.8.21 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»—« $T_{вкл}$ ».

1.2.8.22 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 8).

Таблица 8 – 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»—« $T_{готов.макс}$ », 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»—« $T_{готов.макс}$ », фиксируется неисправность «Привод не готов» (см. п.2.3.3.5)

1.2.8.23 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»—« $I_0 \text{ ном}$ ».

1.2.8.24 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.1.2.16).

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

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

1.2.9 Резервирование при отказе выключателя (УРОВ)

1.2.9.1 Наличие функции в устройстве определяется уставкой «УРОВ»—«Функция».

1.2.9.2 Функция срабатывает после формирования сигнала «Откл.» внутренними токовыми защитами (МТЗ, ЗОФ, ОЗЗ, Газовая защита, Дуговая защита) или внешними защитами (см. п.1.2.8.3 и п.1.2.18.6) при превышении током, максимальным из вторичных фазных, значения уставки «УРОВ»—« I ».

1.2.9.3 Задержка срабатывания функции определяется уставкой «УРОВ»—« T ».

1.2.9.4 Блокировка функции может быть осуществлена с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких входов выставить уставку «Точка»=«Блок.УРОВ» (см. п.1.2.18.2) После чего подать сигнал на этот вход.

1.2.9.5 Срабатывание функции приводит к блокировке АПВ (см. п.1.2.12.7).

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

1.2.9.7 Реализации схемы соединения терминалов приведены на рисунках Д.4-Д.7.

1.2.10 Логическая защита шин (ЛЗШ)

1.2.10.1 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.

1.2.10.2 В качестве выходного сигнала для блокировки ступени ЛЗШ используется выходной контакт «Пуск МТЗ».

1.2.10.3 Схемы ЛЗШ

Реализована возможность выбора двух схем ЛЗШ – с последовательным или параллельным соединением выходных сигналов фидерных защит. Это достигается использованием перекидного контакта реле «Пуск МТЗ» и заданием соответствующей уставки в вышестоящих защитах.

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

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

1.2.11 Определение места повреждения (ОМП)

1.2.11.1 Определение места повреждения производится только при отключении выключателя от собственных МТЗ в случаях двухфазных и трехфазных КЗ.

1.2.11.2 Для расчета используются уставки по удельным активному («Общие»–« R_1 уд») и реактивному («Общие»–« X_1 уд») сопротивлениям линии. В расчетных формулах также участвуют фазные токи и напряжения, измеренные в момент подачи команды на отключение.

1.2.11.3 Расчетные формулы справедливы для металлических КЗ, поэтому при наличии переходного сопротивления или дуги в месте КЗ возможна индикация большего расстояния, нежели истинное.

1.2.12 Автоматическое повторное включение (АПВ)

1.2.12.1 Устройство имеет функцию одно– или двукратного АПВ. Кратность АПВ и его наличие задается уставкой «АПВ»–«Функция».

1.2.12.2 Время первого и второго циклов АПВ задается уставками «АПВ»–«Т апв 1» и «АПВ»–«Т апв 2» соответственно.

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.1.2.18.6).

1.2.12.4 Действие АПВ в случае несанкционированного (см. п.1.2.8.3) отключения определяется уставкой «АПВ»–«Несанкц.откл.».

1.2.12.5 Время восстановления АПВ составляет 120 с (2 минуты).

1.2.12.6 После командного (см. п.1.2.8.3) включения выключателя функция АПВ будет заблокирована на 30 с (блокировка АПВ при опробовании).

1.2.12.7 Функция блокируется при срабатывании дуговой защиты, газовой защиты, МТЗ-4 или УРОВ.

1.2.12.8 Функция может быть заблокирована внешним сигналом. Реализация такой блокировки может быть осуществлена как с помощью входа «Блокировка АПВ» (см. п.1.4.4.5), так и с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем.

В последнем случае требуется выставить уставку «Точка» (см. п.1.2.18.2) такого входа как «Блок.АПВ». После чего подать на этот вход активный (см. п.1.2.18.3) 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.1.2.8.3).

1.2.12.9 Следует различать функцию АПВ устройства (см. п.1.2.12.1) и собственное АПВ функции ЗПН (см. п.1.2.6.5). Это два разных независящих друг от друга механизма.

1.2.12.10 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.1.2.18.2) 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 из 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.1.2.12.7).

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.1.2.18.2). После чего подать активный (см. п.1.2.18.3) сигнал на этот вход.

1.2.13.6 Для контроля по току от терминала, установленного на вводном выключателе, контакт пуска его токовой защиты необходимо подключить последовательно с контактом дуговой защиты. Такой режим работы позволяет селективно отключать дуговые повреждения в ячейке на участке между выключателем и ТТ. При использовании такого способа соединения нужно выставить уставку «Дуговая защита»—«Контроль по I»=«Откл». Вариант схемы приведен на рисунках Д.4-Д.7.

1.2.14 Газовая защита

1.2.14.1 Функция реализуется подачей сигналов на дискретные входы «Газовая защита» и «Сигнал газовой защиты».

1.2.14.2 Наличие функции в устройстве определяется уставкой «Газовая защита»—«Функция».

1.2.14.3 Подача сигнала на вход «Газовая защита» приводит к немедленному отключению выключателя. На индикаторе появляется срабатывание – «Газовая защита» (см. таблицу К.1). Действие АПВ при этом блокируется (см. п.1.2.12.7).

1.2.14.4 Подача сигнала на вход «Сигнал газовой защиты» действует лишь на предупредительную сигнализацию устройства. На индикаторе появляется неисправность – «Сигнал газовой защ.» (см. п.2.3.3.5). Аварийного (см. п.1.2.8.3) отключения выключателя не происходит.

В случае применения устройства для защиты трансформатора, например собственных нужд, вход позволяет фиксировать уже первые признаки выделения газа.

1.2.14.5 Блокировка

1.2.14.5.1 Блокировка функции может быть осуществлена с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких входов выставить уставку «Точка»=«Блок.газ.з.» (см. п.1.2.18.2). После чего подать активный (см. п.1.2.18.3) сигнал на этот вход.

1.2.14.5.2 Блокировка функции может быть осуществлена с помощью оперативного управления (см. п.1.4.7). Для этого оперативное управление нужно перевести в положение «Сигнал».

1.2.14.5.3 Появление сигнала на входе «Газовая защита» в случае блокировки функции приводит к появлению неисправности «Газовая защита» (см. п.2.3.3.5). Аварийного (см. п.1.2.8.3) отключения выключателя не происходит.

1.2.15 Автоматическая частотная разгрузка (АЧР)

1.2.15.1 Устройство исполняет команды автоматической частотной разгрузки (АЧР) и последующего частотного автоматического включения (ЧАПВ) от внешних устройств.

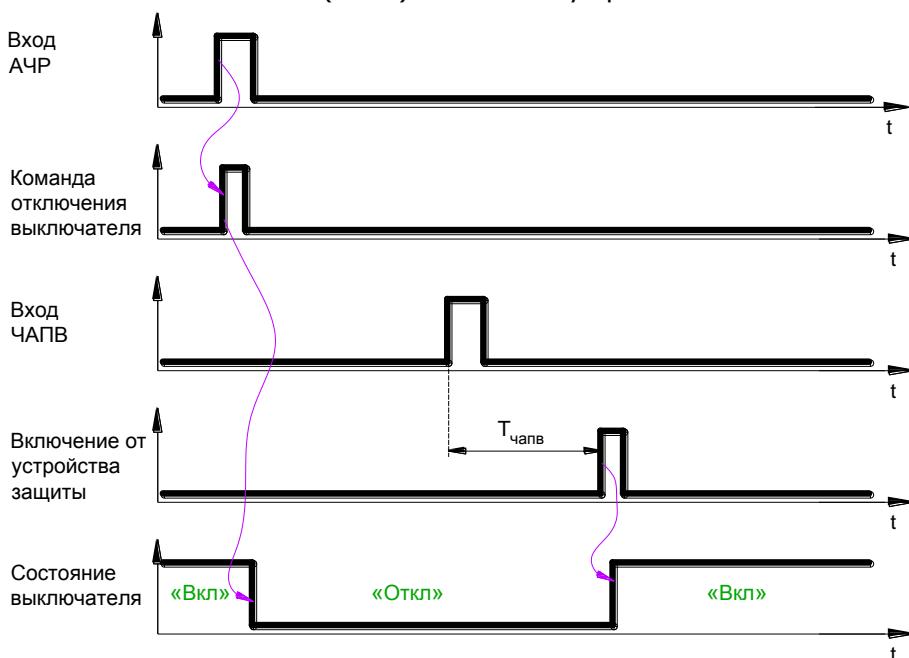


Рисунок 2 – Принцип работы АЧР и ЧАПВ при «внешнем» режиме ЧАПВ

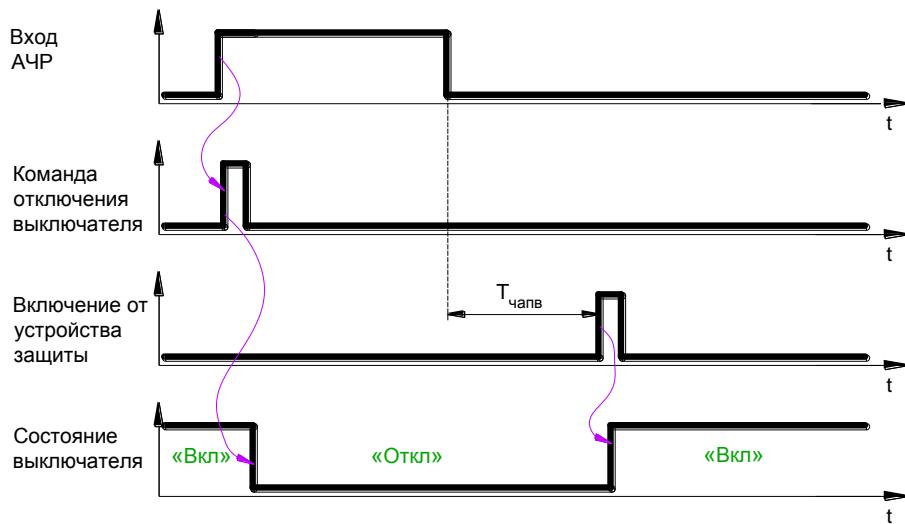


Рисунок 3 – Принцип работы АЧР и ЧАПВ при «внутреннем» режиме ЧАПВ

1.2.15.2 Наличие функции АЧР в устройстве определяется уставкой «АЧР/ЧАПВ»–«Функция АЧР».

1.2.15.3 Устройство может работать в двух режимах ЧАПВ – «внутреннем» («АЧР/ЧАПВ»–«Функция ЧАПВ»=«ВНУТР») и «внешнем» («АЧР/ЧАПВ»–«Функция ЧАПВ»=«ВНЕШ»). При «внешнем» – включение линии после АЧР произойдет после подачи внешнего сигнала на дискретный вход ЧАПВ (см. рисунок 2), а при «внутреннем» – после снятия сигнала АЧР (см. рисунок 3).

1.2.15.4 Для исключения большой нагрузки на аккумуляторную батарею при одновременном включении нескольких выключателей от ЧАПВ в устройстве предусмотрена возможность ввода задержки включения после прихода сигнала ЧАПВ (снятия сигнала АЧР – при «внутреннем» ЧАПВ). Эта задержка определяется уставкой «АЧР/ЧАПВ»–«T чапв».

1.2.15.5 Блокировка функции АЧР может быть осуществлена с помощью входов, с функцией задаваемой пользователем. Для этого нужно одному из таких входов выставить уставку «Точка»=«Блок.АЧР» (см. п.1.2.18.2) После чего подать активный (см. п.1.2.18.3) сигнал на этот вход.

1.2.15.6 Функция поддерживает оперативное управление (см. п.1.4.7). В положении «Вывод» блокируется как функция АЧР, так и ЧАПВ.

1.2.16 Аварийная сигнализация

1.2.16.1 Сигнализация аварийного (см. п.1.2.8.3) отключения происходит при отключении выключателя в момент появления сигнала на входе «РПО».

1.2.16.2 Квитирование (сброс) аварийной сигнализации осуществляется командным (см. п.1.2.8.3) отключением выключателя.

1.2.16.3 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.

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

1.2.16.5 Срабатывание аварийной сигнализации вызывает срабатывание предупредительной сигнализации (см. п. 1.2.17).

1.2.16.6 ФЛС аварийной сигнализации приведена на рисунке И.5.

1.2.17 Предупредительная сигнализация

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

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

- срабатывание аварийной сигнализации (см. п.1.2.16);
- неисправность внешнего оборудования (см. п.2.3.3.5).

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

1.2.17.4 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.

1.2.17.5 ФЛС предупредительной сигнализации приведена на рисунке И.5.

1.2.18 Входы с функцией, задаваемой пользователем

1.2.18.1 В устройстве имеется группа из пяти входов («Вход 1» .. «Вход 5») с функцией, задаваемой пользователем. Каждому из этих входов можно назначить любую функцию из таблицы Ж.3.

1.2.18.2 Выбор функции входа производится с помощью уставки «Прогр.входы»—«Вход»—«Точка».

Если вход не используется, то значение уставки задается как «Не подкл.».

1.2.18.3 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»..«5» (см.п.1.2.20).

1.2.18.4 Имеется возможность ввести задержку на срабатывание входа с помощью уставки «Прогр.входы»—«Вход»—«Тсрб».

1.2.18.5 Имеется возможность ввести задержку на возврат входа с помощью уставки «Прогр.входы»—«Вход»—«Твозвр».

1.2.18.6 Вход, в частности, может быть использован для аварийного (см. п.1.2.8.3) отключения выключателя («Прогр.входы»—«Вход»—«Точка»=«Внеш.откл.»). В этом случае необходимо определить действие функций «УРОВ» и «АПВ» с помощью уставок «Прогр.входы»—«Вход»—«УРОВ» и «Прогр.входы»—«Вход»—«АПВ» соответственно.

Значение уставки «Прогр.входы»—«Вход»—«УРОВ»=«Вкл» позволяет реализовать функцию УРОВ своего выключателя (см. п.1.2.9.2) при обозначенном виде отключения выключателя. Если этого не требуется, то выставляют уставку «Прогр.входы»—«Вход»—«УРОВ»=«Откл».

Значение уставки «Прогр.входы»—«Вход»—«АПВ»=«Вкл» позволяет инициировать процесс АПВ (см.п. 1.2.12.3) при обозначенном виде отключения выключателя. Если этого не требуется, то выставляют уставку «Прогр.входы»—«Вход»—«АПВ»=«Откл».

1.2.18.7 Вход, в частности, может быть использован для командного (см. п.1.2.8.3) отключения («Прогр.входы»—«Вход»—«Точка»=«Ком.откл.») или включения («Прогр.входы»—«Вход»—«Точка»=«Ком.вкл.») выключателя.

1.2.18.8 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.1.2.18.9) на индикаторе устройства.

1.2.18.9 Входу может быть присвоено имя собственное («Прогр.входы»—«Вход»—«Имя»). Методика ввода имени аналогична методике, указанной в п.2.3.2.5. 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.».

1.2.18.10 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.

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

1.2.18.12 Осциллограф устройства записывает состояние входов без учета значения уставки «Прогр.входы»—«Вход»—«Актив.уровень». В осцилограмме сохраняются состояния всех входов, включая те из них, у которых «Прогр.входы»—«Вход»—«Точка»=«Не подкл.». Имя канала в осцилограмме 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».

1.2.18.13 Входы «Вход 1», «Вход 2» и «Вход 3» запитываются от внутреннего гальванически развязанного источника питания (см. п.1.3.8.4). 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.

1.2.19 Реле с функцией, задаваемой пользователем

1.2.19.1 В устройстве имеется группа из четырех реле («Реле 1» .. «Реле 4») 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.

1.2.19.2 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.».

1.2.19.3 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.1.2.17.4);
- «ИМП» – режим позволяет сформировать импульс, длительностью ровно 1 с.

1.2.19.4 Имеется возможность ввести задержку на срабатывание с помощью уставки «Прогр. реле»—«Реле»—« $T_{СРАБ}$ ».

1.2.19.5 Имеется возможность ввести задержку на возврат реле с помощью уставки «Прогр. реле»—«Реле»—« $T_{ВОЗВР}$ » только в том случае, если «Прогр. реле»—«Реле»—«Режим»=«БЕЗ ФИКС» (см. п.1.2.19.3).

1.2.19.6 ФЛС реле приведена на рисунке И.4.

1.2.20 Светодиоды с функцией, задаваемой пользователем

1.2.20.1 В устройстве имеется группа (см .рисунок Г.1) из пяти светодиодов («1» .. «5») 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.

1.2.20.2 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.».

1.2.20.3 Имеется возможность ввести задержку на срабатывание светодиода с помощью уставки «Прогр.светодиоды»—«Светодиод»—« T ».

1.2.20.4 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.1.2.17.4).

1.2.20.5 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».

1.2.21 Аварийный осциллограф

1.2.21.1 Аварийный осциллограф позволяет записывать во внутреннюю память устройства осцилограммы 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.

1.2.21.2 Реализовано динамическое выделение памяти, то есть количество осцилограмм, помещающихся в памяти, зависит от длительности записей.

1.2.21.3 Общая длительность сохраняемых в памяти осцилограмм – 56 с.

1.2.21.4 Каждая осцилограмма имеет привязку к внутреннему времени устройства с точностью до 1 мс.

1.2.21.5 Период квантования осциллографа составляет 1 мс.

1.2.21.6 Считывание осцилограмм осуществляется с компьютера по ЛС.

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

1.2.21.8 Возможны следующие условия пуска осциллографа:

- аварийное отключение (задается уставкой «Авар. откл.»). Срабатывание внутренних или внешних (по дискретным отключающим входам) защищ 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 осцилограммы.

1.2.21.9 При программируемом пуске осциллографа задание точки подключения к ФЛС выполняется аналогично выбору точки для реле с функцией, задаваемой пользователем (см. п.1.2.19). 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» – осцилограмма записывается только заданное время независимо от длительности присутствия сигнала (пуск идет «по фронту»). Время записи в фиксированном режиме определяется параметром $T_{\text{программ}}$.

1.2.21.10 Каждая осцилограмма включает в себя доаварийный, аварийный и послеаварийный режимы.

Максимальная длительность одной осцилограммы ограничена и регулируется уставкой $T_{\text{МАКС осци}}$. 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 осцилограммой в случае «зависания» одного из пусковых условий.

1.2.21.11 Длительность доаварийной и послеаварийной записей задается уставками $T_{\text{доаварийн}}$ и $T_{\text{послеавар}}$ соответственно.

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

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

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

В фиксированном режиме пуска осцилограмма будет складываться: доаварийный режим + время записи при программируемом пуске ($T_{\text{программ}}$) + 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 защиты. В случае, если за пуском защит последовал возврат ступеней без срабатывания, то осцилограмма не сохраняется.

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

в) Отключение по дискретному отключающему входу

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

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

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

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

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

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

1.2.22 Регистратор событий

1.2.22.1 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.

1.2.22.2 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.

1.2.22.3 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.

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

1.2.23 Поддержка системы точного единого времени

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

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

1.2.23.3 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.

1.2.23.4 Для приема сигнала синхроимпульса может использоваться любой из входов устройства:

- вход интерфейса RS485 X3.2. В этом режиме (задается соответствующей программной настройкой, см. п.1.2.23.6) 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 nominalное значение постоянного напряжения 24 В. Длительность входного импульса не менее 15 мс.

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

1.2.23.6 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».

1.2.23.7 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).

1.2.24 Линия связи (ЛС)

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

1.2.24.2 Разъем USB на передней панели предназначен, в основном, для проведения пуско-наладочных работ и позволяет соединяться с компьютером по принципу «точка – точка». Для соединения с компьютером используется стандартный кабель типа «A–B». Гальванической развязки от схемы устройства данный интерфейс не имеет.

1.2.24.3 Интерфейс RS485 на задней панели прибора предназначен для постоянного подключения устройства в локальную сеть связи для решения задач АСУ. На этом интерфейсе реализуется многоточеч-

ное 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.

1.2.24.4 Наличие и тип третьего интерфейса зависит от исполнения.

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

1.2.24.6 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.

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

1.2.24.8 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.

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

1.2.24.10 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).

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 (в том числе с функцией, задаваемой пользователем).

1.3.2 Основные узлы устройства

Устройство состоит из следующих модулей (см. рисунок 4):

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

1.3.3 Модуль контроллера

1.3.3.1 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.

1.3.3.2 Модуль выполняет следующие функции:

- прием сигналов от трансформаторов тока (4 канала);
- прием сигналов от трансформаторов напряжения (4 канала);
- 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 «B» 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 управляемых кнопок;
- обслуживание ЛС;
- вывод информации на дисплей;
- постоянную самодиагностику.

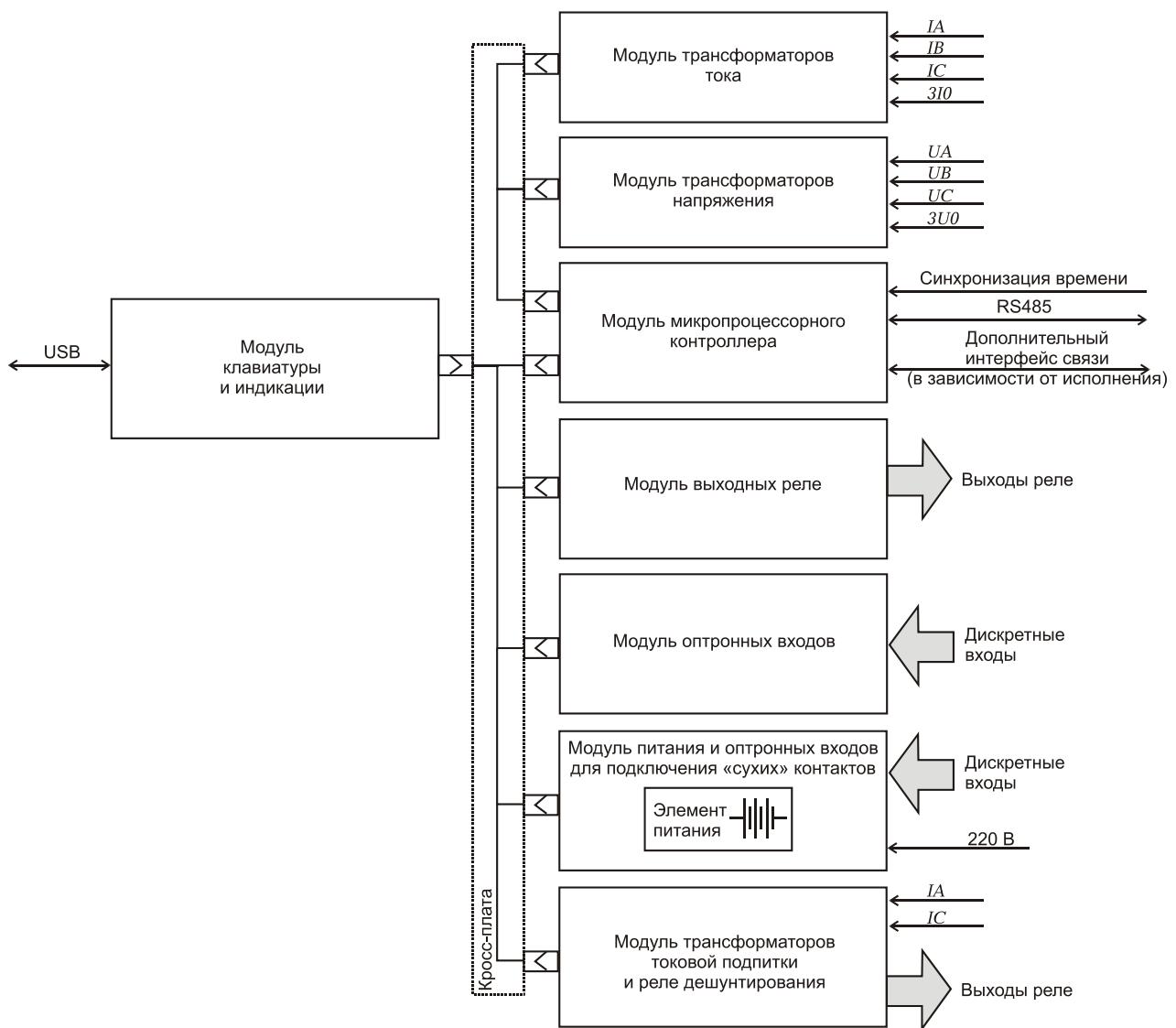


Рисунок 4 – Структурная схема устройства

1.3.4 Модуль клавиатуры и индикации

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

1.3.5 Модули оптронных входов

1.3.5.1 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 $U_{НОМ}$.

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

1.3.6 Модуль выходных реле

1.3.6.1 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.

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

1.3.7 Модули входных трансформаторов тока и напряжения

1.3.7.1 Модуль трансформаторов тока содержит три одинаковых ТТ по каждой фазе и один трансформатор для подключения к ТННП.

1.3.7.2 Модуль трансформаторов напряжения содержит четыре одинаковых ТН: по одному для подключения фазных напряжений и один для подключения к ТННП.

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

1.3.7.4 **Запрещается** подключать к входу для подключения тока $3I_0$ общий провод фазных ТТ, так как этот вход не рассчитан на протекание токов двойных замыканий на землю на разных фидерах, имеет повышенное входное сопротивление и может быть поврежден.

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

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

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

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

1.3.8.4 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.

1.3.9 Модуль токовой подпитки и дешунтирования

1.3.9.1 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 и напряжениями I_A , I_B , I_C , U_A , U_B , U_C и за током и напряжением нулевой последовательности $3I_0$ и $3U_0$. При отсутствии ТТ в фазе «В» ток фазы «В» рассчитывается по формуле (1). При отсутствии ТННП, $3U_0$ рассчитывается по (6).

Дополнительно по программе цифровой фильтрации вычисляются значения 3-й, 5-й, 7-й и 9-й гармонических составляющих тока $3I_0$.

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 управляемая текущим током.

После выдержки заданного времени включенных защит включается светодиод «Срабатывание» 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.1.2.8.3) 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. Если время задержки ускорения задано больше времени задержки какой-либо ступени МТЗ, то действует меньшая уставка.

1.4.1.9 При условии выдачи команды на отключение линии и отсутствии снижения входного тока ниже значения уставки $I_{УРОВ}$ в течение заданного уставкой $T_{УРОВ}$ времени, срабатывает выходное реле «УРОВ» и выдает сигнал отключения вводного и секционного выключателей. Время задержки выдачи сигнала УРОВ задается уставкой $T_{УРОВ}$. Таким образом, сигнал УРОВ будет выдаваться только при условии несрабатывания выключателя линии. Это позволяет снизить время отключения вышестоящего выключателя и уменьшить последствия отказа выключателя линии. Замкнутое состояние контактов реле «УРОВ» обеспечивается до снижения тока в линии ниже значения уставки $I_{УРОВ}$. 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 линии. 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 Вход « $3I_0$ » предназначен для реализации защиты от ОЗЗ. Полярность подключения ТТНП к входным клеммам устройства важна только в том случае, когда используется направленная защита от ОЗЗ. Канал тока $3I_0$ высших гармоник откалиброван на вторичное значение тока, непосредственно подаваемого на входные клеммы устройства.

1.4.3.3 Входы « U_A », « U_B » и « U_C » предназначены для подключения вторичных обмоток ТН.

1.4.3.4 Вход « $3U_0$ » предназначен для подвода сигнала « $3U_0$ » защиты от ОЗЗ.

При отсутствии ТТНП (см. п.1.1.15) соответствующие входные клеммы устройства оставляют неподключенными.

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 «Сигнал газовой защиты» предназначен для выдачи сигнализации контактами реле устройства и его фиксации уже при первых признаках выделения газа, если устройство применяется для защиты трансформатора, например, собственных нужд.

1.4.4.4 Вход «Газовая защита» осуществляет немедленное отключение выключателя.

1.4.4.5 Вход «Блокировка АПВ» осуществляет немедленную блокировку функции АПВ.

1.4.4.6 Вход «Автомат ШП» предназначен для сигнализации пропадания напряжения на шинах питания завода пружин, либо для контроля готовности выключателя (см. п.1.2.8.22).

1.4.4.7 Вход «Сброс сигнализации» может использоваться для дистанционного сброса всех реле и светодиодов сигнализации устройства (см. п.1.2.17.4). Например, от внешней кнопки или по ТУ.

1.4.4.8 Вход «Разрешение ТУ» предназначен для разделения полномочий управления между местными и дистанционными источниками управления выключателем (см. п.1.2.8.7).

1.4.4.9 Входы «Вкл. от ключа» и «Откл. от ключа» предназначены для местного включения и отключения выключателя ключом управления (см. п.1.2.8.6).

1.4.4.10 Входы «Вкл. по ТУ» и «Откл. по ТУ» предназначены для дистанционного включения и отключения выключателя по ТУ при использовании систем телемеханики (см. п.1.2.8.6).

1.4.4.11 Вход «АЧР» предназначен для исполнения внешней команды АЧР (см. п.1.2.15).

1.4.4.12 Вход «ЧАПВ» предназначен для исполнения внешней команды ЧАПВ (см. п. п.1.2.15) в случае, если уставка «АЧР/ЧАПВ»=«Функция ЧАПВ»=«ВНЕШ».

1.4.4.13 Входы «Вход 1»..«Вход 5» предназначены для расширения функциональных возможностей устройства (см. 1.2.18).

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.

1.4.5.4 Реле «Реле 1»..«Реле 4» предназначены для программного (см. п.1.2.19) подключения к внутренним точкам ФЛС.

1.4.5.5 Реле «Пуск МТЗ» срабатывает при пуске любой из введенных на отключение ступеней МТЗ (кроме МТЗ-4). Реле предназначено для организации схемы ЛЗШ, пуска внешней схемы УРОВ, контроля чувствительности МТЗ и других целей.

1.4.5.6 Реле «Отказ» контролирует работоспособность самого устройства. НЗ 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.1.2.17) 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.1.2.8.3) включении выключателя. Размыкание контактов реле возможно только в случае командного отключения выключателя.

1.4.5.9 Реле «Дешунтирование» предназначено для аварийного (см. п.1.2.8.3) отключения выключателя, оснащенного РТМ. Реле не срабатывает в случае командного (см. п.1.2.8.3) 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.1.2.8.17 и п.1.2.8.18). Светодиод «ОТКЛ» мигает при аварийном (см. п.1.2.8.3) отключении выключателя до момента его квитирования (см. п.1.2.8.4). Цвет срабатывания этих светодиодов регулируется (см. п.1.1.17).

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» и «АЧР» 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 Светодиод «УРОВ» группы «Срабатывание» загорается при срабатывании функции «УРОВ». Этот светодиод будет находиться в сработанном состоянии до момента его сброса. Сброс осуществляется аналогично сбросу предупредительной сигнализации (см. п.1.2.17.4).

1.4.6.8 Светодиод «АПВ» группы «Срабатывание» загорается при срабатывании функции «АПВ» устройства (см. п.1.2.12.1), АПВ функции «ЗПН» (см. п.1.2.6.5) или функции «ЧАПВ». Этот светодиод будет находиться в сработанном состоянии до момента его сброса. Сброс осуществляется аналогично сбросу предупредительной сигнализации (см. п.1.2.17.4).

1.4.6.9 Светодиод «Защита» загорается при срабатывании любой функции защиты устройства, действующей на отключение выключателя. Сброс осуществляется аналогично сбросу предупредительной сигнализации (см. п.1.2.17.4).

1.4.6.10 Светодиод «Аварийное отключение» загорается при аварийном (см. п.1.2.8.3) отключении выключателя. Этот светодиод будет находиться в сработанном состоянии до момента его сброса. Отключение светодиода осуществляется последовательным сбросом аварийной сигнализации (см. п.1.2.16.2) и предупредительной сигнализации (см. п.1.2.17.4).

1.4.6.11 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.1.2.17.4).

1.4.6.12 Светодиоды «1», «2», «3» группы «Блокировки» и светодиоды «4», «5» группы «Срабатывание» являются светодиодами с функцией, задаваемой пользователем (см. п.1.2.20), – «1»..« 5». Удобно светодиодам «1»..«3» назначать отображение различных блокировок, а светодиодам «4», «5» каких-либо срабатываний.

1.4.6.13 Исправность светодиодов можно проверить функцией тестирования светодиодов (см. п.2.3.3.7)

1.4.7 Оперативное управление

1.4.7.1 Устройство поддерживает оперативное управление некоторыми функциями (УРОВ, АПВ, АЧР, Газовая защита). Специфика оперативного управления этих функций описана в пп.1.2.9.5, 1.2.12.10, 1.2.15.6 и 1.2.14.5.2 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», «Выход») 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-МЛ-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 подписаны.

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 нагружочного режима, полученной в разделе «Контроль», а также по значению тока I_2 . Токи должны подводиться с прямым чередованием фаз (см. п.1.1.16). 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.2.3.2.9) и возможность регулирования его контрастности (см. п.2.3.2.8).

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 10).

Если индикатор отображает наличие неисправности «Нет батарейки» (см. п.2.3.3.5) и значок отсутствия заряда батарейки (см. таблицу 10), 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.1.2.17.4) и убедиться в исчезновении неисправности «Нет батарейки».

При длительном (порядка нескольких минут) одновременном отсутствии батарейки и оперативного питания данные срабатываний, событий и осцилограмм 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.2.3.2.5.

2.2.3 После подключения всех цепей и при наличии достаточной нагрузки на контролируемом при соединении (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 .

Разумно 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 и 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

2.3.2.3 Переход между разделами диалога (см. рисунок Ж.1), редактирование уставок и настроек осуществляется с помощью кнопок лицевой панели устройства (см. таблицу 9).

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 9 – Кнопки лицевой панели устройства для работы с диалогом

Кнопка	Назначение
«Ввод»	1. Перемещение на нижестоящий уровень. 2. Переход к редактированию той уставки или настройки, на которую указывает курсор «>». 3. Завершение редактирования редактируемой уставки или настройки с сохранением в буфер
«Выход»	1. Перемещение на вышестоящий уровень. 2. Завершение редактирования редактируемой уставки или настройки без сохранения в буфер
«↑»	1. Перемещение на одну позицию списка вверх. 2. Увеличение значения уставки или настройки в режиме редактирования
«↓»	1. Перемещение на одну позицию списка вниз. 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. 2. Сброс сигнализации устройства. 3. Выключение светодиодов и реле, работающих в режиме «с фиксацией», причина включения которых на данный момент устранена.

2.3.2.4 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.

2.3.2.5 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.

2.3.2.6 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.

2.3.2.7 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 10).

Таблица 10 – 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

2.3.2.8 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».

2.3.2.9 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 дополнительным 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 11). 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.1.2.17);
 - 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.1.2.17.4). Могут быть сброшены только те неисправности, причина появления которых устранена к данному моменту.

Таблица 11 – 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	1.2.8.15
3	Автомат ШП	Отключен автомат шин питания выключателя	1.2.8.22
4	Газовая защита	Присутствует входной сигнал «Газовая защита»	1.2.14.5.2
5	Сигнал газовой защ.	Присутствует входной сигнал «Сигнал газовой защиты»	1.2.14.4
6	Дуговая защита	Присутствует входной сигнал «Дуговая защита»	1.2.13.3
7	Перегрузка 3	Сработала МТЗ-3, с действием на сигнал	1.2.3.3.1
8	Перегрузка 4	Сработала МТЗ-4, с действием на сигнал	1.2.3.3.2
9	Земля	Сработала ОЗЗ, с действием на сигнал	1.2.4.4

№	Наименование	Расшифровка	Описание, п.РЭ
10	Обрыв	Сработала ЗОФ, с действием на сигнал	1.2.5.3
11	«Вход 1» *	Появился активный сигнал «Вход 1»	1.2.18.8
12	«Вход 2» *	Появился активный сигнал «Вход 2»	1.2.18.8
13	«Вход 3» *	Появился активный сигнал «Вход 3»	1.2.18.8
14	«Вход 4» *	Появился активный сигнал «Вход 4»	1.2.18.8
15	«Вход 5» *	Появился активный сигнал «Вход 5»	1.2.18.8
16	Задержка откл.	Задержка отключения выключателя	1.2.8.13
17	Задержка вкл.	Задержка включения выключателя	1.2.8.12
18	Сигнал ЗМН	Сработала ЗМН, с действием на сигнал	1.2.7.2
19	Сигнал ЗПН	Сработала ЗПН, с действием на сигнал	1.2.6.2
20	Неисправность ТН	Выявлен факт неисправности ТН	1.2.3.14.9
21	Нет батарейки	Не установлен или разряжен элемент питания	2.2.2.6
22	Нет импульса синхр	Более двух циклов синхроимпульс отсутствует	1.2.23.7
23	Сбой памяти	Данные потеряны	2.2.2.6
24	Неиспр.КВ/КО2	Неисправность катушек включения/отключения выключателя	1.2.8.16
25	Привод не готов	Нет готовности привода	1.2.8.22

* - 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 линии, а также дата и время возникновения аварии. В случае отключения линии от МТЗ дополнительно отображается вид повреждения и ориентировочное расстояние до места металлического КЗ (в км);
- 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);
- значение суммы высших гармоник тока нулевой последовательности $3I_0$;
- значение тока и напряжения нулевой последовательности основной частоты;
- значение модулей тока и напряжения обратной последовательности;
- причина включения линии, предшествующая данному отключению, а также дата и время предвключения;
- состояние дискретных входов на момент срабатывания;
- состояние органов оперативного управления на момент отключения;
- модули и фазовые углы векторов всех токов и напряжений относительно вектора напряжения фазы «А».

Переход в данный раздел происходит автоматически при срабатывании устройства с действием на отключение выключателя. Этому (самому новому) срабатыванию присваивается индекс «1». Индекс остальных имеющихся 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 осциллографом);
- запуска тестирования светодиодов лицевой панели устройства;
- просмотра информации (исполнение, заводской номер, дату последнего изменения установок) 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 нажатием кнопки «Ввод» на строке «Тест светодиодов». Во время тестирования устройство продолжает выполнять 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. К функциям такого рода относится следующее:

- осциллограф;
- интерфейсы ЛС;
- синхронизация времени по входу «Синхро»;
- подсветка индикатора;
- часы.

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 10).

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. Линия связи 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 10). 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 клеммы выходных контактов реле «Откл.», расположенных на клеммной колодке устройства, 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, приведенными в *Приложении 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 $T_{УСКОР}$ 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 (ABC) 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 выдачи сигнала УРОВ

Проверку выдачи сигнала УРОВ выполняют аналогично проверке МТЗ. Установить время срабатывания ступени МТЗ-1, равное нулю. Тогда измеренное миллисекундомером время должно примерно соответствовать уставке времени УРОВ.

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 УРОВ. Оно должно быть на 30–40 мс больше времени уставки $T_{УРОВ}$.

Контроль за срабатыванием собственного выключателя линии для функции УРОВ выполнен не по сигналу РПО ввиду его недостаточной надежности, а по прекращению тока в линии, то есть по снижению максимального из фазных токов ниже значения $I_{УРОВ}$, заданного соответствующей уставкой.

3.3.4.6 Проверка функции защиты от ОЗЗ

Проверка производится по току $3I_0$, подаваемому на входные клеммы устройства и отображаемому на индикаторе.

Индикация тока $3I_0$ высших гармоник на индикаторе устройства производится во вторичных значениях тока 3-й, 5-й, 7-й и 9-й гармоники (150, 250, 350 и 450 Гц) и их суммы в разделе «Контроль». В разделе «Срабатывания» отображается только суммарное значение на момент срабатывания.

Значение тока основной частоты 50 Гц также отображается во вторичных значениях.

Внимание! Проверочный ток любой частоты, длительно подаваемый на входные клеммы « $3I_0$ » устройства, не должен превышать 2,5 А.

3.3.4.7 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.

3.3.4.8 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 12.

5.2 Если требуемые условия транспортирования и (или) хранения отличаются от приведенных в таблице 12, то устройство поставляют для условий и сроков, устанавливаемых по ГОСТ 23216 и указываемых в договоре на поставку или заказе-наряде.

Таблица 12 – Условия транспортирования и хранения

Вид поставок	Обозначение условий транспортирования в части воздействия:		Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150	Срок сохраняе- мости в упаков- ке изготавите- ля, годы
	Механических факторов по ГОСТ 23216	Климатических факто- ров, 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°C

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 бульжным (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 Недостаточное напряжение питания	Напряжение питания ниже нормы
«УРОВ: вывод»	Неисправность шины адреса/данных SDRAM код: XX	Неисправность шины адреса или шины данных динамического ОЗУ
«АПВ: вывод»	Тест индикатора	Неисправность индикатора
«АЧР: вывод»	Залипание кнопки: XXXXX	Одна или несколько кнопок находятся в нажатом состоянии
«Газовая защита: 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 Адрес = XXXXXXXX	Неисправность статического ОЗУ
Неисправность SDRAM 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 8	Токовые цепи	1000 В
X2	с 1 по 6	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	
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	1000 В
	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 1	

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

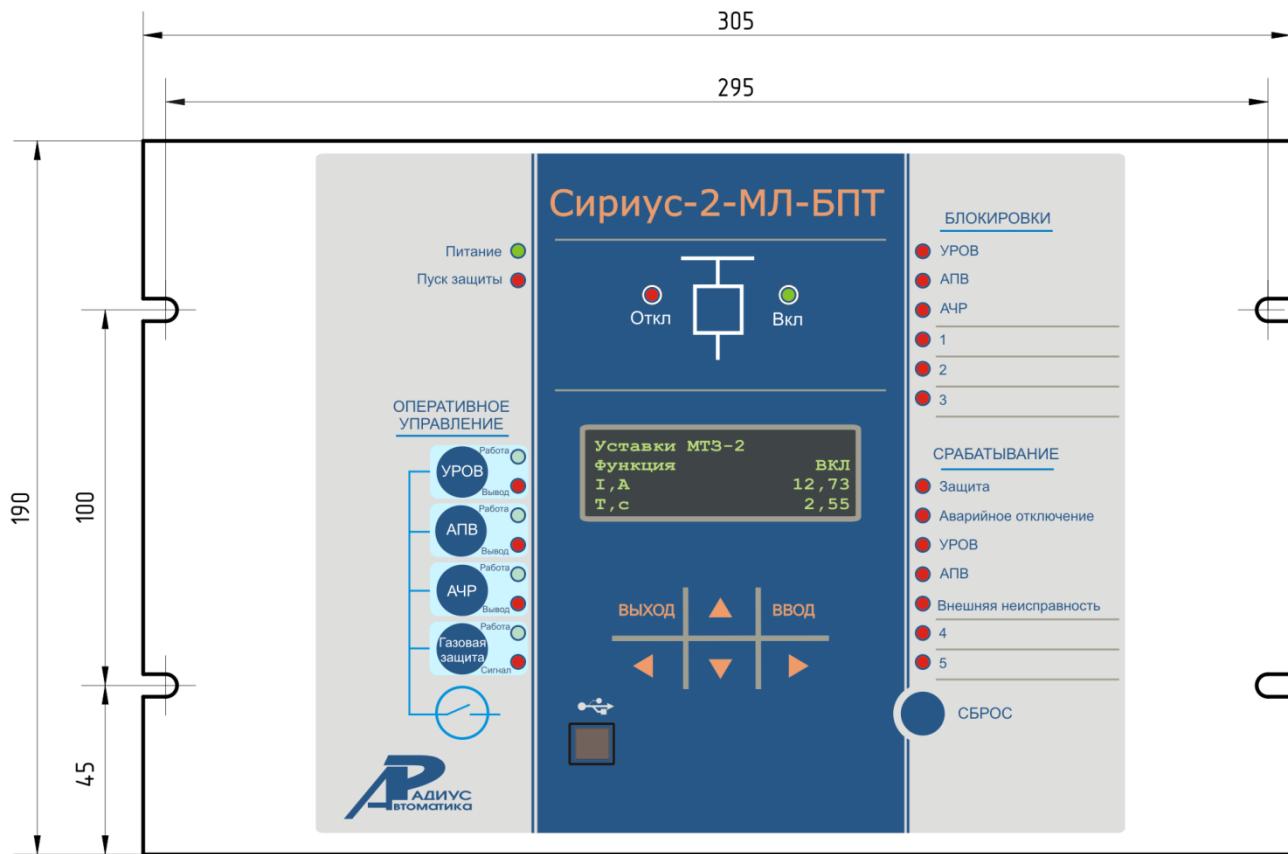


Рисунок Г.1 – Вид спереди

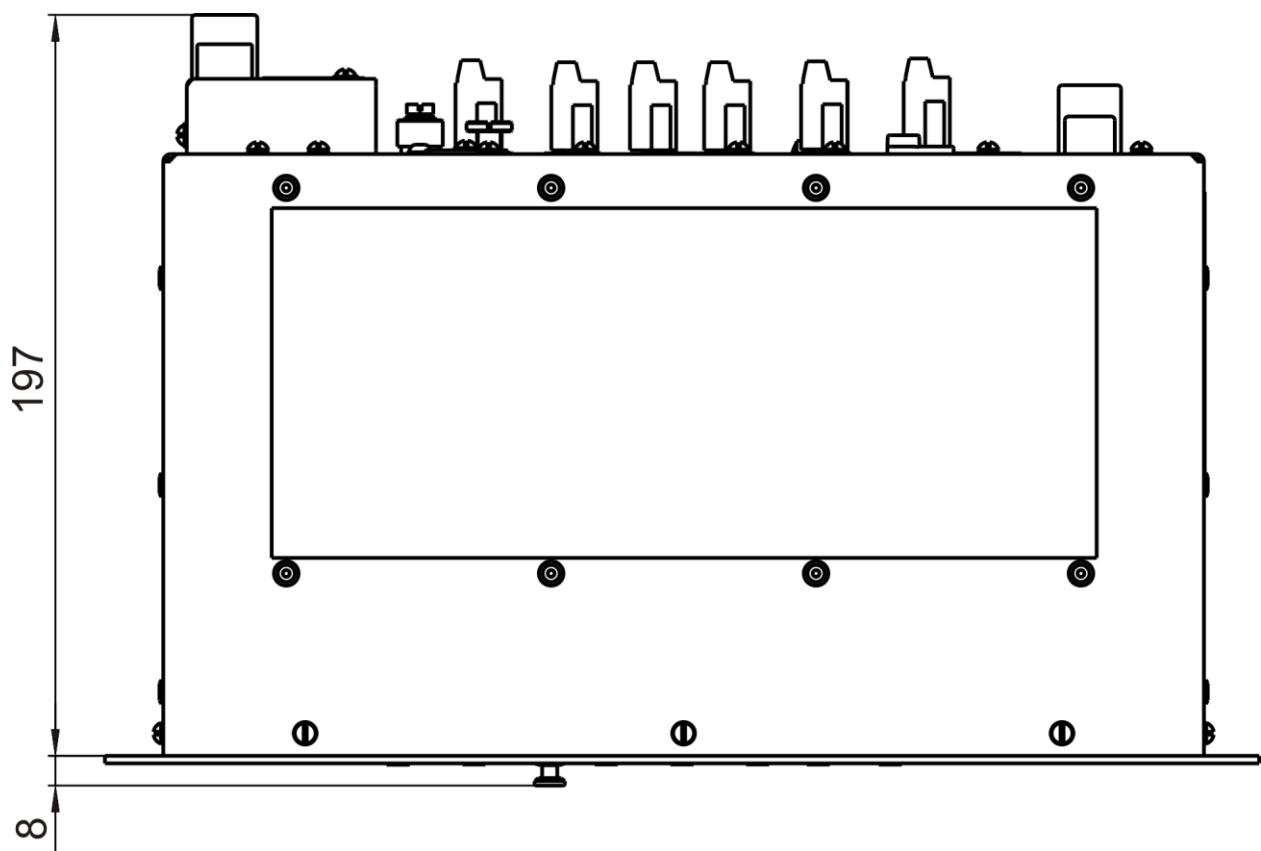


Рисунок Г.2 – Вид сверху

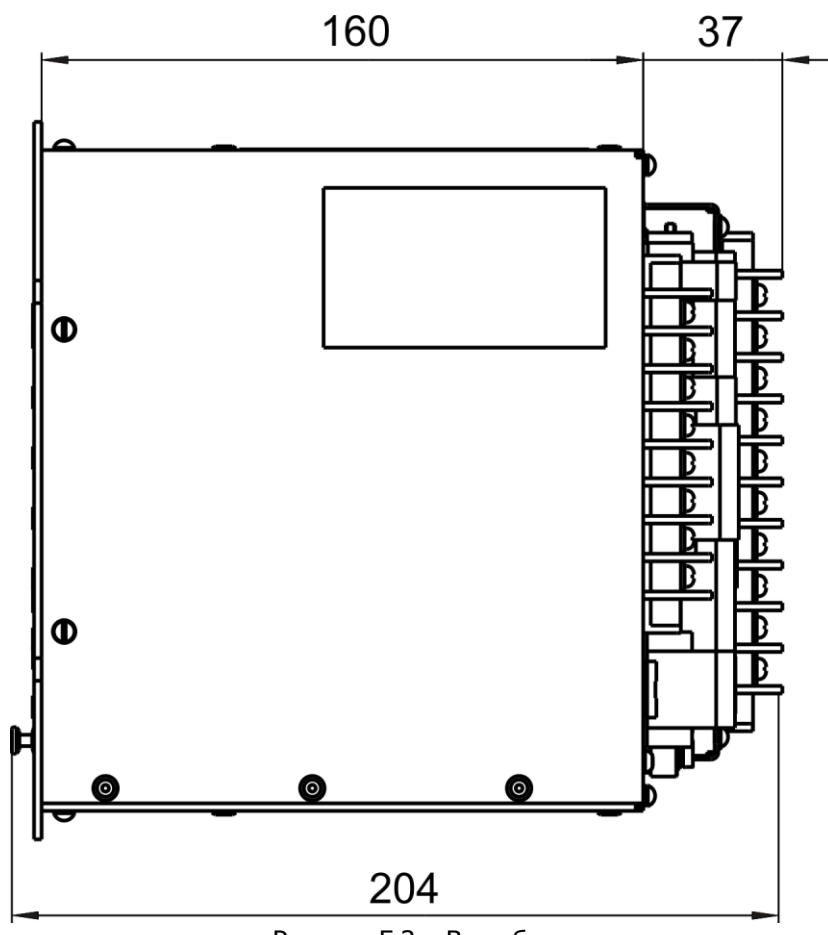


Рисунок Г.3 – Вид сбоку

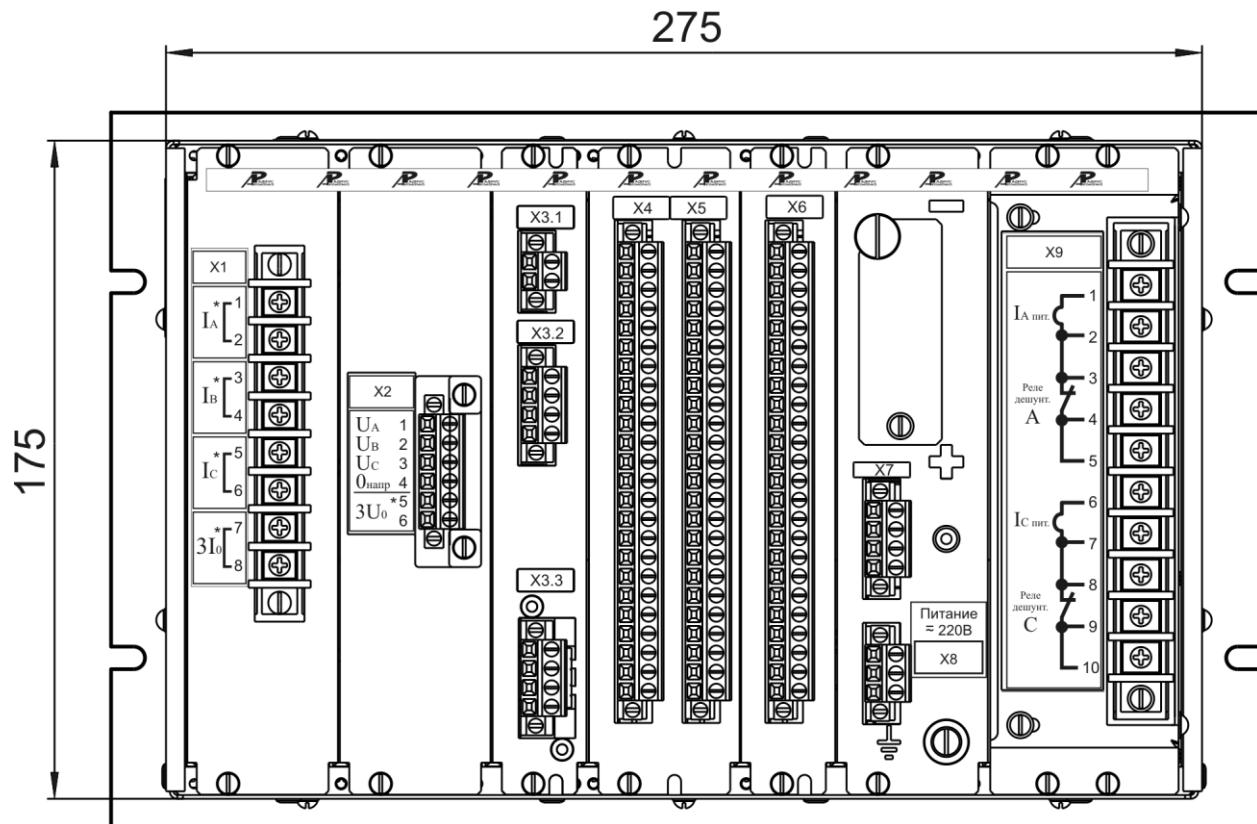


Рисунок Г.4 – Расположение элементов на задней панели устройства (исполнение И1)

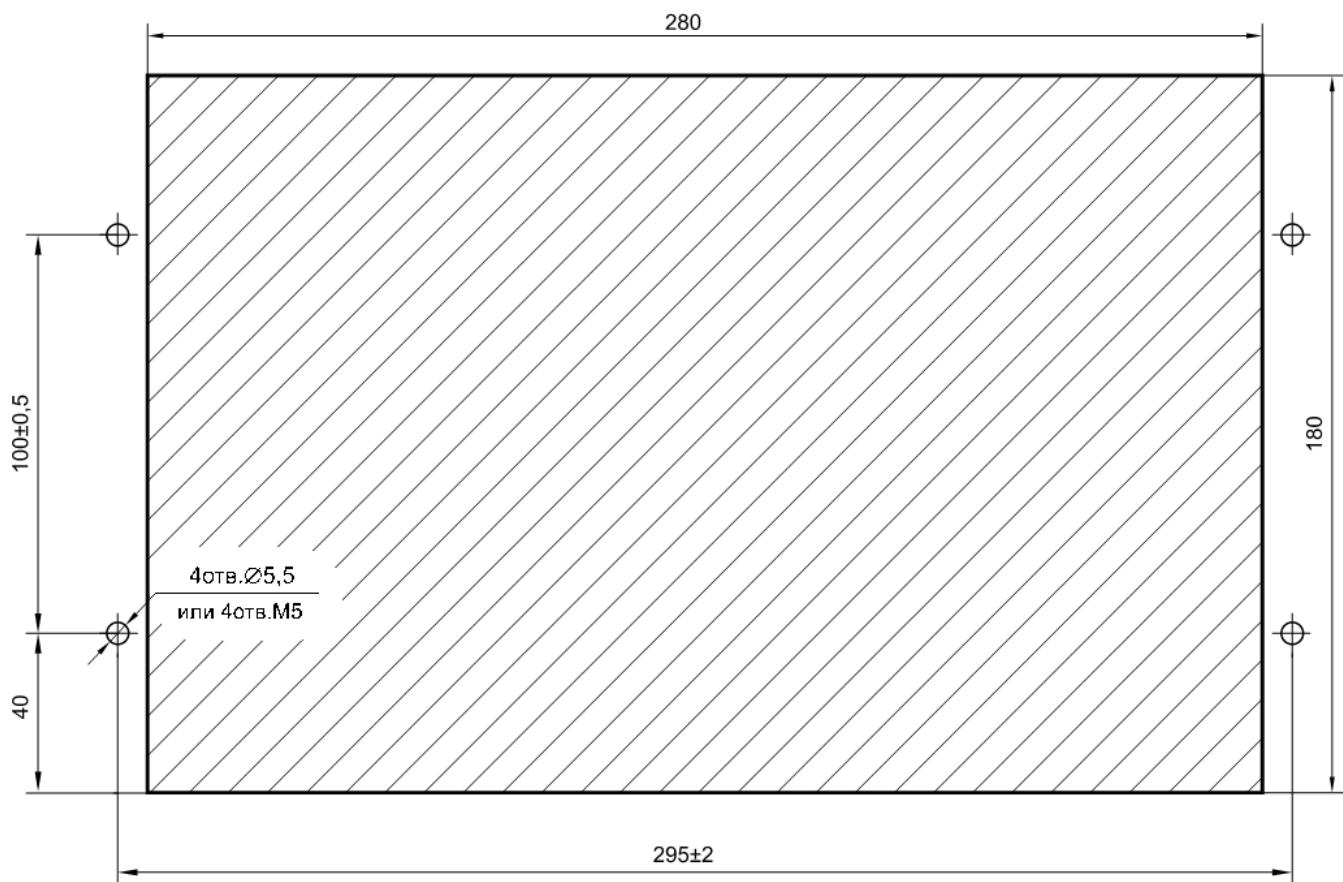


Рисунок Г.5 – Разметка панели под установку устройства

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное)

Схемы подключения внешних цепей

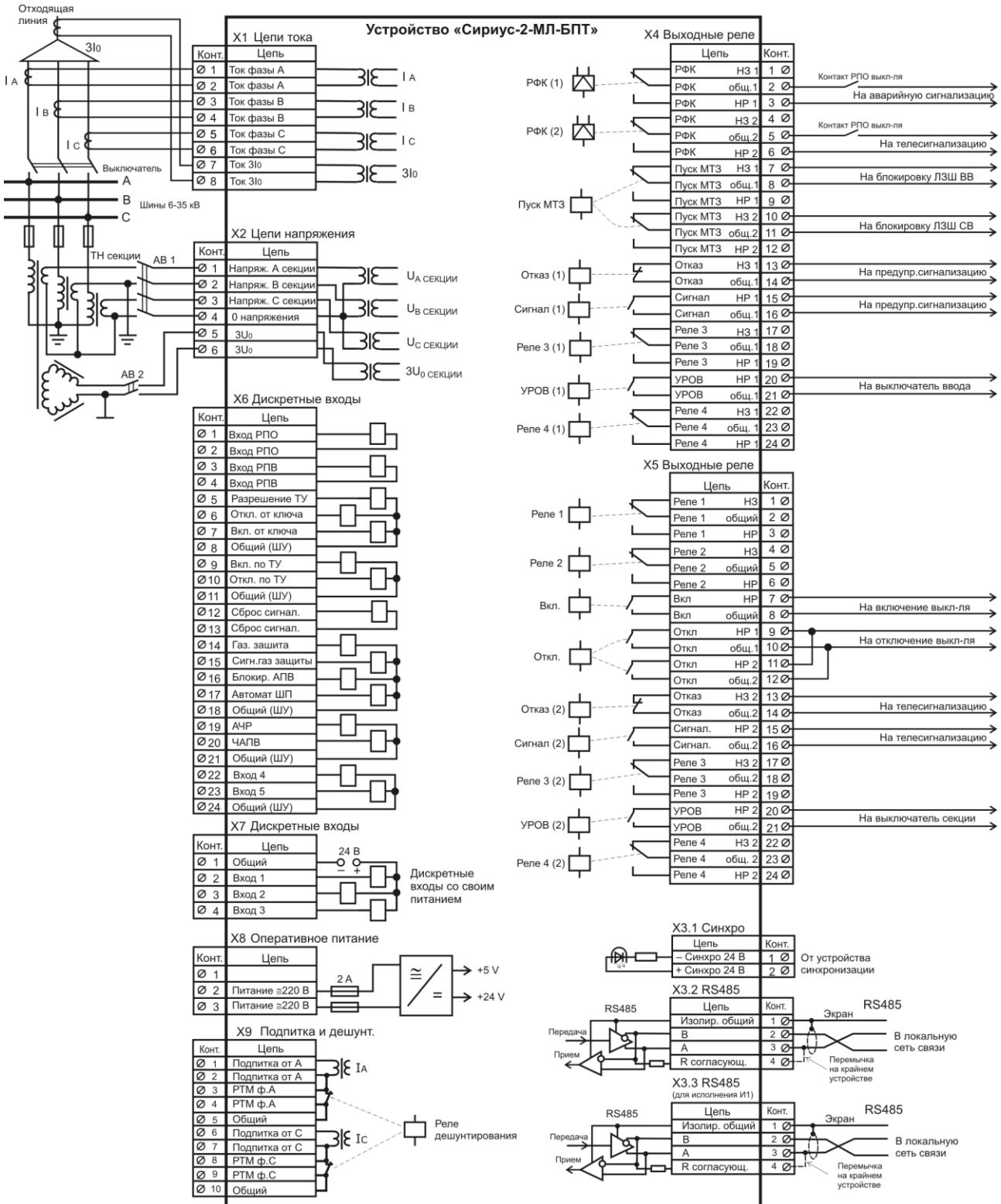


Рисунок Д.1 – Схема подключения внешних цепей к устройству

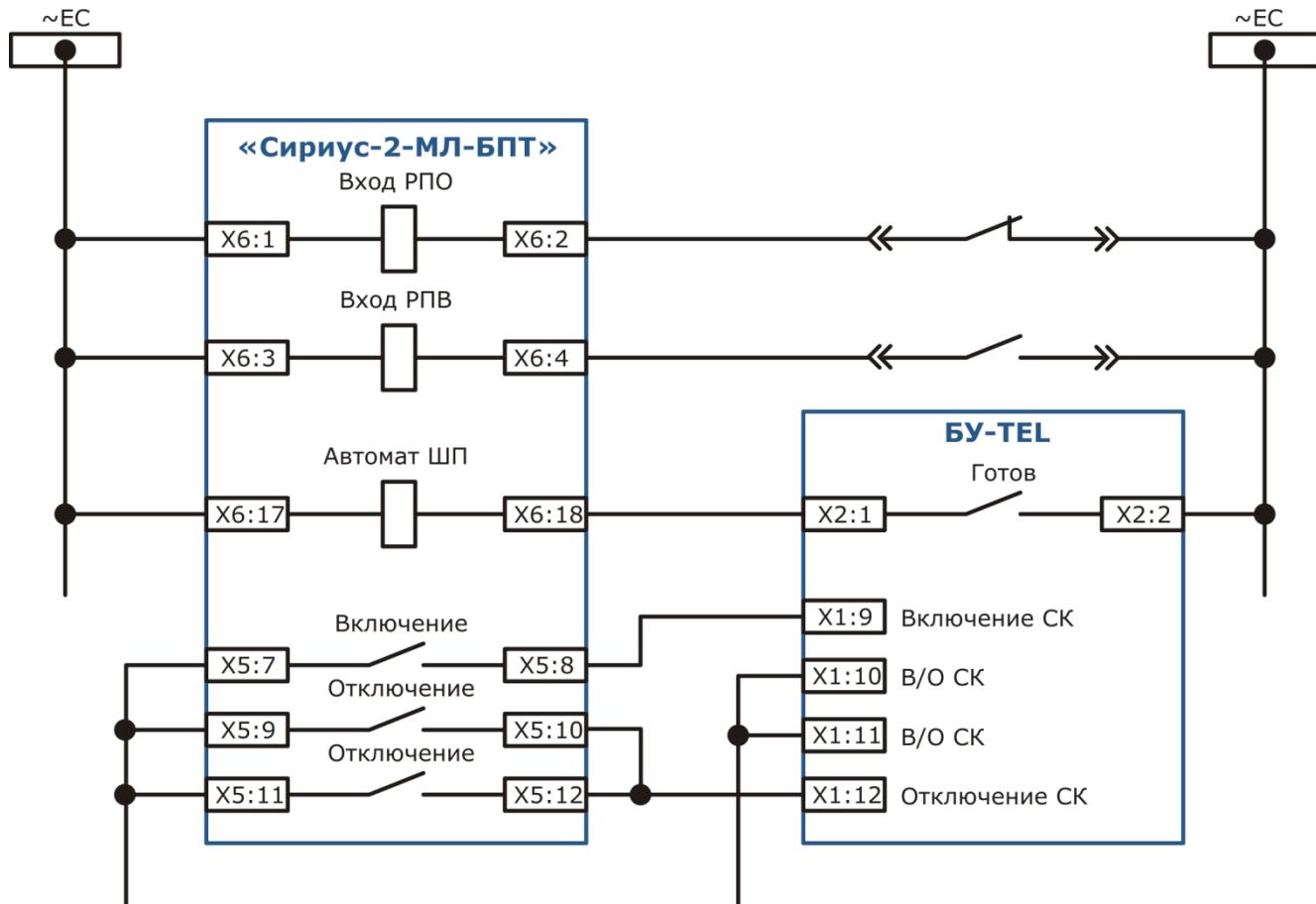


Рисунок Д.2 – Схема подключения устройства
к выключателю БУ/TEL с блоком управления БУ/TEL-12
(для работы схемы уставка «Вход АвШП» должна быть переведена в положение «Готов»)

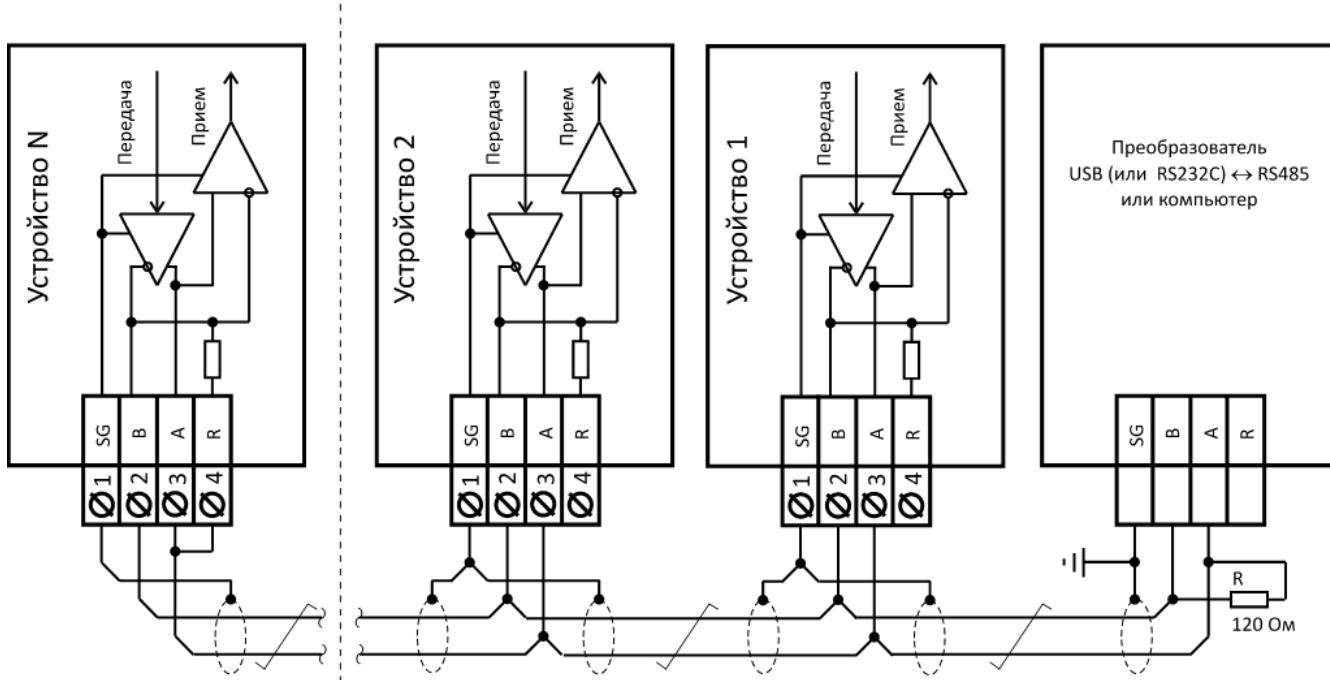


Рисунок Д.3 – Схема подключения устройств с интерфейсом RS485 в локальную сеть.
Внешний резистор R устанавливается при отсутствии встроенного резистора.

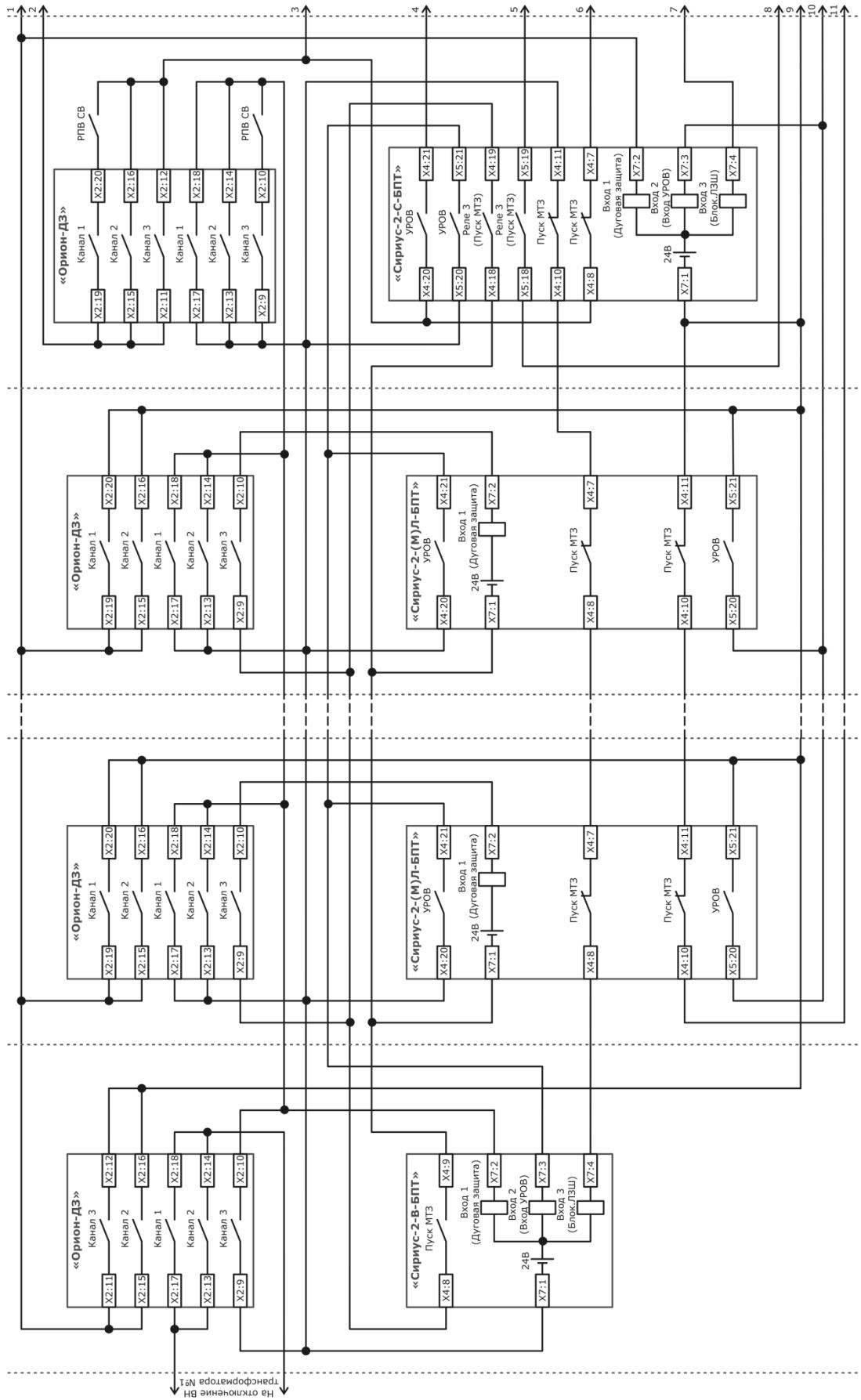
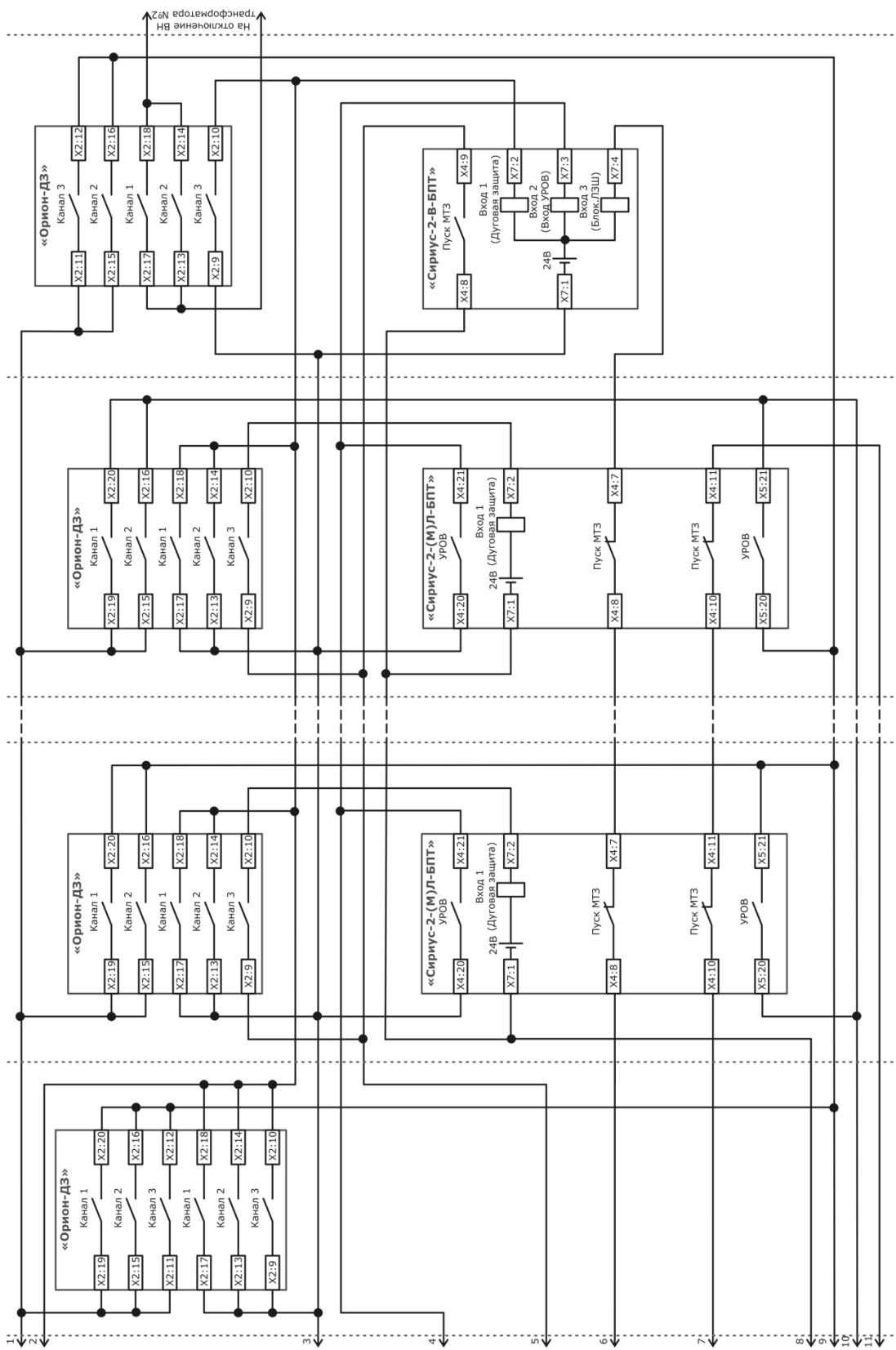


Рисунок Д.4 – Схема организации цепей УРОВ, ЛЗШ (последовательная схема) и дуговой защиты первой секции



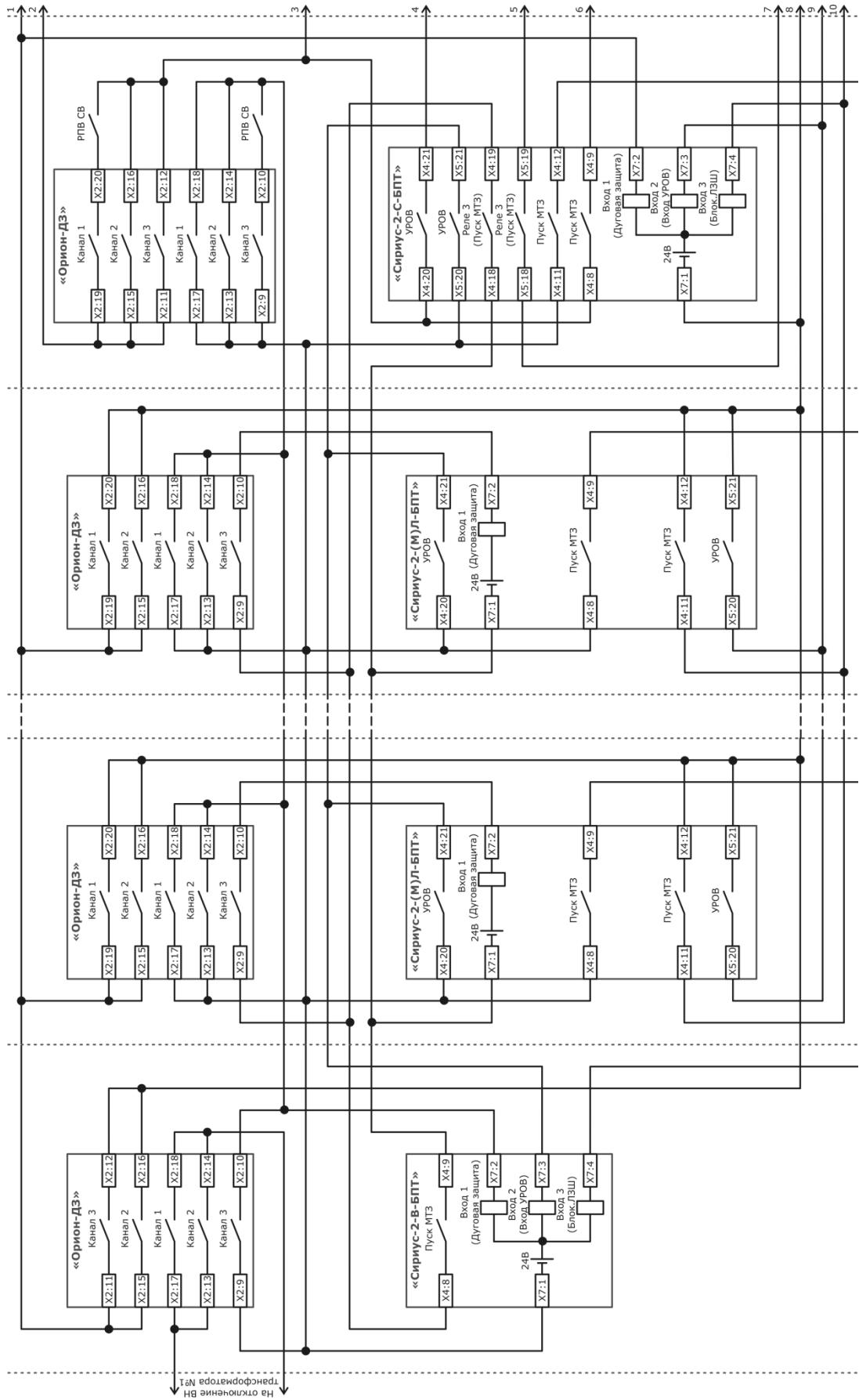


Рисунок Д.6 – Схема организации цепей УРОВ, ЛЗШ (параллельная схема) и дуговой защиты первой секции

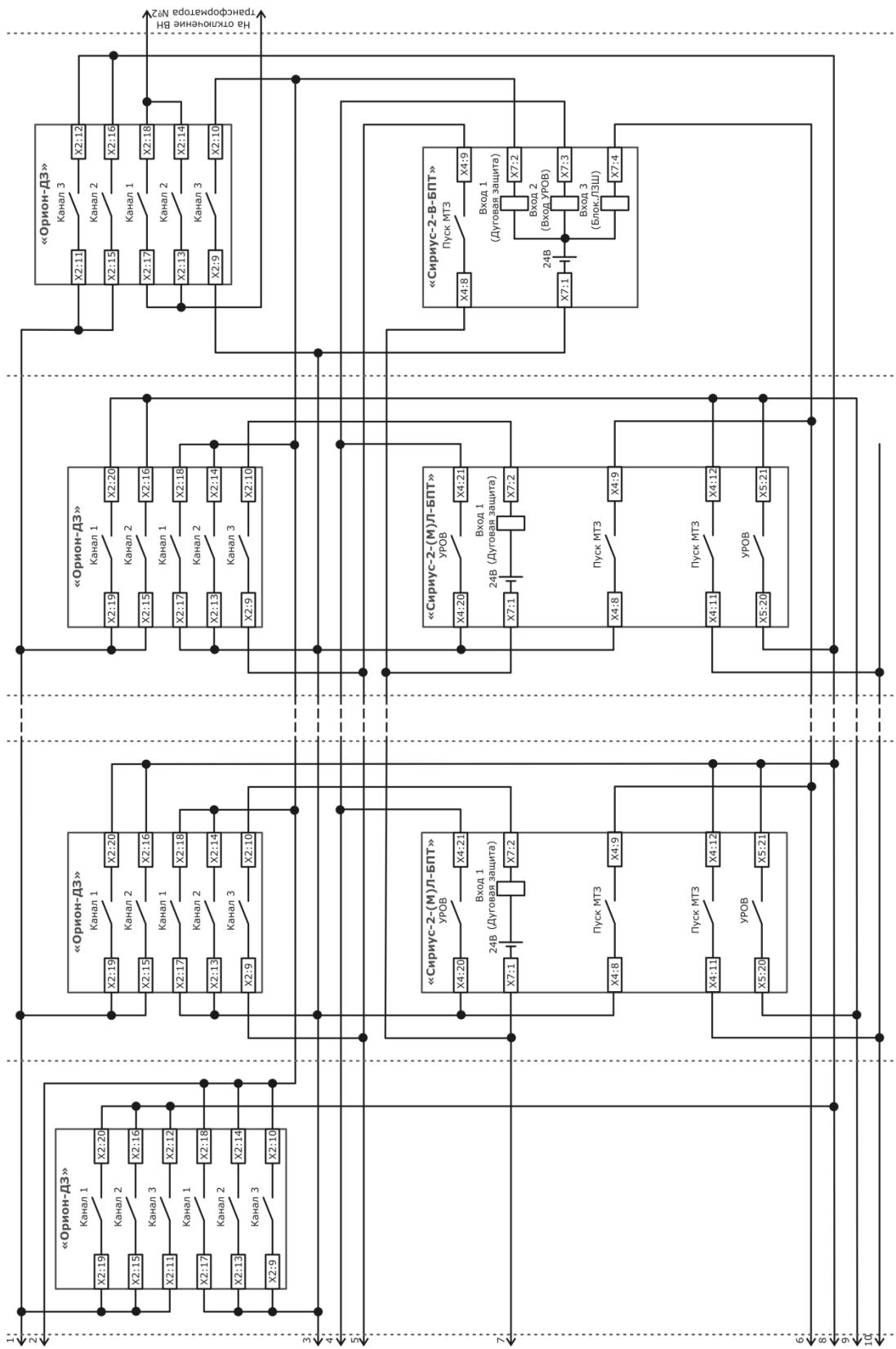


Рисунок Д.7 – Схема организации цепей УРОВ, ЛЗШ (параллельная схема) и дуговой защиты второй секции

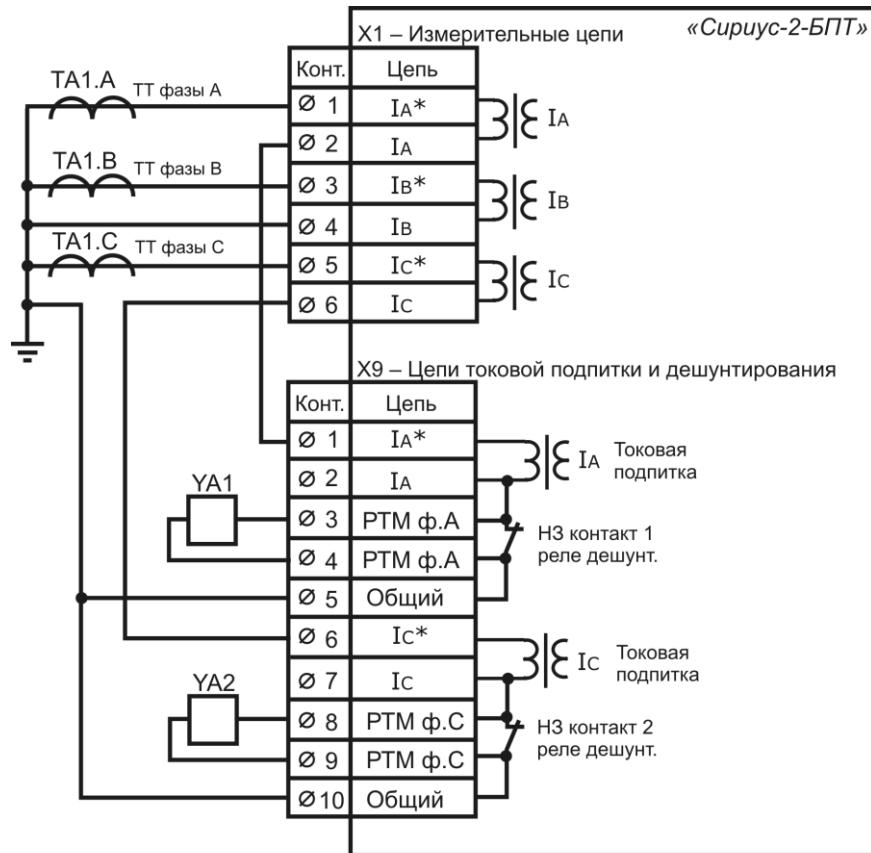


Рисунок Д.8 – Схема подключения цепей тока при использовании одной обмотки ТТ

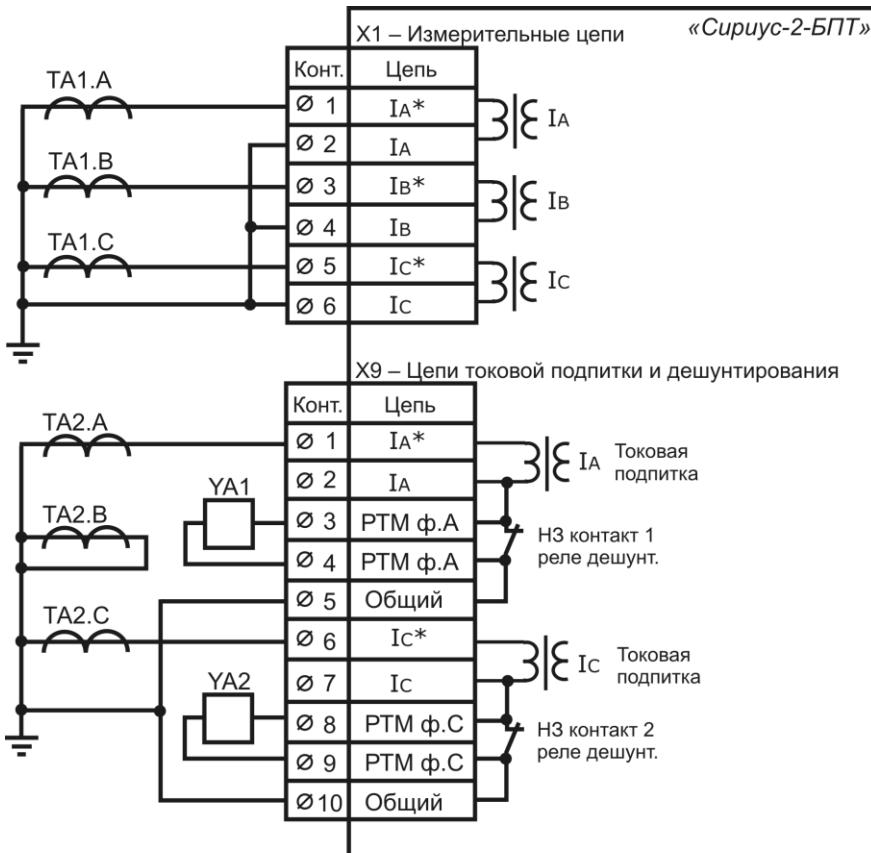


Рисунок Д.9 – Схема подключения цепей тока при использовании двух обмоток ТТ (или двух ТТ)

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(справочное)

Графики зависимых характеристик ток-время ступеней МТЗ

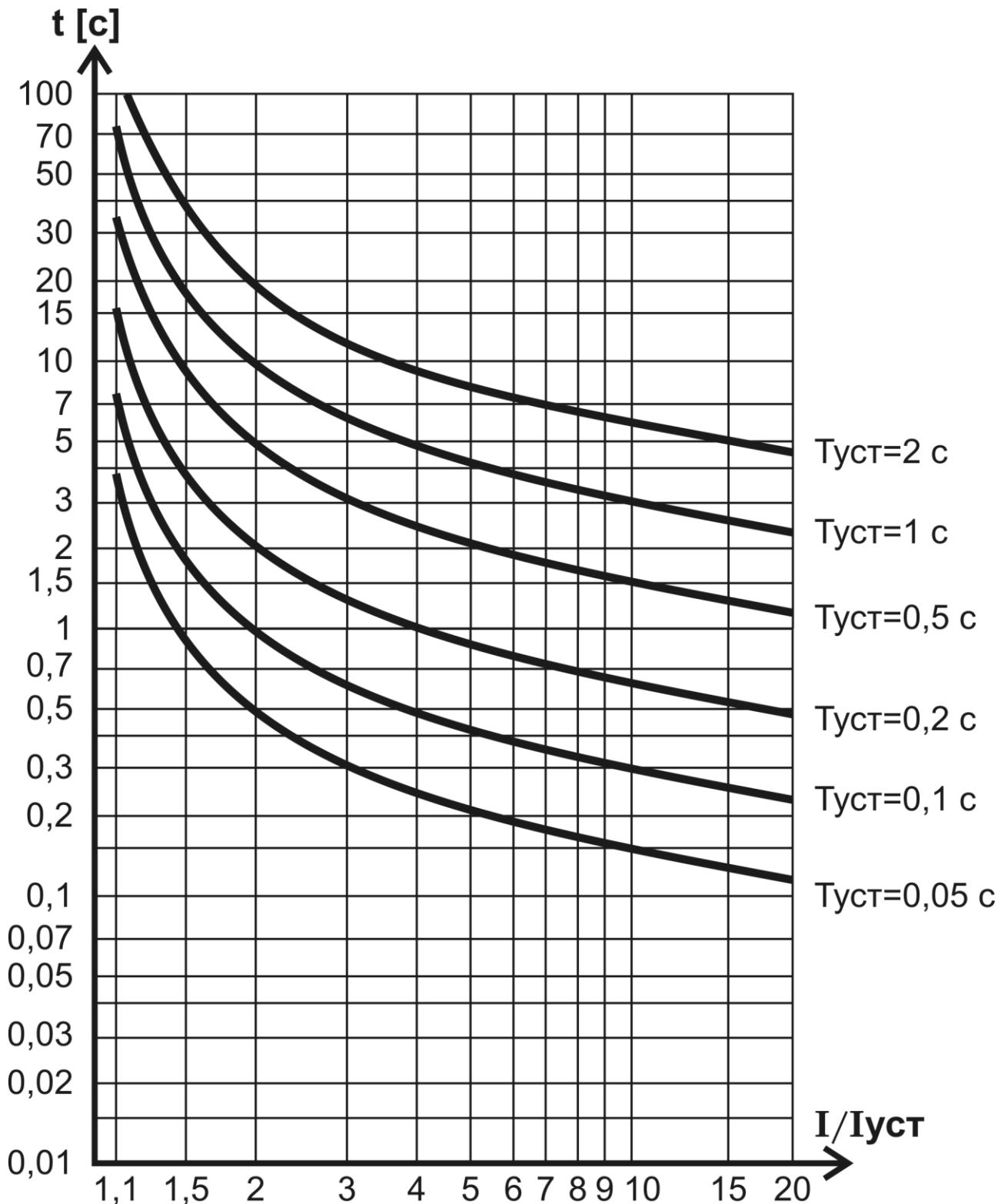


Рисунок Е.1 – Нормально инверсная характеристика по МЭК 255-4

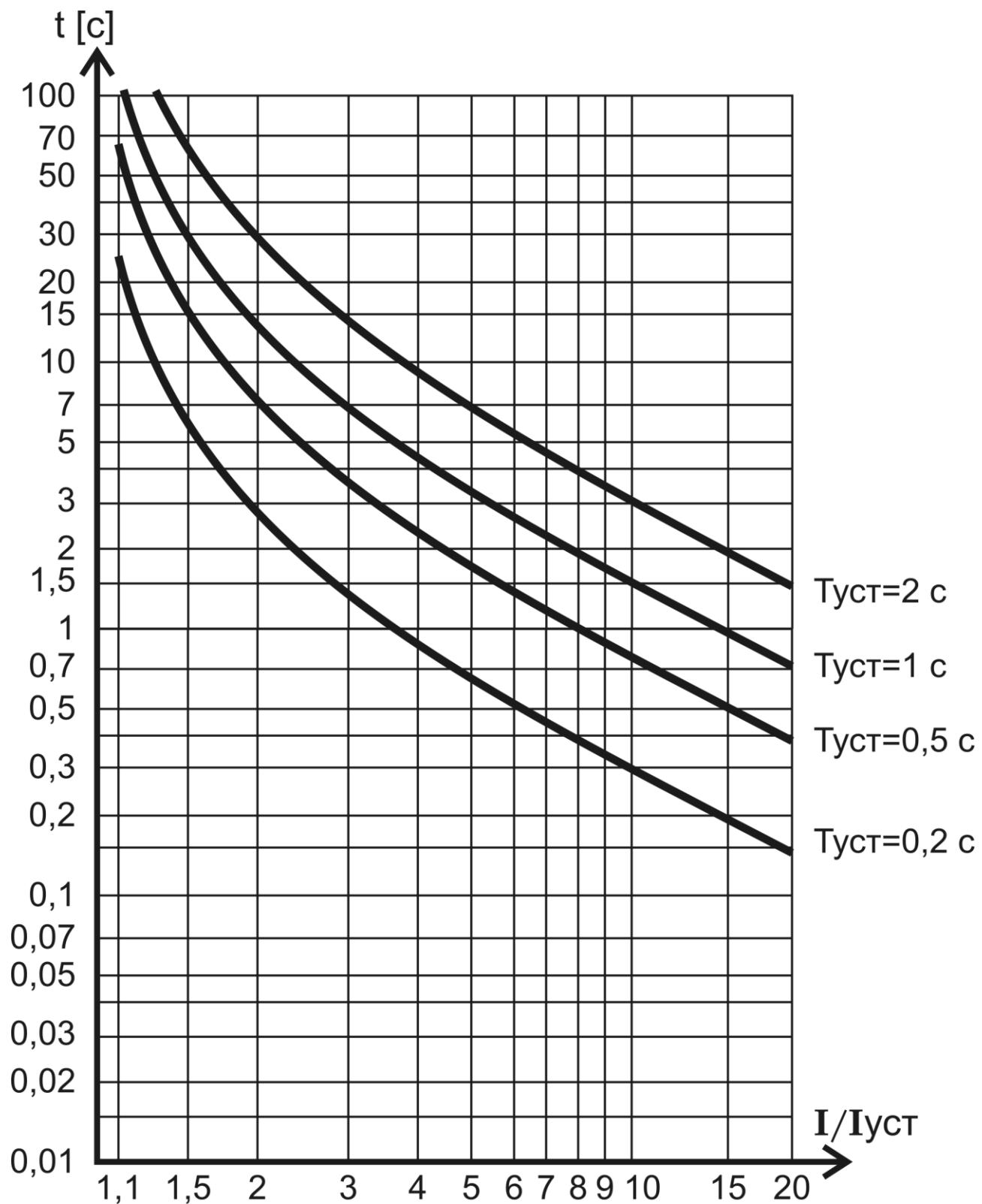


Рисунок Е.2 – Сильно инверсная характеристика по МЭК 255-4

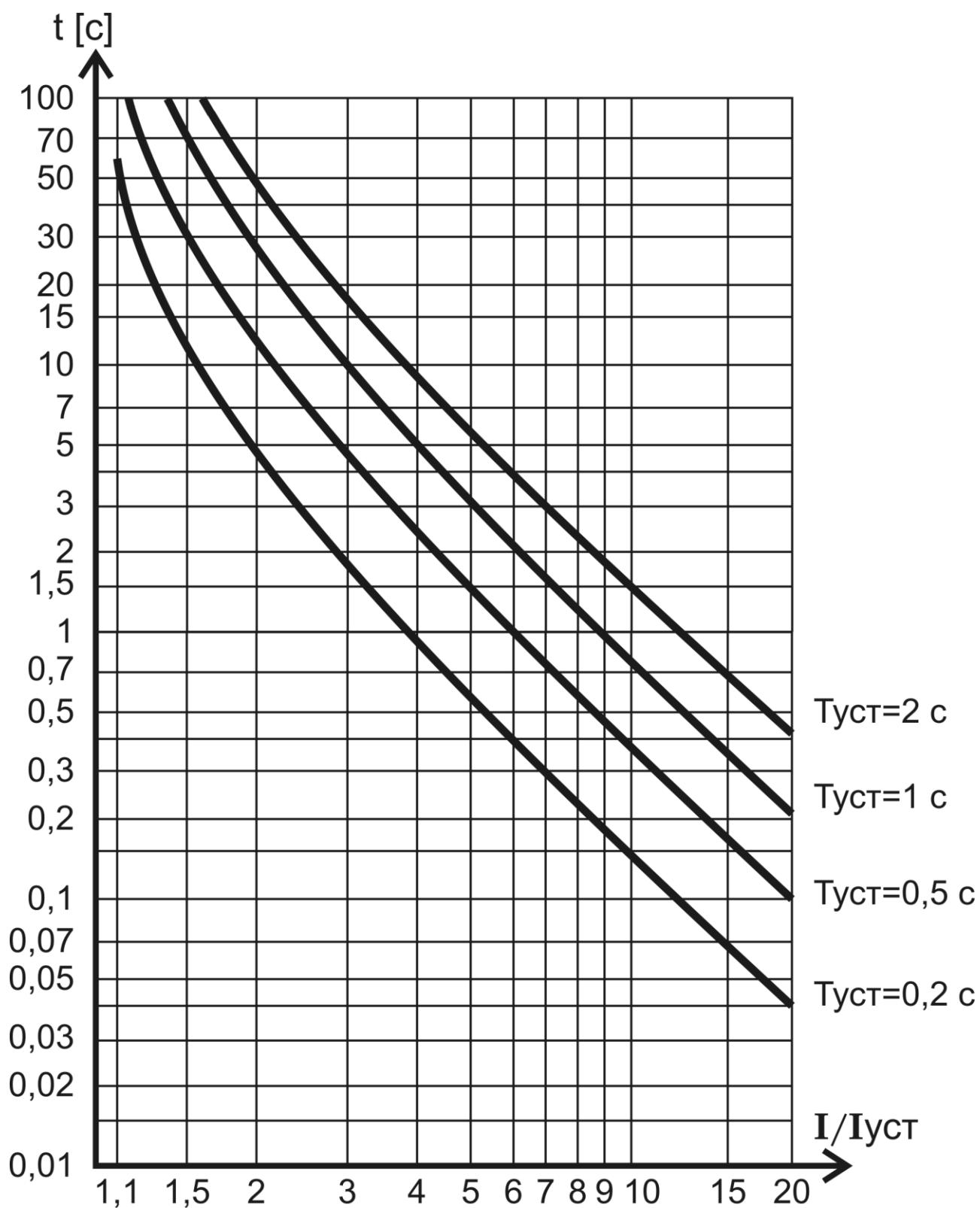


Рисунок Е.3 – Чрезвычайно инверсная характеристика по МЭК 255-4

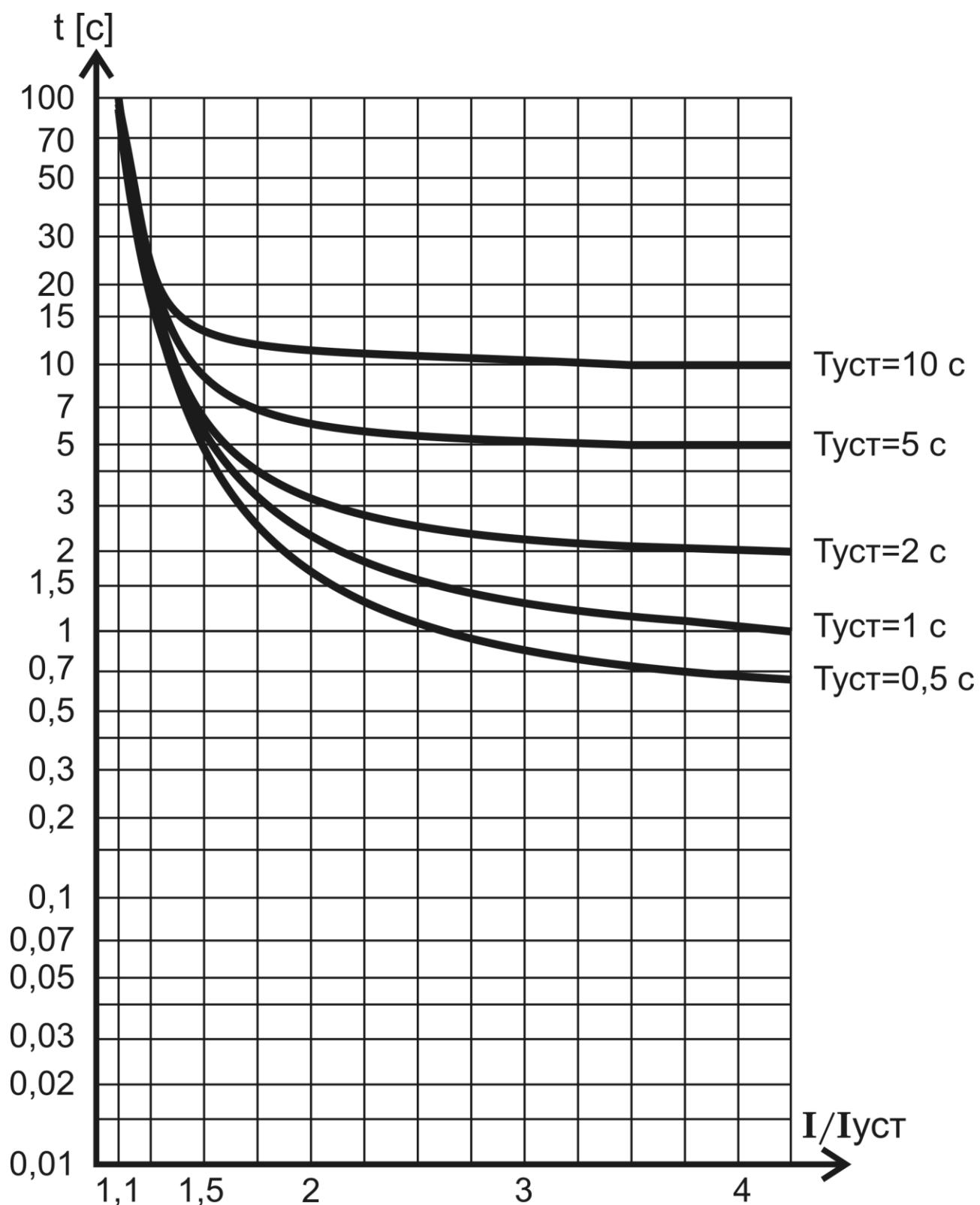


Рисунок Е.4 – Пологая характеристика (аналог PT-80, PTB-IV)

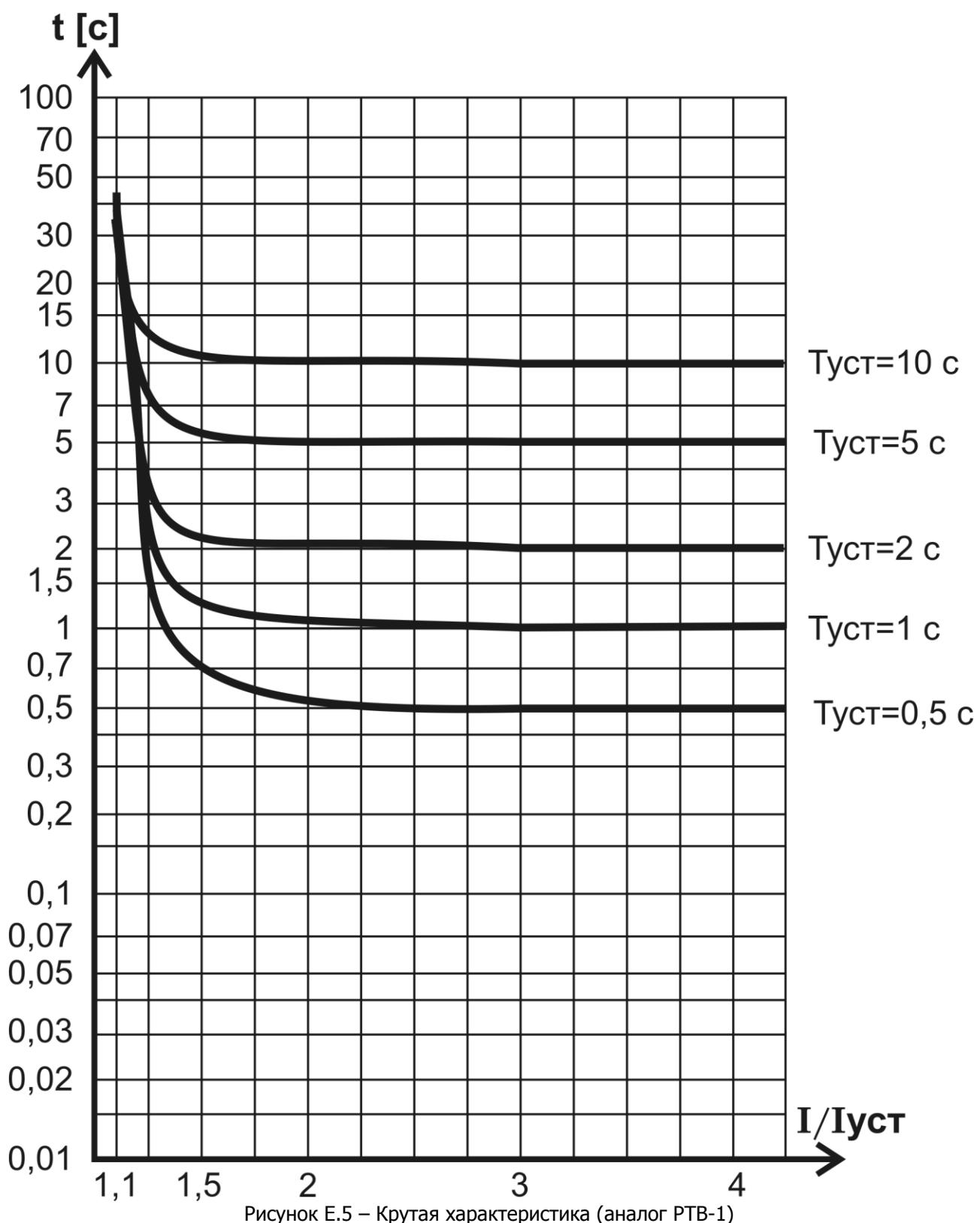


Рисунок Е.5 – Крутая характеристика (аналог РТВ-1)

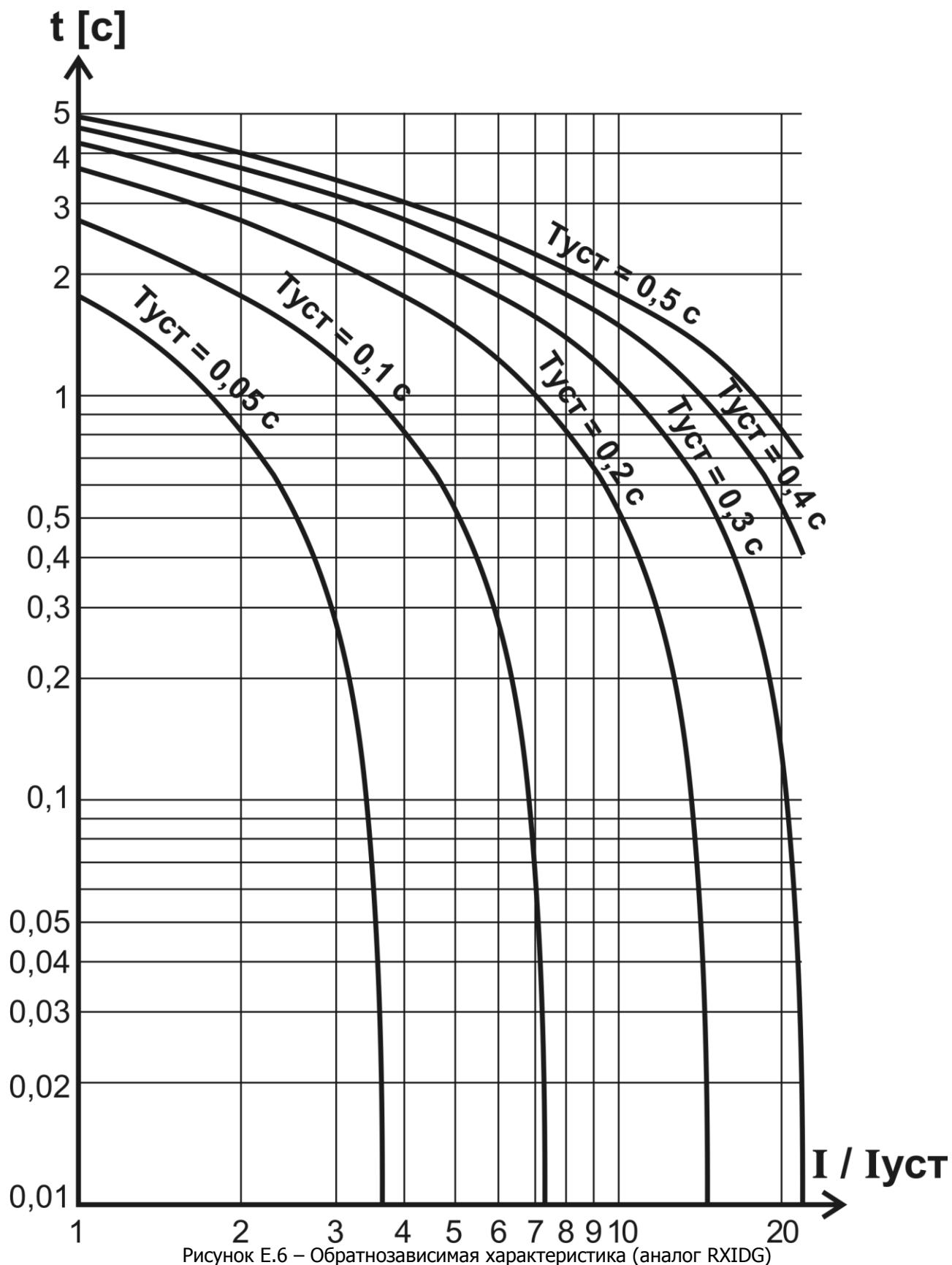


Рисунок Е.6 – Обратнозависимая характеристика (аналог RXIDG)

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(обязательное)

Диалог устройства

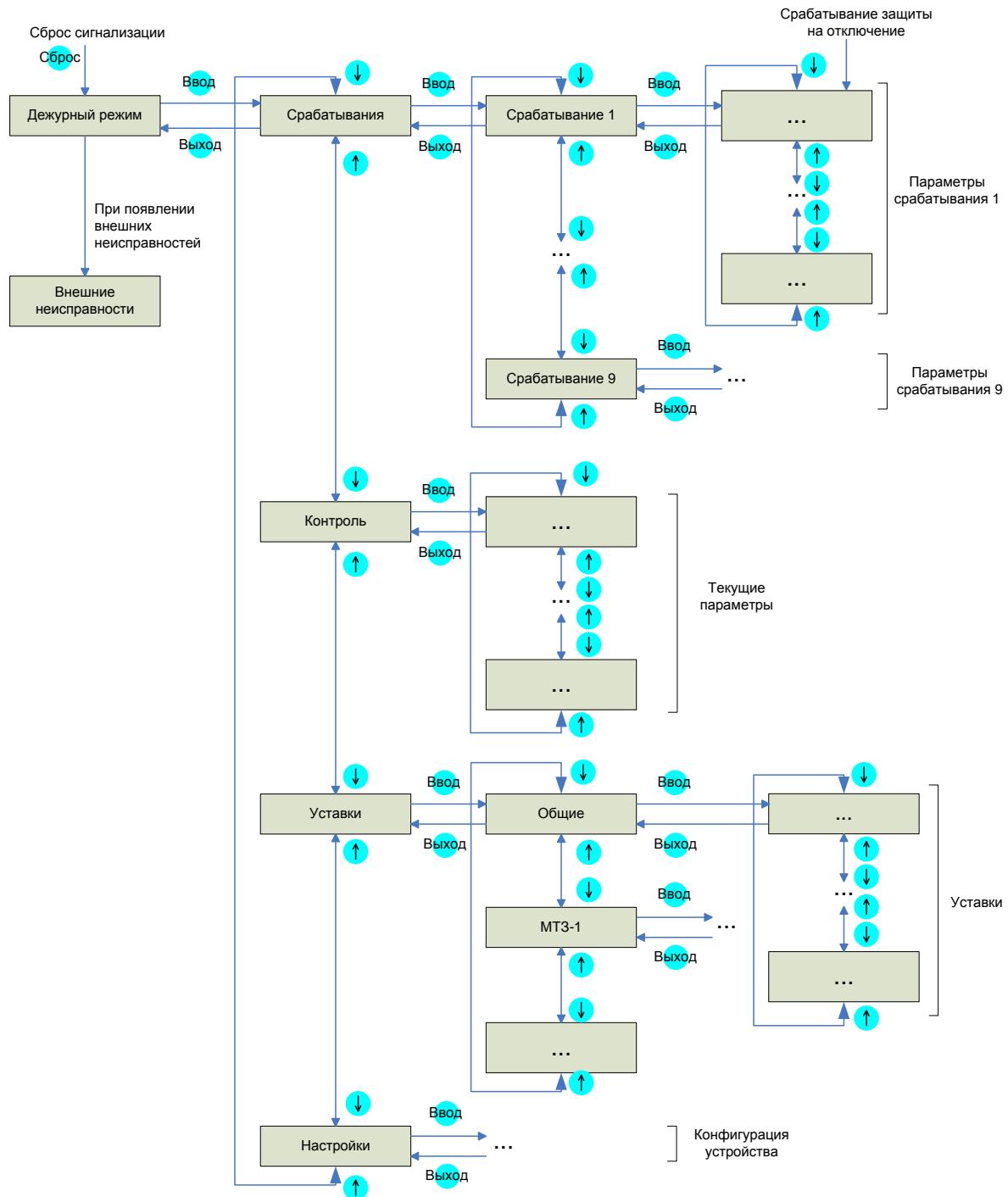


Рисунок Ж.1 – Структура диалога

Таблица Ж.1 – Подробное описание диалога устройства

Срабатывания		
Уровень 1	Уровень 2	Описание
Срабатывание 1 (последнее)	Причина отключения, вид КЗ, расстояние до КЗ, дата, время	
Причина	I_{MAX} вторичн., А	
Дата и время	I_{MAX} первичный, кА F , Гц	
	$T_{защиты}$, с	
	$T_{отключения}$, с	
	I_A , А фаза, град.	Вторичные значения
	I_B , А фаза, град.	
	I_C , А фаза, град.	
	U_A , В фаза, град.	Вторичные значения
	U_B , В фаза, град.	
	U_C , В фаза, град.	
	U_{AB} , В фаза, град.	Вторичные значения
	U_{BC} , В фаза, град.	
	U_{CA} , В фаза, град.	
	U_1 , В	Вторичное значение
	I_1 , А	
	U_2 , В	Вторичное значение
	I_2 , А	
	$3U_0$, В	Вторичное значение
	$3I_0$ осн.част., А	
	$3I_0$ высш. гарм., А	
	Причина, дата и время предшествующего включения	
	Состояние оперативного управления	«УРОВ», «Газ. защ.», «АПВ», «АЧР»
	Bx1: 0000 0000 0000	Состояние дискретных входов на момент отключения (1 – активн.).
	Bx2: 0000 000	См. рисунок В.1
...		
Срабатывание 9 (самое старое)		
Контроль		
Уровень 1	Уровень 2	Диапазон значений параметров
Текущее время		чч:мм:сс
Текущая дата		дд.мм.гггг
F , Гц		45,00...55,00 Гц
Причина включения		Команда или вид защиты
Дата, время включения		дд.мм.гггг чч:мм:сс
I_A , А фаза, град.		0...200,00 А 0...359°
I_B , А фаза, град.		
I_C , А фаза, град.		
U_A , В фаза, град.		0...170,0 В 0...359°
U_B , В фаза, град.		
U_C , В фаза, град.		
U_{AB} , В фаза, град.		0...170,0 В 0...359°
U_{BC} , В фаза, град.		
U_{CA} , В фаза, град.		
U_1 , В		0...170,0 В 0...359°
U_2 , В		
$3U_0$, В		
I_1 , А		0...200,00 А
I_2 , А		0...200,00 А
$3I_0$ 1Г, А		0...5,000 А

Продолжение таблицы Ж.1 на следующей странице

Продолжение таблицы Ж.1

Контроль			
Уровень 1	Уровень 2	Диапазон значений параметров	
$3I_{0_B}$ вторичн., А 3г: $3I_{0_3g}$ 5г: $3I_{0_5g}$ 7г: $3I_{0_7g}$ 9г: $3I_{0_9g}$		0...1,500 А 0...0,500 А	
Расход ресурса выкл-ля коммутационный механический			
Bx.1: 0000 0000 0000 Bx.2: 0000 000		Состояние дискретных входов (1 – активн.). См. рисунок В.1	
Тест светодиодов		Все светодиоды мигают	
Векторная диаграмма	I_A , А фаза, град. I_B , А фаза, град. I_C , А фаза, град.	Снимается в момент нажатия кнопки «Ввод»	
	U_A , В фаза, град. U_B , В фаза, град. U_C , В фаза, град.		
	$3U_0$, В фаза, град. $3I_0$, А фаза, град.		
	I_A , кА фаза, град. I_B , кА фаза, град. I_C , кА фаза, град.	0...24,00 кА 0...359°	
Первичные значения	U_A , кВ фаза, град. U_B , кВ фаза, град. U_C , кВ фаза, град.		
	U_{AB} , кВ фаза, град. U_{BC} , кВ фаза, град. U_{CA} , кВ фаза, град.		
	U_1 , кВ U_2 , кВ $3U_0$, кВ		
	I_1 , кА I_2 , кА		
	Потребленная активная энергия + E_a Дата время последнего сброса	0...999999999 кВт·ч ДД.ММ.ГГГГ чч:мм:сс	
	Отданная активная энергия - E_a Дата время последнего сброса	0...-999999999 кВт·ч ДД.ММ.ГГГГ чч:мм:сс	
	Потребленная реактивная энергия + E_r Дата время последнего сброса	0...999999999 кВАр·ч ДД.ММ.ГГГГ чч:мм:сс	
	Отданная реактивная энергия - E_r Дата время последнего сброса	0...-999999999 кВАр·ч	
	P , кВт Q , кВАр	0...±99999,9 МВт 0...±99999,9 МВАр	
	Осциллограф	Записано осцилограмм, шт	0-100
		Свобод. память, с:	0-56
		Свобод. память, %:	0-100
Информация об устройстве	ЗАО «РАДИУС Автоматика» «Сириус-2-МЛ-БПТ» Заводской номер: XXXX		
	Версия ПО		
	Время и дата последнего изменения уставок		

Продолжение таблицы Ж.1 на следующей странице

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			
	$I_{НОМ}, А$	20...6000			
	$R_{1УД}, Ом/км$	0,10...2,00			
	$X_{1УД}, Ом/км$	0,10...2,00			
	Режим сигн.	Непрерывно / 1 с / 2 с / 3 с / 5 с / 10 с / 20 с			
	ТННП	ЕСТЬ / НЕТ			
	ТТ фазы В	ЕСТЬ / НЕТ			
	Черед.фаз	ПРЯМОЕ / ОБРАТНОЕ			
	Цвет В/О	Красный и зеленый / Зеленый и красный			
	Функция	ОТКЛ / ВКЛ			
	I, A	2,00...200,00			
	$T, с$	0,00...10,00			
	Направленность	ОТКЛ / ПРЯМ / ОБР			
	Ускорение	ОТКЛ / ВКЛ			
МТЗ-1	Пуск по U	ОТКЛ / ВКЛ			
	АПВ	ОТКЛ / ВКЛ			
	Блок.при БНТ	ОТКЛ / ВКЛ			

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_1 , 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 / ПРЯМ / ОБР	1.2.3.13
	Ускорение	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.3.11.2
	Пуск по U	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.3.12.1
	$T_{ПАУЗЫ}$, с	0,00...5,00	1.2.3.10
	АПВ	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.3.8.1
	Блок.при БНТ	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.3.15.3
МТЗ-3	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.3.2
	Действие	СИГНАЛ / ЗАЩИТА	1.2.3.3
	I_1 , 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
	Направленность	ОТКЛ / ПРЯМ / ОБР	1.2.3.13
	Ускорение	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.3.11.2
	Пуск по U	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.3.12.1
	АПВ	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.3.8.1
	Блок.при БНТ	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.3.15.3
МТЗ-4	Функция	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.3.2
	Действие	СИГНАЛ / ЗАЩИТА	1.2.3.3
	I_1 , А	0,40...20,00	1.2.3.4
	$T_{ОТКЛ}$, с	1...9999	1.2.3.6.4
	$T_{СИГНАЛ}$, с	1...9999	1.2.3.6.4
МТЗ общие	φ м.ч., °	0...360	1.2.3.14.2
	φ СЕКТОРА, °	±0...180	1.2.3.14.2
	$T_{УСКОРЕНИЯ}$, с	0,00...2,00	1.2.3.11.3
	Пуск по U	ВМ / КОМБ	1.2.3.12.2
	$U_{ВМ\ БЛОК}$, В	5,0...99,9	1.2.3.12.2
	$U_{2\ КОНТР}$, В	5,0...50,0	1.2.3.12.2
	ОНМ при ускор.	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.3.13.4
	Вход блок.ОНМ	НАПР / СТУП	1.2.3.13
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
	Действие	СИГНАЛ / ЗАЩИТА	1.2.4.4
	$3I_0\ 1\Gamma$	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.4.3
	$3I_0\ В\Gamma$	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.4.3
	$3U_0$	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.4.3
	$3I_0\ 1\Gamma$, А	0,010...2,500	1.2.4.3
	$3I_0\ В\Gamma$, А	0,005...0,500	1.2.4.3
	$3U_0$, В	5,0...99,9	1.2.4.3
	Хар-ка	НЕЗАВ. / ОБР.ЗАВ. / ЧРЕЗВ. ИНВ.	1.2.4.5
	T , с	0,03...99,99	1.2.4.5
	Направленность	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.4.6
	φ м.ч., °	0...360	1.2.4.6
	φ СЕКТОРА, °	±0...180	1.2.4.6
	АПВ	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.4.8

Продолжение таблицы Ж.1

Уставки				
Уровень 1	Уровень 2	Диапазон значений параметров		Описание, п.РЭ
ЗМН	Функция	ОТКЛ / ВКЛ		1.2.7.1
	Действие	СИГНАЛ / ЗАЩИТА		1.2.7.2
	U, В	5,0...99,9		1.2.7.3
	T, с	0,20...99,99		1.2.7.4
ЗПН	Функция	ОТКЛ / ВКЛ		1.2.6.1
	Действие	СИГНАЛ / ЗАЩИТА		1.2.6.2
	U _{зпн} , В	60,0...120,0		1.2.6.3
	T _{зпн} , с	1...9999		1.2.6.4
	U _{апв} , В	60,0...120,0		1.2.6.5
	T _{апв} , с	1...9999		1.2.6.5
АПВ		ОТКЛ / ВКЛ		1.2.6.5
Дуговая защита	Контроль по I	ОТКЛ / ВКЛ		1.2.13.2
	I, А	0,20...99,99		1.2.13.2
Газовая защита	Функция	ОТКЛ / ВКЛ		1.2.14.2
АПВ	Функция	ОТКЛ / 1 КРАТ / 2 КРАТ		1.2.12.1
	T _{апв1} , с	0,20...99,99		1.2.12.2
	T _{апв2} , с	0,20...99,99		1.2.12.2
	Фиксация блокир.	ОТКЛ / ВКЛ		1.2.12.8
	Несанкц.откл.	РАЗР / БЛОК		1.2.12.4
АЧР/ЧАПВ	Функция АЧР	ОТКЛ / ВКЛ		1.2.15.2
	Функция ЧАПВ	Внешнее / Внутреннее		1.2.15.3
	T _{чапв} , с	0,20...99,99		1.2.15.4
УРОВ	Функция	ОТКЛ / ВКЛ		1.2.9.1
	I, А	0,20...20,00		1.2.9.2
	T, с	0,05...9,99		1.2.9.3
Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Диапазон значений параметров	Описание, п.РЭ
Прогр.входы	1	Точка	из таблицы Ж.3	1.2.18.2
		Актив.уровень	«1» / «0»	1.2.18.3
		T _{сраб.} , с	0,02...99,99	1.2.18.4
		T _{возвр.} , с	0,00...99,99	1.2.18.5
		УРОВ	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.18.6
		АПВ	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.18.6
		Имя	12 символов	1.2.18.9
	...			
	5	аналогично Входу 1		
Прогр.реле	1	Точка	из таблицы Ж.2	1.2.19.2
		T _{сраб.} , с	0,00...99,99	1.2.19.4
		T _{возвр.} , с	0,00...99,99	1.2.19.5
		Режим	Без фиксации / С фиксацией / Импульс	1.2.19.3
		...		
	4	аналогично Реле 1		
Прогр.светодиоды	1	Точка	из таблицы Ж.2	1.2.20.2
		T, с	0,00...99,99	1.2.20.3
		Режим	Без фиксации / С фиксацией	1.2.20.4
		Мигание	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.20.5
		...		
	5	аналогично Светодиоду 1		
Уровень 1	Уровень 2	Диапазон значений параметров		Описание, п.РЭ
Неисправности ТН	Сигнал	ОТКЛ / ВКЛ		1.2.3.14.9
	U ₂ , В	5,0...99,9		1.2.3.14.9
	Пуск по U	Вывод МТЗ / Вывод пуска		1.2.3.12.4
	ОНМ	Вывод МТЗ / Вывод направленности		1.2.3.13.5

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	1.2.8.14
	I_0 ном, кА	0,50...50,00	1.2.8.23
	T_{VKL} , с	0,00...2,00	1.2.8.21
	Огран.вкл.	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.8.12
	Огран.откл.	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.8.13
	$T_{VKL,MAX}$, с	0,10...99,99	1.2.8.12
	$T_{OTKL,MAX}$, с	0,10...9,99	1.2.8.13
	$T_{GOTOB,MAX}$, с	0,10...99,99	1.2.8.22
	Вход АвШП	НР авт / НЗ авт. / Готов / Не готов	1.2.8.22
	ТУ по ЛС	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.8.8
	Квитир.ТУ	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.8.4
	Разреш.ТУ	ПЕРЕКЛ / ВСЕГДА / НА ВКЛ	1.2.8.7
	ЭМО2	ОТКЛ / ВКЛ	1.2.8.16

Таблица Ж.2 – Возможные точки подключения к ФЛС

	Точка подключения на ФЛС	Отображаемая на индикаторе надпись
0	Не используется	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.заш.
12	Срабатывание любых токовых защит, работающих на отключение, включая МТЗ-4, ЗОФ и защиту от ОЗЗ	Ток.защита
13	Блокировка МТЗ-1	Блок.МТЗ-1
14	Пуск МТЗ-1	Пуск МТЗ-1
15	Срабатывание МТЗ-1	МТЗ-1
16	Блокировка МТЗ-2	Блок.МТЗ-2
17	Пуск МТЗ-2	Пуск МТЗ-2
18	Срабатывание МТЗ-2	МТЗ-2
19	Блокировка МТЗ-3	Блок.МТЗ-3
20	Пуск МТЗ-3	Пуск МТЗ-3
21	Срабатывание МТЗ-3	МТЗ-3
22	Блокировка МТЗ-4	Блок.МТЗ-4
23	Пуск МТЗ-4	Пуск МТЗ-4
24	Сигнализация МТЗ-4 (перегрузка на сигнал)	Сигн.МТЗ-4
25	Срабатывание МТЗ-4 (перегрузка)	МТЗ-4
26	Срабатывание ОНМ при прямом направлении мощности	ОНМ (прям)
27	Срабатывание ОНМ при обратном направлении мощности	ОНМ (обр)
28	Пуск МТЗ-1, МТЗ-2 или МТЗ-3 (параллельно реле «Пуск МТЗ»)	Пуск МТЗ
29	Блокировка защиты от ОЗЗ	Блок.ОЗЗ
30	Пуск защиты от ОЗЗ	Пуск ОЗЗ
31	Срабатывание защиты от ОЗЗ	ОЗЗ
32	Блокировка ЗОФ	Блок.ЗОФ
33	Пуск ЗОФ	Пуск ЗОФ
34	Срабатывание ЗОФ	ЗОФ
35	Блокировка дуговой защиты	Блок.дуг.з.

продолжение таблицы Ж.2 на следующей странице

Продолжение таблицы Ж.2

	Точка подключения на ФЛС	Отображаемая на индикаторе надпись
36	Срабатывание дуговой защиты	Дуг.защита
37	Блокировка газовой защиты (сводная)	Блок.газ.з.
38	Срабатывание газовой защиты	Газ.защита
39	Блокировка ЗМН	Блок.ЗМН
40	Пуск ЗМН	Пуск ЗМН
41	Срабатывание ЗМН	ЗМН
42	Блокировка ЗПН	Блок.ЗПН
43	Пуск ЗПН	Пуск ЗПН
44	Срабатывание ЗПН	ЗПН
45	Блокировка АЧР	Блок.АЧР
46	Отключение по входу АЧР	АЧР
47	Включение от ЧАПВ	ЧАПВ
48	Блокировка УРОВ	Блок.УРОВ
49	УРОВ (сигнал отказа своего выключателя, параллельно реле «УРОВ»)	УРОВ (реле)
50	Блокировка АПВ	Блок.АПВ
51	Срабатывание АПВ	АПВ
52	Активный сигнал на входе «Вход 1»	Вход 1
53	Активный сигнал на входе «Вход 2»	Вход 2
54	Активный сигнал на входе «Вход 3»	Вход 3
55	Активный сигнал на входе «Вход 4»	Вход 4
56	Активный сигнал на входе «Вход 5»	Вход 5
57	Элемент питания разряжен или отсутствует	Нет батар.
58	Нет импульса синхронизации времени	Нет синхр.
59	Аварийное отключение	Авар.откл.
60	РФК (реле фиксации команды «Включить»)	РФК
61	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.	1.2.18.2
1	Внешнее отключение (аварийное)	Внеш.откл.	1.2.18.6
2	Внешний сигнал	Внеш.сигнал	1.2.18.8
3	Командное отключение	Ком.откл.	1.2.18.7
4	Командное включение	Ком.вкл.	1.2.18.7
5	Блокировка включения выключателя	Блок.вкл.	1.2.8.20
6	Блокировка управления	Блок.урп.	1.2.8.19
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 МТЗ-4	Блок.МТЗ-4	1.2.3.9
11	Блокировка ОНМ	Блок.ОНМ	1.2.3.13.3
12	Блокировка ЗОФ	Блок.ЗОФ	1.2.5.7
13	Блокировка защиты от ОЗЗ	Блок.ОЗЗ	1.2.4.7
14	Блокировка дуговой защиты	Блок.дуг.з.	1.2.13.5
15	Дуговая защита	Дуг.защита	1.2.13.1
16	Блокировка газовой защиты (перевод на сигнал)	Блок.газ.з.	1.2.14.5.1
17	Блокировка АЧР	Блок.АЧР	1.2.15.5
18	Блокировка ЗМН	Блок.ЗМН	1.2.7.6
19	Блокировка ЗПН	Блок.ЗПН	1.2.6.7
20	Блокировка УРОВ	Блок.УРОВ	1.2.9.4
21	Блокировка АПВ	Блок.АПВ	1.2.12.8
22	Состояние РПВ2	РПВ2	1.2.8.16

**ПРИЛОЖЕНИЕ И
(справочное)**

Функциональные логические схемы (ФЛС)

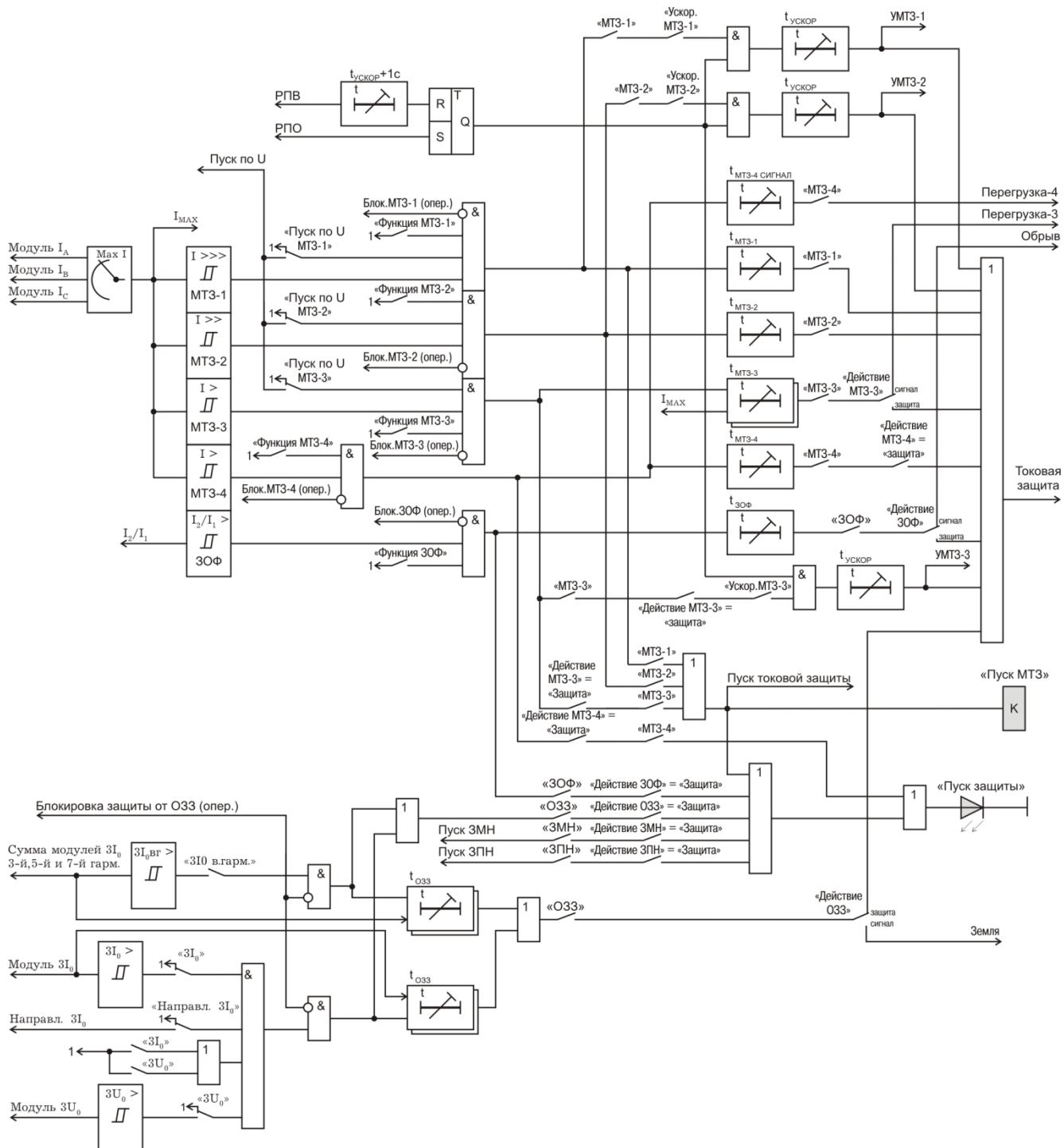


Рисунок И.1 – Токовые защиты

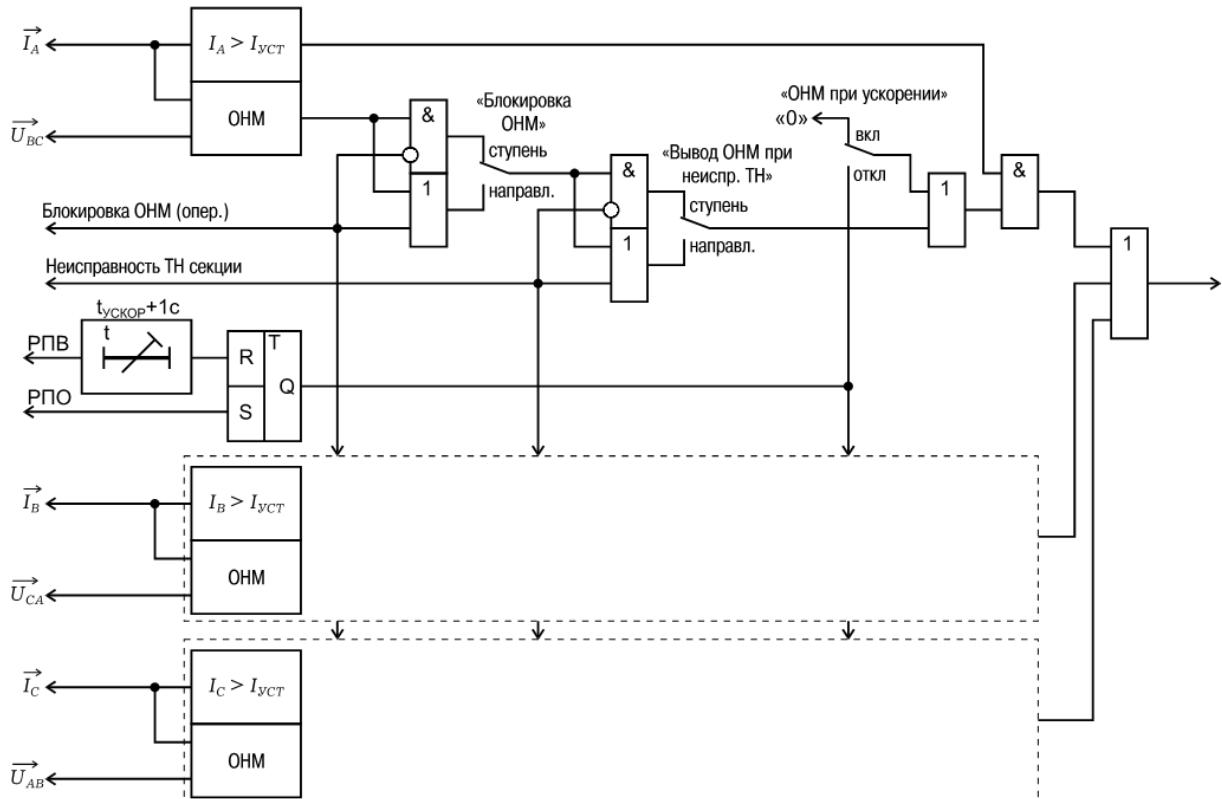


Рисунок И.2 – Реализация направленных ступеней МТЗ

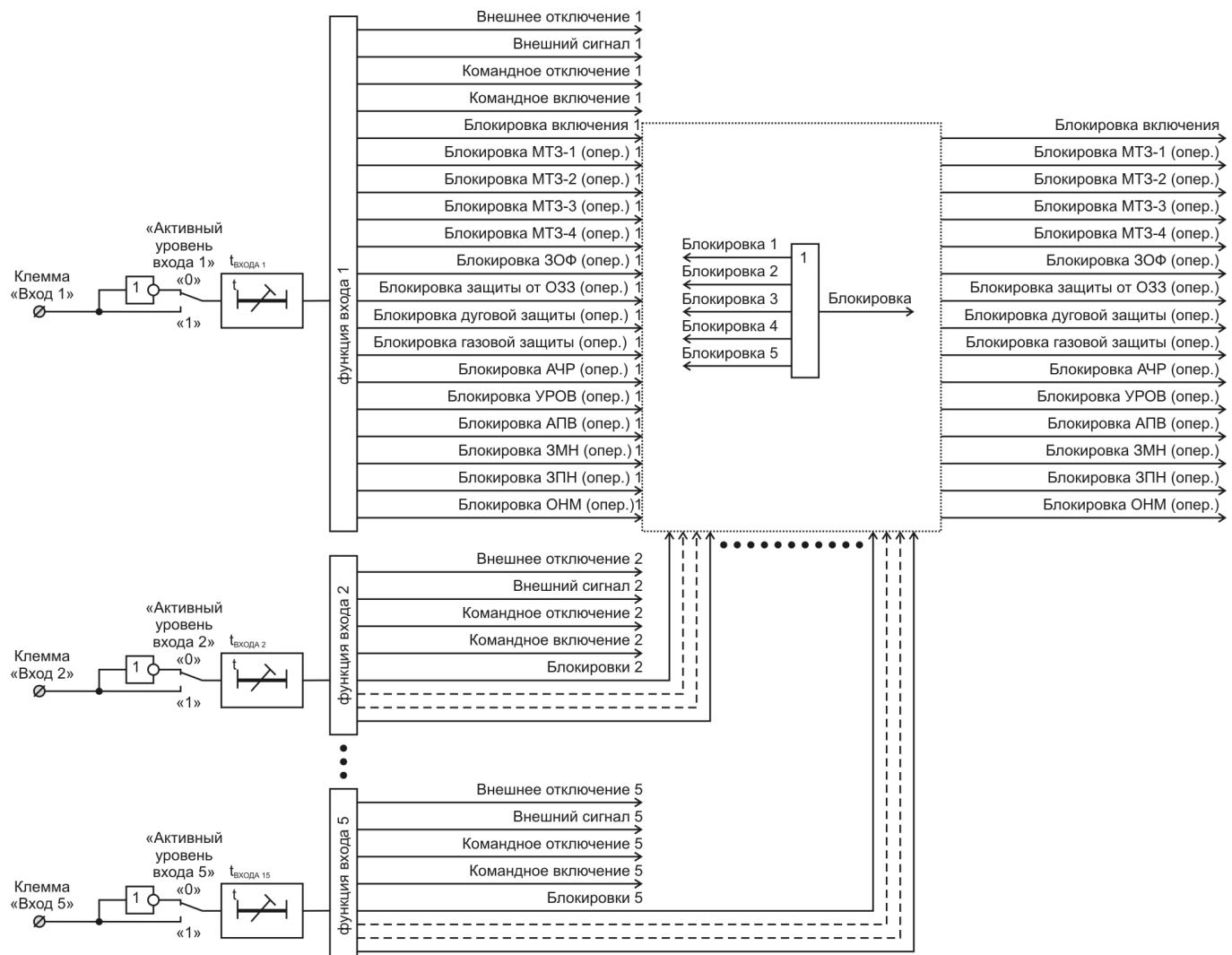


Рисунок И.3 – Программируемые входы

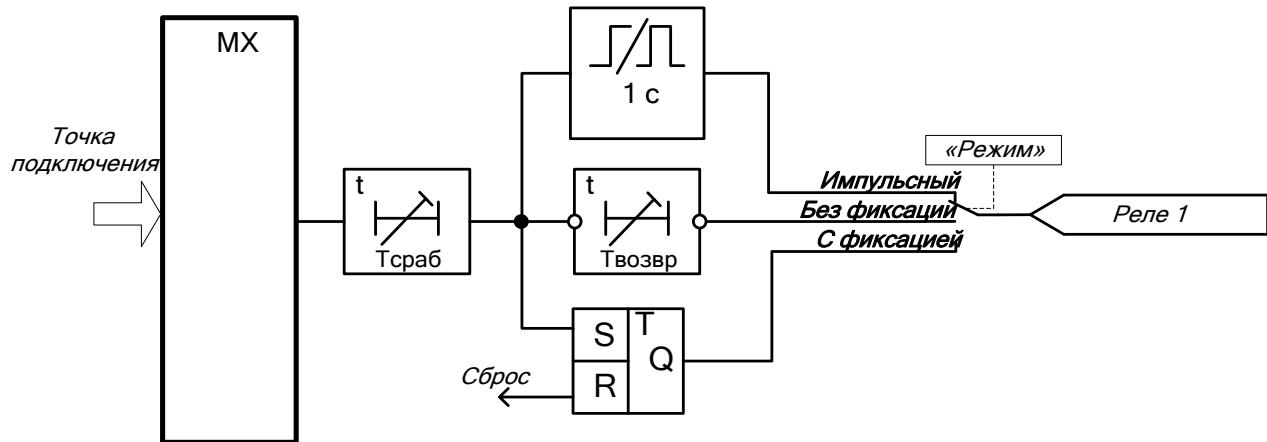


Рисунок И.4 – Фрагмент ФЛС реле с функцией, задаваемой пользователем

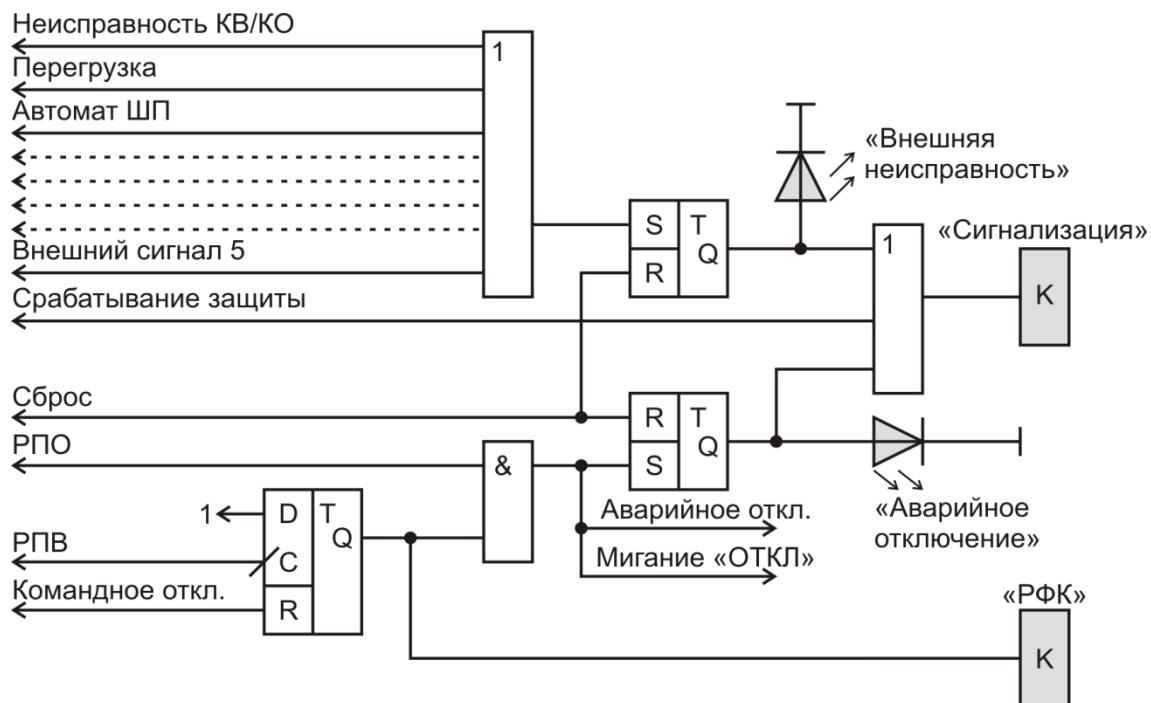


Рисунок И.5 – Аварийная и предупредительная сигнализации

**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-2 с функцией защиты от асинхронного режима	МТЗ-2 (асинхр.)
10	МТЗ-3	МТЗ-3
11	Ускорение МТЗ-3	Ускорение МТЗ-3
12	МТЗ-4	МТЗ-4
13	Защита от ОЗЗ	Защита от ОЗЗ
14	ЗОФ	ЗОФ
15	Дуговая защита	Дуговая защита
16	Газовая защита	Газовая защита
17	АЧР	АЧР
18	ЗМН	ЗМН
19	ЗПН	ЗПН
20	Отключение от входа «Вход 1»	Вход 1 *
21	Отключение от входа «Вход 2»	Вход 2 *
22	Отключение от входа «Вход 3»	Вход 3 *
23	Отключение от входа «Вход 4»	Вход 4 *
24	Отключение от входа «Вход 5»	Вход 5 *

* - 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 ЧАПВ	ЧАПВ
6	Включение от первого цикла АПВ	АПВ-1
7	Включение от второго цикла АПВ	АПВ-2
8	АПВ после ЗПН	АПВ после ЗПН
9	Включение от входа «Вход 1»	Вход 1 *
10	Включение от входа «Вход 2»	Вход 2 *
11	Включение от входа «Вход 3»	Вход 3 *
12	Включение от входа «Вход 4»	Вход 4 *
13	Включение от входа «Вход 5»	Вход 5 *

* - 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 АЧР (от входа)
2	Вход «РПВ»	52	Блокировка АЧР (кн.опер.)
3	РПВ2	53	Вход «АЧР»
4	Реле «Откл»	54	АЧР (на откл.)
5	Вход «Отключение от ключа»	55	Вход «ЧАПВ»
6	Вход «Отключение по ТУ»	56	ЧАПВ (на вкл.)
7	Отключение от ЛС	57	Блокировка газовой защиты (от входа)
8	Командное отключение	58	Действие газовой защиты на отключение (кн.опер.)
9	Реле «Дешунтирование»	59	Вход «Сигнал газовой защиты»
10	Реле «Вкл»	60	Вход «Газовая защита»
11	Включение по ЛС	61	Блокировка дуговой защиты (от входа)
12	Вход «Включение от ключа»	62	Срабатывание дуговой защиты
13	Вход «Включение по ТУ»	63	Блокировка ЗМН (от входа)
14	Вход «Разрешение ТУ»	64	Пуск ЗМН
15	Задержка отключения	65	Срабатывание ЗМН
16	Задержка включения	66	Блокировка ЗПН (от входа)
17	Вход «Автомат ШП»	67	Пуск ЗПН
18	Нет готовности привода	68	Срабатывание ЗПН
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	Блокировка АПВ (от входа)
23	Блокировка включения (сводный)	73	Вход «Блокировка АПВ»
24	Пуск защиты	74	Блокировка АПВ (кн.опер.)
25	Блокировка МТЗ-1 (от входа)	75	Блокировка АПВ (сводный)
26	Пуск МТЗ-1	76	Срабатывание АПВ-1
27	Срабатывание МТЗ-1	77	Срабатывание АПВ-2
28	Блокировка МТЗ-2 (от входа)	78	Активный сигнал на входе «Вход 1»
29	Пуск МТЗ-2	79	Активный сигнал на входе «Вход 2»
30	Срабатывание МТЗ-2	80	Активный сигнал на входе «Вход 3»
31	Блокировка МТЗ-3 (от входа)	81	Активный сигнал на входе «Вход 4»
32	Пуск МТЗ-3	82	Активный сигнал на входе «Вход 5»
33	Срабатывание МТЗ-3	83	Реле «Реле 1»
34	Блокировка МТЗ-4 (от входа)	84	Реле «Реле 2»
35	Пуск МТЗ-4	85	Реле «Реле 3»
36	Срабатывание МТЗ-4	86	Реле «Реле 4»
37	БНТ в фазе А	87	Введен пароль
38	БНТ в фазе В	88	Уставки изменены
39	БНТ в фазе С	89	Элемент питания разряжен
40	Неисправность ТН	90	Нет импульса синхронизации времени
41	ОНМ (прямое направление мощности)	91	Сбой памяти
42	ОНМ (обратное направление мощности)	92	Пропадание питания
43	Блокировка ОНМ (от входа)	93	Внешняя неисправность (сводный)
44	Реле «Пуск МТЗ»	94	Аварийное отключение
45	Блокировка защиты от ОЗЗ (от входа)	95	Реле «РФК»
46	Пуск защиты от ОЗЗ	96	Вход «Сброс сигнализации»
47	Срабатывание защиты от ОЗЗ	97	Кнопка «Сброс»
48	Блокировка ЗОФ (от входа)	98	Команда «Сброс сигнализации» по ЛС
49	Пуск ЗОФ	99	Реле «Сигнализация»
50	Срабатывание ЗОФ		