



ВНИМАНИЕ!

1. К эксплуатации микропроцессорного устройства защиты «Сириус-2-МЛ» допускаются лица, изучившие настоящее техническое описание, инструкцию по эксплуатации и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций.

2. Микропроцессорное устройство защиты «Сириус-2-МЛ» должно устанавливаться на заземленные металлические конструкции, при этом необходимо обеспечить надежный электрический контакт между панелью и винтами крепления устройства. Винт заземления устройства должен быть соединен с контуром заземления подстанции медным проводом сечением не менее 2 мм².

КОНФИГУРАЦИЯ И УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА

Конструкция устройства «Сириус-2-МЛ» выполнена по модульному принципу, позволяющему поставлять устройства с различной аппаратной конфигурацией.

Конфигурация устройства «Сириус-2-МЛ» должна обеспечивать выполнение функций РЗА конкретного присоединения и согласовываться при оформлении заказа на поставку.

Полное название устройства «Сириус-2-МЛ» должно состоять из трех элементов:

Устройство «Сириус-2-МЛ-nn-ss», где

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

nn – тип исполнения устройства по напряжению оперативного тока:

220В – для напряжения питания 220 В постоянного тока;

110В – для напряжения питания 110 В постоянного тока.

ss – тип исполнения устройства по интерфейсу линии связи (разъем X3):

RS – для исполнения с интерфейсом RS485;

ТП – для исполнения с интерфейсом «токовая петля».

Пример записи устройства «Сириус-2-МЛ» с напряжением оперативного питания 220 В постоянного тока и интерфейсом RS485 при заказе:

«Микропроцессорное устройство защиты «Сириус-2-МЛ-220В-RS»

ТУ 4222-008-17326295-99».

ВНИМАНИЕ!

Категорически запрещается подключение устройства исполнения на 110В постоянного тока к оперативному напряжению 220 В, так как это приводит к выходу устройства из строя!

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

СОДЕРЖАНИЕ	3
1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ	4
1.1. Введение.....	4
1.2. Назначение.....	4
1.3. Технические данные.	6
1.4. Состав изделия.....	22
1.5. Устройство и работа изделия.	23
1.6. Конструкция изделия.....	28
1.7. Устройство и работа составных частей.	28
1.8. Линия связи.....	29
2. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	31
2.1. Общие указания.....	31
2.2. Указания мер безопасности.....	31
2.3. Порядок установки.....	31
2.4. Подготовка к работе.....	32
2.5. Порядок работы.	33
2.6. Измерение параметров, регулирование и настройка.	47
2.7. Техническое обслуживание.....	49
2.8. Указания по ремонту.....	49
3. ПАСПОРТ	51
3.1. Свидетельство о приемке	51
3.2. Гарантии изготовителя	51
3.3. Комплект поставки.....	51
3.4. Маркировка.....	51
3.5. Тара и упаковка	51
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	52
Коды ошибок при самотестировании устройства «Сириус-2-МЛ»	52
Проверка электрического сопротивления изоляции.....	52
Расписание входных дискретных сигналов устройства в режиме «Контроль».....	53
Внешний вид и установочные размеры устройства «Сириус-2-МЛ».....	54
Схемы подключения внешних цепей к устройству «Сириус-2-МЛ»	57
Схемы соединительных кабелей линии связи с компьютером.....	59
Графики зависимых характеристик ток-время ступеней МТЗ	61

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1.1. Введение.

1.1.1. Настоящее техническое описание предназначено для ознакомления с возможностями, принципами работы, конструкцией и правилами эксплуатации микропроцессорного устройства защиты «Сириус-2-МЛ».

1.1.2. Сокращения, используемые в тексте:

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
АПВ – автоматическое повторное включение;
АЧР – автоматическая частотная разгрузка;
ЖК – жидкокристаллический;
ЗМН – защита минимального напряжения;
ЗПН – защита от повышения напряжения;
ЗОФ – защита от обрыва фаз;
КЗ – короткое замыкание;
КРУ – комплектное распределительное устройство;
ЛЗШ – логическая защита шин;
МТЗ – максимальная токовая защита;
ОЗЗ – однофазное замыкание на землю;
ОЗУ – оперативное запоминающее устройство;
ПЗУ – постоянное запоминающее устройство;
РПВ – реле положения выключателя – «включено»;
РПО – реле положения выключателя – «отключено»;
ТН – измерительный трансформатор напряжения;
ТТ – измерительный трансформатор тока;
ТННП – измерительный трансформатор напряжения нулевой последовательности;
ТТНП – измерительный трансформатор тока нулевой последовательности;
УРОВ – устройство резервирования отказов выключателя;
ЧАПВ – частотное автоматическое повторное включение;
ШУ – шины управления;
ЭНП – энергонезависимая память.

1.2. Назначение.

1.2.1. Микропроцессорное устройство защиты «Сириус-2-МЛ» (в дальнейшем – устройство), предназначено для выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления и сигнализации присоединений напряжением 6–35 кВ.

Устройство предназначено для установки в релейных отсеках КРУ, КРУН и КСО, на панелях и в шкафах в релейных залах и пультах управления электростанций и подстанций 6–35 кВ.

1.2.2. Устройство «Сириус-2-МЛ» 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.

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

1.2.3. Устройство предназначено для эксплуатации в следующих условиях:

– температура окружающего воздуха – от –20 до +55°С;

- относительная влажность при 25°C – до 98%;
- атмосферное давление – от 550 до 800 мм рт. ст.;
- 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;
- синусоидальная вибрация вдоль вертикальной оси частотой от 10 до 100 Гц с ускорением не более 1 g;
- многократные удары частотой от 40 до 80 ударов в минуту с ускорением не более 3 g, длительность ударного ускорения – от 15 до 20 мс.

1.2.4. Устройство может применяться для защиты элементов распределительных сетей как самостоятельное устройство, так и совместно с другими устройствами РЗА (например, дуговой защитой, защитой от однофазных замыканий на землю и т.д.).

1.2.5. Устройство обеспечивает следующие эксплуатационные возможности:

- выполнение функций защит, автоматики и управления, определенных ПУЭ и ПТЭ;
- задание внутренней конфигурации (ввод/вывод защит и автоматики, выбор защитных характеристик и т.д.);
- ввод и хранение уставок защит и автоматики;
- контроль и индикацию положения выключателя, а также контроль исправности его цепей управления;
- определение вида и расстояния до места повреждения;
- передачу параметров аварии, ввод и изменение уставок по линии связи;
- непрерывный оперативный контроль работоспособности (самодиагностику) в течение всего времени работы;
- блокировку всех выходов при неисправности устройства для исключения ложных срабатываний;
- получение дискретных сигналов управления и блокировок, выдачу команд управления, аварийной и предупредительной сигнализации;
- 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.

1.2.6. Функции защиты, выполняемые устройством:

1.2.6.1. Трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ) от междуфазных повреждений с контролем двух или трех фазных токов. Любая из ступеней МТЗ может быть выполнена направленной. Любая из ступеней может иметь комбинированный пуск по напряжению (вольтметровая блокировка).

1.2.6.2. Автоматический ввод ускорения любой из ступеней МТЗ при любом включении выключателя.

1.2.6.3. Защита синхронных двигателей от асинхронного хода в ступени МТЗ-2.

1.2.6.4. Защита минимального напряжения (ЗМН).

1.2.6.5. Защита от повышения напряжения (ЗПН).

1.2.6.6. Защита от обрыва фазы питающего фидера (ЗОФ).

1.2.6.7. Защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ).

1.2.7. Функции автоматики, выполняемые устройством:

1.2.7.1. Операции отключения и включения выключателя по внешним командам. Блокировка «от прыгания» выключателя.

1.2.7.2. Исполнение пяти внешних сигналов аварийного отключения: АЧР, газовой и дуговой защит и двух защит с программируемым названием.

1.2.7.3. Формирование сигнала УРОВ при отказах своего выключателя.

1.2.7.4. Исполнение входного сигнала УРОВ при отказах нижестоящих выключателей.

1.2.7.5. Одно- или двукратное АПВ.

1.2.7.6. Отработка сигнала ЧАПВ после АЧР.

1.2.7.7. Формирование сигнала пуска МТЗ для организации логической защиты шин.

1.2.8. Дополнительные сервисные функции:

1.2.8.1. Определение вида и расстояния до места повреждения при срабатывании МТЗ.

1.2.8.2. Фиксация токов и напряжений в момент аварии.

1.2.8.3. Измерение времени срабатывания защиты и отключения выключателя.

1.2.8.4. Встроенные часы-календарь.

1.2.8.5. Измерение текущих фазных токов, напряжений, мощности.

1.2.8.6. Дополнительные реле и светодиоды с функцией, программируемой пользователем.

1.2.8.7. Цифровой осциллограф.

1.2.8.8. Регистратор событий.

1.2.9. Устройство производит измерение электрических параметров входных аналоговых сигналов фазных токов и напряжений I_A , I_B , I_C , U_A , U_B , U_C и 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.

При отсутствии измерительного трансформатора тока в фазе В ток фазы В рассчитывается по формуле

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

При отсутствии измерительного трансформатора напряжения нулевой последовательности (ТННП) $3U_0$ рассчитывается по формуле

$$3\vec{U}_0 = \vec{U}_A + \vec{U}_B + \vec{U}_C \quad (2)$$

1.2.10. На основании измеренных параметров производится расчет следующих величин:

- линейных напряжений U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} ;
- активной и реактивной мощности;
- составляющих обратной последовательности I_2 и U_2 .

1.2.11. 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.

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

1.2.13. 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.

1.3. Технические данные.

1.3.1. Основные параметры и размеры.

1.3.1.1. Питание устройства осуществляется от источника переменного (от 45 до 55 Гц), постоянного или выпрямленного тока напряжением от 178 до 242 В или от источника постоянного тока напряжением от 88 до 132 В, в зависимости от исполнения.

1.3.1.2. Мощность, потребляемая устройством от источника оперативного постоянного тока в дежурном режиме – не более 15 Вт, в режиме срабатывания защит – не более 30 Вт.

1.3.1.3. Габаритные размеры устройства не превышают 305×190×215 мм.

1.3.1.4. Масса устройства без упаковки не превышает 7 кг.

1.3.2. Характеристики.

1.3.2.1. Характеристики устройства «Сириус-2-МЛ» указаны в табл. 1.

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

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

1.3.2.4. 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.

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

1.3.2.6. Устройство выполняет функции защиты со срабатыванием выходных реле в течение 0,5 с при полном пропадании оперативного питания от номинального значения (для исполнения оперативного питания 110 В постоянного тока – в течение 0,2 с).

1.3.2.7. Время готовности устройства к работе после подачи оперативного тока не превышает 0,5 с.

1.3.2.8. Нарботка на отказ устройства составляет 25000 часов.

1.3.2.9. В части воздействия механических факторов устройство соответствует группе М6 по ГОСТ 17516.1.

1.3.2.10. Устройство соответствует исполнению IP42 по лицевой панели и IP20 по остальным в соответствии с ГОСТ 14254 (МЭК 70-1, EN 60529), кроме клемм подключения токовых цепей.

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

- не менее 100 МОм в нормальных климатических условиях;

- не менее 1 МОм при повышенной влажности (относительная влажность – 98%).

Нормальными климатическими условиями считаются:

- температура окружающего воздуха – (25±10)°C;

- относительная влажность – от 45 до 80%;

- атмосферное давление – от 630 до 800 мм рт. ст.

1.3.2.12. Электрическая изоляция между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом в холодном состоянии при нормальных климатических условиях (п.1.3.2.11) 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.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
1 <u>Входные аналоговые сигналы:</u> число входов по току номинальный ток фаз (I_A, I_B, I_C), А максимальный контролируемый диапазон токов в фазах, А рабочий диапазон токов в фазах, А основная относительная погрешность измерения токов в фазах, % термическая стойкость токовых цепей, А, не менее: длительно кратковременно (2 с) частота переменного тока, Гц потребляемая мощность входных цепей для фазных токов в номинальном режиме ($I = 5$ А), В·А, не более: для тока $3I_0$ в номинальном режиме ($I = 1$ А) термическая стойкость токовой цепи $3I_0$ с входных клемм, А, не менее: длительно кратковременно (2 с) число входов по напряжению номинальное напряжение фаз ($U_A, U_B, U_C, 3U_0$), В максимальный контролируемый диапазон напряжений, В рабочий диапазон напряжений, В основная относительная погрешность измерения напряжений в фазах, % термическая стойкость цепей напряжения, В, не менее: длительно кратковременно (2 с) частота переменного тока, Гц потребляемая мощность входных цепей для напряжений в номинальном режиме ($U = 100$ В), В·А, не более:	 4 5 0,2 – 200 1,0 – 200 ±3 15 200 50 ±0,5 0,5 0,5 2 5 4 100 1 – 150 2 – 120 ±3 150 200 50 ±0,5 0,5
2 <u>Входные дискретные сигналы постоянного тока (220/110 В)</u> число входов входной ток, мА, не более напряжение надежного срабатывания, В напряжение надежного несрабатывания, В Длительность сигнала, мс, не менее	 24 20 (исполнение 220 В) 150–264 (исполнение 110 В) 75–132 (исполнение 220 В) 0–120 (исполнение 110 В) 0–60 20
3 <u>Выходные дискретные сигналы управления (220 В)</u> количество выходных реле количество групп контактов коммутируемое напряжение переменного или постоянного тока, В, не более коммутируемый постоянный ток замыкания/размыкания при активно-индуктивной нагрузке с постоянной времени $L/R = 50$ мс, А, не более коммутируемый переменный ток замыкания/размыкания при активно-индуктивной нагрузке с постоянной времени $L/R = 50$ мс, А, не более	 12 21 264 5 / 0,15 5 / 5

1.3.2.13. Устройство выполняет свои функции при воздействии помех с параметрами, приведенными в табл. 2.

Таблица 2

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	А	2,5 кВ – продольно 1,0 кВ – поперечно
Наносекундные импульсные помехи	4	ГОСТ Р 51317.4.4-99 МЭК 61000-4-4-95	А	4 кВ – питание 2 кВ – остальные цепи
Электростатические помехи	4	ГОСТ Р 51317.4.2-99 МЭК 61000-4-2-95	А	8 кВ – воздушный 6 кВ – контактный
Магнитное поле промышленной частоты	4	ГОСТ Р 50648-94 МЭК 1000-4-8-93	А	30 А/м в трех взаимно-перпенд. плоскостях
Радиочастотное электромагнитное поле	3	ГОСТ Р 51317.4.6-99 МЭК 61000-4-6-96	А	26–1000 МГц 10 В/м
Микросекундные импульсы большой энергии	4	ГОСТ Р 29156-91 МЭК 61000-4-5-95	А	4 кВ
Кондуктивные низкочастотные помехи	4	ГОСТ Р 51317.2.4-2000 МЭК 61000-2-4-94	А	0,5 с при $0,5 \times U_n$ 0,1 с – перерыв питания
Импульсное магнитное поле	4	ГОСТ Р 50649-94 МЭК 1000-4-9-93	А	8/20 мкс ± 300 А/м
Затухающее колебательное магнитное поле	4	ГОСТ Р 50652-94 МЭК 1000-4-10-93	А	100 кГц ± 100 А/м

1.3.3. Максимальная токовая защита (МТЗ).

1.3.3.1. МТЗ может иметь 4 ступени: первая, МТЗ-1 (токовая отсечка), и вторая, МТЗ-2, с независимыми времятоковыми характеристиками, и третья, МТЗ-3, – с зависимой или независимой времятоковой характеристикой. Тип зависимости ток-время ступени МТЗ-3 задается с помощью уставки.

Дополнительная ступень МТЗ-4 предназначена для отключения присоединения при длительном превышении током заданной уставки, что, например, требуется при «адресном отключении». Ступень МТЗ-4 может быть введена или выведена, действовать на отключение или сигнализацию. В отличие от других ступеней МТЗ, при пуске данной ступени не срабатывает реле «Пуск МТЗ», чтобы не блокировать логическую защиту шин при больших временах выдержки МТЗ-4. Время выдержки МТЗ-4 не зависит от тока и задается в минутах.

Функция АПВ при срабатывании ступени МТЗ-4 на отключение всегда блокируется.

1.3.3.2. Количество ступеней МТЗ задается с помощью уставок. Ступень МТЗ-3 может работать на отключение или только на сигнализацию.

1.3.3.3. Ступени МТЗ-1, МТЗ-2 и МТЗ-3 могут быть выполнены направленными, то есть срабатывать только при условии заданного направления мощности.

1.3.3.4. Ступень МТЗ-2 может быть запрограммирована в режим защиты двигателя от асинхронного хода. При этом сброс накопленной выдержки времени будет происходить не сразу после снижения тока ниже порога уставки, а после окончания времени паузы, задаваемой уставкой от 0,10 до 5,00 с. В случае появления тока снова выше порога срабатывания ступени до истечения времени паузы происходит продолжение накопления выдержки времени T_{MT3-2} . При срабатывании ступени в режиме защиты от асинхронного хода (если была включена уставка «Асинхронный ход», и было прерывание пуска) на индикаторе выводится надпись «АМТЗ-2», а длительность КЗ отсчитывается от начала последнего непрерывного импульса тока выше уставки МТЗ.

1.3.3.5. Все ступени с независимой времятоковой характеристикой функционально идентичны и имеют характеристики, указанные в табл. 3.

Таблица 3

Наименование параметра		Значение
1	Диапазон уставок по току, А: для первой ступени для второй ступени для третьей ступени для четвертой ступени	2,00 – 200,00 1,00 – 200,00 0,40 – 100,00 0,40 – 20,00
2	Диапазон уставок по времени, с: для первой ступени для второй ступени для третьей ступени для четвертой ступени, минут	0,00 – 10,00 0,10 – 20,00 0,20 – 99,99 1 – 99
3	Дискретность уставок: По току, А По времени, с	0,01 0,01
4	Основная погрешность срабатывания: По току, от уставки, % По времени для независимых характеристик: выдержка более 1 с, от уставки, % выдержка менее 1 с, мс для зависимых характеристик, от уставки, %	±5 ±3 ±25 ±7
5	Коэффициент возврата по току	0,92 – 0,95
6	Время возврата, мс, не более	50

1.3.3.6. Для ступени МТЗ-3 возможен выбор одной из 6 характеристик ток-время:

1. Независимая характеристика. Время выдержки определяется набранным значением времени уставки $T_{уст}$.

2. Нормально инверсная характеристика (по МЭК 255-4), показанная на рис.22

$$t = \frac{0,14 \times T_{уст}}{(I/I_{уст})^{0,02} - 1} [с] \quad (3)$$

3. Сильно инверсная характеристика (по МЭК 255-4), показанная на рис.23

$$t = \frac{13,5 \times T_{уст}}{(I/I_{уст}) - 1} [с] \quad (4)$$

4. Чрезвычайно инверсная характеристика (по МЭК 255-4), показанная на рис.24

$$t = \frac{80 \times T_{уст}}{(I/I_{уст})^2 - 1} [с] \quad (5)$$

5. Крутая (типа реле РТВ-I), показанная на рис.26

$$t = \frac{I}{30 \times (I/I_{уст} - 1)^3} + T_{уст} [с] \quad (6)$$

6. Пологая (типа реле РТВ-IV), показанная на рис.25

$$t = \frac{I}{20 \times ((I/I_{уст} - 1)/6)^{1,8}} + T_{уст} [с] \quad (7)$$

где t – отрабатываемая выдержка времени,
 I – входной ток,
 $I_{уст}$ – уставка по току,
 $T_{уст}$ – уставка по времени.

1.3.3.7. Выдержка времени на начальном участке зависимых времятоковых характеристик ограничивается на уровне 100 с.

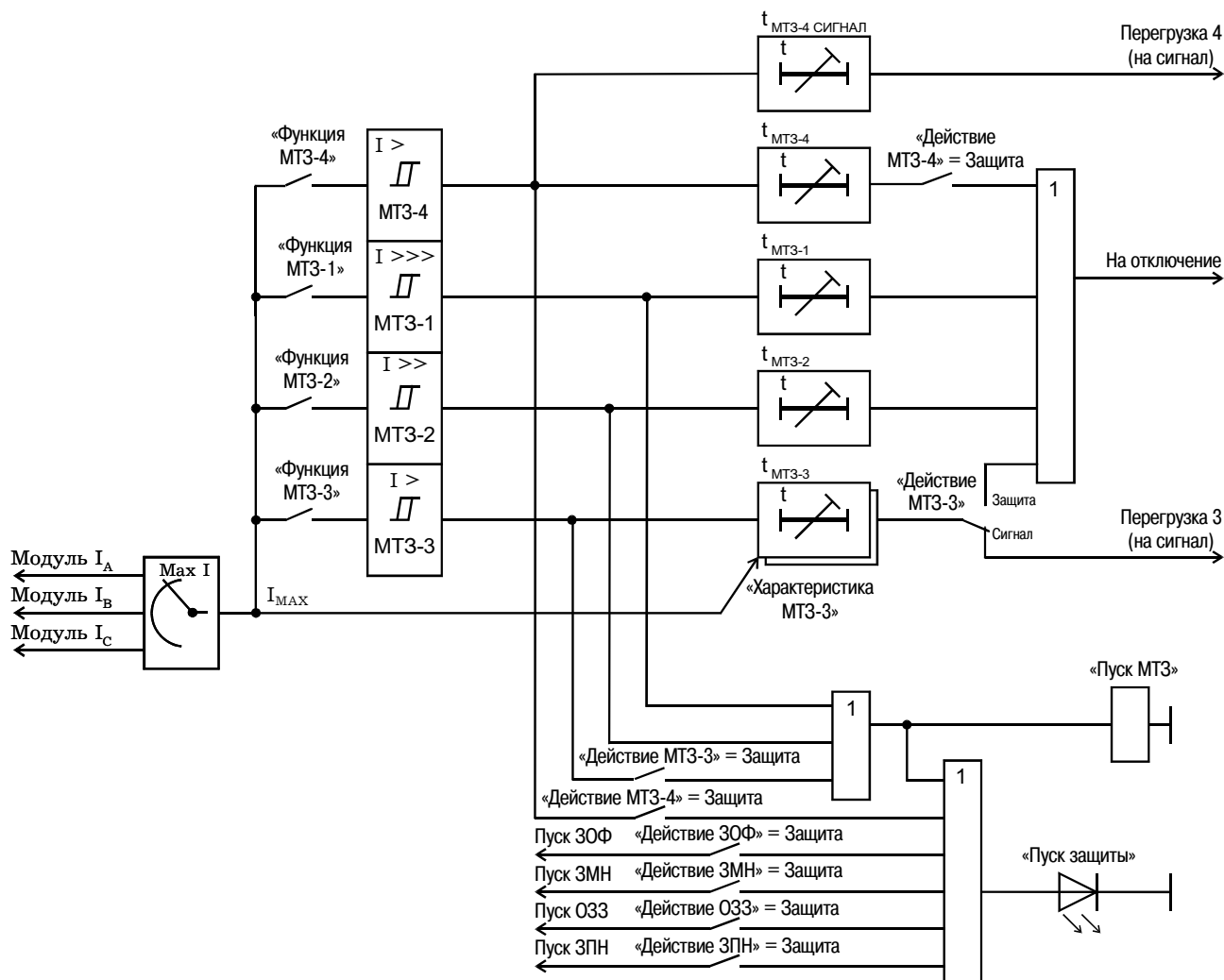


Рис.1. Фрагмент функциональной логической схемы построения МТЗ

1.3.3.8. Ускорение МТЗ.

1.3.3.8.1. Ускорение ступеней МТЗ-1, МТЗ-2 и МТЗ-3 вводится автоматически на время ($T_{ускор} + 1$ с) при любых включениях выключателя. Ускорение любой ступени может быть отключено уставками.

1.3.3.8.2. Выдержка времени ускорения МТЗ ($T_{ускор}$) одинакова для всех ступеней и задается уставкой $T_{ускор}$. Если для ступеней МТЗ задана уставка по времени менее значения $T_{ускор}$, то при ускорении МТЗ заданная выдержка сохраняется (действует меньшая уставка).

1.3.3.8.3. В случае задания зависимой характеристики МТЗ-3 на время ускорения она переводится в режим с независимой времятоковой характеристикой.

1.3.3.8.4. Направленные ступени защит на время ускорения переводятся в ненаправленный режим.

1.3.3.8.5. Четвертая ступень МТЗ-4 не может быть ускорена.

1.3.3.9. Вольтметровая блокировка (комбинированный пуск по напряжению) позволяет лучше отстроиться от нагрузочных токов и может задаваться независимо для каждой ступени соответствующими уставками. При включенной вольтметровой блокировке для сра-

батывания защиты хотя бы одно из междуфазных напряжений должно снизиться ниже порогового значения, заданного уставкой. Параметры ВМ-блокировки приведены в табл. 4.

Таблица 4

Наименование параметра	Значение
1 Диапазон уставок по междуфазным напряжениям, В:	5,0 – 99,9
2 Дискретность уставок по междуфазным напряжениям, В:	0,1
3 Погрешность порога срабатывания по междуфазным напряжениям, %	± 2

1.3.3.10. Определение направления мощности

1.3.3.10.1. Определение направления мощности производится по так называемой 90-градусной схеме сочетания токов и напряжений: I_A и U_{BC} ; 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 I_A (I_C) и напряжением U_{BC} (U_{AB}) отдельно для каждой пары сигналов.

1.3.3.10.2. Для задания области работы направленной защиты необходимо задать две уставки — угол максимальной чувствительности $\varphi_{МЧ}$ и зону срабатывания $\pm\varphi_{СЕКТ}$. Угол $\varphi_{МЧ}$ отсчитывается от вектора напряжения U_{AB} (U_{BC}) против часовой стрелки. Зона срабатывания $\pm\varphi_{СЕКТ}$ отсчитывается от направления максимальной чувствительности в обе стороны. Дискретность задания всех углов — 15 эл. градусов.

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

1.3.3.10.3. Чувствительность ОНМ по току — заданное значение уставки по току для данной ступени, А, по напряжению — 1 В.

1.3.3.10.4. Погрешность определения углов на краях диапазонов не превышает ± 3 эл. градусов.

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

Уставка направления чередования фаз на орган направления мощности не действует.

1.3.3.10.6. Вход «Блокировка ОНМ» позволяет вывести из работы направленные ступени защит (задана уставка «Вход блокировки ОНМ» = «Ступень») или перевести их в ненаправленный режим (задана уставка «Вход блокировки ОНМ» = «Направленность»).

1.3.3.10.7. При обнаружении неисправности ТН можно вывести из работы направленные ступени защит (задана уставка «Вывод при неисправности ТН» = «МТЗ») или перевести их в ненаправленный режим (задана уставка «Вывод при неисправности ТН» = «ОНМ»). Неисправность ТН определяется через 101 секунду после снижения одного из линейных напряжений ниже уставки $U_{ВМ\text{ БЛОКИРОВКИ}}$.

1.3.3.10.8. При работе ступени с ускорением она автоматически переводится в ненаправленный режим.

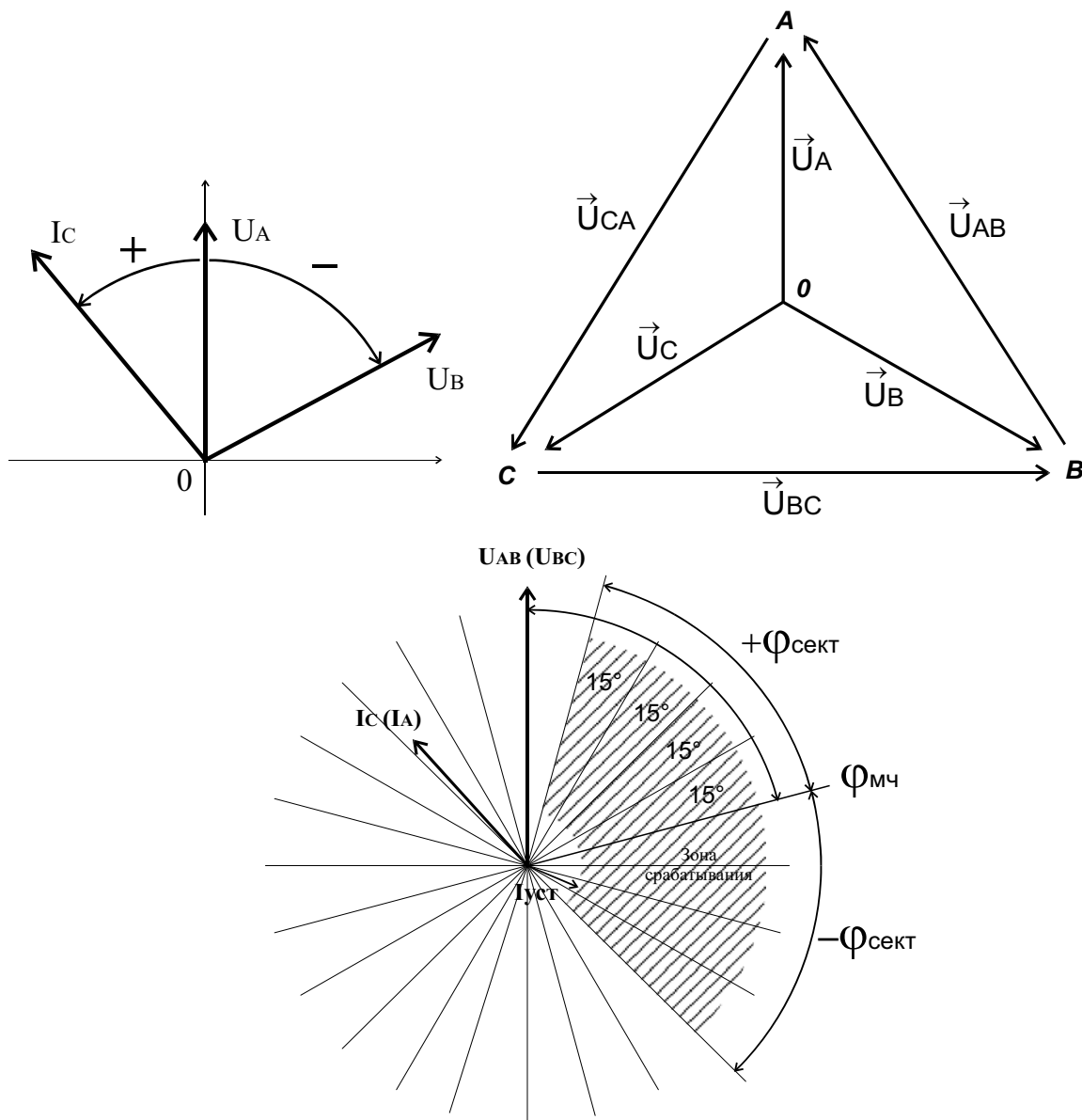


Рис.2. Поясняющие диаграммы определения направления мощности

$\pm\varphi_{\text{СЕКТ}}$ — уставка, определяющая ширину зоны срабатывания;

$\varphi_{\text{МЧ}}$ — уставка угла максимальной чувствительности, отсчитывается от вектора U_{AB} (U_{BC}) против направления часовой стрелки.

На примере заданы уставки: $\pm\varphi_{\text{СЕКТ}} = \pm 60^\circ$, $\varphi_{\text{МЧ}} = -75^\circ$, вектор тока не попадает в зону срабатывания.

1.3.4. Защита от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ).

1.3.4.1. Защита от ОЗЗ может быть реализована несколькими способами:

- по модулю тока нулевой последовательности $3I_0$ суммы 3-й, 5-й и 7-й гармоник;
- по току нулевой последовательности $3I_0$ основной частоты;
- по напряжению нулевой последовательности $3U_0$;
- по току и напряжению нулевой последовательности $3I_0$, $3U_0$ одновременно;
- по току $3I_0$, напряжению $3U_0$ и взаимному направлению тока и напряжения нулевой последовательности (направленная).

1.3.4.2. При отсутствии ТННП (должна быть задана уставка «ТННП» = «ОТКЛ») напряжение $3U_0$ рассчитывается на основании трех фазных напряжений по формуле (2).

1.3.4.3. Защита от ОЗЗ может иметь независимую или зависимую (нормально-инверсную) от тока характеристику выдержки времени. Вид характеристики срабатывания защиты по току основной частоты и по току высших гармоник задается индивидуально.

1.3.4.4. Параметры защиты от ОЗЗ приведены в табл.5.

Таблица 5

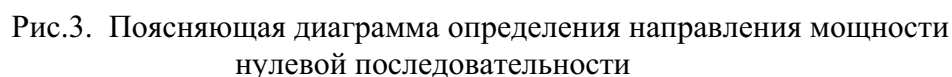
Наименование параметра		Значение
1	Диапазон уставок по напряжению $3U_0$, В	0,5 — 99,9
2	Дискретность уставок по напряжению $3U_0$, В	0,1
3	Диапазон уставок по току $3I_0$ (во вторичных значениях), А	0,010 — 2,500
4	Дискретность уставок по току $3I_0$, А	0,001
5	Диапазон уставок по углу максимальной чувствительности, °	–180 — +180
6	Дискретность уставок по углу максимальной чувствительности, °	15
7	Диапазон уставок по углу сектора срабатывания, °	±15—165
8	Дискретность уставок по углу максимальной чувствительности, °	±15
9	Диапазон уставок по току $3I_0$ высших гармоник (во вторичных значениях), А:	0,005 – 0,500
10	Дискретность уставок по току $3I_0$ высших гармоник, А:	0,001
11	Диапазон уставок по времени, с	0,05 — 99,99
12	Дискретность уставок по времени, с	0,01
13	Основная погрешность, от уставок, %	
	по напряжению $3U_0$	±5
	по току $3I_0$ основной частоты	±5
	по току $3I_0$ высших гармоник	±25
	по фазовому углу, °	±3
	по времени для независимых характеристик:	
	выдержка более 1 с, от уставки, %	±3
	выдержка менее 1 с, мс	±25
	для зависимых характеристик, от уставки, %	±7
14	Коэффициент возврата	0,92 — 0,95

1.3.4.4. Для реализации направленной защиты от ОЗЗ определяется направление мощности нулевой последовательности по углу между током $3I_0$ и напряжением $3U_0$.

1.3.4.5. Направленность защиты нулевой последовательности определяется при превышении током $3I_0$ заданной уставки, а напряжением $3U_0$ — значения 1 В. При меньших значениях направленность не определяется и защита не срабатывает.

1.3.4.6. Защита от ОЗЗ может выполняться на отключение или на сигнализацию в зависимости от уставок.

1.3.4.7. Работа защиты от ОЗЗ может быть запрещена путем подачи сигнала на вход «Блокировка защиты от ОЗЗ».



φ_{MC} — уставка угла максимальной чувствительности, отсчитывается от вектора $3U_0$ против направления часовой стрелки.

1.3.5.1. ЗОФ реализуется методом расчета тока обратной последовательности I_2 по формуле (12).

$$I_2 = \frac{I_A + I_B \cdot e^{-j120} + I_C \cdot e^{j120}}{3} \quad (8)$$

1.3.5.3. Параметры ЗОФ приведены в табл.6.

Наименование параметра		Значение
1	Диапазон уставок по току I_2 , А	0,20 – 20,00
2	Дискретность уставок по току I_2 , А	0,01
3	Диапазон уставок по времени, с	0,20 – 99,99
4	Дискретность уставок по времени, с	0,01
5	Основная погрешность, от уставок, %	
	по току I_2 ,	±5
	по времени:	
	выдержка более 1 с, от уставки, %	±3
	выдержка менее 1 с, мс	±25
6	Коэффициент возврата	0,92 – 0,95

1.3.6. Защита минимального напряжения (ЗМН).

1.3.6.1. Защита минимального напряжения срабатывает при понижении сразу всех трех линейных напряжений ниже порога, задаваемого уставкой $U_{ЗМН}$.

1.3.6.2. ЗМН может быть отключена уставкой «Функция ЗМН».

1.3.6.3. Для работы ЗМН необходимо, чтобы присутствовал входной сигнал «Разрешение ЗМН».

1.3.6.5. ЗМН имеет одноступенчатую независимую характеристику с одной выдержкой времени.

1.3.6.7. Параметры ЗМН приведены в табл.7.

Таблица 7

Наименование параметра		Значение
1	Диапазон уставок по напряжению срабатывания $U_{ЗМН}$, В	5,0 – 99,9
2	Дискретность уставок по напряжению, В	0,1
3	Диапазон уставок по времени срабатывания, с	0,20 – 99,99
4	Дискретность уставок по времени, с	0,01
5	Основная погрешность, от уставок, % по напряжению	±5
	по времени	±3
6	Коэффициент возврата	1,06

1.3.7. Защита от повышения напряжения ЗПН

1.3.7.1. Защита от повышения напряжения срабатывает при повышении хотя бы одного из трех линейных напряжений выше порога, задаваемого уставкой $U_{ЗПН}$.

1.3.7.2. ЗПН может быть отключена уставкой «Функция ЗПН».

1.3.7.3. ЗПН имеет одноступенчатую независимую характеристику с одной выдержкой времени.

1.3.7.4. Параметры ЗПН приведены в табл. 8.

1.3.7.5. ЗПН может действовать на отключение или сигнализацию, что задается уставкой «Действие ЗПН».

1.3.7.6. Функцию АПВ после отключения от ЗПН можно ввести уставкой «АПВ» в группе уставок ЗПН. При включенной уставке «АПВ» после отключения от ЗПН при снижении максимального из линейных напряжений ниже значения уставки $U_{АПВ}$ происходит автоматическое повторное включение выключателя. Выдержка времени при этом соответствует уставке $T_{АПВ-1}$.

Таблица 8

Наименование параметра		Значение
1	Диапазон уставок по линейному напряжению $U_{ЗПН}$, В:	60,0 — 120,0
2	Диапазон уставок по линейному напряжению $U_{АПВ}$, В:	60,0 — 120,0
3	Дискретность уставок по линейному напряжению, В:	0,1
4	Диапазон уставок по времени, с	0,20 — 99,99
5	Дискретность уставок по времени, с	0,01
6	Основная погрешность, от уставок, % по напряжению	±5
	по времени	±3
7	Коэффициент возврата по напряжению	0,97 — 0,98

1.3.8. Управление выключателем.

1.3.8.1. Кроме отключения и включения выключателя при срабатывании внутренних функций защиты и автоматики устройство обеспечивает дистанционное управление выключателем. Дистанционное управление осуществляется командами, поступающими по дискретным входам, а также по линии связи.

1.3.8.2. Для дистанционного автоматического отключения предусмотрены 5 дискретных входов – «Дуговая защита», «Газовая защита», «АЧР» и два входа «Внешнее отключение 1» и «Внешнее отключение 2». Входы внешнего отключения предназначены для подключения к устройству дополнительных внешних защит. Для командного управления предусмотрены 4 дискретных входа: «Откл. от ТУ», «Откл. от ключа», «Вкл. от ТУ» и «Вкл. от ключа».

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

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

1.3.8.5. 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 принудительного обесточивания цепей «Откл.» или «Вкл.». Отпускание выходных реле «Откл.» и «Вкл.» после обесточивания может производиться по кнопке «Сброс».

1.3.8.6. Для исключения ситуации «опрокидывания» выключателя при раннем съеме сигнала «Вкл.», что характерно для некоторых видов масляных выключателей, предусмотрена дополнительная задержка снятия этого сигнала, задаваемая уставкой $T_{ВКЛ}$.

1.3.8.7. В случае применения дополнительных промежуточных реле по сигналам «Вкл.» и «Откл.» с целью предотвращения выхода из строя катушек отключения или включения можно задать режим ограничения длительности этих команд. Если после выдачи команды «Вкл.» подтверждение по сигналу «Вход РПВ» не будет получено, тогда по истечении времени уставки $T_{ВКЛ\ MAX}$ произойдет съём сигнала с выходного реле с выдачей неисправности «Задержка включения» на индикаторе, включением светодиода «Внешняя неисправность» и срабатыванием реле «Сигнализация». Аналогично, если после выдачи команды «Откл.» подтверждение по сигналу «Вход РПО» не будет получено, тогда по истечении времени уставки $T_{ОТКЛ\ MAX}$ произойдет съём сигнала с выходного реле с выдачей неисправности «Задержка отключения» на индикаторе, включением светодиода «Внешняя неисправность» и срабатыванием реле «Сигнализация».

Импульсный режим (ограничение длительности сигналов) работы выходных управляющих реле можно использовать ТОЛЬКО при наличии промежуточных реле в цепях управления выключателя, так как собственные выходные реле устройства не способны разрывать постоянный ток свыше 0,2 А при напряжении 220 В.

1.3.9. Резервирование отказов выключателя.

1.3.9.1. Функция «УРОВ-выход» запускается при любом срабатывании устройства на отключение выключателя. УРОВ-выход представляет собой как бы ступень защиты (действующей на вышестоящий выключатель), имеющую порог по току и выдержку времени.

1.3.9.2. Выходной сигнал «УРОВ-выход» формируется при срабатывании токовых защит устройства после задержки на время уставки $T_{УРОВ}$. Сигнал «УРОВ-выход» снимается после снижения тока ниже уставки $I_{УРОВ}$. Если выключатель нормально отключился, то сигнал «УРОВ-выход» не формируется. Сигнал используется при установке устройства на отходящих присоединениях.

1.3.9.3. Пуск УРОВ осуществляется по любым командам на аварийное отключение выключателя, поступающим на выходное реле «Откл.», то есть, как по токовым защита, так и по входам от внешних защит — газовой, дуговой, ЗМН, входа УРОВ, внешних отключений (с соответствующими уставками). При командных отключениях (от кнопки и ключа управления, телемеханике, а также по линии связи) сигнал пуска УРОВ не формируется.

Обязательным условием пуска УРОВ является протекание тока (максимального из трех фаз), превышающего значение уставки $I_{УРОВ}$. Критерием сброса выдержки времени УРОВ и блокирования выдачи сигнала реле «УРОВ» является факт снижения тока ниже этой

уставки. Только этот факт считается объективным критерием успешного отключения выключателя.

Отсчет времени выдержки УРОВ начинается с момента подачи команды на свое выходное реле «Откл.». Длительность времени выдачи сигнала «УРОВ» на выходное реле соответствует времени существования аварийного тока, но в любом случае составляет не менее 1 с (специально, чтобы этот сигнал можно было использовать для прямого отключения вышестоящего выключателя и разрыва цепи отключения блок-контактом выключателя).

1.3.9.4. Входной дискретный сигнал «Вход УРОВ» используется при установке устройства на вводном выключателе, поступает от устройств защиты, стоящих на отходящих присоединениях, и вызывает немедленное отключение выключателя. Ввиду высокой ответственности вводного выключателя для страховки от ложных срабатываний введен дополнительный контроль по току. Таким образом, отключение вводного выключателя произойдет только при поступлении на вход устройства дискретного сигнала «Вход УРОВ» и наличии тока, превышающего самую чувствительную уставку МТЗ.

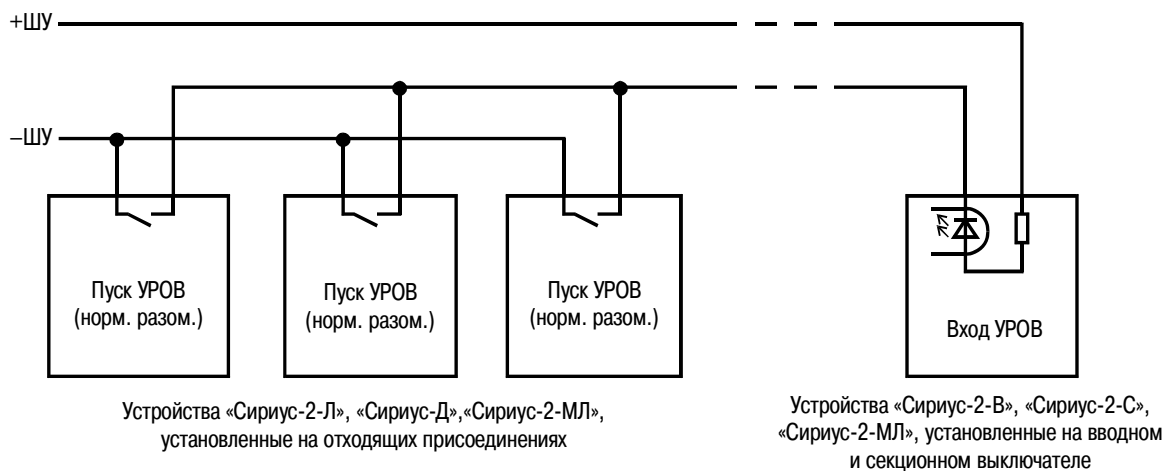


Рис.4. Схема организации УРОВ на подстанции

1.3.10. Логическая защита шин.

1.3.10.1. Логическая защита реализуется с помощью устройства, стоящего на вводном выключателе, устройства защиты на секционном выключателе и группы устройств, стоящих на выключателях присоединений. Функция ЛЗШ 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 при отсутствии пуска защит, установленных на всех присоединениях.

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

1.3.10.3. 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.

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

Примеры реализации обеих схем ЛЗШ приведены на рис.5а и 5б.

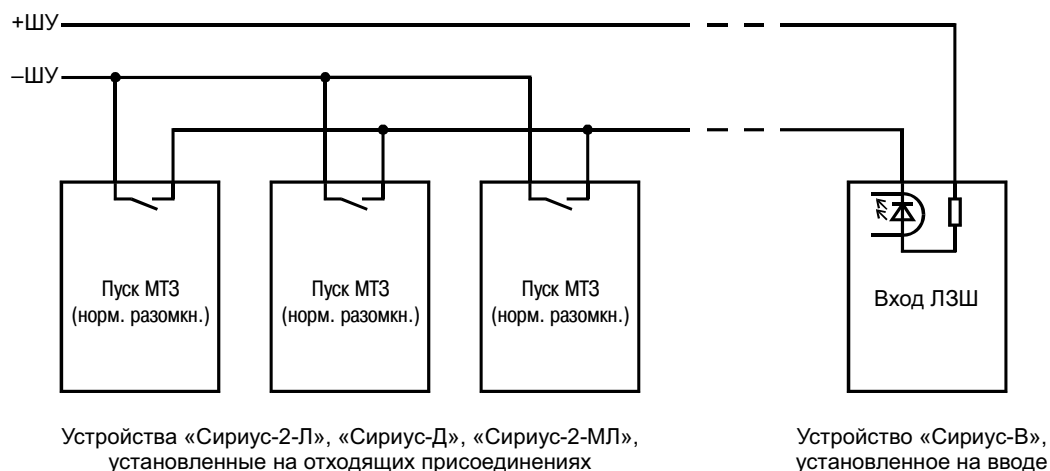


Рис.5а. Схема соединения нескольких устройств «Сириус-2-МЛ» между собой при организации логической защиты шин (параллельная схема)

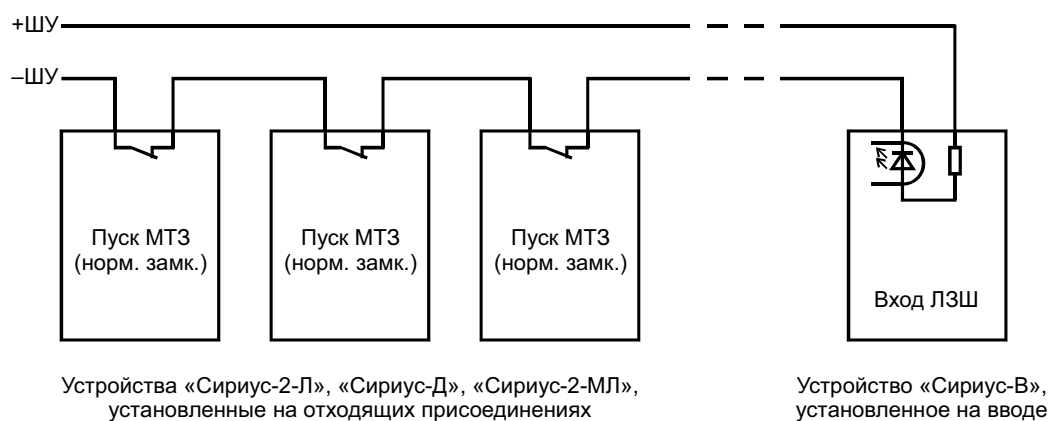


Рис.5б. Схема соединения нескольких устройств «Сириус-2-МЛ» между собой при организации логической защиты шин (последовательная схема)

1.3.11. Дуговая защита.

1.3.11.1. Дуговая защита выполняется подачей сигнала на дискретный вход «Дуговая защита». Для увеличения надежности и отстройки от ложных срабатываний может быть введен дополнительный контроль по току и по напряжению с помощью уставки.

1.3.11.2. В случае задания режима «с контролем по току» для отключения выключателя будет необходимо наличие сигнала на входе «Дуговая защита», а также превышение входным током значения уставки самой чувствительной из введенных на отключение уставок МТЗ. В случае задания режима «с контролем по току» при отсутствии тока приход сигнала на вход «Дуговая защита» через 1 с вызовет сигнализацию неисправности цепей дуговой защиты с соответствующей индикацией на экране дисплея. После этого действие дуговой защиты на отключение запрещается до снятия сигнала со входа.

1.3.11.3. В случае задания режима «с контролем по напряжению» для отключения выключателя будет необходимо наличие сигнала на входе «Дуговая защита», а также снижение одного из линейных напряжений ниже уставки $U_{ВМ}$ БЛОКИРОВКИ. В случае задания режима «с контролем по напряжению» при отсутствии снижения напряжения приход сигнала на вход «Дуговая защита» через 1 с вызовет сигнализацию неисправности цепей дуговой защиты с соответствующей индикацией на экране дисплея. После этого действие дуговой защиты на отключение запрещается до снятия сигнала со входа.

1.3.11.4. Вход «Блокировка дуговой защиты» предназначен для контроля по току от терминала, установленного на вводном выключателе. Такой режим работы позволяет селективно отключать дуговые повреждения в ячейке на участке между выключателем и ТТ.

При использовании этого входа уставка «Контроль по току» должна быть отключена.

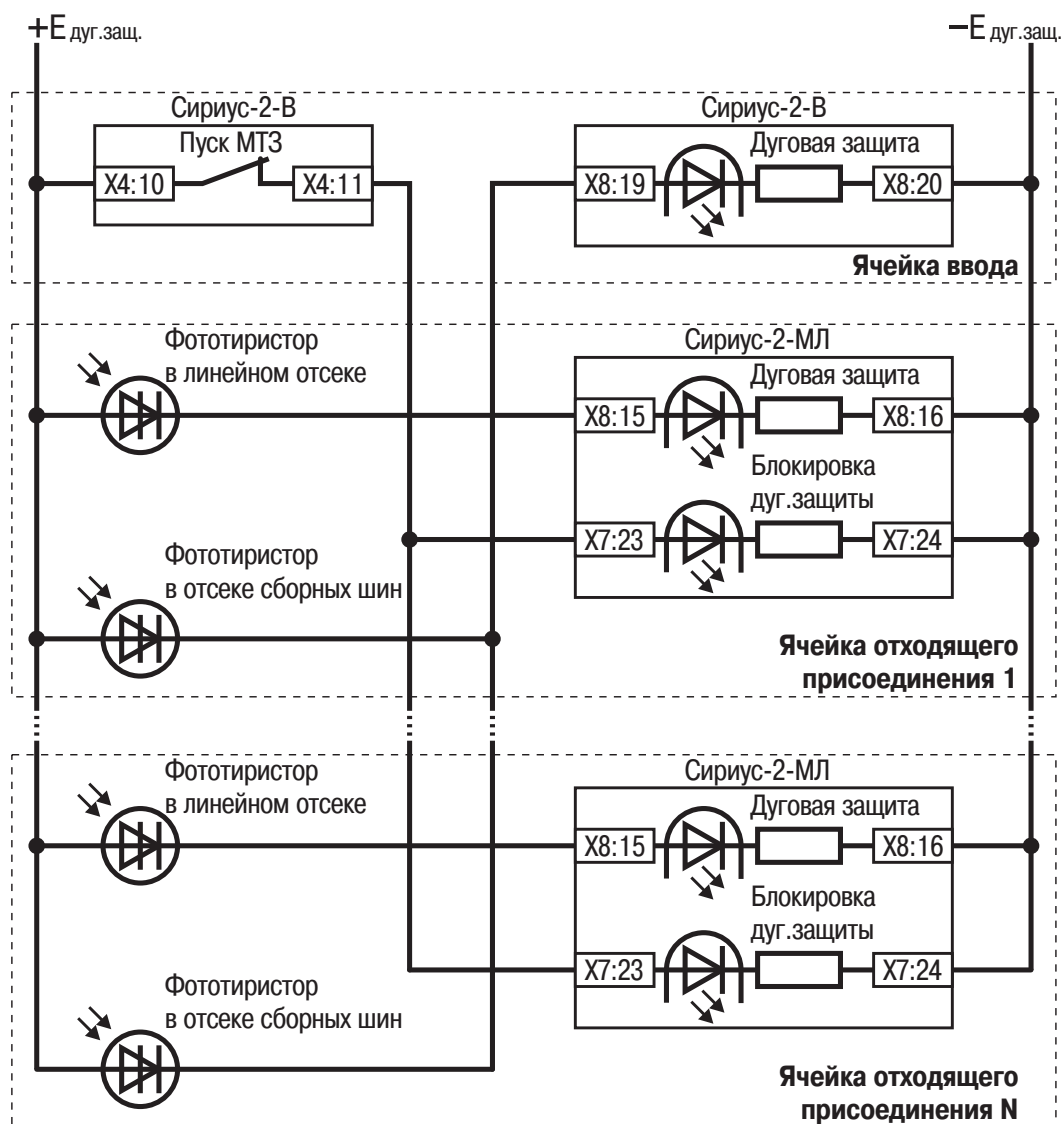


Рис.6. Упрощенная схема организации дуговой защиты с использованием контроля по току от защиты вводного выключателя

1.3.12. Функция блокировки.

1.3.12.1. Функция блокировки предназначена для блокирования случайного включения высоковольтного выключателя после аварийного отключения до проведения необходимых работ по устранению неисправности.

1.3.12.2. Данная функция может быть введена, а также выведена с помощью уставки. Постановка на блокировку при срабатывании различных защит может быть запрограммирована для каждой ступени защиты индивидуально.

1.3.12.3. Снятие с блокировки производится подачей сигнала на вход «Деблокировка». После снятия с блокировки перед включением должно быть произведено «квитирование» выключателя – подана команда на отключение аварийно отключившегося выключателя.

1.3.12.4. При установке устройства на блокировку функция АПВ блокируется.

1.3.13. Автоматическое повторное включение.

1.3.13.1. Устройство имеет функцию однократного или двукратного автоматического повторного включения (АПВ). Наличие АПВ, а также количество циклов задается уставкой. Также уставками определяется время выдержки первого и второго циклов.

1.3.13.2. Время восстановления АПВ составляет 120 с (2 минуты). В случае аварийного отключения в первые 30 с после включения выключателя линии функция АПВ будет заблокирована (блокировка АПВ при опробовании).

1.3.13.3. АПВ может быть дополнительно заблокировано с помощью тумблера «АПВ» на передней панели устройства, а также по внешнему сигналу. Блокировка внешним сигналом возможна «по уровню» (только при наличии сигнала) или «по фронту» (даже после снятия сигнала). Вид блокировки определяется уставкой «Фикс. блок. АПВ».

1.3.14. Автоматическая частотная разгрузка АЧР.

1.3.14.1. Устройство исполняет команды автоматической частотной разгрузки АЧР и последующего частотного автоматического включения ЧАПВ по внешним сигналам.

1.3.14.2. Устройство может работать в двух режимах ЧАПВ — «внутреннем» и «внешнем». При «внешнем» ЧАПВ включение линии после АЧР произойдет после подачи внешнего сигнала на дискретный вход ЧАПВ, а при «внутреннем» — после снятия сигнала АЧР.

1.3.14.3. Для исключения большой нагрузки на аккумуляторную батарею при одновременном включении нескольких выключателей от ЧАПВ после АЧР в устройстве предусмотрена возможность ввода программируемого времени задержки включения после прихода сигнала ЧАПВ (снятия сигнала АЧР — при «внутреннем» ЧАПВ).

1.3.14.4. Для оперативного вывода АЧР из работы на передней панели установлен тумблер «АЧР».

1.3.15. Определение места повреждения.

1.3.15.1. Определение места повреждения производится только при отключении выключателя от собственных МТЗ.

1.3.15.2. Для расчета расстояния до места двухфазных и трехфазных КЗ используются уставки по удельным активному и реактивному сопротивлениям линии. В расчетных формулах также участвуют фазные токи и напряжения, измеренные в момент подачи команды на отключение.

1.3.16. Технический учет электроэнергии.

1.3.16.1. Устройство осуществляет технический учет активной и реактивной энергии. При этом считается суммарная энергия по всем трем фазам.

1.3.16.2. В устройстве предусмотрено по два независимых счетчика: один считает только потребленную энергию, другой — отданную. Таким образом, при изменении направления мощности один счетчик остановится, зато будет считать другой. Сброс показаний счетчиков возможен только после ввода пароля, совпадающего с паролем для изменения уставок.

1.3.17. Внешние защиты.

Для увеличения возможностей устройства в нем имеются два дополнительных дискретных входа для отключения от внешних защит или команд управления «Внешнее отключение 1» и «Внешнее отключение 2». Свойства каждого входа программируются отдельно с помощью уставок и определяют наличие АПВ при отключении по данному входу, формирование сигнала УРОВ, постановку на блокировку. Дополнительно можно запрограммировать название данного входа, выводимое на индикатор при отключении.

1.3.18. Программируемые реле.

1.3.18.1. Для увеличения универсальности устройства в нем имеются два выходных реле, имеющих по перекидному контакту, вход каждого из которых можно подключать к одной из заданных точек функциональной логической схемы. При этом можно как получить новые релейные выходы, так и просто размножить количество выходных контактов уже имеющихся реле.

1.3.18.2. Для каждого из реле можно запрограммировать режим работы – в следящем режиме или с памятью (блинкер), до сброса кнопкой «Сброс».

1.3.18.3. Для каждого из реле можно ввести задержку на срабатывание данных реле.

1.3.19. Программируемые светодиоды.

1.3.19.1. Для увеличения универсальности устройства на его передней панели имеются два светодиодных индикатора, обозначенных «Сигнал 1» и «Сигнал 2», каждый из которых можно подключать к одной из заданных точек функциональной логической схемы. Эту возможность удобно использовать как при проверке изделия (например, для проверки порога срабатывания одной из ступеней МТЗ), так и для увеличения объема отображаемой информации (например, при использовании функции блокировки (см.п.1.3.12) можно показать оператору, что в настоящий момент команда включения линии заблокирована).

1.3.19.2. Для каждого из светодиодов можно задать режим работы – в следящем режиме или с памятью (блинкер), до сброса кнопкой «Сброс».

1.3.19.3. Для каждого из светодиодов можно задать, должен ли он мигать или светиться непрерывно.

1.3.19.4. Для каждого из светодиодов можно ввести задержку на срабатывание.

1.3.20. Регистратор событий.

Для регистрации в памяти устройства фактов обнаружения неисправностей с привязкой к астрономическому времени в устройстве реализован архив событий. При этом любой пуск защиты, приход дискретного сигнала, срабатывание выходного реле регистрируется в памяти событий с присвоением событию даты и времени момента обнаружения.

Считывание информации регистратора событий осуществляется с компьютера по каналу связи.

1.3.21. Аварийный осциллограф.

При срабатывании устройства на отключение по сигналам аварийного отключения в память записываются осциллограммы всех токов и напряжений, а также состояние дискретных входов устройства. Длительность записи зависит от времени наличия аварийных токов и составляет от 0,17 с при отключении от дискретных входов до 4 с при срабатывании от МТЗ с большой выдержкой времени.

Признаком начала записи является пуск МТЗ или появление команды на отключение от дискретного входа. Запись осциллограммы заканчивается при появлении входного сигнала РПО, либо через 1 секунду после выдачи команды на отключение выключателя, если сигнал РПО не пришел (выключатель не сработал). Доаварийный и послеаварийный режим записываются в течение 4 периодов сети (80 мс). При срабатывании от МТЗ со временем, превышающем 4 секунды, начало аварии не записывается в осциллограмму.

Период квантования сигналов – 1 мс (20 точек на период).

Максимальное количество записанных осциллограмм равно 7.

Считывание осциллограмм осуществляется с компьютера по каналу связи.

1.4. Состав изделия.

1.4.1. В устройство входят следующие основные узлы:

- модуль контроллера МК;
- модуль клавиатуры и индикации;
- модуль питания;
- два модуля оптронных входов;
- модуль выходных реле;
- модуль выходных реле и оптронных входов;
- модуль входных развязывающих трансформаторов тока;
- модуль входных развязывающих трансформаторов напряжения.

1.4.2. На передней панели устройства установлены:

- индикатор, содержащий две строки по 16 знакомест;
- кнопки клавиатуры для ввода и просмотра уставок и параметров срабатывания;
- кнопки управления выключателем;
- тумблеры оперативного управления режимами устройства;
- светодиоды, отображающие состояние выключателя и причины его отключения.

1.5. Устройство и работа изделия.

1.5.1. Основные принципы функционирования.

1.5.1.1. Устройство «Сириус-2-МЛ» 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 трансформатора тока в фазе В ток фазы В рассчитывается по формуле (1). При отсутствии измерительного трансформатора напряжения нулевой последовательности (ТННП) $3U_0$ рассчитывается по формуле (2).

1.5.1.2. Устройство периодически измеряет мгновенные значения токов и напряжений с помощью АЦП, подключая его вход к соответствующему каналу через встроенный аналоговый мультиплексор. 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.

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

1.5.1.3. Для сравнения с уставками вычисляется действующее значение первой гармоники каждого тока и находится максимальное значение из фазных токов.

1.5.1.4. Одновременно рассчитывается напряжение и ток обратной последовательности по формуле (7).

При обратном чередовании фаз при расчете тока и напряжения обратной последовательности токи и напряжения фаз В и С в формуле (7) меняются местами.

1.5.1.5. Значения модулей векторов вычисляются каждые 10 мс и сравниваются с уставками, введенными в устройство при настройке его на конкретное применение.

1.5.1.6. При пуске какой-либо ступени защиты происходит автоматическое уменьшение значения уставки на 5% для исключения дребезга и обеспечения коэффициента возврата порядка 0,95. При токе менее 2 А коэффициент возврата уменьшается до 0,92.

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

После выдержки заданного времени включенных защит происходит отключение выключателя с помощью силового реле «Откл.».

1.5.1.8. В момент срабатывания контактов реле происходит фиксация причины отключения линии (вид сработавшей защиты, внешнее отключение или команда), момента срабатывания защиты при помощи встроенных часов-календаря, а также времени, прошедшего с момента выявления условий срабатывания защиты до момента замыкания выходных контактов реле «Откл» $T_{ЗЩ}$ (по нему можно судить о реальном полном времени реакции защиты на аварию). Дополнительно, по сигналу отключения выключателя РПО, происходит фиксация общего времени существования аварийной ситуации $T_{ОТКЛ}$. Это позволяет определять время отключения высоковольтного выключателя.

1.5.1.9. 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.». Подробнее см. п. 2.5.5.4.33.

1.5.1.10. При условии выдачи команды на отключение линии и отсутствии снижения входного тока ниже уставки $I_{УРОВ}$ в течение заданного уставкой $T_{УРОВ}$ времени, срабатывает выходное реле «УРОВ» и выдает сигнал отключения вводного и секционного выключателя. 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. Длительность замкнутого состояния реле «УРОВ» – не менее 1 с.

1.5.2. Самодиагностика устройства.

1.5.2.1. При включении питания происходит полная проверка программно доступных узлов устройства, включая сам процессор, ПЗУ, ОЗУ, память уставок ЭНП, входные и выходные дискретные порты, а также АЦП. В случае обнаружения отказов, а также при отсутствии оперативного питания выдается сигнал нормально замкнутыми контактами реле «Отказ», и устройство блокируется.

1.5.2.2. В процессе работы процессор постоянно проводит самодиагностику и перепрограммирует так называемый сторожевой таймер, который, если его периодически не сбрасывать, вызывает аппаратный сброс процессора устройства и запускает всю программу с начала, включая полное начальное самотестирование. Таким образом, происходит постоянный контроль как отказов, так и случайных сбоев устройства с автоматическим перезапуском устройства.

1.5.2.3. В устройстве имеется режим «Контроль», позволяющий вывести на индикатор текущие значения фазных токов, фазных и линейных напряжений, тока и напряжения нулевой и обратной последовательностей, состояние входных дискретных сигналов, а также текущие дату и время. Это позволяет дополнительно, с участием оператора, проверить целостность входных цепей и правильность установки текущего времени. В режиме «Контроль» полностью сохраняются все функции защиты, поэтому никакого ввода пароля не требуется.

1.5.3. Структурная схема.

1.5.3.1. Токи и напряжения контролируемого присоединения поступают на входные измерительные трансформаторы, осуществляющие гальваническую развязку и согласование уровней сигналов. Далее они поступают на модуль МК, где предварительно фильтруются, а затем оцифровываются аналого-цифровым преобразователем АЦП. Цифровой сигнальный процессор производит цифровую обработку сигналов. Полученные данные передаются главному процессору в модуль МК.

1.5.3.2. Модуль главного процессора МК, кроме собственно 32-разрядного микропроцессора, содержит 512 кбайт ПЗУ, 512 кбайт сохраняемого ОЗУ, сторожевой таймер, часы-календарь, схему резервного питания памяти и календаря, энергонезависимую память уставок, интерфейс шины расширения. Главный процессор обслуживает два последовательных канала связи – RS232C и RS485 (или «токовая петля»). Там же расположен 14-разрядный АЦП с аналоговым мультиплексором и процессором цифровой обработки сигнала.

1.5.3.3. Модуль индикации и клавиатуры позволяет опрашивать состояние кнопок и тумблеров управления, выводить информацию на табло в буквенно-цифровом виде, а также управлять подсветкой ЖК индикатора.

1.5.3.4. Режимы работы устройства задаются с клавиатуры КЛ, содержащей 4 кнопки для диалога («Выход», «←», «→», «Ввод») и кнопку «Сброс» для сброса цепей сигнализации и управления. Обслуживание клавиатуры и ЖК индикатора осуществляет плата управления дисплеем и клавиатурой КИ. Дополнительно имеются две кнопки управления высоковольтным выключателем.

1.5.3.5. Модуль оптронных входов осуществляет гальваническую развязку входных сигналов от схемы устройства и рассчитан на номинальный уровень входных сигналов 220 В постоянного тока. Исполнение для напряжения управляющих сигналов 110 В постоянного тока должно оговариваться при заказе устройства.

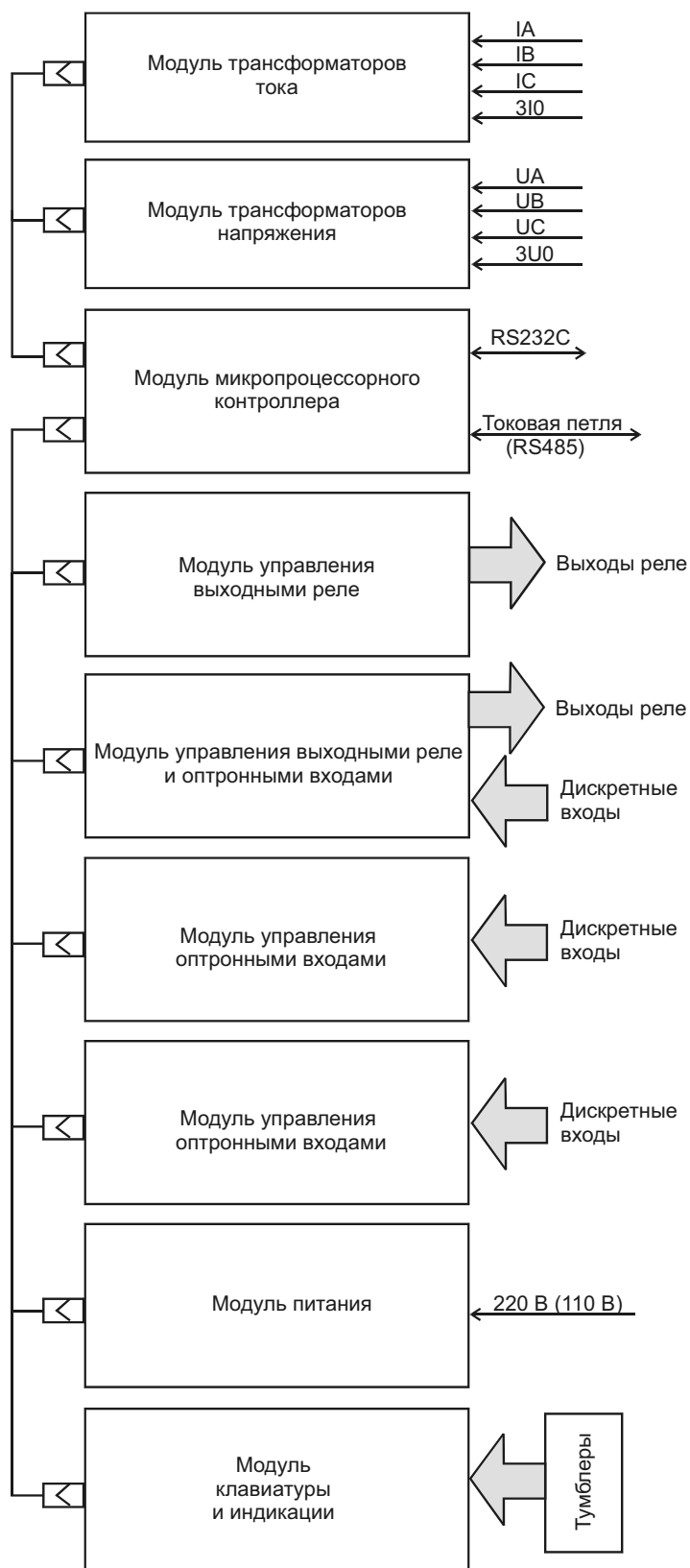


Рис.7. Структурная схема устройства «Сириус-2-МЛ»

1.5.3.6. Модуль выходных реле содержит сигнальные и силовые реле для управления подключенным оборудованием. Коммутирующие контакты реле выведены на внешние клеммы устройства.

1.5.3.7. Модуль питания обеспечивает все блоки устройства необходимыми напряжениями и выполнен по схеме с бестрансформаторным входом. Это позволяет осуществить питание устройства от источника напряжением 220 В как переменного, так и постоянного тока. Блок питания выдает следующие стабилизированные напряжения: +5; –7 В.

1.5.4. Описание входных и выходных сигналов устройства.

1.5.4.1. Клеммы « I_A », « I_B » и « I_C » предназначены для подключения вторичных обмоток измерительных трансформаторов тока линии. Обмотки обязательно должны быть правильно сфазированы. Клеммы начала обмоток помечены знаком «*». При отсутствии ИТТ в фазе В входные клеммы остаются свободными, а в уставках конфигурации задается «ТТ фазы В Откл». В таком случае значение тока в фазе В рассчитывается по формуле (1).

Для уменьшения погрешности измерения тока при насыщении первичных трансформаторов тока для фазных значений применен алгоритм восстановления синусоидальной формы сигнала.

1.5.4.2. Клеммы « U_A », « U_B » и « U_C » предназначены для подключения вторичных обмоток измерительных трансформаторов напряжения.

1.5.4.3. Клеммы « $3I_0$ » предназначены для подвода тока $3I_0$ линии для реализации защиты от замыканий на землю. Полярность подключения ТТНП к входным клеммам устройства важна только в том случае, когда используется направленная защита от замыканий на землю. Канал тока $3I_0$ откалиброван на вторичное значение тока, непосредственно подаваемого на входные клеммы устройства.

1.5.4.4. Клеммы « $3U_0$ » предназначены для подвода напряжения $3U_0$ для реализации защиты от замыканий на землю. При отсутствии ТННП (должна быть задана уставка «ТННП» = «ОТКЛ») напряжение $3U_0$ рассчитывается на основании трех фазных напряжений по формуле (2).

1.5.5. Описание реакции на входные дискретные сигналы.

1.5.5.1. Состояние входа «Вход РПО» служит для контроля состояния выключателя «Отключено», передачи состояния на выходное реле «РПО» (с учетом «защиты отдребезга контактов»), а также для индикации его на передней панели устройства.

1.5.5.2. Состояние входа «Вход РПВ» служит для контроля состояния выключателя «Включено», повторения состояния на выходное реле «РПВ», а также для индикации его на передней панели устройства.

Одновременно должен быть активным только один из этих двух сигналов. Одновременное активное или пассивное состояние сигналов в течение более чем 10 с воспринимается как обрыв катушек включения/отключения выключателя и диагностируется надписью на индикаторе «Неиспр. КВ/КО». При этом срабатывает реле «Сигнализация» и включается светодиод «Внешняя неисправность».

1.5.5.3. Входы «АЧР» и «ЧАПВ» предназначены для отключения и включения присоединения от внешнего, как правило, централизованного устройства АЧР.

1.5.5.4. Вход «Разрешение ЗМН» предназначен для разрешения работы ЗМН, например, от контактов автомата ТН.

1.5.5.5. Вход «Дуговая защита» используется для безусловного выключения выключателя при срабатывании датчика дуги, установленного в ячейке. Возможен контроль дуговой защиты по току и по напряжению. Вход «Блокировка дуговой защиты» предназначен для контроля по току от защиты ввода.

1.5.5.6. Входы «Внешнее отключение 1» и «Внешнее отключение 2» являются входами безусловного отключения выключателя. При срабатывании защиты по данным входам может быть реализована или не реализована функция УРОВ. Аналогично может быть задан режим блокировки функции АПВ при срабатывании, а также функция блокировки. Данные свойства входов программируются независимо друг от друга с помощью уставок.

1.5.5.7. Вход «Автомат ШП» предназначен для сигнализации пропадания напряжения на шинах питания ШП присоединения с помощью контроля состояния автоматического выключателя АвШП. По этому сигналу фиксируется неисправность «Автомат ШП». При этом срабатывает реле «Сигнализация» и включается светодиод «Внешняя неисправность». Дополнительно при наличии этого сигнала блокируется включение выключателя.

1.5.5.8. Входы «Вкл. от ключа» и «Откл. от ключа» предназначены для дистанционного включения и отключения выключателя ключом управления.

1.5.5.9. Входы «Вкл. по ТУ» и «Откл. по ТУ» предназначены для дистанционного включения и отключения выключателя по телеуправлению при использовании систем телемеханики.

Имеется особенность работы по входу «Вкл. от ТУ», а также команды «включение по линии связи». При заданной уставке «Квитирование – Откл» этими сигналами можно включать выключатель присоединения без операции «квитирования». Такая функция необходима при работе с некоторыми системами телемеханики или SCADA системами. При задании уставки «Квитирование – Вкл» перед данными командами необходимо сначала «сквитировать» аварийное отключение, дав ручное подтверждение отключения, а лишь затем включать выключатель. Для входа «Вкл. от ключа» «квитирование» обязательно всегда, так же как и для кнопок на передней панели устройства в ручном режиме управления.

1.5.5.10. Вход «Сброс сигнализации» может использоваться для дистанционного сброса всех реле и светодиодов сигнализации устройства, например, от внешней кнопки или по телеуправлению.

1.5.5.11. Входы «Внешний сигнал 1» и «Внешний сигнал 2» позволяют подключать до двух дополнительных сигналов для воздействия на общеподстанционную систему сигнализации через устройство «Сириус-2-МЛ». Такие сигналы могут формировать датчики открытия дверей, датчики температуры, другие контактные датчики, требующие срабатывания предупредительной сигнализации.

1.5.5.12. Вход «Деблокировка» предназначен для вывода устройства из состояния «Блокировка» после срабатывания определенных видов защит. После деблокирования устройство защиты позволяет включить выключатель от кнопок или других входов управления, но обязательно при условии «квитирования» – дополнительного командного отключения выключателя. При необходимости можно дополнительно защититься от подачи ложного сигнала на вход «Деблокировка», включив последовательно с ним нормально разомкнутый контакт переключателя, например, «Местный/Дистанционный».

1.5.5.13. Вход «Блокировка ОНМ» предназначен для блокировки направленных ступеней МТЗ или для перевода их в ненаправленный режим в зависимости от значения уставки «Вход блокировки ОНМ».

1.5.5.14. Вход «Блокировка АПВ» предназначен для блокировки АПВ. Вход может работать в следящем режиме или с фиксацией в зависимости от значения уставки «Фиксация блокировки» в группе уставок «АПВ».

1.5.5.15. Вход «Вход УРОВ» предназначен для отключения выключателя присоединения при отказе нижестоящего выключателя.

1.5.5.16. Вход «Сигнал газовой защиты» предназначен для сигнализации неисправности уже при первых признаках выделения газа, если устройство применяется для защиты трансформатора, например, собственных нужд. Входной сигнал «Газовая защита» осуществляет немедленное отключение выключателя. В случае применения устройства для защиты линий данный вход может использоваться как вход безусловного отключения выключателя. Действие АПВ при этом блокируется.

Отключение тумблера оперативного управления «Газовая защита» переводит действие сигнала, поступающего на контакты «Газовая защита», с отключения выключателя линии на сигнализацию, при этом его действие будет аналогично входу «Сигнал газовой защиты».

1.5.5.17. Вход «Блокировка защиты от ОЗЗ» предназначен для блокировки работы защиты от ОЗЗ.

1.5.6. Описание действия тумблеров оперативного управления.

1.5.6.1. Тумблер «УРОВ» позволяет оперативно отключать действие защиты по выходам «УРОВ» на выключатели ввода и секции.

1.5.6.2. Тумблер «АЧР» позволяет при необходимости вывести фидер из-под действия АЧР.

1.5.6.3. Тумблер «АПВ» позволяет оперативно выводить из действия АПВ.

1.5.6.4. Тумблер «Газовая защита» позволяет оперативно переводить действие газовой защиты на сигнал.

1.5.6.5. В положении тумблера «РУ/ДУ» – «Ручное управление» разрешено включение и отключение выключателя кнопками управления на передней панели устройства. Дистанционное включение и отключение линии по входам «Вкл. от ключа», «Вкл. по ТУ», «Откл. от ключа», «Откл. по ТУ» и линии связи запрещено. Тумблер предназначен для удобства проведения наладочных работ. При эксплуатации его нормальное положение – «Дистанционное управление». В положении тумблера «Дистанционное управление» разрешено включение и отключение выключателя по линии связи и по входам телеуправления. Управление от обеих кнопок управления на панели устройства при этом полностью заблокировано.

1.5.6.6. Состояние тумблеров оперативного управления, размещенных на передней панели устройства, фиксируется в памяти аварий в момент выдачи команды на отключение. Это позволяет в необходимых случаях выявить ошибки дежурного персонала при коммутации тумблеров.

1.6. Конструкция изделия.

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

1.6.2. В блоке расположены модули с установленными на них печатными платами и другими элементами. Модули объединены между собой ленточным кабелем. Все интерфейсные сигналы модулей 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.

1.6.3. На передней панели также закреплена печатная плата с кнопками и светодиодами, аналогично соединяющаяся с другими модулями, а также ЖК индикатор и тумблеры оперативного управления. На этой панели также размещен разъем «RS232C» для подключения компьютера при наладочных работах.

1.7. Устройство и работа составных частей.

1.7.1. Структурная схема устройства приведена на рис.7.

1.7.2. Модули входных трансформаторов тока и напряжения.

1.7.2.1. Модуль трансформаторов тока содержит три одинаковых трансформатора тока по каждой фазе и трансформатор тока нулевой последовательности. При отсутствии измерительного трансформатора тока в фазе В на присоединении соответствующие входные клеммы устройства оставляют свободными, а уставку «ТТ фазы В» задают «Откл».

1.7.2.2. Модуль трансформаторов напряжения содержит три одинаковых трансформатора напряжения по каждой фазе, соединенные звездой.

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

1.7.2.4. Запрещается подключать к входу для подключения тока $3I_0$ общий провод фазных трансформаторов тока, так как этот вход не рассчитан на протекание токов междуфазных замыканий, имеет повышенное входное сопротивление и может быть поврежден.

1.7.3. Модуль контроллера МК.

1.7.3.1. Модуль контроллера МК 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 В при ее отсутствии;
- расчет действующих значений первой гармонической составляющей входных сигналов;
- расчет действующего значения тока и напряжения обратной последовательности;
- расчет напряжения нулевой последовательности $3U_0$ при отсутствии ТННП;
- 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 логической схемы устройства;
- индикация состояния устройства на светодиодах;
- опрос управляющих кнопок;
- обслуживание каналов связи;
- вывод информации на дисплей;
- постоянная самодиагностика модуля.

1.7.4. Модули оптронного ввода обеспечивают:

- гальваническую развязку входных дискретных сигналов от электронной схемы устройства;
- высокую помехоустойчивость функционирования за счет высокого порога срабатывания оптоэлектронного преобразователя не ниже 0,55 от $U_{ном}$.

1.7.5. Устройство комплектуется модулями входных дискретных сигналов одной из двух модификаций – на напряжение 220 В постоянного тока или на напряжение 110 В постоянного тока. Требуемую модификацию следует оговаривать при заказе устройства.

При питании устройства от переменного или выпрямленного тока в любом случае оптронные цепи должны быть запитаны только постоянным напряжением. Для выпрямленного тока необходимо сглаживание напряжения с помощью электролитического конденсатора.

1.7.6. Модуль выходных реле.

1.7.6.1. Выходные реле, примененные в устройстве, обеспечивают гальваническую развязку электронной схемы устройства с коммутируемыми цепями и обладают высокой коммутирующей способностью. Каждое реле имеет две перекидных пары контактов, но не все они выведены на выходные клеммы. В схеме предусмотрена блокировка от случайных срабатываний выходных реле при сбоях процессора.

1.7.6.2. Выходное реле отключения выключателя продублировано двумя независимыми цепями (выход регистра – транзисторный ключ – силовое реле) для повышения надежности срабатывания при отключении аварии. Контактные НР группы выходных реле «Откл. 1» и «Откл. 2» рекомендуется включать параллельно.

1.7.6.3. Напряжение питания управляющих обмоток выходных реле составляет 12 В постоянного тока.

1.7.7. Модуль питания.

1.7.7.1. Модуль питания преобразует первичное напряжение оперативного питания (переменное, постоянное или выпрямленное) во вторичные выходные стабилизированные напряжения постоянного тока +5, –7 В.

1.7.7.2. Устройство комплектуется модулем питания одной из двух модификаций – на напряжение 220 В постоянного или переменного тока или на напряжение 110 В постоянного тока. Требуемую модификацию следует оговаривать при заказе устройства.

1.8. Линия связи.

1.8.1. Устройство оснащено двумя интерфейсами линии связи с компьютером – RS232C на передней панели устройства и «Токовая петля» или RS485 – на задней (X3).

Разъем RS232C на передней панели предназначен, в основном, для проведения пусконаладочных работ и позволяет соединяться с компьютером при открытой защитной крышке устройства по принципу «точка – точка». Схема соединительного кабеля приведена в

Приложении на рис.19. Гальванической развязки от схемы устройства данный интерфейс не имеет.

1.8.2. Разъем-клеммник Х3 на задней панели прибора предназначен для постоянного подключения устройства в локальную сеть связи для решения задач АСУ. На этом интерфейсе реализуется многоточечное подключение, то есть к одному компьютеру можно одновременно подключать несколько устройств с аналогичным каналом параллельно (шинная архитектура). Этот интерфейс всегда имеет полную гальваническую развязку от схемы устройства.

1.8.3. Устройство может поставляться в двух вариантах исполнения интерфейса второй линии связи ХЗ – «Токовая петля» либо RS485.

1.8.4. При варианте исполнения «Токовая петля» данный интерфейс можно подключать к компьютеру через специальное устройство сопряжения УС, выпускаемое фирмой «Радиус Автоматики».

1.8.5. При варианте исполнения RS485 данный интерфейс можно подключать к любым стандартным преобразователям или портам компьютера с аналогичным интерфейсом.

1.8.6. Оба интерфейса со стороны терминала программно полностью идентичны и имеют возможность настройки на два вида программных протоколов с помощью уставок.

1.8.7. Устройство поддерживает два вида протоколов связи – «Старт» и Modbus. Протокол «Старт» является специфическим и поддерживается программным обеспечением «Старт», поставляемым фирмой «Радиус Автоматики». Протокол Modbus является стандартным и поддерживается многими разработчиками и поставщиками программного обеспечения. Выбор протокола связи осуществляется уставками для каждого интерфейса независимо.

1.8.8. При задании типа 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.

1.8.9. При выборе протокола «Старт» достаточно задать только скорость обмена данными из стандартного ряда.

1.8.10. Оба интерфейса связи позволяют выполнять все доступные операции по линии связи, могут работать одновременно, в том числе на разных скоростях передачи.

1.8.11. Линию связи с интерфейсом RS485 рекомендуется согласовывать на концах, подключая встроенные согласующие резисторы на крайних устройствах. Подключение осуществляется с помощью замыкания контактов 3 и 4 клеммника Х3.

1.8.12. Монтаж линии связи с интерфейсом RS485 рекомендуется производить с помощью витой экранированной пары, соблюдая полярность подключения проводов.

1.8.13. Монтаж линии связи с интерфейсом «Токовая петля» рекомендуется производить с помощью двух витых пар, соединяя по одному из проводов каждой из них между собой (должны быть замкнуты между собой контакты 2 и 4 клеммника Х3). Экранировка при этом желательна, но не обязательна.

2. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

2.1. Общие указания.

2.1.1. В настоящей инструкции излагаются требования, предъявляемые к устройству при его эксплуатации, техническом обслуживании, транспортировании и хранении.

2.1.2. При эксплуатации устройства, кроме требований данной инструкции, необходимо соблюдать общие требования, устанавливаемые инструкциями и правилами эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики энергосистем.

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

2.2. Указания мер безопасности.

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

2.2.2. К эксплуатации допускаются лица, изучившие настоящее техническое описание, инструкцию по эксплуатации и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций.

2.2.3. 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 .

2.3. Порядок установки.

2.3.1. Внешний вид устройства «Сириус-2-МЛ» приведен на рис.11–14. Механическая установка устройства на панель может производиться с помощью 4-х винтов согласно разметке, приведенной на рис.15.

2.3.2. Электрическая схема подключения приведена на рис.16 и 17. Чередование фазных токов обязательно проверяется после построения векторной диаграммы нагрузочного режима, полученной в режиме «Контроль», а также по значению тока I_2 и напряжения U_2 . Напряжения и токи должны подводиться с прямым чередованием фаз. В тех энергосистемах, где принято обратное чередование фаз, токи подводятся согласно маркировке на устройстве, но активизируется уставка конфигурации «Обратное чередование фаз».

Оперативное питание $\approx 220 \text{ В}$ или $\approx 220 \text{ В}$ подключается к контактам « $\approx 220 \text{ В}$ ». Полярность подключения питания произвольная.

2.3.3. Внешние электрические цепи подключаются при помощи клеммных колодок.

2.3.3.1. Измерительные токовые цепи подключаются к клеммной колодке X1. Клеммная колодка позволяет зажимать одножильный или многожильный провод сечением от $0,33$ до $3,3 \text{ мм}^2$. В случае использования проводов большего сечения необходимо применять Y-образные наконечники.

2.3.3.2. Измерительные цепи напряжений, входные и выходные электрические цепи, цепи оперативного питания и линии связи подключаются к разъемным клеммным колодкам X2-X9. 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 $3,3 \text{ мм}^2$.

2.3.4. Выходные релейные контакты сигнализации устройства, замыкающиеся при неисправности внешних цепей управления или аварийном отключении линии (клеммы «Отказ», «Сигнализация» и «Аварийное отключение»), подключаются к центральной сигнализации подстанции.

2.4. Подготовка к работе.

2.4.1. В устройстве предусмотрена подстройка контрастности индикатора. Если информация на индикаторе отображается нечетко, то необходимо отрегулировать контрастность индикатора по методике п.2.5.2.

2.4.2. Перед вводом в эксплуатацию устанавливаются (проверяются) значения уставок согласно диалогу, приведенному в табл.9.

Настройка (проверка) уставок выполняется по методике п.2.6.3.

Настройка конфигурации защиты осуществляется с клавиатуры устройства или по линии связи и позволяет ввести или вывести из работы следующие функции, а также задать их числовые значения:

- первая ступень МТЗ (токовая отсечка);
- вторая ступень МТЗ;
- третья ступень МТЗ;
- четвертая ступень МТЗ (перегрузка);
- общие уставки МТЗ;
- защита от обрыва фаз по I_2 ;
- защита от однофазного замыкания на землю;
- защита минимального напряжения;
- защита от повышения напряжения;
- уставки дуговой защиты;
- уставки внешнего отключения;
- уставки внешней сигнализации;
- уставки АПВ;
- уставки ЧАПВ;
- уставки УРОВ;
- уставки дополнительных реле;
- уставки дополнительных светодиодов;
- параметры выключателя;
- общие уставки.

Наличие или отсутствие перечисленных функций задается в режиме задания уставок по принципу ввода «Вкл/Откл» с помощью клавиатуры с диалогом на русском языке.

Изменение любых значений уставок, кроме текущих времени и даты, разрешается только при правильно введенном пароле. В качестве пароля используется заводской номер изделия.

В устройстве имеется специальный буфер памяти для редактирования уставок, позволяющий сохранять введенные изменения при случайных перерывах в работе.

Уставки меняются в устройстве сразу все единым блоком, что позволяет при необходимости производить их коррекцию даже при включенной линии. Замена блока уставок происходит при выходе из режима их редактирования с предварительной выдачей на индикатор соответствующего предупреждения.

Числовые значения данных параметров вводятся с клавиатуры с диалогом на русском языке. Значение пароля сбрасывается в 0 при выходе на верхний уровень диалога.

Уставки не зависят от наличия питающего напряжения и сохраняются в течение всего срока службы изделия (кроме текущего времени и даты).

Уставки можно просматривать в любом состоянии выключателя, но изменение их значений разрешено (кроме даты и времени) только при правильно введенном пароле.

2.4.3. После подключения всех цепей и при наличии достаточной нагрузки на контролируемом присоединении (ориентировочно более 0,1 от $I_{НОМ}$) необходимо проверить правильность включения устройства путем снятия параметров нагрузки в режиме «Контроль» или путем ручного отключения.

Для определения значений фазных токов надо с помощью кнопок «←» и «→» выбрать режим «Контроль», войти в него нажатием кнопки «Ввод» и, с помощью кнопок «←» или

«→», выбрать нужный параметр. Единицы измерения и параметр отображаются на табло устройства.

Снятие векторной диаграммы осуществляется в режиме «Контроль» при надписи на табло «Векторная диаграмма» кнопкой «Ввод». При нажатии кнопки снимается векторная диаграмма токов и тут же отображается на ЖК 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 . Отставание от вектора U_A индицируется знаком «-».

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

2.5. Порядок работы.

2.5.1. В режиме слежения на работающем устройстве на индикаторе высвечивается ток нагрузки и текущее время, говорящие о режиме слежения за линией. В нормальном режиме должны быть погашены все сигнальные светодиоды, кроме индикаторов «Питание» и состояния выключателя «Вкл.» или «Откл.».

При пуске устройства загорается светодиод «Пуск защиты» на время выдержки запустившейся защиты, после чего производится отключение присоединения, а на индикаторе выводится информация о виде повреждения и причине отключения линии. Срабатывают также соответствующие сигнальные реле и светодиоды. Если сигнал перегрузки снялся раньше выдержки времени пустившейся защиты, то светодиод «Пуск защиты» погаснет и устройство вернется в исходный режим без отключения выключателя и какой-либо сигнализации. В архиве событий появятся записи о пуске ступени МТЗ с временем и датой начала и окончания этого события.

2.5.2. В устройстве предусмотрена подстройка контрастности индикатора. Для входа в режим регулировки контрастности необходимо выйти на верхний уровень диалога и одновременно нажать кнопки «←» и «→». На верхней строке индикатора появится надпись «Контрастность», а на нижней будет выведена шкала контрастности. Регулировка осуществляется кнопками «←» и «→», подтверждение выбора – кнопкой «Ввод».

2.5.3. Устройство имеет два режима считывания информации:

1. Первое считывание информации о новом аварийном отключении.
2. Считывание любой информации о любом ранее записанном отключении, включая последнее.

Отличия этих режимов заключаются в том, что в первом случае при нажатии любой кнопки на экран выводится дата и время последней аварии и кнопками «←» и «→» сразу можно просматривать параметры отключения, тогда как во втором случае надо пройти по всему диалогу и выбрать номер нужной аварии.

Нажатие кнопки «Сброс» вызывает отключение сигнализации срабатывания устройства и погашение сигнальных светодиодов. При аварийном отключении перед включением линии и сбросом сигнализации необходимо сначала произвести «квитирование» кнопкой «Откл.» или ключом отключения линии.

При считывании результатов аварийного режима по кнопке «→» на индикатор последовательно выводятся следующие параметры:

- причина отключения линии, а также дата и время возникновения аварии. В случае отключения линии от МТЗ дополнительно высвечивается вид и расстояние до места повреждения;
- максимальный фазный ток в момент аварии и длительность срабатывания защиты (от момента запуска до момента срабатывания контактов реле «Откл.»);
- общее время отключения выключателя (от момента запуска до момента срабатывания контактов РПО). В случае выдачи выходного сигнала УРОВ на индикатор вместо времени отключения выдается надпись «Работа УРОВ»;
- значения фазных токов, фазных и линейных напряжений;

- значения токов и напряжений обратной и нулевой последовательности;
- причина включения линии, предшествующая данному отключению, а также дата и время предвключения;
- состояние тумблеров оперативного управления на момент отключения;
- модули и фазовые углы векторов всех токов относительно вектора U_A .

При нажатии кнопки «←» считывание происходит в обратном порядке. Для вывода устройства в исходный режим необходимо нажимать кнопку «Выход» до вывода на индикатор тока нагрузки и текущего времени. Можно также нажать кнопку «Сброс». Если этого не сделать, то переход в исходный режим произойдет автоматически через 5 минут после последнего нажатия любой кнопки.

Нажатие кнопки «Сброс» вызывает сброс светодиодов индикации, подсветки индикатора, а также отключение сигнальных реле.

2.5.4. Структура диалога приведена в табл.9.

Таблица 9

Уровень 1	Уровень 2	Уровень 3	Уровень 4	Диапазон регулирования уставок или вывода значений параметров
Параметры отключения	Откл. 1 (последнее) Дата и время	Вид КЗ, причина отключения, дата, время		
		I_{MAX} вторичн., А первичный, кА		
		$T_{ЗАЩИТЫ}$, с $T_{ОТКЛЮЧЕНИЯ}$, с		Время откл./Работа УРОВ
		I , кА А: В: С:		Первичные значения
		U , кВ А: В: С:		Первичные значения
		U , кВ АВ: ВС: СА:		Первичные значения
		$3U_0$, кВ $3I_0$, А		Первичное значение Вторичное значение
		$3I_{0\text{ ГАРМ}}$, А		Вторичное значение
		U_2 , кВ I_2 , кА		Первичные значения
		Причина, дата, время предвключения		
		Состояние тумблеров оперативного управления		«УРОВ», «АПВ», «АЧР»
		Состояние тумблеров оперативного управления		«Ручн./Дист.», «Газ. защ.»
		Векторная диаграмма	U_A , В, градус I_A , А, градус	Относительно U_A : «+» – опережает «-» – отстает
			U_B , В, градус I_B , А, градус	
			U_C , В, градус	

		I_C , А, градус	
		$3U_0$, В, градус	
		$3I_0$, А, градус	
	Откл. 2		
	Откл. 3		
	Откл. 4		
	Откл. 5		
	Откл. 6		
	Откл. 7		
	Откл. 8		
	Откл. 9 (самое старое)		
Контроль	Текущее время Текущая дата		чч:мм:сс ДД.ММ.ГГ
	Причина включения Дата, время включения или Линия отключена		Команда или вид защиты ДД.ММ чч:мм:сс
	U_A , вторич. / первичн. I_A , вторич. / первичн.	Сведения об изделии, зав. № и версии ПО	0–150,0 В / 0–50,0 кВ 0–200,00 А / 0–16,00 кА
		Дата и время последнего изменения уставок	
	U_B , вторич. / первичн. I_B , вторич. / первичн.		0–150,0 В / 0–50,0 кВ 0–200,00 А / 0–16,00 кА
	U_C , вторич. / первичн. I_C , вторич. / первичн.		0–150,0 В / 0–50,0 кВ 0–200,00 А / 0–16,00 кА
	U , кВ АВ: ВС: СА:		0–150,0 В / 0–50,0 кВ
	$3U_0$, вторич. / первичн. $3I_0$, вторичн.		0–450,0 В / 0–150,0 кВ 0–2,500 А
	$3I_{0\text{ ВГ}}$, вторичн. $3I_{0\text{ ЗГ}} \ 3I_{0\text{ ЗГ}} \ 3I_{0\text{ ЗГ}}$		0–0,500 А
	U_2 , вторич. / первичн. I_2 , вторич. / первичн.		0–150,0 В / 0–50,0 кВ 0–200,00 А / 0–16,00 кА
	Р, кВт Q, кВАР		Первичные значения
	Потребленная активная энергия $+Ea$		+XXXXXXXXX кВт·ч с ЧЧ.ММ.ГГ
	Отданная активная энергия $-Ea$		-XXXXXXXXX кВт·ч с ЧЧ.ММ.ГГ
	Потребленная реактивная энергия $+Er$		+XXXXXXXXX кВАР·ч с ЧЧ.ММ.ГГ
	Отданная реактивная энергия $-Er$		-XXXXXXXXX кВАР·ч с ЧЧ.ММ.ГГ
	Вход1: Вход2:		0000 1000 1–активн. 1011 1010
	Вход3: Вход4:		0000 0000 1–активн. 1011 1010
	Вход5: Тумблеры:		0000 0000 1–активн. 0 1011
	Тест светодиодов	Все светодиоды мигают	

	Векторная диаграмма	U_A , В, градус I_A , А, градус	Снимается в момент нажатия кнопки «Ввод»
		U_B , В, градус I_B , А, градус	
		U_C , В, градус I_C , А, градус	
		$3U_0$, В, градус $3I_0$, А, градус	
Уставки	Уставки МТЗ-1	Функция	Откл / Вкл
		I , А	2,00–200,00
		T , с	0,00–10,00
		Направленность	Откл / Вкл
		Ускорение	Откл / Вкл
		ВМ блокировка	Откл / Вкл
		АПВ	Откл / Вкл
		Блокировка при срабат.	Откл / Вкл
	Уставки МТЗ-2	Функция	Откл / Вкл
		I , А	1,00–200,00
		T , с	0,10–20,00
		Направленность	Откл / Вкл
		Ускорение	Откл / Вкл
		ВМ блокировка	Откл / Вкл
		Защита от асинхронного хода	Откл / Вкл
		$T_{\text{ПАУЗЫ АСИНХР.ХОДА}}$, с	0,10–5,00
		АПВ	Откл / Вкл
		Блокировка при срабат.	Откл / Вкл
	Уставки МТЗ-3	Функция	Откл / Вкл
		Действие	Сигнал / Защита
		I , А	0,40–100,00
		T , с	0,20–99,99
		Характеристика	Незав / Норм / Сильн / Чрезв / РТ-80 / РТВ-1
		Направленность	Откл / Вкл
		Ускорение	Откл / Вкл
		ВМ блокировка	Откл / Вкл
		АПВ	Откл / Вкл
		Блокировка при срабат.	Откл / Вкл
	Уставки МТЗ-4	Функция	Откл / Вкл
		Действие	Сигнал / Защита
		I , А	0,40–20,00
		$T_{\text{ОТКЛ}}$, минут	1–99
		$T_{\text{СИГНАЛ}}$, с	0,20–99,99
		Блокировка при срабат.	Откл / Вкл
	Уставки МТЗ общие	$\varphi_{\text{МАКС. ЧУВСТВ.}}$, °	–180°—+180° с шагом 15°
		$\varphi_{\text{СЕКТОРА}}$, °	±15—165 с шагом 15°

	$T_{\text{УСКОРЕНИЯ}}, \text{с}$	0,00–2,00
	$U_{\text{ВМБЛОК}}, \text{В}$	5,0–99,9
	Действие входа блокировки ОНМ	Направленность / Ступень
	Вывод при неисправности ТН	МТЗ / ОНМ
Уставки ЗОФ	Функция	Откл / Вкл
	Действие	Сигнал / Защита
	$I, \text{А}$	0,20–20,00
	$T, \text{с}$	0,20–99,99
	АПВ	Откл / Вкл
	Блокировка при срабат.	Откл / Вкл
Уставки ОЗЗ	Функция	Откл / Вкл
	Действие	Сигнал / Защита
	$3U_0$	Откл / Вкл
	$3I_0$	Откл / Независимая / Зависимая
	Направл. $3I_0$	Откл / Вкл
	$3I_0 \text{ ВЫСШ. ГАРМОНИК}$	Откл / Независимая / Зависимая
	$3U_0, \text{В}$	0,5–99,9
	$3I_0, \text{А}$	0,010–2,500
	$3I_0 \text{ ВЫСШ. ГАРМОНИК}, \text{А}$	0,005–0,500
	$T, \text{с}$	0,05–99,99
	$\varphi_{\text{МАКС. ЧУВСТВ.}}, ^\circ$	–180°—+180° с шагом 15°
	$\varphi_{\text{СЕКТОРА}}, ^\circ$	±15—165 с шагом 15°
	АПВ	Откл / Вкл
	Блокировка при срабат.	Откл / Вкл
Уставки ЗМН	Функция	Откл / Вкл
	Действие	Сигнал / Защита
	$U_{\text{ЗМН}}, \text{В}$	5,0–99,9
	$T, \text{с}$	0,20–99,99
	Блокировка при срабат.	Откл / Вкл
Уставки ЗПН	Функция	Откл / Вкл
	Действие	Сигнал / Защита
	$U_{\text{ЗПН}}, \text{В}$	60,0–120,0
	$U_{\text{АПВ}}, \text{В}$	60,0–120,0
	$T, \text{с}$	0,20–99,99
	АПВ	Откл / Вкл
	Блокировка при срабат.	Откл / Вкл
Уставки дуговой защиты	Контроль по I	Откл / Вкл
	Контроль по U	Откл / Вкл
	Блокировка при срабат.	Откл / Вкл
Уставки внешнего отключения 1	УРОВ при срабат. ВО 1	Откл / Вкл
	АПВ	Откл / Вкл

	Блокировка при срабат.	Откл / Вкл
	Имя	12 символов
Уставки внешнего отключения 2	УРОВ при срабат. ВО 2	Откл / Вкл
	АПВ	Откл / Вкл
	Блокировка при срабат.	Откл / Вкл
	Имя	12 символов
Уставки внешней сигнализации 1	T, с	0,05–99,99
	Имя	12 символов
Уставки внешней сигнализации 2	T, с	0,05–99,99
	Имя	12 символов
Уставки АПВ	Функция	Откл / 1 крат / 2 крат
	$T_{АПВ1}$, с	0,20–20,00
	$T_{АПВ2}$, с	0,20–99,99
	Фиксация блокир. АПВ	Откл / Вкл
	АПВ при несанкционированном отключении	Разрешено / Блокировано
Уставки ЧАПВ	Функция	Внутр. / Внешн.
	$T_{ЧАПВ}$, с	0,20–99,99
Уставки УРОВ	Функция	Откл / Вкл
	T, с	0,00–10,00
	I, А	0,20–10,00
Уставки реле 1	Точка	см. табл.10
	T, с	0,00–99,99
	Режим работы	Без фиксации / С фиксацией / Импульс
Уставки реле 2	Точка	см. табл.10
	T, с	0,00–99,99
	Режим работы	Без фиксации / С фиксацией / Импульс
Уставки светодиода «сигнал 1»	Точка	см. табл.10
	T, с	0,00–99,99
	Фиксация	Откл / Вкл
	Мигание	Откл / Вкл
Уставки светодиода «сигнал 2»	Точка	см. табл.10
	T, с	0,00–99,99
	Фиксация	Откл / Вкл
	Мигание	Откл / Вкл
Уставки выключателя	$T_{ВКЛЮЧЕНИЯ}$, с	0,00–2,00
	Ограничение Вкл.	Откл / Вкл
	Ограничение Откл.	Откл / Вкл

		$T_{\text{МАКС. ВКЛ}}, \text{с}$	0,10–9,99
		$T_{\text{МАКС. ОТКЛ}}, \text{с}$	0,10–9,99
	Уставки линии связи RS485 / ТП	Протокол	Старт / Modbus
		Скорость обмена, бод	300 / 600 / 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200
		Modbus: № устройства	1–247
		Modbus: контроль четности	нет / чет / нечет
		Modbus: кол-во стоп-бит	1 / 2
	Уставки линии связи RS232C	Протокол	Старт / Modbus
		Скорость обмена, бод	300 / 600 / 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200
		Modbus: № устройства	1–247
		Modbus: контроль четности	нет / чет / нечет
		Modbus: кол-во стоп-бит	1 / 2
	Уставки общие	Пароль	4 цифры
		$U_{\text{НОМ}}, \text{кВ}$	6–35
		$I_{\text{НОМ}}, \text{А}$	20–4000
		$R_{\text{ЛУД}}, \text{Ом/км}$	0,10–2,00
		$X_{\text{ЛУД}}, \text{Ом/км}$	0,10–2,00
		Блокировка	Откл / Вкл
		Блокировка от газовой защиты	Откл / Вкл
		Блокировка от АЧР	Откл / Вкл
		Режим сигнализации	Непрерывно / 1 с / 2 с / 3 с / 5 с / 10 с / 20 с
		Квитирование (для ТУ)	Откл / Вкл
		Чередование фаз	Прямое / Обратное
		ТННП	Откл / Вкл
		ТТ фазы В	Откл / Вкл
		Контроль ТН	Откл / Вкл
		Цвет светодиодов «ВКЛ» и «ОТКЛ»	Красный и зеленый / Зеленый и красный
		Подсветка в дежурном режиме	Откл / Вкл
		Текущая дата	ДД.ММ.ГГ
		Текущее время	чч:мм

1. Нажатие кнопки «Ввод» приводит к переходу на нижестоящий уровень диалога или выбор индицируемого действия или параметра.

2. Циклический перебор параметров в пределах одной группы осуществляется кнопками «←» и «→».

3. Выход на вышестоящий уровень диалога осуществляется кнопкой «Выход».

Возможные точки подключения дополнительных выходных реле и сигнальных светодиодов к внутренней функциональной логической схеме устройства «Сириус-2-МЛ»

Таблица 10

Точка подключения на функциональной логической схеме	Отображаемая надпись на индикаторе
Не подключено	Не подключ.
Срабатывание МТЗ-1	МТЗ-1
Срабатывание МТЗ-2	МТЗ-2
Срабатывание МТЗ-3	МТЗ-3
Срабатывание МТЗ-4	МТЗ-4
Пуск МТЗ-1	Пуск МТЗ-1
Пуск МТЗ-2	Пуск МТЗ-2
Пуск МТЗ-3	Пуск МТЗ-3
Пуск МТЗ-4	Пуск МТЗ-4
Срабатывание ЗОФ (обрыв фазы)	ЗОФ
Срабатывание защиты от ОЗЗ	ОЗЗ
Срабатывание дуговой защиты	Дуг.защита
Срабатывание газовой защиты	Газ.защита
Сигнал на отключение выключателя	Откл.
Сигнал на включение выключателя	Вкл.
УРОВ (сигнал отказа своего выключателя)	УРОВ
Срабатывание любых токовых защит, работающих на отключение, включая ЗОФ и защиту от ОЗЗ	Ток.защита
Пуск МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3	Пуск МТЗ
РФК (реле фиксации команды «Включить»)	РФК
Автомат ШП (отключение автомата шин питания)	Авт.ШП
Вход внешней сигнализации 1	Вх.сигн.1
Вход внешней сигнализации 2	Вх.сигн.2
Срабатывание от входа внешнего отключения 1	Вн.откл.1
Срабатывание от входа внешнего отключения 2	Вн.откл.2
Отключение по входу АЧР	АЧР
Срабатывание ЧАПВ	ЧАПВ
Состояние входа РПО (параллельно реле «РПО»)	РПО
Состояние входа РПВ (параллельно реле «РПВ»)	РПВ
Постановка устройства на блокировку	Блокировка
Срабатывание защиты	Срабат.защ.
РАО (параллельно реле «Аварийное отключение»)	Авар.откл.
Сигнализация (параллельно реле «Сигнал»)	Сигнал
Срабатывание защиты минимального напряжения	ЗМН
Срабатывание защиты от повышения напряжения	ЗПН

2.5.5. Описание уставок устройства.

2.5.5.1. Все уставки устройства делятся на группы по ступеням и видам защиты, а также общие, относящиеся к функции и месту установки устройства в целом.

2.5.5.2. Изменение уставок, кроме текущих даты и времени, разрешено только после ввода пароля. Необходимо обязательно проверять ВСЕ УСТАВКИ, предусмотренные в устройстве, ввиду возможного влияния «забытых» уставок на работу защиты.

2.5.5.3. Допускается изменение уставок на включенной линии, при этом ввод новых значений уставок происходит для всех уставок одновременно, что гарантирует от ложных отключений при смене только части из взаимосвязанных уставок. Перед вводом исправлен-

ной группы уставок в работу задается вопрос-предупреждение для возможности отказа оператора при сомнениях в своих действиях.

2.5.5.4. Описание назначения уставок устройства приведено в табл.11.

Таблица 11

Уставки МТЗ	
Функция	Позволяет ввести или полностью вывести данную ступень защиты. Задается выбором из двух вариантов: «Вкл» или «Откл».
Действие	Определяет, работает ли данная ступень на отключение или нет. Задается выбором из двух вариантов: «Сигнал» или «Защита». Ступени МТЗ, работающие на сигнал, не вызывают срабатывание реле «Пуск МТЗ».
I, A	Пороговый ток срабатывания данной ступени защиты. Задание идет в амперах вторичного тока, непосредственно подводимого к устройству.
T, c	Время срабатывания ступени защиты в секундах. Если для ступени задана зависимая характеристика выдержки времени, то этой уставкой определяется параметр $T_{уст}$ для формул (3)–(7). Для МТЗ-4 задается два времени срабатывания: на сигнал и на отключение.
Характеристика	Определяет вид времятоковой зависимости ступени МТЗ-3 и позволяет выбрать одну из шести зависимостей: независимая, нормально инверсная, сильно инверсная, чрезвычайно инверсная, типа РТ-80, типа РТВ-1. При зависимых характеристиках уставка времени выдержки действует как коэффициент, задающий параметры соответствующей кривой. Графики кривых приведены в приложении.
Направленность	Позволяет перевести данную ступень МТЗ в направленный режим. На направленные ступени защит распространяется действие уставок « $\varphi_{макс. чувств.}$ », « $\varphi_{сектора}$ », «Вход блокировки ОНМ» и «Вывод при неисправности ТН».
Ускорение	Позволяет вводить другое ($T_{ускор}$) время срабатывания ступеней МТЗ на время ($T_{ускор} + 1 c$) после включения выключателя для ускорения срабатывания защиты при включении на короткое замыкание (ввод ускорения при опробовании).
ВМ блокировка	Позволяет ввести в выбранные ступени защиты МТЗ комбинированный пуск по напряжению. Значение напряжения срабатывания задается уставкой « $U_{вм.блок.}$ ».
Защита от асинхронного хода	Позволяет ввести для МТЗ-2 функцию защиты от асинхронного хода. При вводе этой функции не будет производиться сброс выдержки времени при кратковременном пропадании тока.
$T_{паузы асинхр.хода}, c$	Максимальное время паузы для защиты от асинхронного хода.
АПВ	Разрешает или запрещает формирование циклов АПВ после отключения выключателя от данной ступени защиты.
Блокировка	Разрешает или запрещает блокировку включения устройства после отключения выключателя от данной ступени защиты.
Уставки МТЗ общие	
$\varphi_{макс. чувств.}, ^\circ$	Угол максимальной чувствительности органа направления мощности для 90-градусной схемы.
$\varphi_{сектора}, ^\circ$	Размер сектора срабатывания направленных защит.
$T_{ускор}, c$	Время срабатывания ступеней МТЗ при ускорении.
$U_{вм.блок.}, В$	Линейное напряжение, ниже которого будет происходить разрешение срабатывания ступеней МТЗ, у которых включена уставка «ВМ блокировка».

Вход блокировки ОНМ	Определяет реакцию устройства на сигнал «Блокировка ОНМ». Значение «Направленность» переводит все направленные ступени защиты в ненаправленный режим. Значение «Степень» выводит из работы все направленные ступени защиты.
Вывод при неисправности ТН	Определяет реакцию устройства на неисправность измерительного трансформатора напряжения. Значение «ОНМ» переводит все направленные ступени защиты в ненаправленный режим. Значение «МТЗ» выводит из работы все направленные ступени защиты.
Уставки ЗОФ	
Функция	Позволяет ввести или полностью вывести ЗОФ.
Действие	Определяет, работает ли защита на отключение или нет.
I_2 , А	Значение тока обратной последовательности, при котором происходит срабатывание защиты. Значение задается в амперах вторичного тока.
T , с	Время срабатывания в секундах.
АПВ	Разрешает или запрещает формирование циклов АПВ после отключения выключателя от данной защиты.
Блокировка	Разрешает или запрещает блокировку включения устройства после отключения выключателя от данной защиты.
Уставки ОЗЗ	
Функция	Позволяет ввести или полностью вывести защиту от ОЗЗ.
Действие	Определяет, работает ли защита на отключение или нет.
$3U_0$	Принцип действия защиты от ОЗЗ по частоте 50 Гц. Может быть выбрана работа только по току, только по напряжению, по току и напряжению одновременно, по току и напряжению с учетом направления. Может быть выбрана зависимая или независимая характеристика ток-время.
$3I_0$	
Направл. $3I_0$	
$3I_0$ ВЫСШ.ГАРМОНИК	Определяет, работает ли защита от ОЗЗ по высшим гармоническим составляющим тока $3I_0$. Для расчета используется сумма 3-й, 5-й и 7-й гармоник тока $3I_0$. Может быть выбрана зависимая или независимая характеристика ток-время.
$3U_0$, В	Напряжение $3U_0$ срабатывания защиты от ОЗЗ по частоте 50 Гц. Значение задается в вольтах вторичного напряжения.
$3I_0$, А	Значение тока $3I_0$ частоты 50 Гц, при котором происходит срабатывание защиты. Значение задается в амперах вторичного тока, непосредственно подводимого к устройству.
$3I_0$ ВЫСШ.ГАРМ., А	Значение тока $3I_0$ частот 150, 250 и 350 Гц, при котором происходит срабатывание защиты. Значение задается в амперах вторичного тока, непосредственно подводимого к устройству.
T , с	Время срабатывания в секундах. При выборе зависимой характеристики срабатывания является параметром $T_{УСТ}$ формулы (3).
$\varphi_{МАКС. ЧУВСТВ.}$, °	Угол максимальной чувствительности органа направления мощности.
$\varphi_{СЕКТОРА}$, °	Ширина сектора срабатывания направленной защиты.
АПВ	Разрешает или запрещает формирование циклов АПВ после отключения выключателя от данной защиты.
Блокировка	Разрешает или запрещает блокировку включения устройства после отключения выключателя от данной защиты.
Уставки ЗМН	
Функция	Позволяет ввести или полностью вывести ЗМН.
Действие	Определяет, работает ли защита на отключение или нет.
$U_{ЗМН}$, В	Линейное напряжение, ниже которого будет происходить срабатывание ступени ЗМН. При этом все линейные напряжения одновременно должны снизиться ниже этой уставки.
T , с	Время срабатывания в секундах.

Блокировка	Разрешает или запрещает блокировку включения устройства после отключения выключателя от данной защиты.
Уставки ЗПН	
Функция	Позволяет ввести или полностью вывести ЗПН.
Действие	Определяет, работает ли защита на отключение или нет.
$U_{ЗПН}$, В	Линейное напряжение, выше которого будет происходить срабатывание ступени ЗПН. При этом хотя бы одно из линейных напряжений должно повыситься выше этой уставки.
$U_{АПВ}$, В	Линейное напряжение, ниже которого будет происходить обратное автоматическое повторное включение после срабатывания ступени ЗПН. При этом максимальное из линейных напряжений должно снизиться ниже этой уставки.
T , с	Время срабатывания в секундах.
АПВ	Разрешает или запрещает формирование АПВ после снижения напряжения.
Блокировка	Разрешает или запрещает блокировку включения устройства после отключения выключателя от данной защиты.
Уставки дуговой защиты	
Контроль по току	Разрешает отключение выключателя только при пуске по току любой из ступеней МТЗ. Включение этой уставки защищает присоединение от ложных отключений при случайных «просечках» на логическом входе «Дуговая защита».
Контроль по напряжению	Разрешает отключение выключателя только при снижении напряжения ниже уставки $U_{ВМБЛОК}$.
Блокировка	Разрешает или запрещает блокировку включения устройства после отключения выключателя от дуговой защиты.
Уставки внешнего отключения 1 и внешнего отключения 2	
УРОВ	Определяет, будет ли выдаваться выходной сигнал УРОВ на вышестоящий выключатель при отказе своего выключателя при отключении от данного входа внешнего отключения.
АПВ	Разрешает или запрещает формирование циклов АПВ после отключения выключателя от данного входа внешнего отключения.
Блокировка	Разрешает или запрещает блокировку включения устройства после отключения выключателя от данной защиты.
Имя	Задается по буквам из следующего ряда: «А», «Б», «В», «Г», «Д», «Е», «Ж», «З», «И», «Й», «К», «Л», «М», «Н», «О», «П», «Р», «С», «Т», «У», «Ф», «Х», «Ц», «Ч», «Ш», «Щ», «Ъ», «Ы», «Ь», «Э», «Ю», «Я», «а», «б», «в», «г», «д», «е», «ж», «з», «и», «й», «к», «л», «м», «н», «о», «п», «р», «с», «т», «у», «ф», «х», «ц», «ч», «ш», «щ», «ъ», «ы», «ь», «э», «ю», «я», «U», «I», «N», «0», «1», «2», «3», «4», «5», «6», «7», «8», «9», «-», «/», «.», «<», «>», « ».
Уставки внешней сигнализации 1 и внешней сигнализации 2	
T , с	Время задержки срабатывания сигнализации при поступлении сигнала на данный вход.
Имя	Задается по буквам из следующего ряда: «А», «Б», «В», «Г», «Д», «Е», «Ж», «З», «И», «Й», «К», «Л», «М», «Н», «О», «П», «Р», «С», «Т», «У», «Ф», «Х», «Ц», «Ч», «Ш», «Щ», «Ъ», «Ы», «Ь», «Э», «Ю», «Я», «а», «б», «в», «г», «д», «е», «ж», «з», «и», «й», «к», «л», «м», «н», «о», «п», «р», «с», «т», «у», «ф», «х», «ц», «ч», «ш», «щ», «ъ», «ы», «ь», «э», «ю», «я», «U», «I», «N», «0», «1», «2», «3», «4», «5», «6», «7», «8», «9», «-», «/», «.», «<», «>», « ».

Уставки АПВ	
Функция	Определяет наличие функции и количество циклов АПВ.
$T_{АПВ-1}$, с	Время первого цикла АПВ.
$T_{АПВ-2}$, с	Время второго цикла АПВ.
Фиксация блокировки АПВ	Определяет наличие фиксации по входу «Блокировка АПВ». При включении данной уставки поступление сигнала на этот вход запрещает работу АПВ до следующего командного включения выключателя.
АПВ при несанкционированном отключении	Разрешает работу АПВ при случайном отключении выключателя или его ручном (механическом) отключении.
Уставки ЧАПВ	
Функция ЧАПВ	Позволяет выбрать один из двух режимов работы ЧАПВ – внутренний (по снятию сигнала с входа «АЧР») или внешний (по появлению сигнала на входе «ЧАПВ»). Если функция ЧАПВ не используется, необходимо установить эту уставку в положение «Внешн.» и оставить вход «ЧАПВ» неподключенным.
$T_{ЧАПВ}$, с	Задержка включения выключателя после получения сигнала «ЧАПВ».
Уставки УРОВ	
Функция	Определяет наличие функции УРОВ.
T , с	Время задержки срабатывания УРОВ.
I , А	При снижении максимального из токов ниже этой уставки после выдачи команды на отключение выключатель считается сработавшим, и работа УРОВ блокируется.
Уставки программируемых реле «Реле 1» и «Реле 2»	
Точка	Точка подключения реле к функциональной схеме согласно табл.10.
T , с	Задержка срабатывания реле.
Режим	Режим работы реле: без фиксации (следающий), с фиксацией (до сброса) или импульсный (1 секунда).
Уставки программируемых светодиодов «Сигнал 1» и «Сигнал 2»	
Точка	Точка подключения светодиода к функциональной схеме согласно табл.10.
T , с	Задержка срабатывания светодиода.
Фиксация	Режим работы: без фиксации (следающий) или с фиксацией (до сброса).
Мигание	При включенной уставке светодиод будет мигать при срабатывании.
Уставки выключателя	
$T_{ВКЛ}$, с	Задаёт дополнительную задержку перед съёмом сигнала на включение выключателя после прихода сигнала «Вход РПВ». Удлинение сигнала включения позволяет более надёжно управлять выключателем.
Ограничение «Вкл.»	Ограничение длительности сигнала «Вкл.». Уставку можно включать только при использовании дополнительного ВНЕШНЕГО ПРОМЕЖУТОЧНОГО РЕЛЕ, способного разрывать ток соленоида включения выключателя.
Ограничение «Откл.»	Ограничение длительности сигнала «Откл.». Уставку можно включать только при использовании дополнительного ВНЕШНЕГО ПРОМЕЖУТОЧНОГО РЕЛЕ, способного разрывать ток соленоида отключения выключателя.
$T_{МАКС ВКЛ}$, с	Максимальное время включения выключателя. По истечении этого времени формируется сигнал неисправности «Задержка включения». При включенной уставке «Ограничение «Вкл.»» по истечении этого времени снимается сигнал с реле «Вкл.».

$T_{\text{МАКС ОТКЛ}}, \text{с}$	Максимальное время отключения выключателя. По истечении этого времени формируется сигнал неисправности «Задержка отключения». При включенной уставке «Ограничение «Откл.»» по истечении этого времени снимается сигнал с реле «Откл.».
Уставки линии связи RS485 и RS232C	
Протокол обмена	Может быть выбран один из двух протоколов обмена: «Старт» или ModBus
Скорость обмена	Задаёт скорость передачи по интерфейсу. Скорость задается в диапазоне 300–19200 бод выбором из ряда стандартных значений.
Адрес устройства для ModBus	Адрес устройства при использовании протокола ModBus
Modbus: контроль четности	Наличие контроля четности при использовании протокола ModBus
Modbus: кол-во стоп-бит	Количество стоповых бит при использовании протокола ModBus
Общие уставки	
Пароль	Задаёт пароль доступа к изменению уставок. Изменение всех уставок, кроме текущих даты и времени, разрешено только после ввода данной уставки (пароля), в качестве которого выступает заводской номер устройства.
$U_{\text{НОМ}}, \text{кВ}$	Первичное номинальное значение напряжения ТН, к которому подключается устройство.
$I_{\text{НОМ}}, \text{А}$	Первичное номинальное значение тока трансформаторов тока, к которым подключается устройство.
$R_{\text{ЛУД}}, \text{Ом/км}$	Удельное активное сопротивление линии (для определения места повреждения).
$X_{\text{ЛУД}}, \text{Ом/км}$	Удельное реактивное сопротивление линии (для определения места повреждения).
Блокировка	Наличие функции блокировки в устройстве.
Блокировка от газовой защиты	Разрешает или запрещает блокировку включения устройства после отключения выключателя от газовой защиты.
Блокировка от АЧР	Разрешает или запрещает блокировку включения устройства после отключения выключателя от АЧР.
$T_{\text{СИГНАЛ}}, \text{с}$	Время задержки срабатывания неисправности ТН и неисправности ЗМН.
Режим сигнализации	Позволяет при обнаружении внешней неисправности включать реле «Сигнализация» как постоянно, до сброса его кнопкой клавиатуры или по ТУ, так и на определенное время от 1 до 20 с, достаточное для срабатывания центральной сигнализации подстанции. При этом можно избежать блокировки центральной сигнализации при постоянно «висящем» сигнале. При появлении новой неисправности вновь произойдет формирование импульса такой же заданной длительности.
Квитирование (ТУ)	Определяет, нужно ли будет обязательное «квитирование» выключателя присоединения (подача команды отключения на аварийно отключившийся выключатель, снимающая «мигание» светодиода «Откл.» и отключающее реле «Аварийное отключение») перед подачей сигнала на включение по ТУ или по ЛС. На включение от ключа управления или кнопки управления на передней панели эта уставка не распространяется – для них «квитирование» является всегда обязательным.
Чередование фаз	Позволяет упростить подключение цепей тока и напряжения в энергосистемах с обратным порядком чередования фаз. При уставке «Обратное» устройство настраивается на обратное чередование фаз, позволяя правильно рассчитывать ток и напряжение обратной последовательности.

ТННП	Определяет наличие трансформатора напряжения нулевой последовательности. При его отсутствии напряжение $3U_0$ получается расчетным методом.
ТТ фазы В	Определяет наличие измерительного трансформатора тока в фазе В. При его отсутствии значение тока в фазе В восстанавливается расчетным методом.
Контроль ТН	Определяет наличие или отсутствие контроля измерительного трансформатора напряжения.
Цвет светодиодов «ВКЛ» и «ОТКЛ»	Определяет принятую в энергосистеме комбинацию цветов для положений выключателя «включен» и «отключен».
Подсветка в дежурном режиме	Позволяет включать или отключать подсветку индикатора в режиме ожидания, когда устройство отображает ток нагрузки и текущее время. Во время диалога с оператором или при возникновении неисправности подсветка индикатора будет включена независимо от значения этой уставки.
Дата	Текущая дата
Время	Текущее время

2.5.6. Устройство выявляет и индицирует большое количество неисправностей внешнего оборудования. При обнаружении таких неисправностей срабатывает реле «Сигнализация», и включается светодиод «Внешняя неисправность» на передней панели устройства. Список выявляемых неисправностей приведен в табл.12.

Таблица 12

	Обозначение	Расшифровка
1	Сбой питания	Зафиксировано полное пропадание оперативного питания, подаваемого на устройство
2	Неисправность КВ/КО	Состояние входов РПО и РПВ от катушек включения и отключения сохраняется одинаковым в течение времени более 10 с
3	Автомат ШП	Отключен автомат шин питания выключателя
4	Неисправность ТН	Выявлено снижение одного из линейных напряжений в течение времени более 101 с и включена уставка «Контроль ТН»
5	Дуговая защита	Присутствует входной сигнал «Дуговая защита» при включенной уставке «Контроль по току» и отсутствии тока или при включенной уставке «Контроль по напряжению» и отсутствии просадки напряжения
6	Перегрузка 3	Сработала ступень защиты МТЗ-3, включенная на сигнал
7	Перегрузка 4	Сработала ступень защиты МТЗ-4 с временем $T_{\text{СИГНАЛ МТЗ-4}}$
8	Земля	Сработала земляная защита, включенная на сигнал
9	Обрыв	Сработала защита от обрыва фазы, включенная на сигнал
10	Вн.сигнал 1 *	Появился сигнал на входе «Внешняя сигнализация 1»
11	Вн.сигнал 2 *	Появился сигнал на входе «Внешняя сигнализация 2»
12	Задержка откл.	В течение времени $T_{\text{ОТКЛ МАХ}}$ нет отключения выключателя
13	Задержка вкл.	В течение времени $T_{\text{ВКЛ МАХ}}$ нет включения выключателя
14	ЗМН	Сработала ЗМН, включенная на сигнал
15	ЗПН	Сработала ЗПН, включенная на сигнал
16	Газовая защита	Появился сигнал на входе «Газовая защита» при выключенном тумблере «Газовая защита»
17	Сигнал газовой защиты	Появился сигнал на входе «Сигнал газовой защиты»
18	Вход УРОВ	Появился сигнал на входе «Вход УРОВ» при включенной уставке «Контроль по току» и отсутствии тока

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

Одновременно на индикаторе может отображаться не более двух неисправностей. Если одновременно возникает три или более неисправностей, справа от надписи появляются символы «↑» и «↓». В этом случае для просмотра остальных неисправностей можно воспользоваться кнопками «←» и «→».

2.6. Измерение параметров, регулирование и настройка.

2.6.1. 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 (разъем Х3) проверяется на напряжение 500В.

Сопротивление изоляции измеряется между группами соединенных между собой выводов согласно табл.14, а также между этими группами и корпусом блока (клеммой заземления). Значение сопротивления изоляции должно быть не менее 100 МОм.

2.6.2. Настройка (проверка) уставок выполняется при подключенном питании независимо от подключения остальных цепей. Сначала следует ввести значение пароля. Настройка (проверка) выполняется в следующем порядке:

1. Согласно диалогу войти в режим «Уставки», «Общие» и, нажимая на кнопку «←», добиться высвечивания пароля для доступа.

2. Нажать кнопку «Ввод». Первая цифра числа начнет мигать. Кнопками «←» и «→» необходимо установить требуемое значение цифры и нажать кнопку «Ввод». Начнет мигать следующая цифра. Аналогично установить все цифры уставки. При нажатии кнопки «Ввод» при последней мигающей цифре данная уставка вводится в энергонезависимую память. Если в любой момент ввода уставки нажать кнопку «Выход», то будет возвращено старое значение уставки. В качестве значения пароля принимается заводской номер устройства.

3. Нажатием кнопки «→» вызвать на табло очередную уставку.

4. При отображении даты для ввода нового значения надо нажать кнопку «Ввод», при этом значение числа месяца начнет мигать. Кнопками «←» и «→» необходимо установить текущее число месяца и нажать кнопку «Ввод». При этом начнет мигать месяц года; ввод месяца, а потом года производится аналогично. Нажатие кнопки «Ввод» вводит новое значение в устройство, а кнопки «Выход» – отменяет его. Выход из ввода даты производится кнопками «Ввод» или «Выход». Ввод несуществующего дня приведет к автоматическому переходу на следующее число.

Ввод текущего времени осуществляется аналогично. Нажатие кнопки «Ввод» при вводе значения минут обнуляет значение секунд. Для изменения значения даты и времени ввода пароля не требуется.

5. По окончании настройки обязательно проверяют введенные уставки защиты для исключения ошибок.

2.6.3. Проверка функционирования устройства.

2.6.3.1. Проверка функционирования максимальной токовой защиты.

Все 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 У5053, У5003, «Уран», «Нептун, -2», «Ретом-41, -11».

Подключить логический имитатор к устройству защиты, подключить токовый выход установки к клеммам тока одной из фаз, например, фазы А, подать оперативное питание ≈ 220 В на устройство. Ввести уставки значений и конфигурации, соответствующие требуемой проверке, например, МТЗ-2. Неиспользуемые при данной проверке другие ступени МТЗ лучше отключить. 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. Оно должно отличаться не более, чем на 30 мс. Кнопкой «→» на панели устройства вызвать на индикатор значение времени срабатывания защиты $T_{\text{защ}}$. Оно должно совпадать с показаниями миллисекундомера установки с точностью 20 мс.

Изменить значения уставок по току и времени и провести аналогичную проверку с другими уставками и по остальным фазам тока.

Аналогично произвести проверку остальных ступеней МТЗ.

2.6.3.2. Ускорение от МТЗ при включении проверяется следующим образом: для первой и второй ступеней МТЗ задаются временные уставки порядка 5–10 с. Уставка $T_{\text{ускор}}$ задается заведомо меньшей, например, 2–3 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 $T_{\text{ускор}}$. 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 «УМТЗ». Отключив уставками ускорение обеих ступеней, убедиться в отсутствии ускорения в этом случае.

2.6.3.3. Проверка функционирования направленности МТЗ. Для проверки необходим либо трехфазный имитатор, либо «Ретом-41М», либо «Уран-2». Работа направленности проверяется как обычная МТЗ, но при наличии напряжения. Изменяя направления тока проверяется срабатывание МТЗ при попадании в зону срабатывания (рис. 2).

2.6.3.4. Для проверки защиты от обрыва фаз необходимо подать несимметричную систему токов на устройство. Это обеспечивается подачей тока в одну фазу. На основе поданных значений определить расчетное значение тока $I_2 = I_{\text{фаз}}/3$ и проверить соответствие уровня срабатывания защиты по обрыву фаз ($I_{\text{обрыва}} = I_2$). Ступени МТЗ должны быть «загрублены» или отключены с помощью уставок.

2.6.3.5. Проверка правильности чередования фаз и расчета тока и напряжения обратной последовательности. Подавая нормальную трехфазную систему токов и напряжений (фазы сдвинуты на 120 эл. град. относительно соседних фаз) на устройство при заданной уставке – «прямое чередование фаз», убедиться в близком к 0 значении тока и напряжения обратной последовательности (I_2 и U_2 соответственно). При уставке «Обратное» I_2 и U_2 должны быть примерно равны фазным.

2.6.3.6. Проверку защиты минимального напряжения выполняют, подав напряжение на входные цепи напряжения секции U_A и U_B (без 0напр) от прибора «Нептун», «Уран» и т.д. Токи подавать при этом необязательно. Включить выключатель линии. Сбросить индикацию кнопкой «Сброс». Подать сигналы «Разрешение ЗМН» и «Автомат ТН», включить тумблер «ЗМН». Плавно снижая линейное напряжение ниже порога уставки ЗМН, наблюдают включение светодиода «Пуск защиты», а потом, через время выдержки $T_{\text{змн}}$, срабатывание защиты и появлении надписи на индикаторе.

Проверку повторяют для оставшихся пар напряжений: U_B и U_C ; U_C и U_A .

Затем поочередно проверяется отсутствие срабатывания ЗМН при отсутствии сигналов «Разрешение ЗМН», «Автомат ТН», при отключенном тумблере «ЗМН».

2.6.3.7. Проверку выдачи сигнала УРОВ выполняют аналогично проверке МТЗ. Установить время срабатывания ступени МТЗ-1, равное 0. Тогда измеренное миллисекундомером время должно примерно соответствовать уставке времени УРОВ.

Подключить токовые цепи установки к устройству согласно п. 2.6.3.1. 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 30–50 мс больше времени уставки $T_{УРОВ}$.

2.6.3.8. Проверка работоспособности входных цепей устройства. С помощью логического имитатора или источника постоянного напряжения поочередно подавать сигналы на входные цепи устройства (Х6, Х7 и Х8 согласно схеме рис.16), проверить прохождение сигналов либо в режиме «Контроль», либо по реакции на них устройства.

2.6.3.9. Проверка работоспособности выходных реле. Подавая различные воздействия на устройство, необходимо добиться срабатывания всех реле и убедиться в работоспособности всех контактных групп (Х4, Х5 и Х8 согласно схеме рис.16).

2.6.3.10. Устройство при подаче оперативного питания производит глубокое самотестирование всех программно доступных элементов схемы. Во время работы постоянно проверяется работа обмена со вторым процессором, а также АЦП. При обнаружении любой внутренней неисправности во время тестирования устройство выдает на индикацию мигающее сообщение об ошибке, замыкает контакты реле «Отказ» и блокируется. Расшифровка сообщений приведена в табл.13 Приложения. От случайных сбоев устройство защищено так называемым сторожевым таймером, пересбрасывающим всю схему в случае нарушения нормальной работы программы процессора.

2.7. Техническое обслуживание.

2.7.1. Техническое обслуживание устройства включает:

- проверку и регулировку при первом включении.
- периодические проверки технического состояния.
- тестовый контроль.

2.7.2. Проверку и регулировку при первом включении проводят в полном объеме раздела 2.6.

2.7.3. Периодические проверки технического состояния проводят через 3–6 лет. Первую периодическую проверку рекомендуют проводить через год после ввода в работу.

В объем периодической проверки включают внешний осмотр, при котором производят удаление пыли, проверку механического крепления элементов, полноту сочленения разъемов, затяжку винтов токовых цепей.

Объем электрических испытаний при периодических проверках может быть сокращен относительно проверки при первом включении.

2.7.4. Тестовый контроль – выход в режим «Контроль» и просмотр текущих значений токов и напряжений и сравнением их с показаниями других измерительных приборов, выполняется раз в месяц. При этом обязательно производится проверка и подстройка часов.

На подстанциях без дежурного персонала тестовый контроль выполняется по мере возможности.

В случае срабатывания устройства защиты необходимо переписать в журнал всю информацию о данном срабатывании, имеющуюся в памяти аварийных отключений.

2.8. Указания по ремонту.

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

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

2.8.3. В исключительных случаях, которые могут быть вызваны пропаданием напряжения оперативного питания именно в момент перезаписи значений уставок в энергонезависимую память, может произойти повреждение информации в памяти уставок. Так как при

этом устройство перестает выполнять свои функции, то оно блокируется и выдает сигнал «Отказ». Восстановление работоспособности производится с помощью клавиатуры устройства без его вскрытия и демонтажа. Следуя указаниям на индикаторе необходимо произвести перезапись всех уставок в энергонезависимой памяти устройства с обязательным последующим вводом необходимых значений и их проверкой.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Коды ошибок при самотестировании устройства «Сириус-2-МЛ»

Таблица 13

<i>Периодически гаснут светодиоды:</i>	<i>Каждый тест последовательно гасит соответствующий ему светодиод</i>
Все горят	Полная неработоспособность
«Сраб. защ»	Низкое напряжение питания
«Сраб. защ», «Пуск УРОВ»	Неисправна ИМС энергонезависимой памяти уставок
«Сраб. защ», «Пуск УРОВ», «Авар. откл»	Не работает ИМС часов-календаря
«Сраб. защ», «Пуск УРОВ», «Авар. откл», «Неисправ.»	Неисправен интерфейс или ИМС индикатора
«Сраб. защ», «Пуск УРОВ», «Авар. откл», «Неисправ.», «АПВ сработало», «АПВ блокировано»	Ошибка считывания калибровочных коэффициентов
«Сраб. защ», «Пуск УРОВ», «Авар. откл», «Неисправ.», «АПВ сработало», «АПВ блокировано», «Сигнал 1»	Неисправен интерфейс или процессор цифровой обра- ботки сигналов

Проверка электрического сопротивления изоляции

Таблица 14

Разъем	Номера контактов	Наименование	Испытательное напряжение
X1	с 1 по 8	Токовые цепи	1000 В
X2	с 1 по 4	Цепи напряжения	1000 В
X3	с 1 по 4	Линия связи	500 В
X4	с 1 по 24	Релейные цепи 1	1000 В
X5	с 1 по 12	Релейные цепи 2	1000 В
X6	с 1 по 24	Входные цепи 1	1000 В
X7	с 1 по 24	Входные цепи 2	1000 В
X8	с 1 по 14	Релейные цепи 3	1000 В
	с 15 по 24	Входные цепи 3	1000 В
X9	с 1 по 6	Цепи питания	1000 В

Расписание входных дискретных сигналов устройства в режиме «Контроль»



Рис.8. Соответствие входных дискретных сигналов в режиме «Контроль входов 1, 2». Активному состоянию соответствует «1», пассивному – «0».

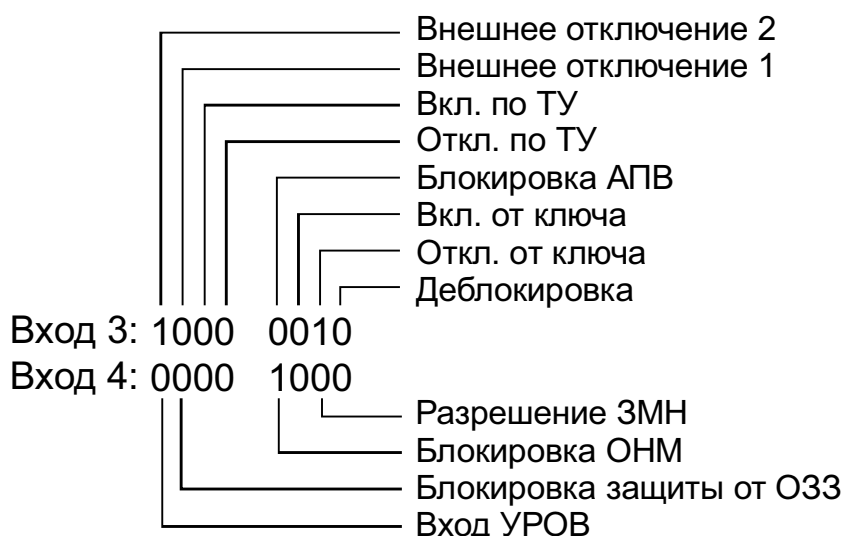


Рис.9. Соответствие входных дискретных сигналов в режиме «Контроль входов 3, 4». Активному состоянию соответствует «1», пассивному – «0».

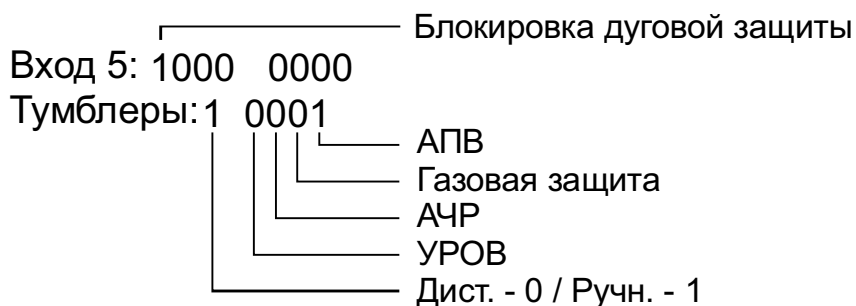


Рис. 10. Соответствие положения тумблеров оперативного управления, расположенных на передней панели устройства, в режиме «Контроль входов 5, контроль тумблеров». Включенному состоянию соответствует «1», отключенному – «0».

Внешний вид и установочные размеры устройства «Сириус-2-МЛ»

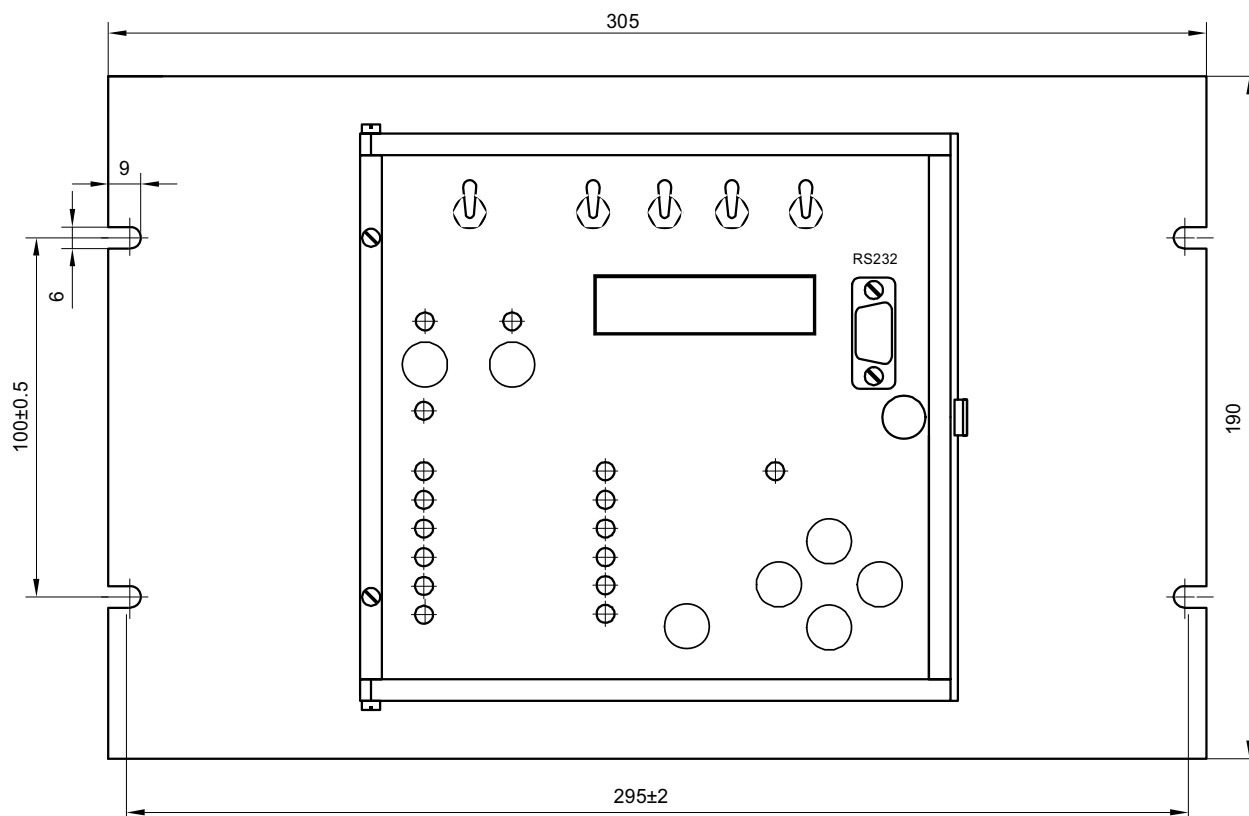


Рис.11. Устройство «Сириус-2-МЛ». Вид спереди.

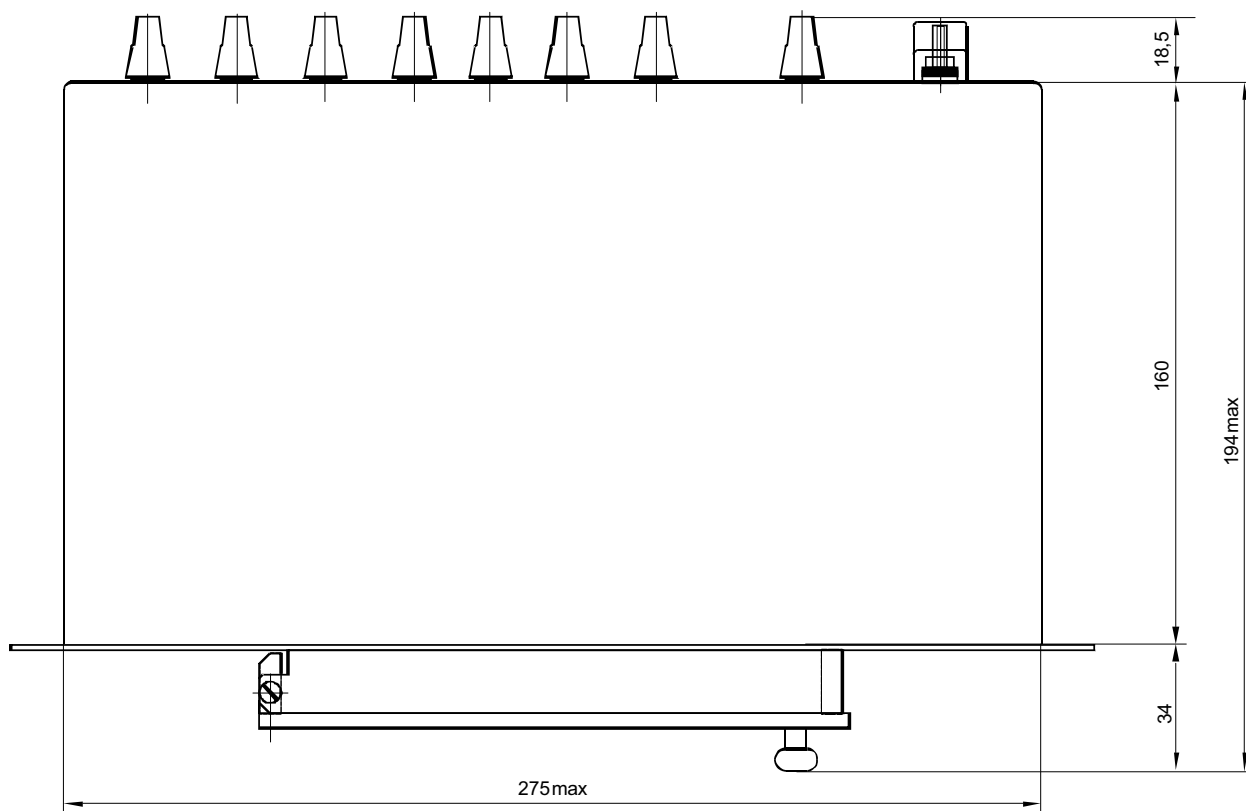


Рис.12. Устройство «Сириус-2-МЛ». Вид сверху.

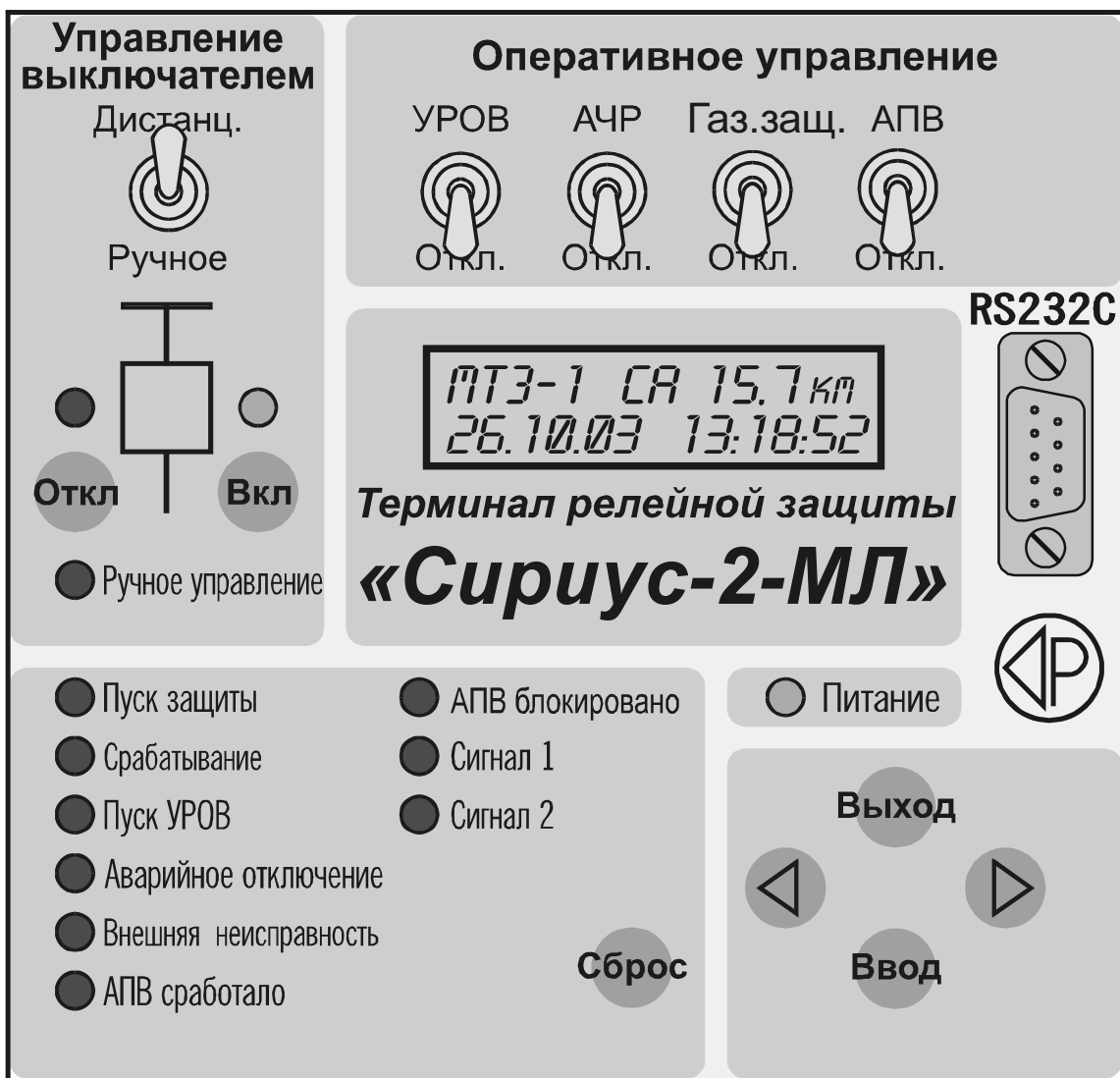


Рис.13. Расположение элементов управления и индикации на передней панели устройства «Сириус-2-МЛ»

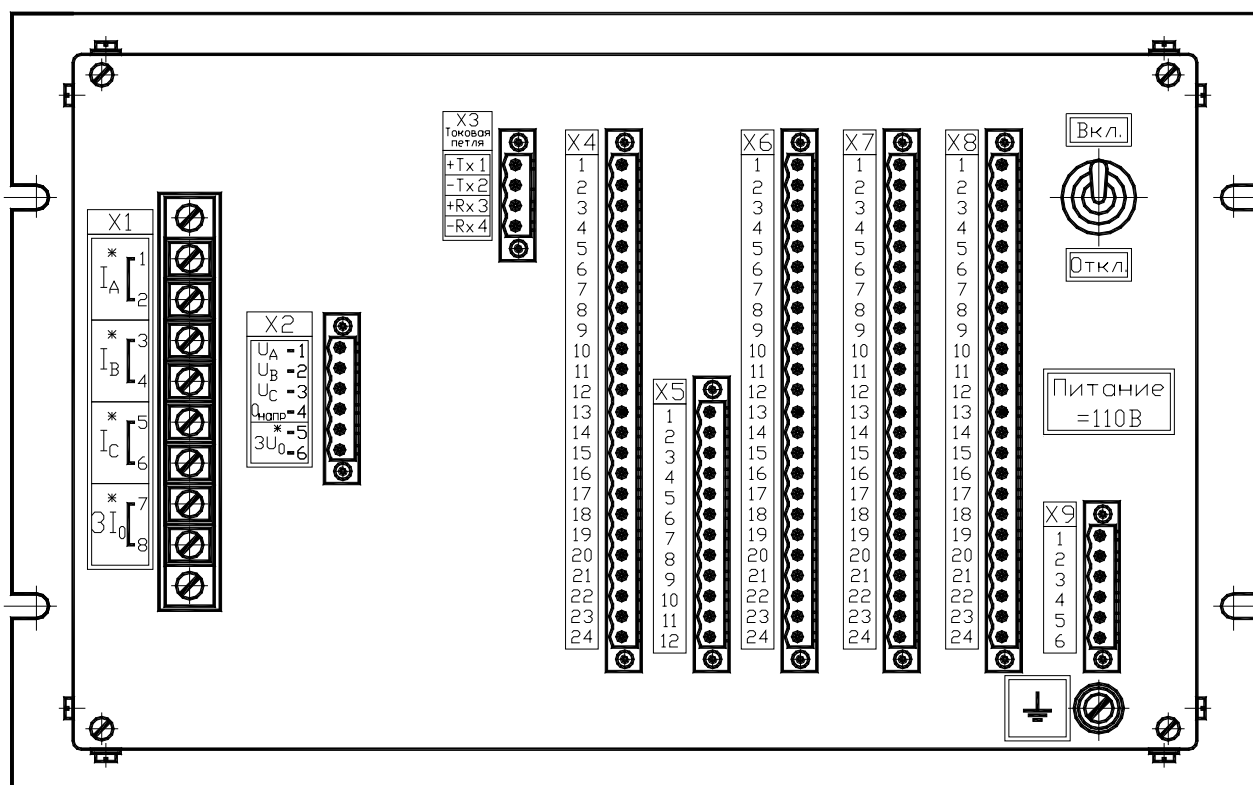


Рис. 14. Расположение элементов на задней панели устройства «Сириус-2-МЛ»

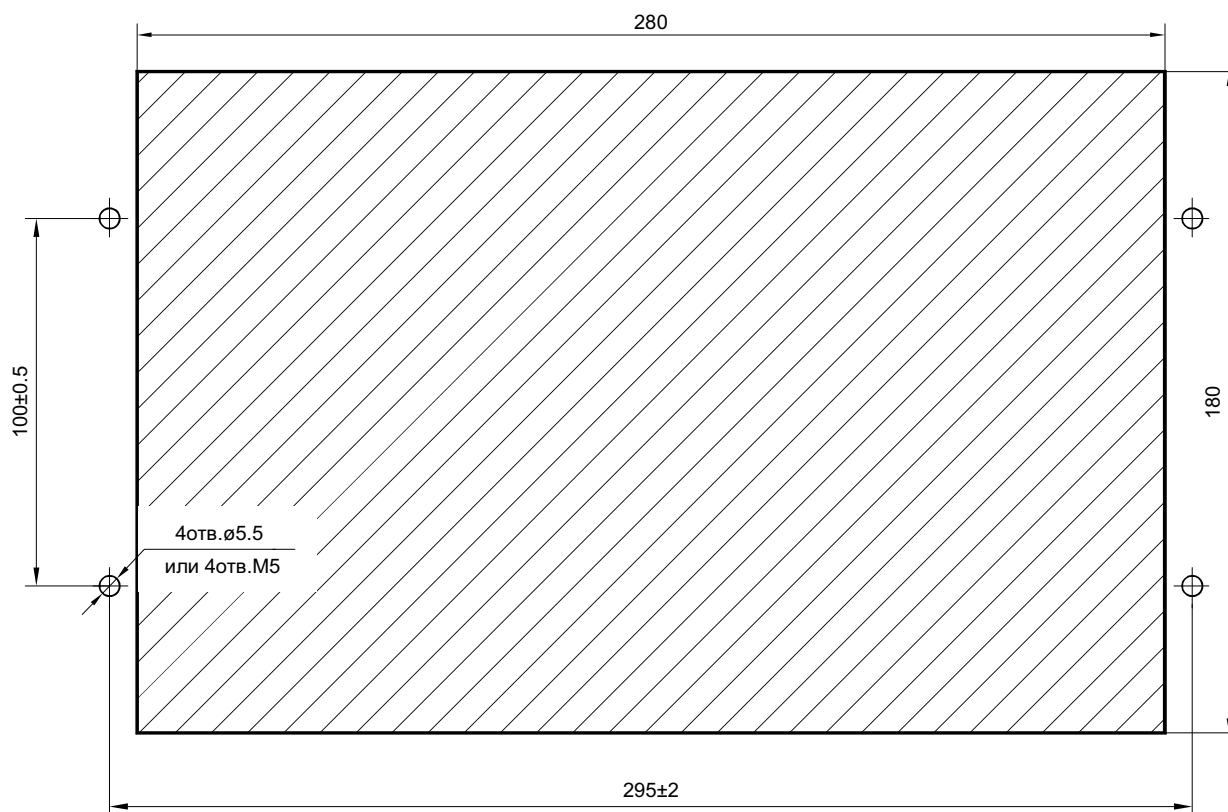


Рис. 15. Разметка панели под установку устройства «Сириус-2-МЛ»

Схемы подключения внешних цепей к устройству «Сириус-2-МЛ»

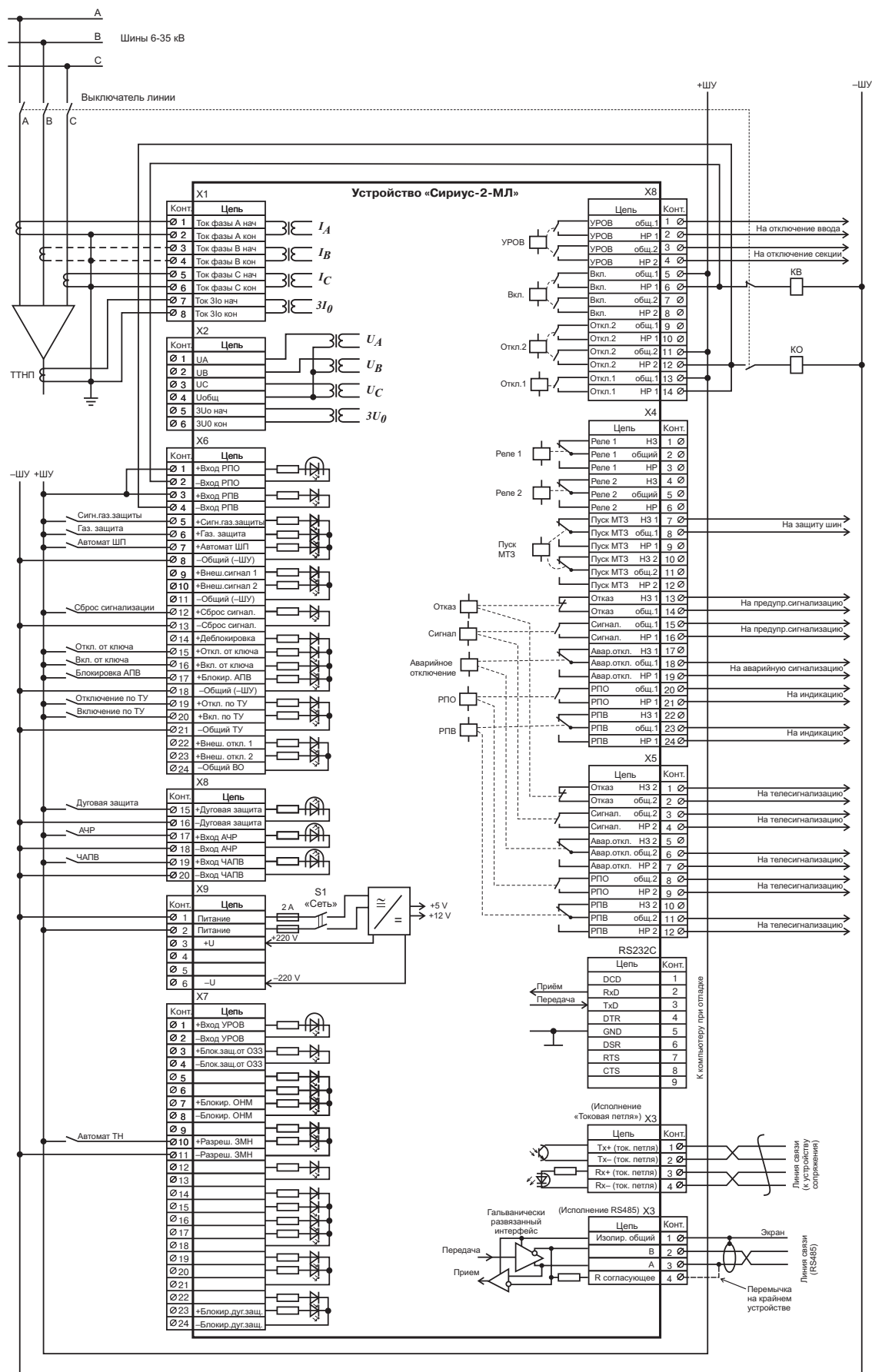


Рис.16. Схема подключения внешних цепей к устройству «Сириус-2-МЛ» при непосредственном управлении выключателем

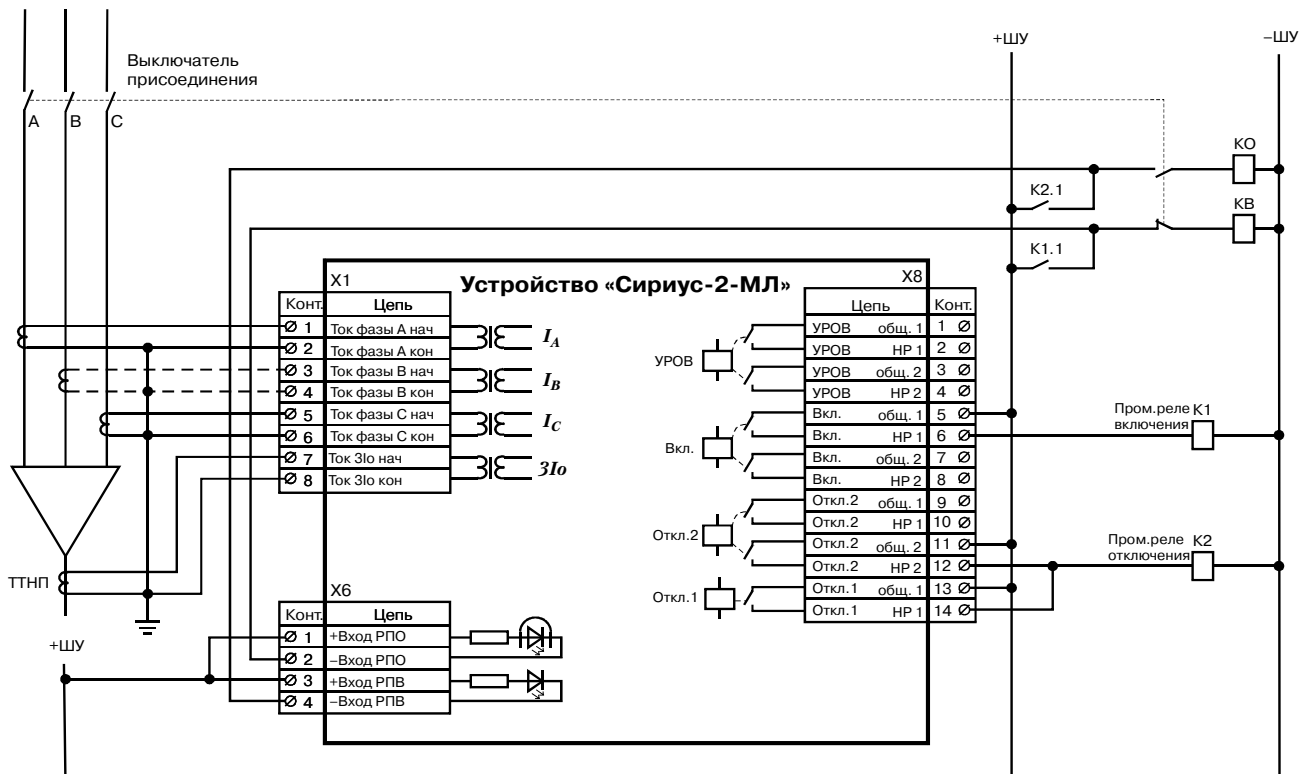


Рис.17. Фрагмент схемы подключения внешних цепей к устройству «Сириус-2-МЛ» при управлении выключателем через промежуточные реле

Схемы соединительных кабелей линии связи с компьютером

Суммарная длина кабеля - до 500 м

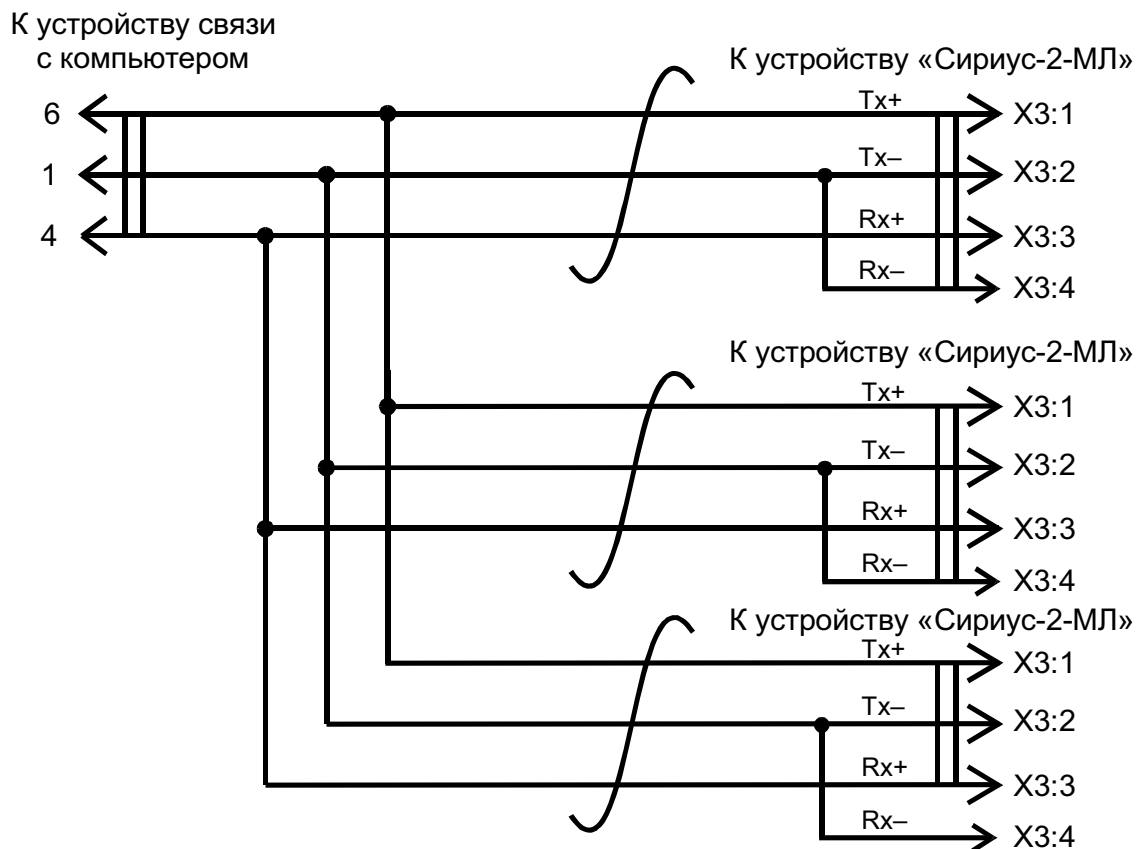


Рис.18. Схема соединительного кабеля между устройствами «Сириус-2-МЛ» и устройством сопряжения УС при использовании линии связи с компьютером

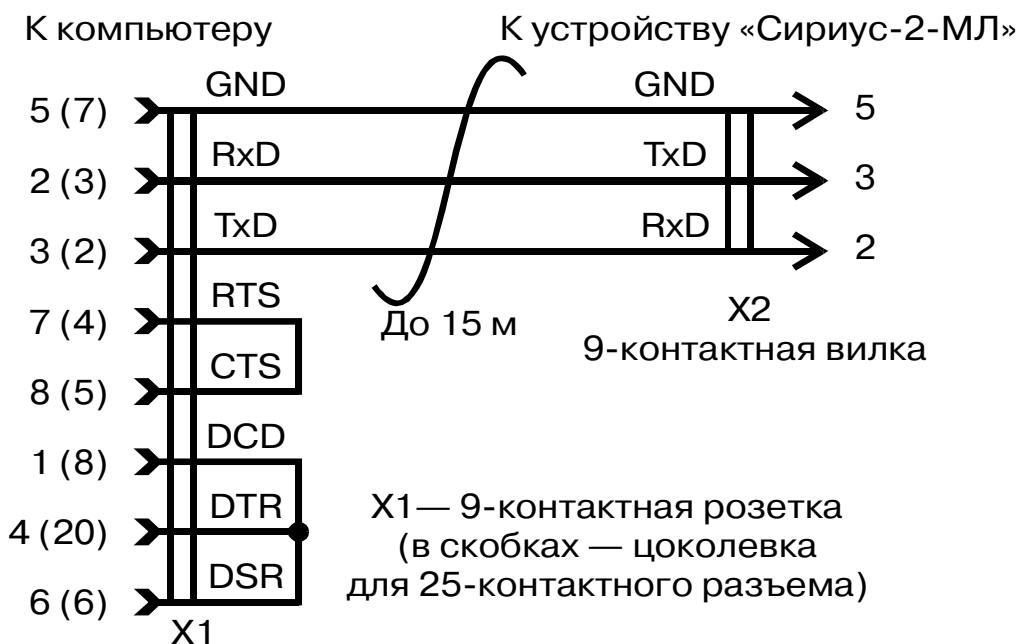


Рис.19. Схема соединительного кабеля между устройством «Сириус-2-МЛ» и компьютером при подключении только одного устройства

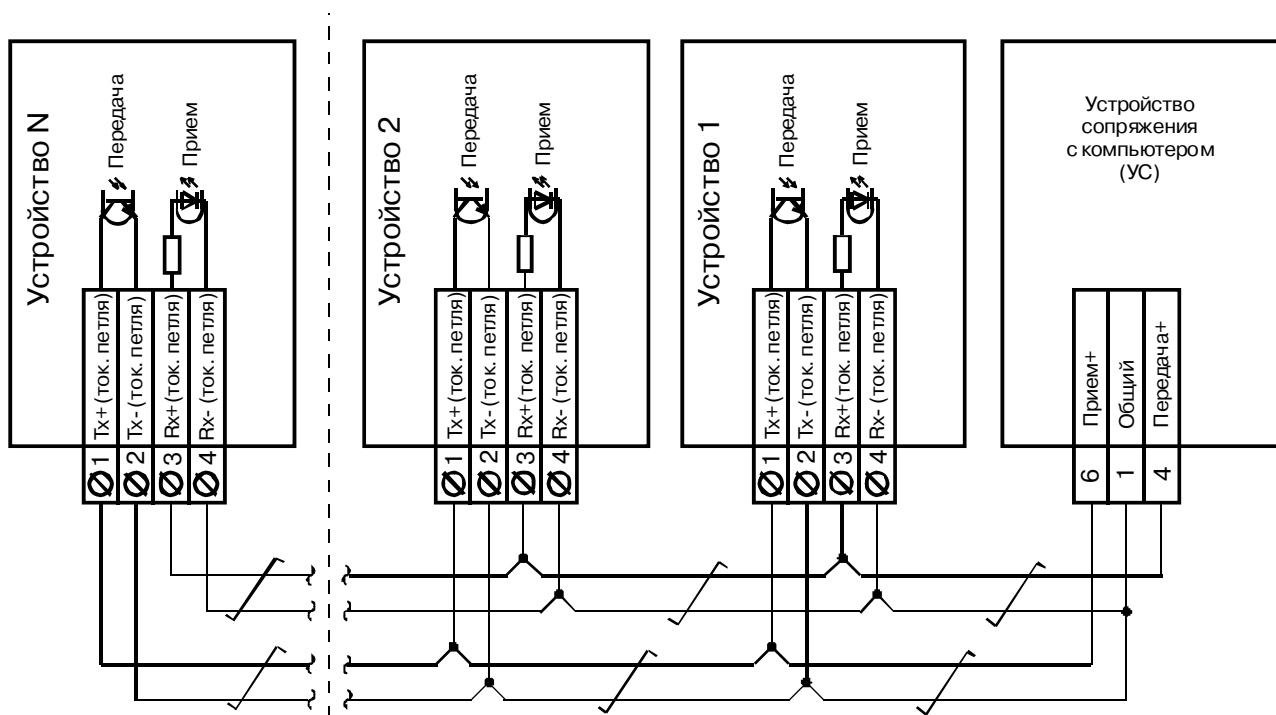


Рис. 20 Схема подключения устройств с интерфейсом «токовая петля» в локальную сеть. К каждому входу устройства сопряжения (всего четыре входа) может быть подключено до двадцати устройств защиты.

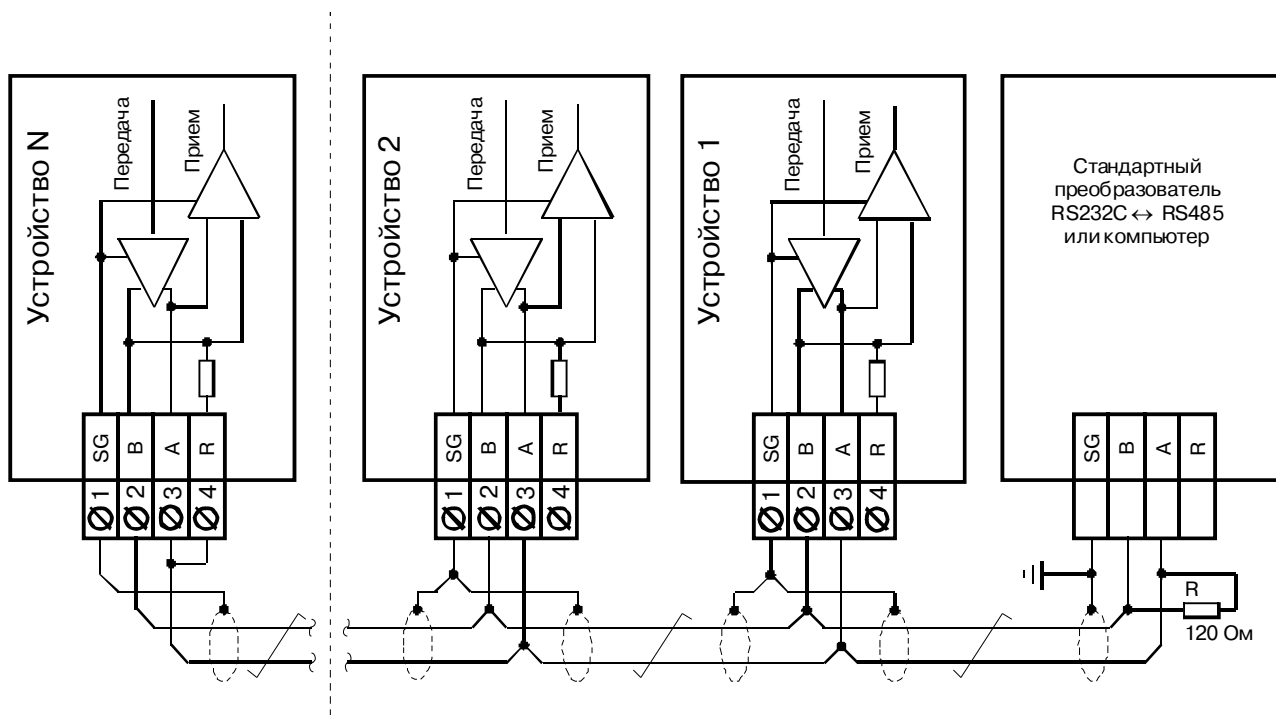


Рис. 21 Схема подключения устройств с интерфейсом RS485 в локальную сеть. Внешний резистор R устанавливается при отсутствии встроенного резистора.

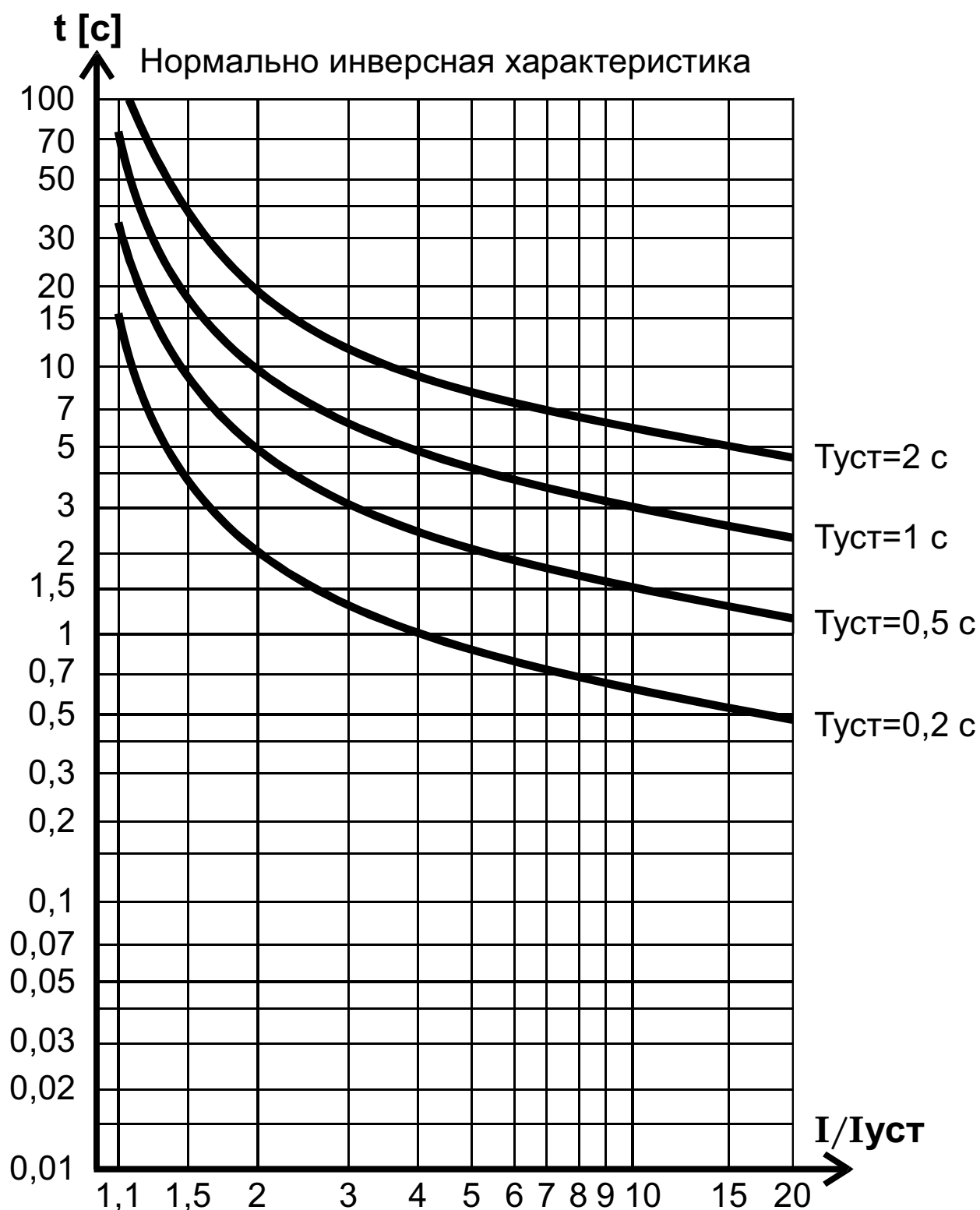


Рис.22. Нормально инверсная характеристика по МЭК 255-4

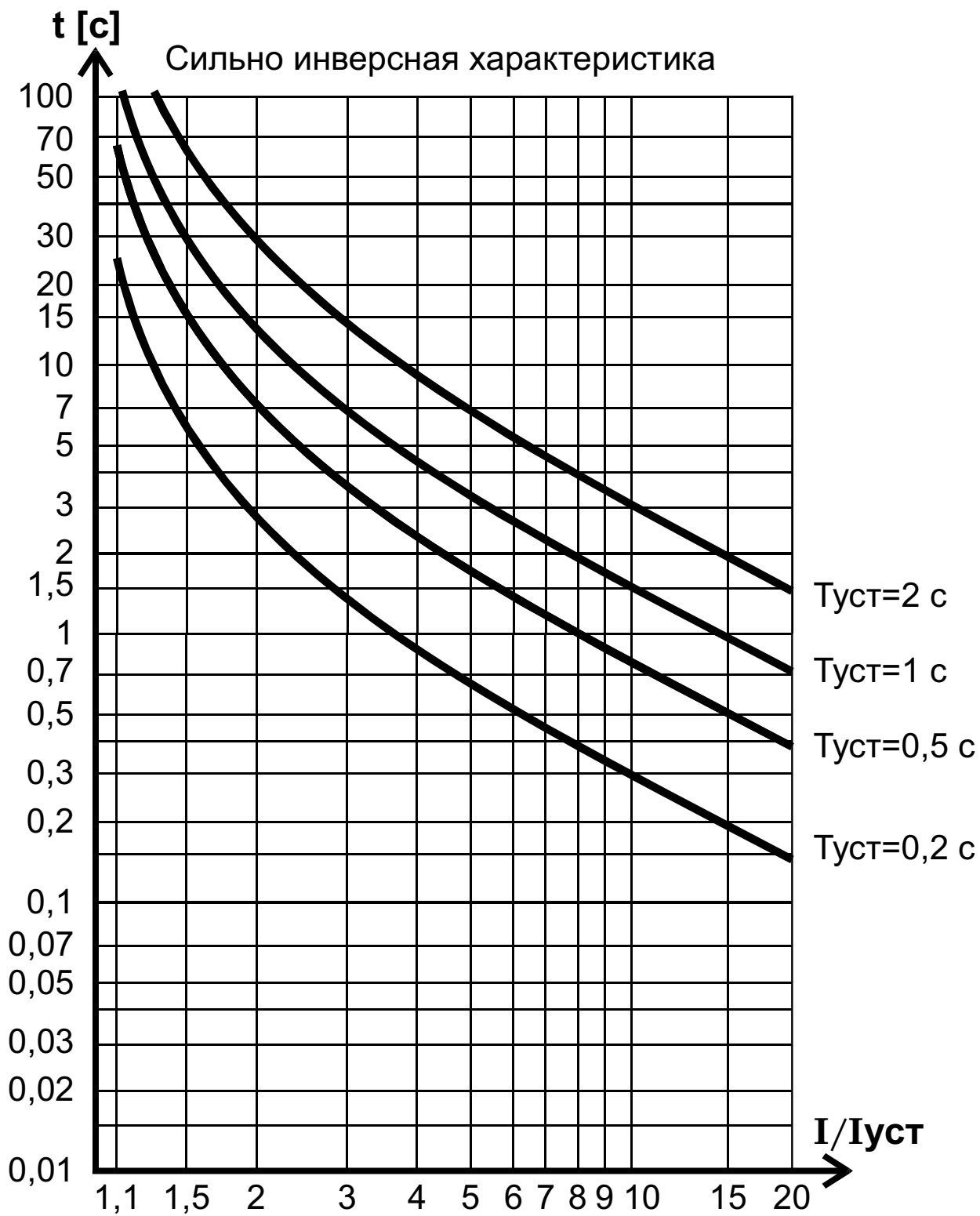


Рис.23. Сильно инверсная характеристика по МЭК 255-4

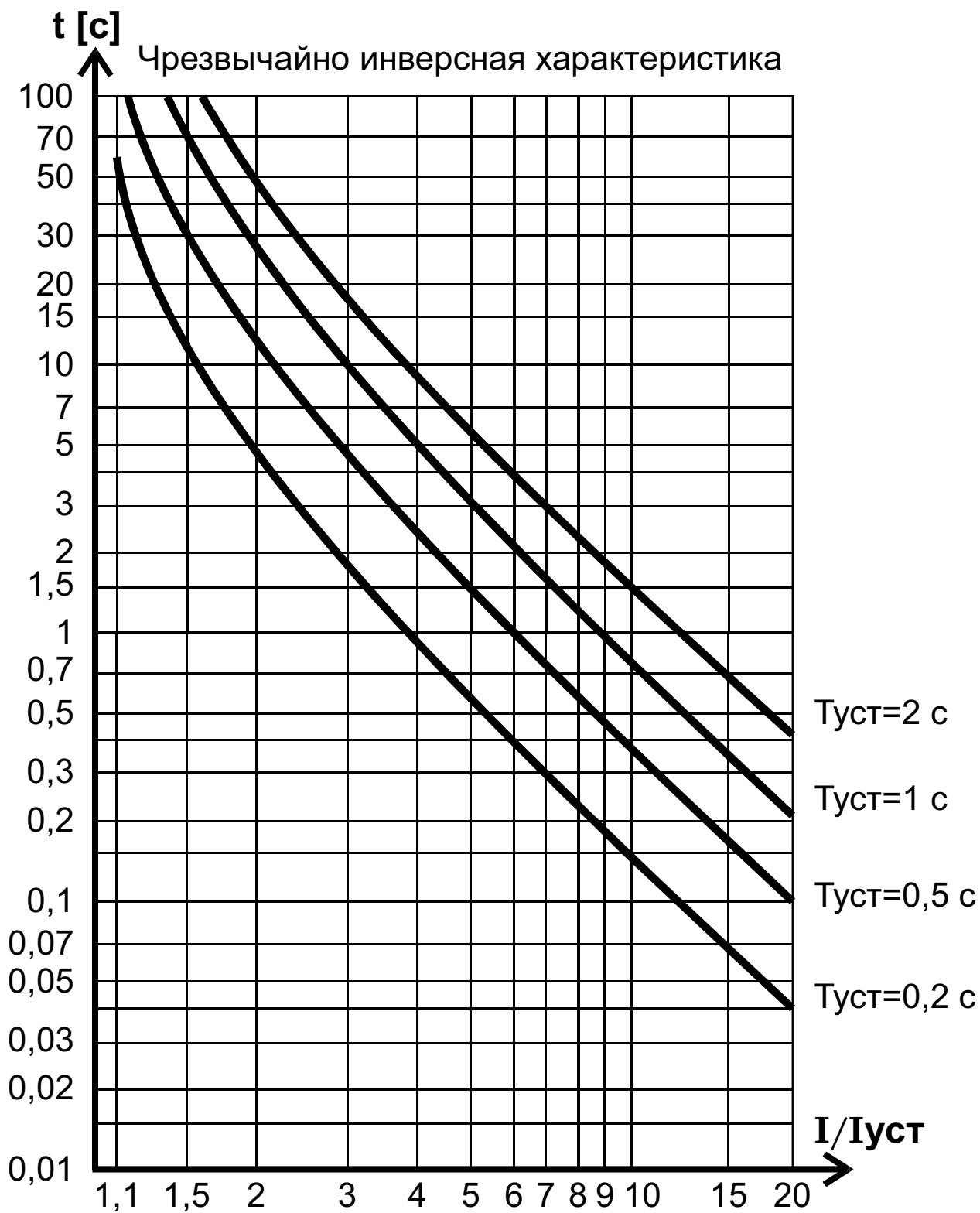


Рис.24. Чрезвычайно инверсная характеристика по МЭК 255-4

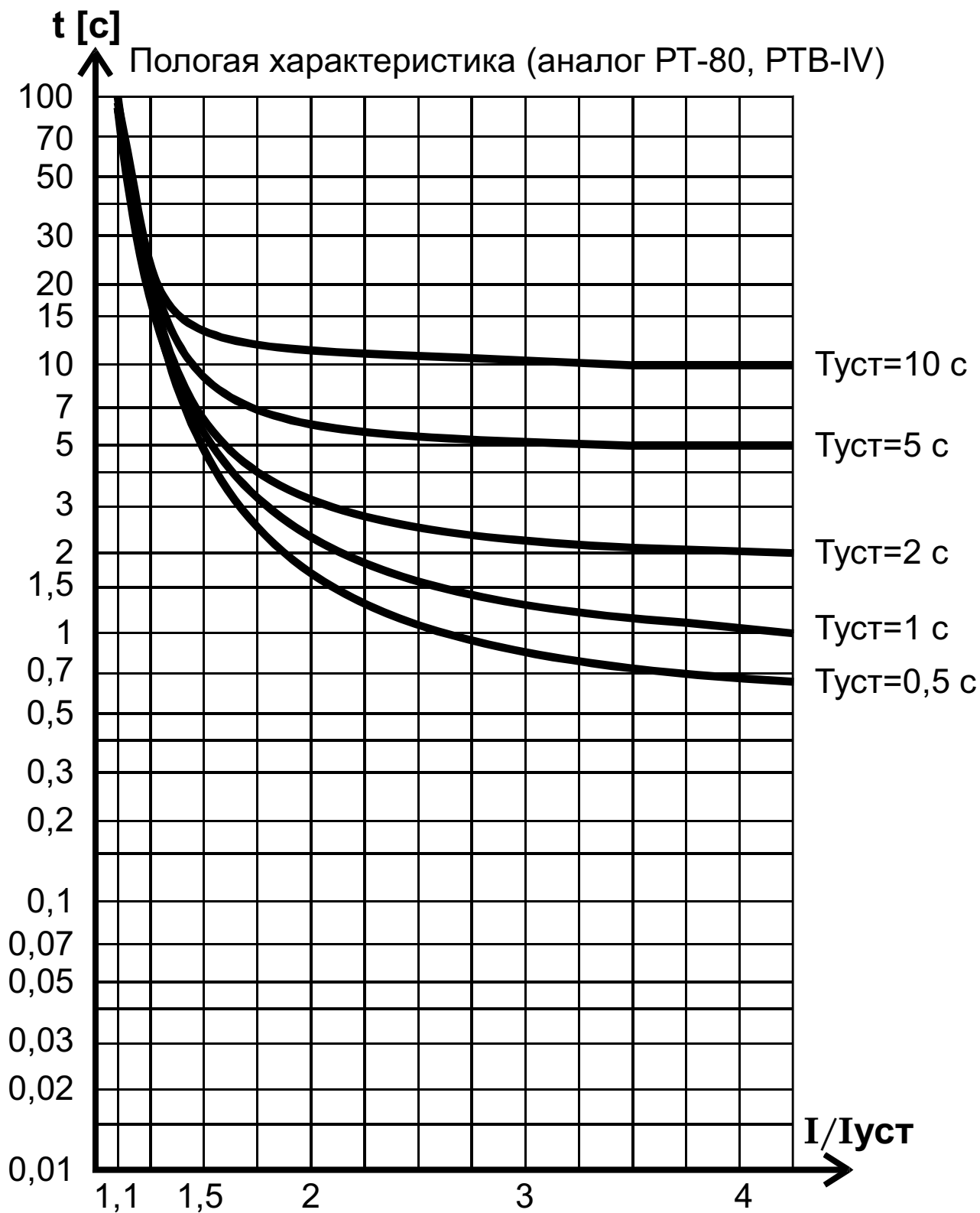


Рис.25. Пологая характеристика (аналог РТ-80, РТВ-IV)

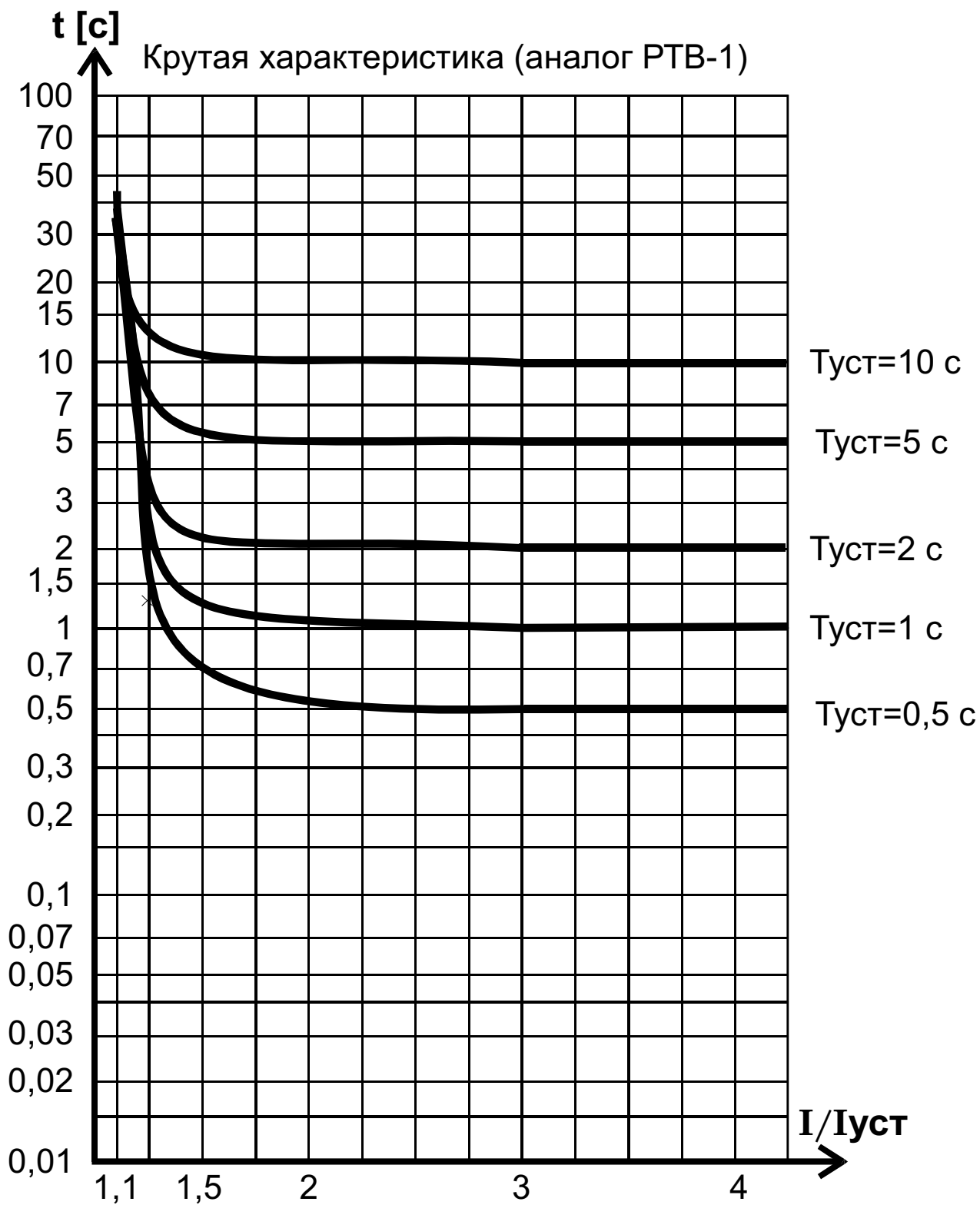


Рис.26. Крутая характеристика (аналог РТВ-1)