



**ЗАО «РАДИУС Автоматика»**

Утвержден  
БПВА.656122.048 РЭ-ЛУ

**Микропроцессорное устройство защиты**

# «Сириус-3-УВ»

**Руководство по эксплуатации**

**БПВА.656122.048 РЭ**



**Москва**

Редакция 2.0 от 1.06.09

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

|  |    |
|--|----|
| СОДЕРЖАНИЕ .....   | 3  |
| 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА .....  | 7  |
| 1.1 Назначение изделия .....   | 7  |
| 1.2 Технические характеристики .....   | 11 |
| 1.2.2 Характеристики .....   | 11 |
| 1.2.3 Формирование цепей переменного напряжения .....  | 13 |
| 1.2.4 Контроль цепей переменного напряжения .....  | 15 |
| 1.2.5 Максимальная токовая защита (МТЗ) .....  | 19 |
| 1.2.6 Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТЗНП) .....                        | 26 |
| 1.2.7 Защита от обрыва фаз и несимметрии (ЗОФ) .....   | 30 |
| 1.2.8 Защита от повышения напряжения (ЗПН) .....   | 31 |
| 1.2.9 Защита от появления в первичной сети напряжения нулевой последовательности .....           | 32 |
| 1.2.10 Защита минимального напряжения (ЗМН) .....  | 33 |
| 1.2.11 Автоматика управления высоковольтным выключателем .....                                   | 34 |
| 1.2.12 Резервирование отказов выключателя (УРОВ) .....   | 41 |
| 1.2.13 Автоматическое повторное включение (АПВ) .....  | 43 |
| 1.2.14 Использование устройства в сетях с нестандартным чередованием фаз .....                   | 50 |
| 1.2.15 Входы внешнего отключения .....   | 50 |
| 1.2.16 Входы внешней сигнализации .....  | 51 |
| 1.2.17 Выбор текущего набора уставок .....   | 52 |
| 1.2.18 Определение вида КЗ .....   | 52 |
| 1.2.19 Программируемые реле .....  | 52 |
| 1.2.20 Программируемые светодиоды .....  | 53 |
| 1.2.21 Аварийный осциллограф .....   | 54 |
| 1.2.22 Регистратор событий .....   | 56 |
| 1.2.23 Дополнительные измерительные органы .....   | 56 |
| 1.2.24 Технический учет электроэнергии .....   | 58 |
| 1.2.25 Отображение внешних неисправностей .....  | 58 |
| 1.2.26 Линии связи .....   | 58 |
| 1.2.27 Поддержка системы точного единого времени .....   | 59 |
| 1.3 Состав изделия .....   | 60 |
| 1.4 Устройство и работа .....  | 63 |
| 1.5 Маркировка и пломбирование .....   | 71 |
| 1.6 Упаковка .....   | 71 |
| 2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....  | 73 |
| 2.1 Эксплуатационные ограничения .....   | 73 |
| 2.2 Подготовка изделия к использованию .....   | 73 |
| 2.3 Использование изделия .....  | 74 |
| 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....   | 79 |
| 3.1 Общие указания .....   | 79 |
| 3.2 Методики проверки работоспособности изделия .....  | 79 |
| 4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ .....   | 83 |
| 5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ .....   | 83 |
| 6 УТИЛИЗАЦИЯ .....   | 84 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Параметры БНН в зависимости от схемы соединения «треугольника» ..... | 85 |

|   |     |
|---|-----|
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) Точки подключения к внутренней функционально-логической схеме ..... | 89  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) Точки контролируемые регистратором событий .....                    | 96  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное) Выявляемые устройством неисправности внешнего оборудования.....     | 100 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное) Внешний вид и установочные размеры устройства .....                 | 102 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Е (обязательное) Схемы подключения внешних цепей .....                               | 106 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (обязательное) Структура диалога устройства .....                                  | 109 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ К (обязательное) Причины срабатывания устройства на отключение .....                 | 121 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Л (обязательное) Причины срабатывания устройства на включение .....                  | 122 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ М (обязательное) Расписание входных дискретных сигналов в режиме «Контроль».....     | 123 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Н (обязательное) Описание уставок устройства .....                                   | 125 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ П (обязательное) Общая функционально-логическая схема устройства ..                  | 134 |

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с возможностями, принципами работы, конструкцией и правилами эксплуатации, хранения, транспортирования и утилизации микропроцессорного устройства защиты «Сириус-3-УВ».

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

К эксплуатации микропроцессорного устройства защиты «Сириус-3-УВ» допускаются лица, изучившие настоящее РЭ и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций.

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

Микропроцессорное устройство защиты «Сириус-3-УВ» должно устанавливаться на заземленные металлические конструкции. Винт заземления устройства должен быть соединен с контуром заземления подстанции медным проводом сечением не менее 2 мм<sup>2</sup>.

Категорически запрещается подключение устройства с исполнением по напряжению оперативного питания 110 В постоянного тока к оперативному напряжению 220 В, так как это приводит к выходу устройства из строя.

Конструкция устройства «Сириус-3-УВ» выполнена по модульному принципу, позволяющему поставлять устройства с различной аппаратной конфигурацией. Конфигурация устройства «Сириус-3-УВ» должна обеспечивать выполнение функций РЗА конкретного присоединения и согласовываться при оформлении заказа на поставку.

Полное название устройства «Сириус-3-УВ» состоит из трех элементов:

Устройство «Сириус-3-УВ-пп», где

«Сириус-3-УВ» – фирменное название устройства (УВ – защита присоединения линейного выключателя с функцией управления выключателем),

пп – тип исполнения устройства по напряжению оперативного тока:

220В – для напряжения питания 220 В постоянного тока;

110В – для напряжения питания 110 В постоянного тока.

Пример записи полного названия устройства «Сириус-3-УВ» с напряжением оперативного питания 220 В постоянного тока:

*«Микропроцессорное устройство защиты «Сириус-3-УВ-220В»  
ТУ 3433-003-54933521-2009».*

Сокращения, используемые в тексте:

АПВ – автоматическое повторное включение;  
АПВ ОС – АПВ с ожиданием синхронизма;  
АПВ УС – АПВ с улавливанием синхронизма;  
АУВ – автоматика управления выключателем;  
АЦП – аналого-цифровой преобразователь;  
БНН – блокировка при неисправностях в цепях напряжения;  
БНТ – бросок намагничивающего тока;  
ЗНФ – защита от непереключение фаз;  
ЗНФР – защита от неполнофазного режима;  
ЗОФ – защита от обрыва фаз;  
ИМС – интегральная микросхема;  
ИО – измерительный орган;  
КЗ – короткое замыкание;  
КС – контроль синхронизма;  
МТЗ – максимальная токовая защита;  
ОЗУ – оперативное запоминающее устройство;  
ОС – ожидание синхронизма;  
ОНМ НП – орган направления мощности нулевой последовательности;  
ОНМ – орган направления мощности;  
ПАА – противоаварийная автоматика;  
ПЗУ – постоянное запоминающее устройство;  
ПО – пусковой орган;  
ПТЭ – правила технической эксплуатации;  
ПУЭ – правила устройства электроустановок;  
РПВ – реле положения выключателя – «включено»;  
РПО – реле положения выключателя – «отключено»;  
РТ – реле тока;  
ТЗНП – токовая защита нулевой последовательности;  
ТН – измерительный трансформатор напряжения;  
ТННП – измерительный трансформатор напряжения нулевой последовательности;  
ТТ – измерительный трансформатор тока;  
ТТНП – измерительный трансформатор тока нулевой последовательности;  
УРОВ – устройство резервирования отказов выключателя;  
УС – улавливание синхронизма;  
ШОН – шкаф отбора напряжения;  
ЭМВ – электромагнит включения;  
ЭМО – электромагнит отключения;  
ЭМУ – электромагнит управления высоковольтным выключателем.

# 1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

## 1.1 Назначение изделия

1.1.1 Устройство микропроцессорной защиты «*Сириус-3-УВ*» (в дальнейшем – устройство) предназначено для выполнения функций управления, автоматики и сигнализации высоковольтного выключателя 110-220 кВ с трехфазным управлением в сетях с эффективно-заземленной нейтралью, а также для выполнения функций резервных защит силового трансформатора или подменных защит воздушной линии. Содержит ступенчатые защиты относительной селективности и функции автоматики.

1.1.2 Устройство является комбинированным микропроцессорным терминалом релейной защиты и автоматики.

Применение в устройстве модульной микропроцессорной 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 устройства.

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.

1.1.3 Климатическое исполнение УХЛЗ.1 по ГОСТ 15150 с расширенным диапазоном температуры окружающего воздуха при эксплуатации.

Верхнее значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации:

- рабочее +55°C;
- предельное рабочее +55°C.

Нижнее значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации:

- рабочее минус 20°C;
- предельное рабочее минус 40°C (при снижении температуры до минус 40°C

основные функции защиты сохраняются, но информация, отображаемая на жидкокристаллическом индикаторе, становится нечитаемой).

Рабочее значение повышенной относительной влажности воздуха 98% при 25°C.

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

- синусоидальная вибрация в диапазоне частот от 0,5 до 100 Гц с амплитудой ускорения не более 1 g, степень жесткости 10a по ГОСТ 17516.1;
- многократные удары с пиковым ударным ускорением 30 м/с<sup>2</sup> (3 g) и длительностью действия 2–20 мс, степень жесткости 1 по ГОСТ 17516.1.

1.1.5 Устройство предназначено для эксплуатации в следующих условиях:

- высота над уровнем моря не более 2000 м (атмосферное давление – от 550 до 800 мм рт. ст.), при использовании на большей высоте надо использовать поправочный коэффициент, учитывающий снижение изоляции, согласно ГОСТ 15150;
- окружающая среда – невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных паров и газов, разрушающих изоляцию и металлы;
- место установки должно быть защищено от попадания брызг, воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации.

1.1.6 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;
- индикацию положения выключателя;
- контроль и индикацию неисправностей во вторичных цепях ТН;
- определение вида 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;
- возможность подключения по цепям тока к ТТ с номинальным вторичным током 1 А и 5 А;
- 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 присоединения.

#### 1.1.7 Функции защиты, выполняемые устройством:

1.1.7.1 Трехступенчатая направленная максимальная токовая защита от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени (МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3).

Любая из ступеней МТЗ может иметь комбинированный пуск по напряжению по дискретному разрешающему сигналу или от собственных цепей напряжения.

Предусмотрена блокировка по содержанию второй гармоники в фазном токе для защиты от ложных срабатываний при броске тока намагничивания (БНТ) силового трансформатора.

Для направленных ступеней МТЗ предусмотрена возможность автоматического перевода в ненаправленный режим, либо вывод из действия данных ступеней при выявлении неисправностей в цепях переменного напряжения (срабатывание БНН), а также вывод направленности при включении выключателя (опробовании).

1.1.7.2 Четырехступенчатая направленная токовая защита нулевой последовательности от КЗ на землю с независимой выдержкой времени (ТЗНП-1, ТЗНП-2, ТЗНП-3 и ТЗНП-4).

Предусмотрена блокировка по содержанию второй гармоники в токе нулевой последовательности для защиты от ложных срабатываний при броске тока намагничивания (БНТ) силового трансформатора.

Для направленных ступеней ТЗНП предусмотрена возможность автоматического перевода в ненаправленный режим, либо вывод из действия данных ступеней при выявлении неисправностей в цепях переменного напряжения (срабатывание БНН).

1.1.7.3 Автоматический ввод ускорения одной из ступеней МТЗ и ТЗНП при любом включении выключателя.

1.1.7.4 Защита от обрыва фаз (ЗОФ) или перекоса нагрузки по току обратной последовательности с независимой выдержкой времени с действием на сигнал или на отключение.

1.1.7.5 Специальные дискретные входы для подключения сигналов газовой защиты трансформатора и газовой защиты РПН.

1.1.7.6 Защита минимального напряжения (ЗМН) с действием на отключение «своего» выключателя, либо на отдельное программируемое реле.

1.1.7.7 Защита от повышения напряжения (ЗПН) с действием на реле отключения выключателя или на отдельное реле.



1.1.7.8 Защита от появления в первичной сети напряжения нулевой последовательности с действием на отключение выключателя или на отдельное реле.

1.1.8 Функции автоматики, выполняемые устройством:

1.1.8.1 Автоматика управления выключателем (АУВ) с трехфазным или пофазным приводом, с двумя электромагнитами отключения.

В состав АУВ входят следующие функции:

– операции отключения и включения выключателя по внешним командам. Защита от многократного включения выключателя;

– контроль целостности цепей электромагнитов управления (ЭМУ);

– контроль состояния выключателя по ряду входных дискретных сигналов;

– защита электромагнитов управления от длительного протекания тока с действием на отдельные выходные реле;

– защита от непереключения фаз (ЗНФ) и неполнофазного режима (ЗНФР) с действием на реле отключения выключателя и на пуск УРОВ соответственно. Защита применяется при использовании выключателя с пофазным приводом;

– двухступенчатая защита от снижения давления элегаза (воздуха) в выключателе. Срабатывает при появлении на соответствующих дискретных входах сигнала о снижении давления. Действует на сигнал и на ускоренное срабатывание схемы УРОВ при попытке отключения от одной из защит.

1.1.8.2 Трехфазное автоматическое повторное включение выключателя (одно- или двукратное АПВ от цепей несоответствия с возможностью контроля наличия или отсутствия напряжения на линии, наличия или отсутствия напряжения на шинах, с контролем синхронизма).

1.1.8.3 Логика устройства резервирования отказов выключателя (УРОВ).

Функция УРОВ выполнена на основе индивидуального принципа, что подразумевает наличие независимой логики УРОВ на каждом присоединении. В случае необходимости, имеется возможность использования в централизованной схеме УРОВ.

Возможны следующие варианты работы схемы УРОВ:

— с автоматической проверкой исправности выключателя (с контролем по току и предварительной выработкой команды отключения резервируемого выключателя);

— с дублированным пуском от защит с использованием реле положения «Включено» выключателя (с контролем по току и контролем посылки отключающего импульса на отключение выключателя от защит).

1.1.8.4 Для выявления повреждений в цепях напряжения используется специальная блокировка при неисправностях в цепях напряжения (БНН). Блокировка действует на логику работы защит и на сигнализацию.

БНН использует следующие критерии:

— сравнение напряжения двух вторичных обмоток ТН, собранных по схеме «звезда» и «разомкнутый треугольник (основной критерий, действует без выдержки времени);

— контроль отключения автомата ТН (по дискретному входу «Автомат ТН», действует без выдержки времени);

— контроль просадки хотя бы одного из междуфазных напряжений (*U<sub>контр</sub>*, *V*, действует через 10 с);

— контроль нарушения симметрии вторичного напряжения (появление напряжения *U<sub>2</sub>*, действует через 10 с).

Предусмотрен вывод основного критерия контроля БНН с помощью уставки в случаях, когда напряжения «разомкнутого треугольника» не подведены к устройству или данный критерий контроля не требуется.

Блокировка снимается автоматически после исчезновения неисправности.

1.1.8.5 Контроль исправности цепей линейного трансформатора напряжения (или шкафа отбора напряжения (ШОН)).

1.1.8.6 Четыре дискретных отключающих входа («Внешнее отключение 1 (2,3,4)»), предназначенные для подключения внешних защит. Реализован контроль входов по току, пуск схемы УРОВ от данных сигналов, выработка сигнала блокировки АПВ.

1.1.9 Дополнительные сервисные функции:

1.1.9.1 Аварийный осциллограф аналоговых и дискретных сигналов с возможностью гибкой настройки условий пуска, длины и количества осциллограмм.

1.1.9.2 Определение вида КЗ.

1.1.9.3 Регистратор событий.

1.1.9.4 Технический учет активной и реактивной электроэнергии.

1.1.9.5 Регистрация и отображение большинства электрических параметров системы.

1.1.9.6 Возможность встраивания устройства в систему единого точного времени подстанции или станции. Для этого может использоваться один из каналов связи с интерфейсом RS485, либо специализированный дискретный вход, предназначенный для подачи на него синхроимпульса от системы единого времени.

Все внутренние регистрируемые события устройства сопровождаются меткой времени с точностью до 1 мс.

1.1.9.7 Два набора уставок с возможностью выбора текущего с помощью дискретного входа.

1.1.9.8 Большое число программируемых реле с возможностью подключения к одной из выбранных точек функциональной схемы.

1.1.9.9 Программируемые светодиоды на лицевой панели с возможностью подключения к одной из выбранных точек функциональной схемы, задания цвета и режима работы.

1.1.9.10 Возможность работы реле сигнализации «Сигнал» в непрерывном или импульсном режиме работы.

1.1.9.11 Наличие трех независимых интерфейсов связи для встраивания в АСУ ТП (интерфейс USB – на лицевой панели, два интерфейса RS485 – на задней панели устройства).

1.1.10 Устройство производит измерение электрических параметров входных аналоговых сигналов фазных токов и напряжений  $I_A, I_B, I_C, U_A, U_B, U_C$ , тока  $3I_0$ , напряжений с обмотки ТН, собранной по схеме «разомкнутого треугольника»  $U_{НИ}, U_{ИК}$ , напряжения на линии  $U_{ВЛ}$ .

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.

В зависимости от заданных параметров напряжение нулевой последовательности  $3U_0$  может рассчитываться из фазных напряжений по формуле (1), либо из напряжений с «разомкнутого треугольника» по формуле (2).

$$3\vec{U}_0 = \vec{U}_A + \vec{U}_B + \vec{U}_C \quad (1)$$

$$3\vec{U}_0 = \vec{U}_{НИ} + \vec{U}_{ИК} \quad (2)$$

Ток нулевой последовательности  $3I_0$  может рассчитываться из фазных токов по формуле (3), либо непосредственно измеряться по аналоговому входу  $3I_0$ .

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

Способ получения  $3I_0$  задается уставкой «ТТПН» в группе «Параметры ТН».

1.1.11 Для измерения напряжения на линии могут использоваться измерительные ТН, включенные на фазное или линейное напряжение линии, либо ШОН.

В случае применения ШОНа, выход которого является токовым, подключение производится параллельно резистору (шунту), сопротивление которого в каждом конкретном случае подбирается так, чтобы получить напряжение близкое к номинальному. Для обеспечения совместимости со всеми типами ШОН, предусмотрены два входа с номинальными напряжениями 30 В и 100 В. Номинальное вторичное напряжение входа, используемого для подключения к ШОН или ТН на линии задается уставкой «*Параметры ТН –  $U_{НОМ. ВХОДА}$ , В*».

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

1.1.13 Устройство имеет каналы связи для передачи на компьютер данных аварийных отключений, просмотра и изменения уставок, контроля текущего состояния устройства.

1.1.14 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.

## 1.2 Технические характеристики

### 1.2.1 Основные параметры и размеры

1.2.1.1 Питание устройства осуществляется от источника переменного (от 45 до 55 Гц), постоянного или выпрямленного тока напряжением от 176 до 242 В или от источника постоянного тока напряжением от 88 до 121 В, в зависимости от исполнения.

Для подачи сигналов на дискретные входы устройства необходимо использовать только шинки постоянного напряжения (постоянное или выпрямленное со сглаживанием до пульсации не более 12%).

1.2.1.2 Мощность, потребляемая устройством от источника оперативного постоянного тока в дежурном режиме – не более 25 Вт, в режиме срабатывания защит – не более 40 Вт.

1.2.1.3 Габаритные размеры устройства не превышают 310×310×245 мм.

1.2.1.4 Масса устройства без упаковки не превышает 12 кг.

### 1.2.2 Характеристики

1.2.2.1 Характеристики устройства указаны в таблице 1.

1.2.2.2. 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.

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

1.2.2.4 Устройство не срабатывает ложно и не повреждается:

– при снятии и подаче оперативного тока, а также при перерывах питания любой длительности с последующим восстановлением;

– при подаче напряжения оперативного постоянного тока обратной полярности;

– при замыкании на землю цепей оперативного тока.

1.2.2.5 Устройство обеспечивает хранение параметров настройки и конфигурации защит и автоматики (уставок) в течение всего срока службы вне зависимости от наличия питающего напряжения (используется flash-память).

Для обеспечения хода часов и хранения в памяти зафиксированных данных (осциллограммы, данные регистратора событий, параметры срабатываний) при пропадании оператив-

ного питания используется сменный элемент питания (батарея типа «CR2»). Индикация степени разряда элемента питания отображается на индикаторе устройства. Процедура замены батареи описана в п. 2.2.2.6.

Новая батарея на устройстве без оперативного питания обеспечивает хранение информации в среднем в течение 2 лет (в зависимости от емкости элемента питания).

1.2.2.6 Устройство выполняет функции защиты со срабатыванием выходных реле в течение 0,5 с при полном пропадании оперативного питания от номинального значения.

1.2.2.7 Время готовности устройства к работе после подачи оперативного тока не превышает 9 с.

Таблица 1

| Наименование параметра   | Значение  |
|--|---|
| <b>1 Входные аналоговые сигналы:</b>   |   |
| число измеряемых каналов тока ( $I_A, I_B, I_C, 3I_0$ )  | 4   |
| номинальный ток измерительных каналов, А   | 5 (1)*  |
| максимальный контролируемый диапазон токов, А  | 0,2 – 200<br>(0,04 – 40)*                               |
| рабочий диапазон токов, А  | 1,0 – 200<br>(0,2 – 40)*                                |
| основная относительная погрешность измерения входных токов, %  | ±3  |
| термическая стойкость токовых цепей, А, не менее:  |   |
| Длительно  | 15 (3)*   |
| Кратковременно (2 с)   | 200 (40)  |
| частота переменного тока, Гц   | 50 ±0,5   |
| потребляемая мощность входных цепей для фазных токов в номинальном режиме $I = 5$ А ( $I = 1$ А), В·А, не более: | 0,5   |
| число измеряемых каналов напряжения  | 6   |
| номинальное напряжение ( $U_A, U_B, U_C, U_{НИ}, U_{ИК}$ ), В  | 100   |
| напряжение на линии ( $U_{ВЛ}$ )   | 100 (30)**  |
| максимальный контролируемый диапазон напряжений, В   | 1 – 150<br>(0,3 – 45)**                                 |
| рабочий диапазон напряжений, В   | 2 – 120<br>(0,6 – 36)**                                 |
| основная относительная погрешность измерения напряжений в фазах, %   | ±3  |
| дополнительная погрешность измерения напряжения при изменении частоты входного сигнала на каждый 1 Гц, %         | ±0,2  |
| термическая стойкость цепей напряжения, В, не менее:   |   |
| Длительно  | 150 (45)**  |
| кратковременно (2 с)   | 200 (60)**  |
| частота переменного напряжения, Гц   | 50 ±0,5   |
| потребляемая мощность входных цепей для напряжений в номинальном режиме ( $U = 100$ В (30 В)), В·А, не более:    | 0,5   |
| <b>2 Входные дискретные сигналы постоянного тока (220/110 В)</b>   |   |
| число входов   | 48  |
| входной ток, мА, не более  | 20  |
| напряжение надежного срабатывания, В   | (исполнение 220 В) 150–264<br>(исполнение 110 В) 80–132 |
| напряжение надежного несрабатывания, В   | (исполнение 220 В) 0–120<br>(исполнение 110 В) 0–60     |
| Длительность сигнала, мс, не менее   | 25  |

| Наименование параметра   | Значение |
|--|----------|
| 3 <u>Выходные дискретные сигналы управления (220 В)</u>  |          |
| количество выходных реле / групп контактов   | 24 / 45  |
| коммутируемое напряжение переменного или постоянного тока, В, не более   | 300      |
| коммутируемый постоянный ток замыкания/размыкания при активно-индуктивной нагрузке с постоянной времени L/R = 50 мс, А, не более | 6 / 0,5  |
| коммутируемый переменный ток замыкания/размыкания при активно-индуктивной нагрузке с постоянной времени L/R = 50 мс, А, не более | 6 / 5    |

\* В скобках указаны параметры токовых входов с номиналом 1 А

\*\* В скобках указаны параметры входов напряжения с номиналом 30 В

1.2.2.8 Средняя наработка на отказ устройства составляет 100000 часов.

1.2.2.9 Среднее время восстановления работоспособного состояния устройства при наличии полного комплекта запасных модулей – не более 3 ч.

1.2.2.10 Полный средний срок службы устройства до списания составляет не менее 20 лет при условии проведения требуемых мероприятий по обслуживанию с заменой, при необходимости, материалов и комплектующих, имеющих меньший срок службы.

1.2.2.11 Устройство соответствует исполнению IP52 по лицевой панели и IP20 по остальным элементам в соответствии с ГОСТ 14254 (МЭК 70-1, EN 60529).

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

– не менее 100 МОм в нормальных климатических условиях;

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

Нормальными климатическими условиями считаются:

– температура окружающего воздуха – (25±10)°С;

– относительная влажность – от 45 до 80%;

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

1.2.2.13 Электрическая изоляция между независимыми электрическими цепями и между этими цепями и корпусом в холодном состоянии при нормальных климатических условиях (п.1.2.2.12) без пробоя и перекрытия выдерживает:

– испытательное напряжение переменного тока 2 кВ (действующее значение) частотой 50 Гц в течение 1 мин;

– импульсное испытательное напряжение (по три импульса положительных и отрицательных) с амплитудой до 5 кВ, длительностью переднего фронта 1,2 мкс, длительностью импульса 50 мкс и периодом следования импульсов – 5 с.

1.2.2.14 Устройство выполняет свои функции при воздействии помех с параметрами, приведенными в таблице 2.

Таблица 2

| Вид помехи  | Степень жесткости | ГОСТ, МЭК                                 | Критерий функционирования | Примечание                                      |
|---|-------------------|---|---------------------------|---|
| Повторяющиеся затухающие колебания частотой от 0,1 до 1,0 МГц | 3                 | ГОСТ Р 51317.4.12-99<br>МЭК 61000-4-12-95 | А                         | 2,5 кВ – провод-земля<br>1,0 кВ – провод-провод |
| Наносекундные импульсные помехи                               | 4                 | ГОСТ Р 51317.4.4-99<br>МЭК 61000-4-4-95   | А                         | 4 кВ – питание<br>2 кВ – остальные цепи         |

|   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
| Электростатические помехи               | 3 | ГОСТ Р 51317.4.2-99<br>МЭК 61000-4-2-95 | А | 8 кВ – воздушный<br>6 кВ – контактный            |
| Магнитное поле промышленной частоты     | 5 | ГОСТ Р 50648-94<br>МЭК 1000-4-8-93      | А | 100 А/м – постоянно<br>1000 А/м – кратковременно |
| Радиочастотное электромагнитное поле    | 3 | ГОСТ Р 51317.4.3-99<br>МЭК 61000-4-3-96 | А | 26 – 1000 МГц<br>10 В/м                          |
| Микросекундные импульсы большой энергии | 4 | ГОСТ Р 51317.4.5-99<br>МЭК 61000-4-5-95 | А | 4 кВ   |
| Кондуктивные низкочастотные помехи      | 3 | ГОСТ Р 51317.4.6-99<br>МЭК 61000-4-6-96 | А | 140 дБ<br>10 В                                   |
| Импульсное магнитное поле               | 4 | ГОСТ Р 50649-94<br>МЭК 1000-4-9-93      | А | 8/20 мкс<br>±300 А/м                             |
| Затухающее колебательное магнитное поле | 5 | ГОСТ Р 50652-94<br>МЭК 1000-4-10-93     | А | 100 кГц<br>±100 А/м                              |

### 1.2.3 Формирование цепей переменного напряжения

1.2.3.1 Устройство подключается к цепям переменного напряжения защищаемого объекта. Подключение производится либо только к трехфазному измерительному трансформатору напряжения, установленному на линии или шинах, для реализации защитных функций, либо к трехфазному ТН, расположенному на шинах, и однофазному ТН, установленному на линии, для выполнения защитных функций и функций автоматики.

Схема входных цепей переменного напряжения приведена на рисунке Е.1.

1.2.3.2 Один из трансформаторов напряжения, установленных на защищаемом объекте, применяется в качестве основного, трехфазная система напряжения которого используется для реализации защит, второй ТН как дополнительный, применяется для целей АПВ. Место установки основного ТН задается уставкой «Основной ТН – Шины / Линия» в группе «Параметры ТН».

Далее в описании принимается, что основной ТН установлен на шинах, дополнительный – на линии.

1.2.3.3 На входы  $U_A$ ,  $U_B$ ,  $U_C$  подаются фазные напряжения секции шин, от которой отходит контролируемая линия, а на вход  $U_{ВЛ}$  – напряжение от однофазного ТН или ШОН, установленных на линии.

1.2.3.4 Допускается подведение от ТН, установленного на линии, как фазного, так и линейного напряжений. Тип подводимого напряжения необходимо задать с помощью уставки «Тип  $U_{ВЛ}$ », которая принимает два значения: «Фазное» или «Линейное».

В соответствии с рисунком Е.1 предусмотрены два номинальных напряжения входа  $U_{ВЛ}$  – 30 В и 100 В. Используемое номинальное напряжение входа задается уставкой «Параметры ТН –  $U_{НОМ. ВХОДА}$ , В».

В случае подключения к ТН используется вход с номиналом 100 В.

1.2.3.5 Если на линии установлен ШОН, выход которого является токовым, подключение производится параллельно резистору (шунту), сопротивление которого в каждом конкретном случае подбирается, чтобы получить напряжение близкое к номинальному. Для обеспечения совместимости со всеми типами ШОН, предусмотрены два номинальных напряжения входа  $U_{ВЛ}$  – 30 В и 100 В.

Необходимо задать с помощью уставки «Тип  $U_{ВЛ}$ » тип контролируемого ШОН-ом напряжения: линейное или фазное.

1.2.3.6 При использовании ШОН достаточно сложно обеспечить точное соответствие напряжения на входе  $U_{ВЛ}$  (напряжение с шунта) устройства реальному первичному. Это связано с дискретностью подбора необходимого сопротивления шунта, а также из-за значительного допуска емкости конденсатора связи, что тоже дает погрешность. В устройстве имеется возможность цифровым способом откорректировать измеряемое вторичное напряжение и

привести его в соответствие с реальным первичным напряжением линии. Для этого предусмотрена уставка «*Параметры ТН –  $K_{ВЛ}$* », которая принимает значения от 0,50 до 2,00.

Откорректированное вторичное напряжение линии рассчитывается по выражению:

$$U_{ВЛ} = U_{ВЛ \text{ ИЗМЕРЕННОЕ}} \times K_{ВЛ} \quad (4)$$

Также имеется возможность цифровым способом произвести поворот вектора напряжения на линии для его использования в функции контроля синхронизма. Для этого предусмотрена уставка «*Параметры ТН –  $\varphi_{ВЛ}$ , град*», которая принимает значения от 0 до 359 градусов. За положительное направление принимается поворот против движения часовой стрелки. На рисунке 1 приведена поясняющая векторная диаграмма.

Уставка « $K_{ВЛ}$ » имеет свою значимость только при использовании ШОН в качестве дополнительного ТН, в ином случае принимается « $K_{ВЛ} = 1$ ».

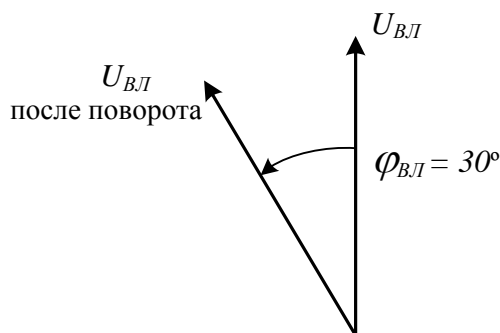


Рисунок 1 – Поворот вектора на угол, заданный уставкой « $\varphi_{ВЛ}$ , град»

Для удобства проведения наладочных работ на индикаторе устройства в режиме «*Контроль*» отображаются действующие значения и фазы напряжений до цифровой коррекции и после соответственно: «*U<sub>вл\_изм</sub>*» и «*U<sub>вл</sub>*». Причем может отображаться как фазное, так и линейное напряжения, в зависимости от подведенной на вход величины.

Процесс подстройки напряжения с помощью уставок « $K_{ВЛ}$ » и « $\varphi_{ВЛ}$ , град» подробно описан в п. 3.2.5.

1.2.3.7 Ниже приведены примеры возможных вариантов формирования цепей переменного напряжения и соответствующие им уставки.

От однофазного ТН, установленного на отходящей линии, подводится линейное напряжение, которое подается на вход  $U_{ВЛ}$  с номинальным напряжением 100 В:

«*U<sub>НОМ. ВХОДА</sub>, В — 100 В*», «*Тип  $U_{ВЛ}$  — Линейное*».

От однофазного ТН, установленного на отходящей линии, подводится фазное напряжение, которое подается на вход  $U_{ВЛ}$  с номинальным напряжением 100 В:

«*U<sub>НОМ. ВХОДА</sub>, В — 100 В*», «*Тип  $U_{ВЛ}$  — Фазное*».

От ШОН, установленного на линии, подводится линейное напряжение, которое подается на вход  $U_{ВЛ}$  с номинальным напряжением 30 В:

«*U<sub>НОМ. ВХОДА</sub>, В — 30 В*», «*Тип  $U_{ВЛ}$  — Линейное*».

## 1.2.4 Контроль цепей переменного напряжения

1.2.4.1 При неисправностях в цепях основного ТН возможно искажение или даже исчезновение вторичных напряжений, подводимых к устройству. Это может привести к некорректной работе защит и автоматики. Поэтому для выявления повреждений в цепях напряжения используется специальная блокировка при неисправностях в цепях напряжения (БНН).

БНН без выдержки времени воздействует на функции релейной защиты устройства, которые могут ложно сработать при данных повреждениях, а с выдержкой времени 10 с действует на сигнал. Блокировка снимается автоматически после устранения неисправности.

1.2.4.2 С помощью уставки «Осн. критерий» в группе уставок «Параметры ТН» задаются два режима работы блокировки при неисправностях в цепях переменного напряжения.

При значении уставки «Осн. критерий - Вкл» блокировка использует следующие критерии:

- сравнение напряжения двух вторичных обмоток ТН;
- контроль отключения автомата ТН (по дискретному входу «Автомат ТН»);
- контроль просадки хотя бы одного из междуфазных напряжений;
- контроль нарушения симметрии вторичного напряжения (по напряжению  $U_2$ ).

Второй режим работы блокировки вводится в случаях, когда напряжения «разомкнутого треугольника» не подведены к устройству или данный критерий контроля не требуется. Для этого необходимо задать уставку «Осн. критерий - Откл». В этом случае БНН работает по следующим критериям:

- контроль отключения автомата ТН (по дискретному входу «Автомат ТН»);
- контроль просадки хотя бы одного из междуфазных напряжений;
- контроль нарушения симметрии вторичного напряжения (по напряжению  $U_2$ ).

Ниже приводится подробное описание этих критериев.

### 1.2.4.3 Сравнение напряжений двух вторичных обмоток ТН

1.2.4.3.1 Является основным критерием БНН и реализован на сравнении напряжений двух вторичных обмоток ТН, собранных по схеме «звезда» и «разомкнутый треугольник».

В случаях, когда напряжения «разомкнутого треугольника» не подведены к устройству или данный критерий контроля не требуется, его можно вывести уставкой: «Параметры ТН – Осн. критерий – Откл» (тем самым вводится медленнодействующий контроль).

Для обеспечения работы БНН используются напряжения, подводимые к устройству:

- фазные напряжения «звезды» –  $U_A, U_B, U_C$  (клеммы: « $U_A$ », « $U_B$ », « $U_C$ », «0»);
- напряжения «треугольника» –  $U_{HI}, U_{IK}$  (клеммы: « $U_H$ », « $U_I$ », « $U_K$ »), либо  $U_{HF}$  и  $U_{FK}$  в зависимости от используемого на объекте вывода ТН.

#### 1.2.4.3.2 Принцип действия

Контролируется напряжение, которое рассчитывается по следующему выражению:

$$\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C - \bar{U}_{HI} / \sqrt{3} - \bar{U}_{IK} / \sqrt{3}, \quad (5)$$

где  $\bar{U}_{HK} = \bar{U}_{HI} + \bar{U}_{IK} = 3\bar{U}_0$ .

В нормальном режиме, когда отсутствуют повреждения во вторичных цепях ТН, слагаемые в выражении (5) компенсируют друг друга и результирующее напряжение  $U_{БНН}$  имеет значение близкое к нулю (обычно не превышающее 1-2 В).

При возникновении неисправности во вторичных цепях ТН баланс напряжений обмоток «звезды» и «треугольника» нарушается, что приводит к увеличению напряжения  $U_{БНН}$  выше заданной уставки и срабатыванию БНН. Порог срабатывания по напряжению задается уставкой « $U_{БНН}, В$ », значение которой в большинстве случаев можно принимать 10 В.

Блокировка позволяет выявлять в нормальном режиме (без КЗ в первичной сети) следующие обрывы в цепях ТН:

- пропадание любой из фаз звезды, двух или трех фаз одновременно;
- обрыв любого из проводов «И», «К» или «Н».

Блокировка не обеспечивает выявление:

- обрыва нулевого провода звезды;
- разрыв разомкнутого треугольника еще в шкафу ТН, а также КЗ между проводами «К» и «Н».

Блокировка не чувствительна к КЗ между двумя фазами, если ни одна из них не является «особой фазой» (приведены для каждого вида соединения треугольника в Приложении А). В этом случае данный блок откажет, и блокировка ступеней защит произойдет только после срабатывания автоматического выключателя в цепях основного ТН. Сигнализацию



КЗ между фазами во вторичных цепях ТН обеспечит контроль напряжения обратной последовательности (см. п. 1.2.5.6).

#### 1.2.4.3.3 Задание варианта соединения вторичных обмоток основного ТН

Существует несколько вариантов соединения вторичных обмоток основного ТН по схеме «разомкнутый треугольник». Выражение (5) приведено лишь для одного из них. На практике могут встречаться 12 типов схем соединения. Схемы меняются в зависимости от:

- выбранной в качестве начала фазы (маркируется «Н»);
- порядка соединения фаз в треугольнике;
- согласного или встречного соединения обмоток «треугольника» по отношению к «звезде» (при этом соответствующие вектора напряжений совпадают по направлению, либо находятся в противофазе).

В зависимости от схемы соединения «треугольника» для расчета напряжения  $U_{БНН}$  используются различные выражения. Также расчетное выражение меняется в зависимости от того, какой вывод ТН подводится к устройству – «И» или «Ф».

На выбор используемого расчетного выражения оказывает влияние, применяемое в энергосистеме чередование фаз. Для учета этой особенности приводятся две таблицы: для прямого и обратного чередования фаз. Особенности подключения цепей напряжения к устройству при обратном чередовании фаз описываются в п. 1.2.14.

Для функционирования данной части БНН необходимо задать соответствующие уставки в группе «*Параметры ТН*». Достаточно найти по таблице А.1 (при прямом чередовании фаз) или А.2 (при обратном чередовании фаз) схему соединения обмотки «треугольника» (уставка «*Схема ТН*»), задать вывод ТН («И» или «Ф»), задать уставку по напряжению срабатывания  $U_{БНН}$  (в большинстве случаев принимается значение  $10 В$ ). Таблицы расположены в Приложении А.

#### 1.2.4.4 Контроль отключения автомата ТН

Для осуществления контроля состояния автомата ТН используются его блок-контакты, сигнал с которых подается на дискретный вход «*Автомат ТН*».

Введена задержка на снятие блокировки ступеней защит при включении автомата ТН. Это сделано для отстройки от кратковременных несимметрий, возникающих при одновременном замыкании силовых контактов автомата. Время задержки равно 150 мс.

Имеется возможность заводить как нормально замкнутые, так и нормально разомкнутые блок-контакты автомата ТН. Тип используемого блок-контакта автомата ТН определяется уставкой «*Контакт АвТН*» в группе «*Параметры ТН*». В положении уставки «*НР*» (нормально-разомкнутый контакт) наличие сигнала на входе есть нормальное (включенное) положение автомата, при значении «*НЗ*» (нормально-замкнутый) – аварийное (отключенное).

#### 1.2.4.5 Контроль просадки хотя бы одного из междуфазных напряжений

Критерий контролирует просадку одного из междуфазных напряжений ниже порога, задаваемого с помощью уставки «*Уконтр, В*» в группе «*Параметры ТН*». Контроль предназначен для выявления случаев исчезновения одного из напряжений звезды ТН, когда основной критерий БНН отказывает или выведен из действия уставкой.

В случае, если задана уставка «*Основной ТН – Линия*», то работа критерия по просадке междуфазных напряжений выводится при отключенном положении выключателя (контроль сигнала РПО).

Данный критерий выявления неисправностей в цепях ТН действует с выдержкой времени  $10 с$  на логику действия ступеней защит и на сигнал.

#### 1.2.4.6 Контроль нарушения симметрии вторичного напряжения

Контроль срабатывает, если напряжение обратной последовательности  $U_2$  превышает порог, задаваемый с помощью уставки «*U2контр, В*» в группе «*Параметры ТН*». Контроль предназначен для выявления случаев замыкания фаз вторичной обмотки ТН, когда основной критерий БНН может отказать или выводится из действия уставкой.

Данный критерий выявления неисправностей в цепях ТН действует с выдержкой времени  $10\text{ с}$  на логику действия ступеней защит и на сигнал.

1.2.4.7 Функционально-логическая схема блока выявления неисправностей в цепях ТН изображена на рисунке 2.

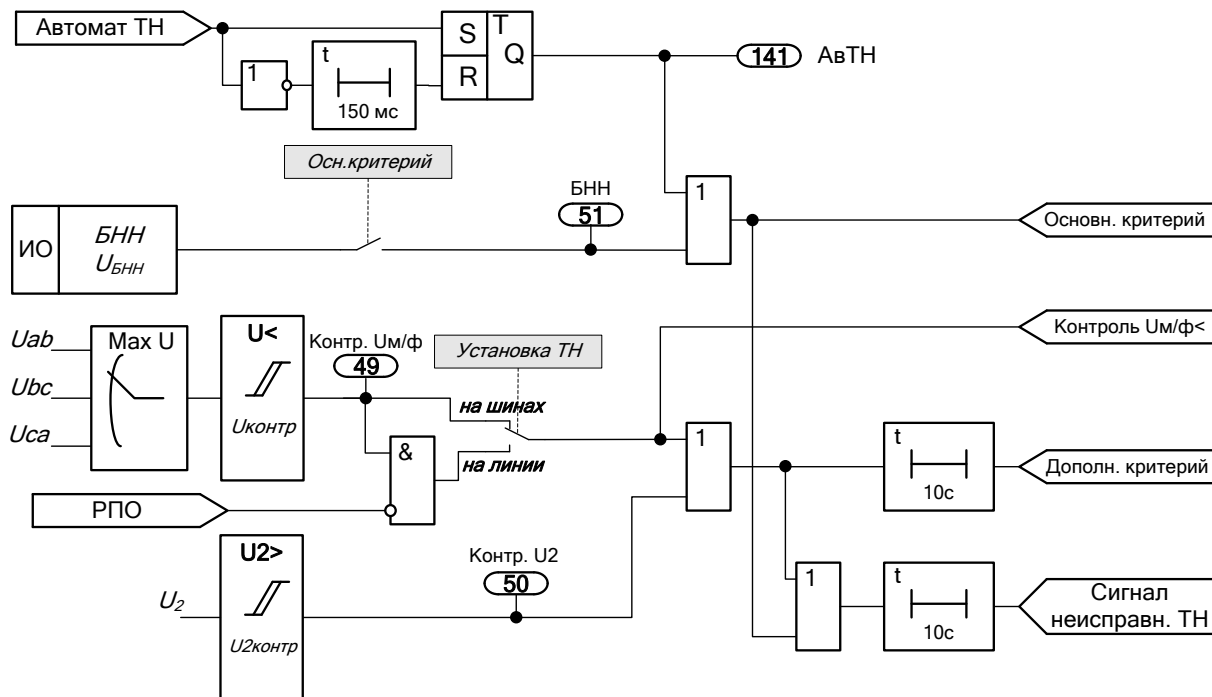


Рисунок 2 – Функционально-логическая схема блока выявления неисправностей в цепях ТН

1.2.4.8 Параметры блока выявления неисправностей в цепях переменного напряжения приведены в таблице 3.

Таблица 3

| Наименование параметра |   | Значение                                 |
|------------------------|---|--|
| 1                      | Диапазон уставок по напряжению, В<br>для « $U_{БНН}$ »<br>для « $U_{КОНТР.}$ »<br>для « $U_2\text{ КОНТР.}$ »   | 3,0 – 80,0<br>5,0 – 100,0<br>5,0 – 100,0 |
| 2                      | Дискретность уставок по напряжению  | 0,1                                      |
| 3                      | Основная погрешность по напряжению, от уставок, %   | $\pm 5$                                  |
| 4                      | Время срабатывания БНН при обрыве одной, двух или трех фаз «звезды» при предварительном подведении симметричного напряжения, равного $100/\sqrt{3}$ В, на входы «звезды» и напряжения 100 В на входы «разомкнутого треугольника», с, не более | 0,028                                    |

#### 1.2.4.9 Контроль цепей линейного трансформатора напряжения

Неисправность цепей ШОН (или ТН на линии) определяется по срабатыванию реле минимального напряжения на линии, срабатыванию реле максимального напряжения шин и наличию сигнала РПВ.

При возникновении указанной неисправности подается воздействие на сигнализацию устройства (срабатывает выходное реле «Сигнал»), выводится сообщение о неисправности на индикаторе лицевой панели устройства: «Неиспр. ШОН», блокируется командное включение выключателя, а также АПВ с контролем напряжения.

## 1.2.5 Максимальная токовая защита (МТЗ)

1.2.5.1 Устройство содержит три направленные ступени МТЗ (*МТЗ-1, МТЗ-2 и МТЗ-3*) от междуфазных КЗ с контролем токов трех фаз и независимой выдержкой времени.

1.2.5.2 С помощью уставки «*Функция*» задается режим работы каждой ступени МТЗ:

— постоянное действие («*Вкл*»);

— ускоряющая ступень – вводится в работу на заданное время после включения выключателя («*Ускор.*»).

1.2.5.3 Каждая ступень МТЗ может быть выполнена направленной. Для этого используются специальный орган направления мощности, обеспечивающий работу при близких коротких замыканиях.

1.2.5.4 Предусматривается автоматический вывод направленности, производимый одновременно для всех ступеней МТЗ, при срабатывании любой из ступеней. Функция задается уставкой «*Вывод напр.ср.*» в группе «*МТЗ общие*».

1.2.5.5 С помощью уставки «*ОНМ при БНН*» в группах уставок ступеней МТЗ имеется возможность задать один из вариантов действия логики при выявлении неисправности в цепях ТН:

— неисправности в цепях ТН не вызывают изменения логики действия ступени МТЗ («*Игнор.*»);

— вывод ступени при появлении сигнала неисправности ТН («*Ступень*»);

— ступень переводится в ненаправленный режим работы при появлении сигнала неисправности ТН («*Направл.*»).

1.2.5.6 Для оперативного вывода из действия МТЗ используется общий сигнал для всех токовых защит от дискретного входа «*Вывод ТЗ*».

1.2.5.7 Имеется возможность ввести запрет АПВ при срабатывании каждой ступени МТЗ. Это осуществляется с помощью уставки «*Запрет АПВ*».

1.2.5.8 Ступени МТЗ имеют характеристики, указанные в таблице 4.

Таблица 4

| Наименование параметра |  | Значение   |
|------------------------|--|--|
| 1                      | Диапазон уставок по току:<br>для МТЗ-1 « <i>I<sub>НОМ</sub></i> » (по отношению к <i>I<sub>НОМ ВТ.</sub></i> )<br>(при <i>I<sub>НОМ</sub></i> = 1 А, А)<br>(при <i>I<sub>НОМ</sub></i> = 5 А, А)<br>для МТЗ-2 « <i>I<sub>НОМ</sub></i> » (по отношению к <i>I<sub>НОМ ВТ.</sub></i> )<br>(при <i>I<sub>НОМ</sub></i> = 1 А, А)<br>(при <i>I<sub>НОМ</sub></i> = 5 А, А)<br>для МТЗ-3 « <i>I<sub>НОМ</sub></i> » (по отношению к <i>I<sub>НОМ ВТ.</sub></i> )<br>(при <i>I<sub>НОМ</sub></i> = 1 А, А)<br>(при <i>I<sub>НОМ</sub></i> = 5 А, А) | 0,5 – 30,00<br>(0,5 – 30,00)<br>(2,5 – 150,00)<br>0,08 – 30,00<br>(0,08 – 30,00)<br>(0,40 – 150,00)<br>0,08 – 30,00<br>(0,08 – 30,00)<br>(0,40 – 150,00) |
| 2                      | Диапазон уставок по времени, с:<br>для МТЗ-1<br>для МТЗ-2<br>для МТЗ-3   | 0,00 – 3,00<br>0,10 – 99,00<br>0,10 – 99,00  |
| 3                      | Дискретность уставок:<br>по току, А<br>по времени, с   | 0,01<br>0,01   |
| 4                      | Основная погрешность срабатывания:<br>по току, от уставки, %<br>по времени:*   | ±5   |

|   |                                   |             |
|---|-----------------------------------|-------------|
|   | выдержка более 1 с, от уставки, % | ±3          |
|   | выдержка менее 1 с, мс            | ±25         |
| 5 | Коэффициент возврата по току      | 0,95 – 0,92 |
| 6 | Время срабатывания, мс, не более  | 65          |
| 7 | Время возврата, мс, не более      | 40          |

\* Указывается погрешность элемента задержки функциональной схемы устройства. Полное время срабатывания ступени складывается из времени срабатывания самого ИО ступени, заданной задержки на срабатывание и времени действия выходного реле (составляет порядка 10 мс).

#### 1.2.5.9 Внутренняя цифровая сборка цепей трансформатора тока в треугольник

1.2.5.9.1 В соответствии с требованиями РУ ступени максимальной токовой защиты, установленной на стороне высшего напряжения силового трансформатора, должны быть присоединены к трансформаторам тока, соединенным в треугольник, в целях предотвращения неселективного действия при замыканиях на землю в сети 110-220 кВ.

1.2.5.9.2 Предусматривается использование устройства в сетях как с заземленной нейтралью, так и с изолированной. Электрическое соединение измерительных трансформаторов тока ВСЕГДА В ЗВЕЗДУ. При необходимости производится внутренняя цифровая сборка токовых цепей в треугольник и использование полученных токов для реализации ступеней МТЗ. При этом возможны два варианта настройки устройства с помощью уставки «Сборка МТЗ – Y/Δ»:

– Y (звезда). Используется в сетях с незаземленной или компенсированной нейтралью. Сборка МТЗ в треугольник не производится. МТЗ действует стандартно, реагируя на величины фазных токов. Такая сборка соответствует стандартному подключению МТЗ на звезду.

– Δ (треугольник). Используется в сетях с глухозаземленной нейтралью (110 кВ и выше). Производится ЦИФРОВАЯ СБОРКА подводимых фазных токов в треугольник, причем используется 11-я группа сборки. При этом устраняется нулевая последовательность. Величины токов на выходе треугольника (реализованного внутри устройства) в нормальном режиме в  $\sqrt{3}$  раз превышают фазные токи, что соответствует стандартной электрической сборке в треугольник. В этом режиме необходимо выставлять УСТАВКИ также как при сборке цепей ТТ в ТРЕУГОЛЬНИК.

Поясняющая схема цифровой сборки приведена на рисунке 3.

#### 1.2.5.10 Ускорение МТЗ при включении выключателя

1.2.5.10.1 Предусмотрено ускорение одной из ступеней МТЗ при включении выключателя. Ускорение вводится автоматически на время, задаваемое уставкой «Тввода уск» в группе «Ускорение при включении», при любых включениях выключателя.

Диапазон значений уставки от 0,50 до 5,00 с, с шагом 0,01 с.

1.2.5.10.2 Имеется возможность задать контроль отсутствия напряжения на линии при вводе ускорения. Функция задается уставкой «Контроль U». Отсутствие напряжения на линии определяется с помощью ИО минимального фазного напряжения на линии, порог срабатывания которого задается уставкой «АПВ – U<sub>мин.вл, В</sub>». Пуск ускорения происходит, если ИО находится в сработавшем состоянии перед включением выключателя (до момента исчезновения сигнала РПО).

1.2.5.10.3 Выбор ускоряемой ступени производится с помощью уставки «Ускорение МТЗ»: МТЗ-2 или МТЗ-3.

1.2.5.10.4 Выдержка времени на срабатывание при ускорении задается уставкой «Тускор. МТЗ». Диапазон значений уставки от 0 до 5,00 с, с шагом 0,01 с.

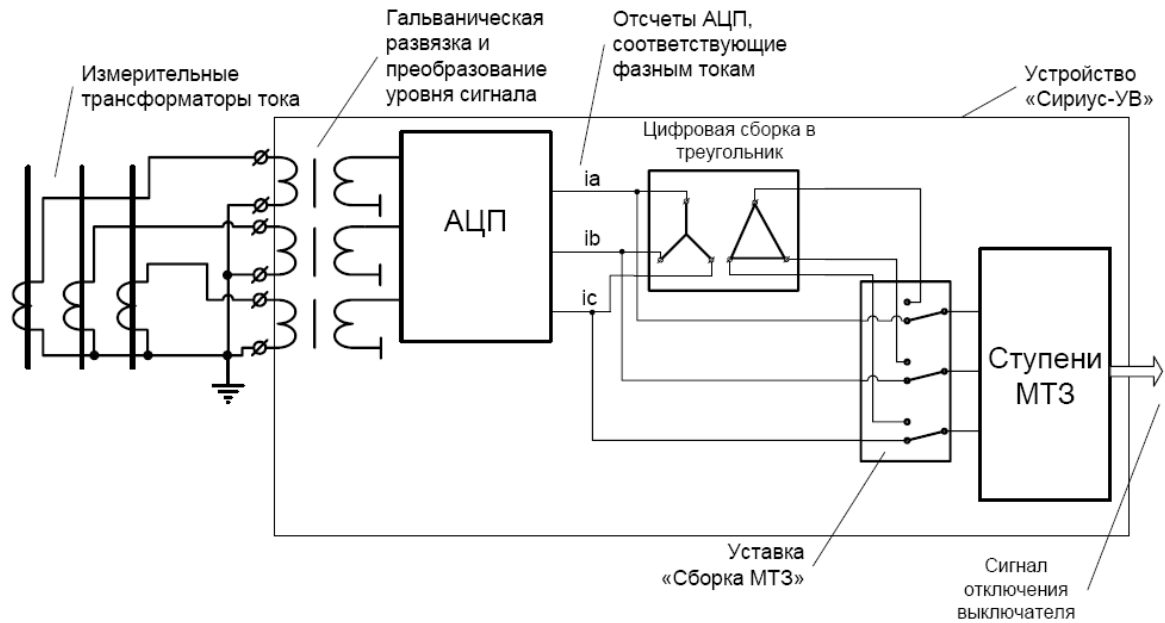


Рисунок 3 – Схема реализации ступеней МТЗ в зависимости от положения уставки «Сборка МТЗ»

1.2.5.10.5 Срабатывание ускоряемой ступени МТЗ производится по упрощенной логике – без контроля БНН.

1.2.5.10.6 Возможен вывод направленности ускоряемой ступени МТЗ на время ввода ускорения с помощью уставки «Вывод напр. МТЗ».

1.2.5.10.7 Функционально-логическая схема блока ускорения МТЗ при включении выключателя приведена на рисунке 4.

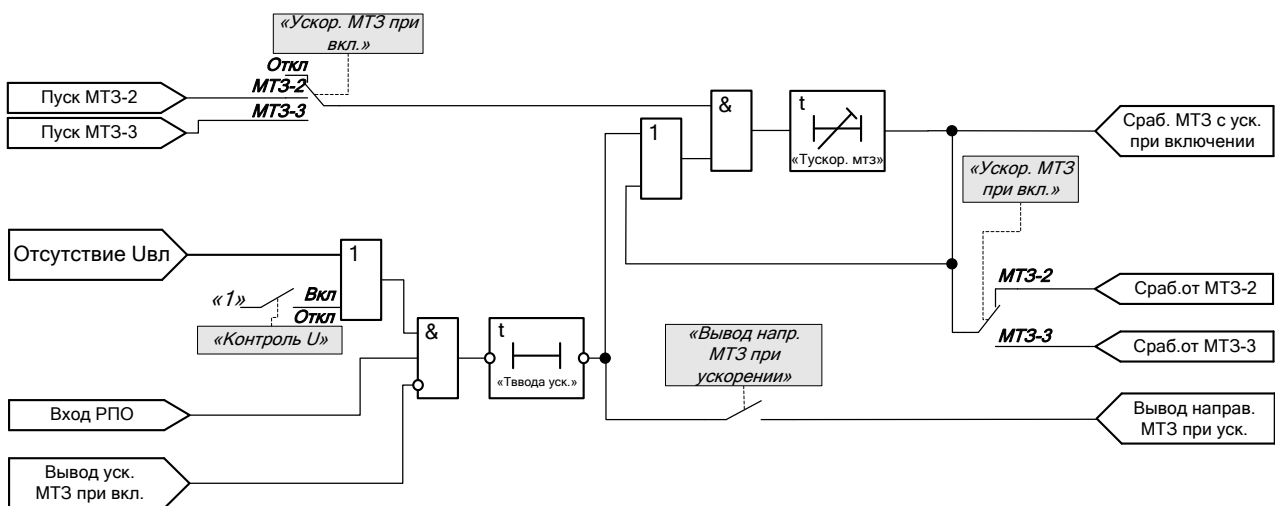


Рисунок 4 – Функционально-логическая схема блока ускорения МТЗ при включении выключателя

### 1.2.5.11 Пуск по напряжению

1.2.5.11.1 Пуск по напряжению позволяет повысить чувствительность защиты и может вводиться в действие независимо для каждой ступени МТЗ.

1.2.5.11.2 В устройстве предусмотрены два варианта реализации пуска по напряжению:

- внешний – от внешнего дискретного сигнала (пуск по напряжению не от своих цепей напряжения, например, пуск по напряжению низшей стороны трансформатора);
- внутренний – пуск по напряжению от своих цепей напряжения, т.е. от цепей ТН, непосредственно подводимых к устройству.

Возможно одновременное использование обоих вариантов пуска по напряжению. В этом случае пуск МТЗ происходит при одновременном выполнении условий внешнего и внутреннего пусков по напряжению (появление сигнала на входе «ВМ-блокировка» и снижение уровня хотя бы одного из линейных напряжений).

### 1.2.5.11.3 Внешний пуск по напряжению

Для ввода функции в действие необходимо задать уставку «*Внешн.пуск U – Вкл.*». Данная уставка задается независимо для каждой ступени МТЗ.

При установке устройства на высшей стороне силового трансформатора дискретный разрешающий сигнал можно получить либо с реле минимального напряжения (реализовав, тем самым, вольтметровую блокировку), либо со схемы, контролирующей как линейные напряжения, так и напряжение обратной последовательности (реализовав, таким образом, комбинированный пуск по напряжению). Схема комбинированного пуска по напряжению приведена на рисунке 5.

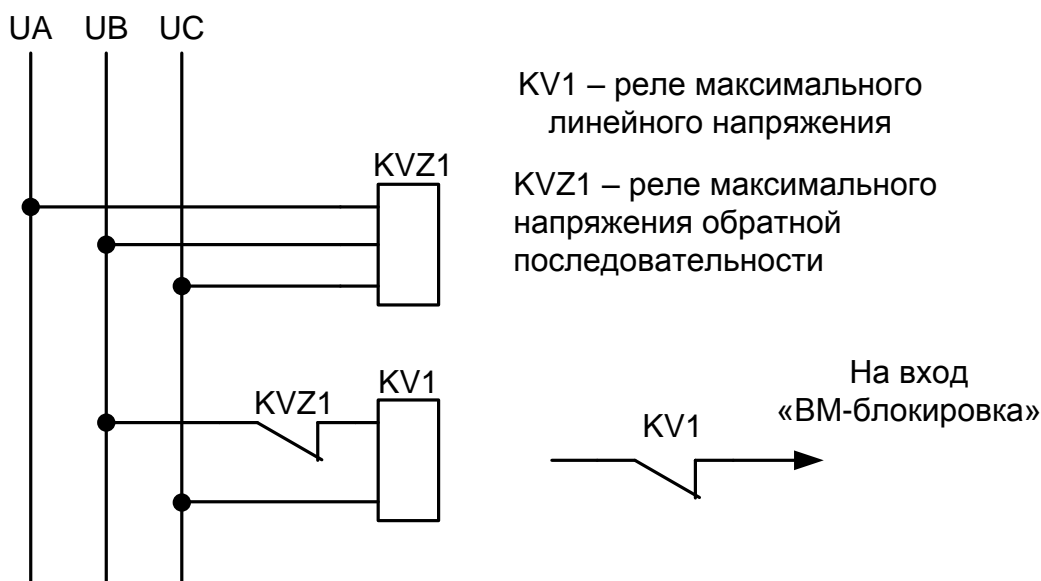


Рисунок 5 – Пусковой орган для реализации комбинированного пуска по напряжению

При включенной вольтметровой блокировке для срабатывания защиты необходимо, чтобы на входе «ВМ-блокировка» был активный сигнал.

### 1.2.5.11.4 Внутренний пуск по напряжению

Для ввода в действие функции необходимо задать уставку «*Внутр.пуск U – Вкл.*». Данная уставка задается независимо для каждой ступени МТЗ.

Имеется возможность выбора режима работы пуска по напряжению: комбинированный пуск по напряжению, либо пуск минимального напряжения (вольтметровая блокировка). Задание режима производится с помощью уставки «*Вид блокир.*» в группе «*Блокировка по U.*».

При выборе пуска минимального напряжения для срабатывания защиты необходимо, чтобы ток превысил уставку срабатывания и хотя бы одно из междуфазных напряжений снизилось ниже порогового значения, задаваемого уставкой «*Uконтр, В*» в группе уставок «*Параметры ТН*». При комбинированном пуске по напряжению разрешение работы МТЗ будет выдано так же и при превышении напряжением  $U_2$  заданного порога.

С помощью уставки «*НеиспрТН.Выв*» в группах уставок ступеней МТЗ имеется возможность задать один из вариантов действия логики при появлении неисправности в цепях переменного напряжения:

- «*Откл*» - возникновение неисправностей в цепях ТН не вызывает изменения логики действия ступени МТЗ с внутренним пуском по напряжению;
- «*Ступень*» - при появлении неисправностей в цепях напряжения ступень МТЗ полностью блокируется до исчезновения неисправностей.
- «*Пуск U*» - при появлении неисправностей в цепях напряжения внутренний пуск по напряжению выводится из действия, т.е. ступень МТЗ переходит в режим без пуска по напряжению (внешний пуск напряжения по дискретному сигналу остается в действии).

Параметры внутреннего пуска по напряжению приведены в таблице 5. Функциональная логическая схема внутреннего пуска по напряжению ступеней МТЗ приведена на рисунке 6.

Таблица 5

|   | Наименование параметра  | Значение     |
|---|---|--------------|
| 1 | Диапазон уставки по напряжению « $U_2$ », В:                            | 5,0 – 100,00 |
| 2 | Дискретность уставки по напряжению « $U_2$ », В:                        | 0,1          |
| 3 | Основная погрешность срабатывания по напряжению « $U_2$ », % от уставки | $\pm 5$      |
| 4 | Коэффициент возврата по по напряжению « $U_2$ »,                        | 0,94         |
| 5 | Время возврата, мс, не более  | 40           |

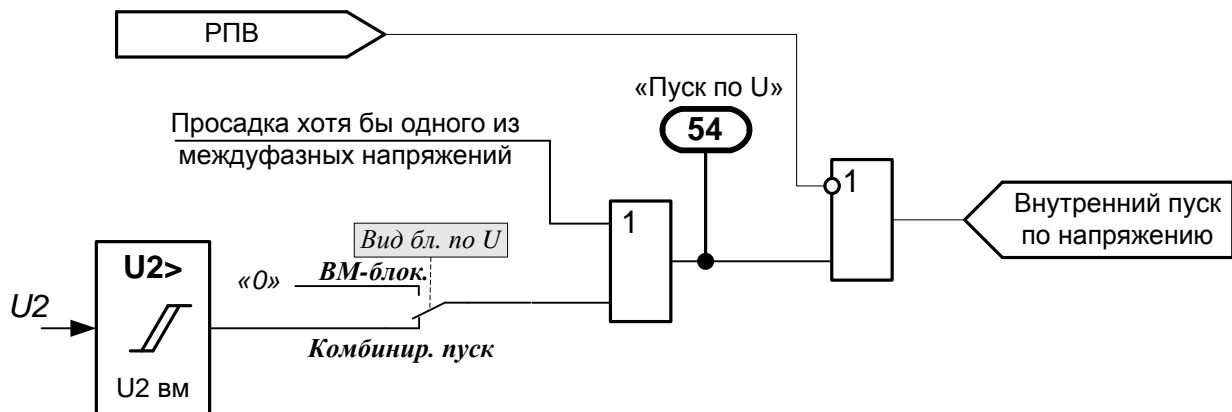


Рисунок 6 – Функциональная логическая схема внутреннего пуска по напряжению ступеней МТЗ

#### 1.2.5.12 Блокировка ступеней МТЗ по содержанию второй гармоники в фазных токах

1.2.5.12.1 При включении силового трансформатора на холостой ход возможны броски тока намагничивания (БНТ), величина которых сравнима с величиной тока КЗ. Необходимо отстройка ступеней МТЗ от БНТ по времени, либо по току. Первый вариант приводит к замедлению действия ступени при КЗ, а отстройка по току значительно снижает чувствительность ступени.

1.2.5.12.2 В устройстве реализована специальная блокировка по содержанию 2-й гармоники в фазных токах. Данная блокировка автоматически запрещает пуск ступеней МТЗ

при наличии БНТ. Это позволяет повысить быстродействие и чувствительность ступеней МТЗ.

Наличие функции блокировки от БНТ задается независимо для каждой ступени МТЗ с помощью уставки «Блокир. при БНТ» в соответствующей группе уставок. Для ускоряемых ступеней МТЗ необходимо ввести блокировку, и она будет действовать как в режиме ускорения, так и при нормальной работе.

Имеется возможность с помощью уставки « $I_{22}/I_{21}$ » регулировать пороговую величину отношения действующего значения второй гармоники к действующему значению первой гармоники фазного тока, при котором срабатывает блокировка. Диапазон значений уставки от 0,10 до 0,40, с шагом 0,01.

#### 1.2.5.13 Орган направления мощности (ОНМ)

1.2.5.13.1 Функция определения направления мощности используется для защит линии со сборкой токовых цепей в звезду (в том числе цифровым способом, когда значение уставки «Сборка МТЗ - Y»).

1.2.5.13.2 Определение направления мощности производится по так называемой 90-градусной схеме сочетания токов и напряжений:  $I_A$  и  $U_{BC}$ ;  $I_C$  и  $U_{AB}$ ;  $I_B$  и  $U_{CA}$ . 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 ( $I_A$ ,  $I_C$ ,  $I_B$ ) и напряжением ( $U_{BC}$ ,  $U_{AB}$ ,  $U_{CA}$ ) отдельно для каждой пары сигналов. Упрощенная функциональная логическая схема обработки сигналов ОНМ приведена на рисунке 8.

Схема образования векторов междуфазных напряжений приведена на рисунке 7.

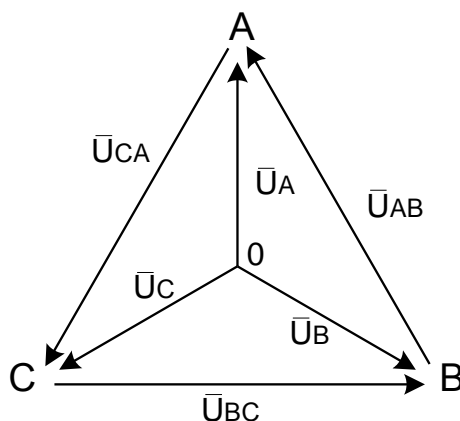


Рисунок 7 – Формирование векторов линейных напряжений (на примере прямого чередования фаз)



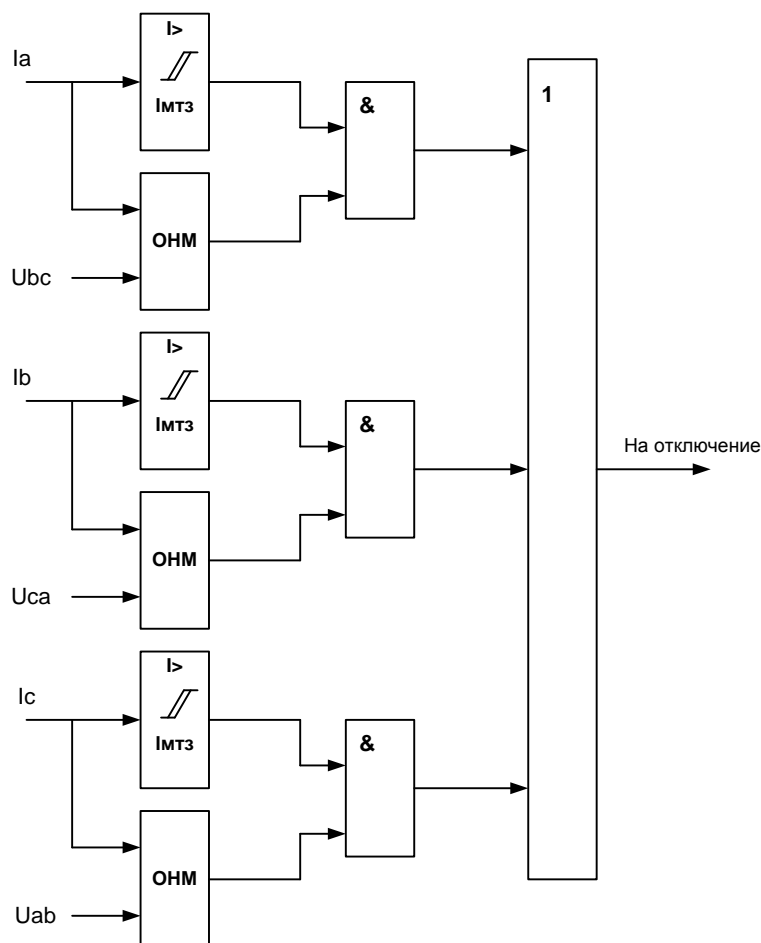


Рисунок 8 – Упрощенная функциональная логическая схема обработки сигналов ОНМ

1.2.5.13.3 Для задания области работы направленной защиты необходимо задать 2 установки – угол максимальной чувствительности  $\varphi_{м.ч.}$  и зону срабатывания  $\pm\varphi_{сект.}$

Поскольку устройство допускает использование на различных типах линий электропередачи, угол максимальной чувствительности сделан регулируемым в диапазоне 0 – 359 эл. градусов. Дискретность задания углов – 1 эл. градус.

Зона срабатывания  $\pm\varphi_{сект.}$  отсчитывается от направления максимальной чувствительности в обе стороны и принимает значения:  $\pm 105$ ;  $\pm 90$ ;  $\pm 75$  эл. градусов. Взаимное расположение векторов тока, напряжения и направления максимальной чувствительности показано на рисунке 9.

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

1.2.5.13.4 Порог срабатывания ОНМ по току –  $0,04 \cdot I_{НОМ}$ ; по напряжению – 2 В. При просадке напряжения ниже 2 В, для определения направленности используется контур памяти, использующий напряжение предшествующего доаварийного режима.

1.2.5.13.5 Погрешность определения углов на краях диапазонов не превышает  $\pm 5$  эл. градусов.

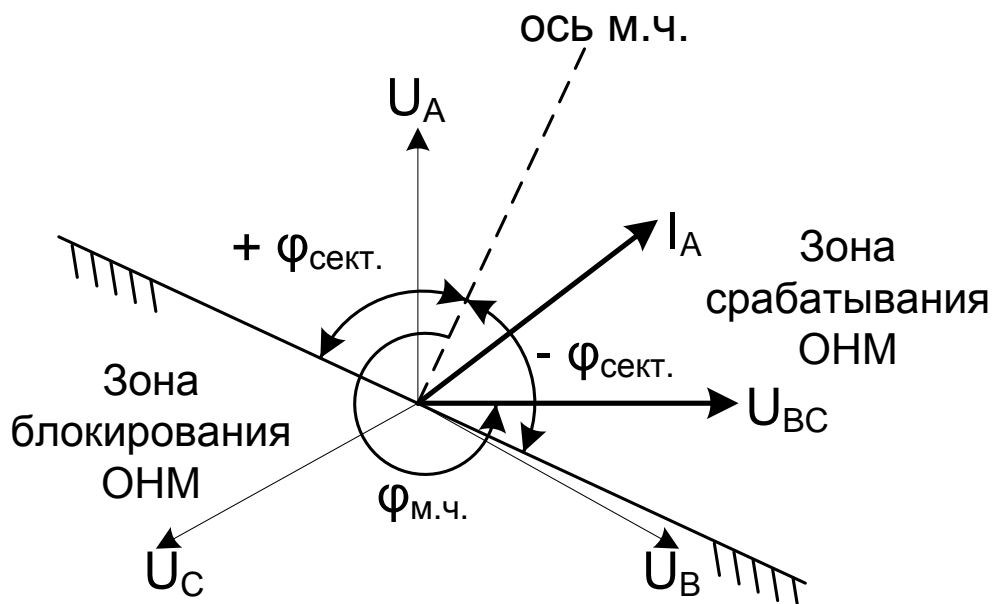


Рисунок 9 – Поясняющая диаграмма на примере ОНМ с подводимыми величинами  $I_A$  и  $U_{BC}$  (отсчет идет от линии м.ч. до фиксированной оси напряжения; положительное направление – против направления вращения часовой стрелки; на примере заданы рекомендуемые значения уставок:  $\varphi_{\text{сект}} = \pm 90^\circ$ ,  $\varphi_{\text{м.ч.}} = 300^\circ$ , вектор тока попадает в зону срабатывания.)

1.2.5.13.6 При использовании устройства на воздушных линиях электропередач, для задания режима срабатывания при прямом направлении мощности («прямо») и нормальном прямом чередовании фаз, следует задавать  $\varphi_{\text{м.ч.}}$  в диапазоне от  $295^\circ$  до  $330^\circ$ . На ВЛ 110-220 кВ, где предполагается одно из основных использований устройства, рекомендуется значение  $\varphi_{\text{м.ч.}} = 300^\circ$ . Зона сектора срабатывания обычно принимается равной полуплоскости, то есть  $\varphi_{\text{сект}} = \pm 90^\circ$ .

1.2.5.13.7 Параметры ОНМ приведены в таблице 6.

Таблица 6

| Наименование параметра |  | Значение                                   |
|------------------------|--|--|
| 1                      | Порог срабатывания по току $I_\phi$<br>При $I_{\text{ном}}=1 \text{ А}$ , А<br>При $I_{\text{ном}}=5 \text{ А}$ , А  | $0,04 \cdot I_{\text{ном}}$<br>0,04<br>0,2 |
| 2                      | Порог срабатывания по напряжению $U_{\text{мф}}$ , В   | 2  |
| 3                      | Диапазон уставок<br>по углу $\varphi_{\text{м.ч.}}$ , эл. град.<br>по углу $\varphi_{\text{сект.}}$ , эл. град.      | 0 – 359<br>$\pm (75 - 105)$                |
| 4                      | Дискретность уставок:<br>по углу $\varphi_{\text{м.ч.}}$ , эл. град.<br>по углу $\varphi_{\text{сект.}}$ , эл. град. | 1<br>15                                    |
| 5                      | Погрешность определения углов на краях диапазонов, град., не более   | $\pm 5$                                    |
| 6                      | Время срабатывания, мс, не более   | 35   |
| 7                      | Время возврата, мс, не более   | 45   |

1.2.6 Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТЗНП)

1.2.6.1 Устройство содержит четыре ступени ТЗНП (*ТЗНП-1*, *ТЗНП-2*, *ТЗНП-3* и *ТЗНП-4*) с независимой выдержкой времени от КЗ на землю, реагирующие на первую гармо-

нику тока нулевой последовательности. Функциональная логическая схема ступени ТЗНП приведена на рисунке 10.

1.2.6.2 С помощью уставки «Функция» задается режим работы каждой ступени ТЗНП:  
— постоянное действие («Вкл»);

— ускоряющая ступень – вводится в работу на заданное время после включения выключателя («Ускор.»).

1.2.6.3 Имеется возможность для каждой ступени независимо задать время и ток срабатывания. Данные параметры определяются соответствующими уставками в группах «ТЗНП-1 (2,3,4)».

1.2.6.4 Для оперативного вывода ступеней ТЗНП и МТЗ из действия предусмотрен дискретный вход «Вывод ТЗ». По данному сигналу происходит вывод всех ступеней независимо от их режима работы (например, наличия одного из видов ускорения).

1.2.6.5 Каждая ступень ТЗНП может быть выполнена направленной. Для этого используется специальный разрешающий орган направления мощности нулевой последовательности, который срабатывает при КЗ на защищаемой линии (ОНМ НП).

1.2.6.6 Предусматривается автоматический вывод направленности, производимый одновременно для всех ступеней ТЗНП, при срабатывании любой из ступеней. Функция задается уставкой «Вывод напр.ср.» в группе «ТЗНП общие». Указанное обеспечивает устойчивое пребывание ТЗНП в состоянии срабатывания при неполнофазном отключении выключателя, что необходимо для действия УРОВ.

1.2.6.7 С помощью уставки «ОНМ при БНН» в группах уставок ступеней МТЗ имеется возможность задать один из вариантов действия логики при выявлении неисправности в цепях ТН:

— неисправности в цепях ТН не вызывают изменения логики действия ступени МТЗ («Игнор.»);

— вывод ступени при появлении сигнала неисправности ТН («Ступень»);

— ступень переводится в ненаправленный режим работы при появлении сигнала неисправности ТН («Направл.»).

1.2.6.8 Имеется возможность ввести запрет АПВ при срабатывании каждой ступени ТЗНП. Это осуществляется с помощью уставки «Запрет АПВ».

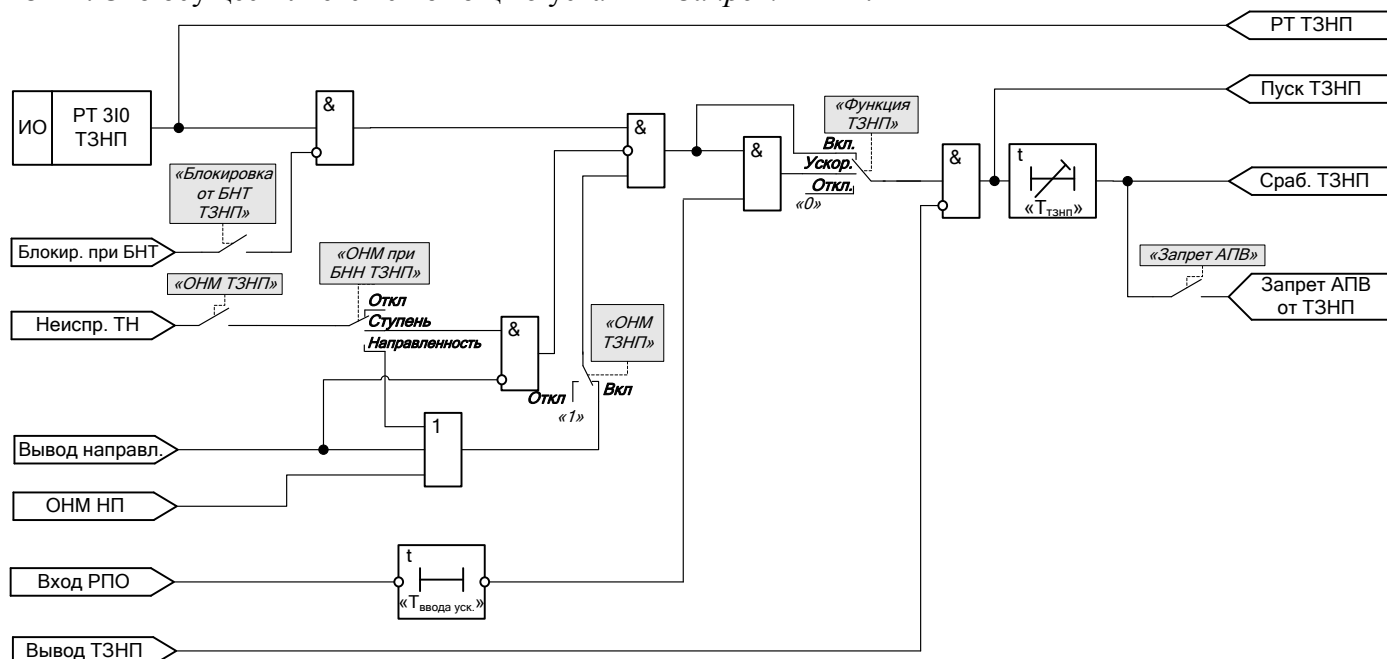


Рисунок 10 – Функционально-логическая схема токовой защиты нулевой последовательности

1.2.6.9 Параметры ступеней ТЗНП приведены в таблице 7.

Таблица 7

| Наименование параметра |   | Значение  |
|------------------------|---|---|
| 1                      | Диапазон уставок по времени, с:<br>для первой ступени<br>для второй ступени<br>для третьей ступени<br>для четвертой ступени   | 0,00 – 5,00<br>0,10 – 5,00<br>0,20 – 10,00<br>0,50 – 10,00  |
| 2                      | Диапазон уставок по току $3I_0$ :<br>для первой ступени « $3I_0/I_{НОМ}$ » (по отношению к $I_{НОМ ВТ.}$ ), о.е.<br>(при $I_{НОМ} = 1$ А, А)<br>(при $I_{НОМ} = 5$ А, А)<br>для второй ступени « $3I_0/I_{НОМ}$ »<br>(при $I_{НОМ} = 1$ А, А)<br>(при $I_{НОМ} = 5$ А, А)<br>для третьей ступени « $3I_0/I_{НОМ}$ »<br>(при $I_{НОМ} = 1$ А, А)<br>(при $I_{НОМ} = 5$ А, А)<br>для четвертой ступени « $3I_0/I_{НОМ}$ »<br>(при $I_{НОМ} = 1$ А, А)<br>(при $I_{НОМ} = 5$ А, А) | 0,20 – 30,00<br>(0,20 – 30,00)<br>(1,00 – 150,00)<br>0,10 – 20,00<br>(0,10 – 20,00)<br>(0,50 – 100,00)<br>0,05 – 20,00<br>(0,05 – 20,00)<br>(0,25 – 100,00)<br>0,05 – 10,00<br>(0,05 – 10,00)<br>(0,25 – 50,00) |
| 3                      | Дискретность уставок:<br>по времени, с<br>по току $3I_0$ , А  | 0,01<br>0,01  |
| 4                      | Основная погрешность срабатывания:<br>по току $3I_0$ , от уставки, %<br>по времени:*<br>выдержка более 1 с, % от уставки<br>выдержка менее 1 с, мс  | ±5<br>±3<br>±25   |
| 5                      | Коэффициент возврата по току  | 0,95 – 0,92**   |
| 6                      | Время срабатывания ИО тока $3I_0$ , мс, не более  | 35  |
| 7                      | Время возврата ИО тока $3I_0$ , мс, не более  | 40  |

\* Указывается погрешность элемента задержки функциональной схемы устройства. Полное время срабатывания ступени складывается из времени срабатывания самого ИО ступени, заданной задержки на срабатывание и времени действия выходного реле (составляет порядка 10 мс).

\*\* Для токовых органов коэффициент возврата равен 0,95, а при токе менее  $0,4I_{НОМ}$  коэффициент возврата уменьшается до 0,92.

1.2.6.10 Орган направления мощности нулевой последовательности (ОНМ НП)

Для реализации направленности ТЗНП определяется направление мощности нулевой последовательности по величине фазового угла между током  $3I_0$  и напряжением  $3U_0$ .

При этом ток может быть как измеренным с входных клемм устройства, так и рассчитанным на основании фазных токов. Выбор требуемого варианта осуществляется уставкой «ТНП» в группе «Параметры ТН».

Действие органа направления мощности разрешается при превышении током  $3I_0$  и напряжением  $3U_0$  заданных порогов срабатывания -  $0,04 \cdot I_{НОМ}$  и 2 В соответственно и при попадании фазового угла между током и напряжением в область срабатывания. Объединение измерительных органов показано на рисунке 11.

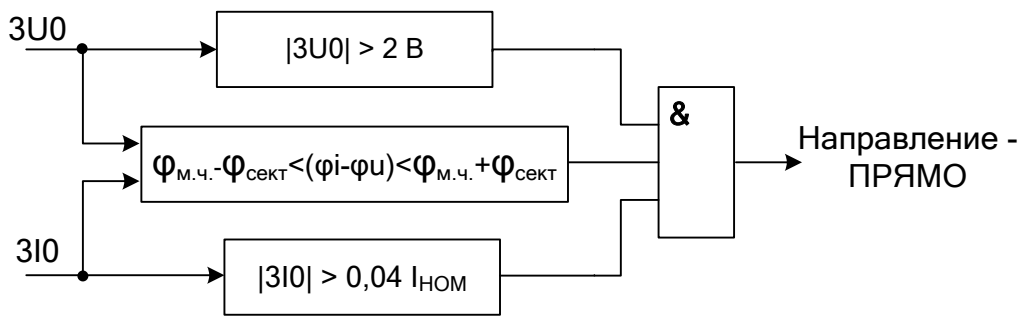


Рисунок 11 – Структурная схема ОНМ НП

Для задания области работы направленной защиты необходимо задать 2 уставки – угол максимальной чувствительности  $\varphi_{м.ч.}$  и зону срабатывания  $\pm\varphi_{сект.}$ .

Поскольку устройство допускает использование на различных типах линий электропередачи, угол максимальной чувствительности сделан регулируемым в диапазоне 0 – 359 эл. градусов с шагом 1 эл. градус. Угол максимальной чувствительности ОНМ НП для сетей 110-220 кВ принимается обычно равным:  $\varphi_{м.ч.}$  ОНМ НП = 260°.

Зона срабатывания  $\pm\varphi_{сект.}$  отсчитывается от направления максимальной чувствительности в обе стороны и принимает значения:  $\pm 105$ ;  $\pm 90$ ;  $\pm 75$  эл. градусов. Векторная диаграмма, поясняющая работу ОНМ НП, приведена на рисунке 12.

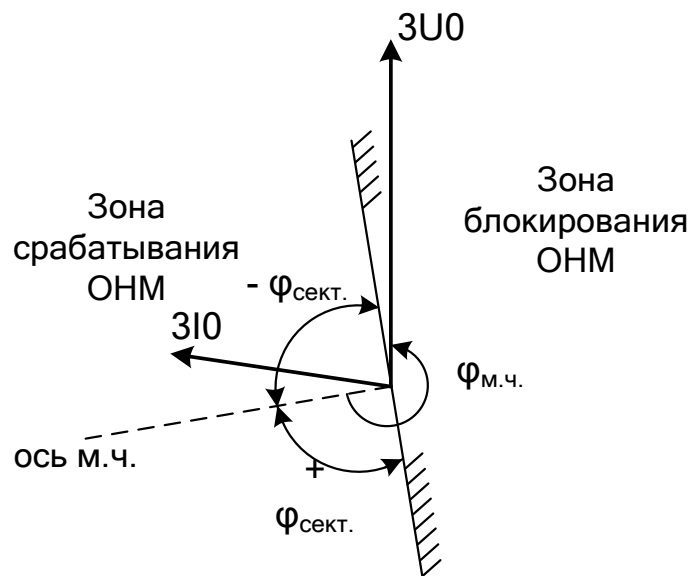


Рисунок 12 – Векторная диаграмма, поясняющая работу ОНМ НП (отсчет идет от линии м.ч. до фиксированной оси напряжения; положительное направление – против направления вращения часовой стрелки)

Параметры ОНМ НП аналогичны параметрам ОНМ, приведенным в таблице 6.

1.2.6.11 Блокировка ступеней ТЗНП по содержанию второй гармоники в токе нулевой последовательности.

Для обеспечения несрабатывания быстродействующих (либо ускоряемых) ступеней ТЗНП при включении линии с ненагруженным силовым трансформатором, с возникновением броска тока намагничивания (БНТ), используется специальная блокировка по второй гармонике в токе нулевой последовательности, которая запрещает пуск ступени.

Обычно блокировка применяется на линиях, где есть ответвления с заземленной нейтралью или если линия может ставить под напряжение трансформаторы подстанции на противоположном конце.

Наличие функции блокировки от БНТ задается независимо для каждой ступени ТЗНП с помощью уставки «Блокир. при БНТ» в соответствующей группе уставок. Для ускоряемых ступеней ТЗНП необходимо ввести блокировку, и она будет действовать как в режиме ускорения, так и при нормальной работе.

Имеется возможность с помощью уставки «3I0г2/3I0г1» регулировать пороговую величину отношения действующего значения второй гармоники к действующему значению первой гармоники тока нулевой последовательности, при котором срабатывает блокировка. Диапазон значений уставки от 0,10 до 0,40, с шагом 0,01.

Если сигнал блокировки присутствует в течение 70 мс после срабатывания ИО любой из ступеней ТЗНП, то он подхватывается и удерживается до тех пор, пока не вернуться ИО всех ступеней.

Функционально-логическая схема блокировки приведена на рисунке 13.

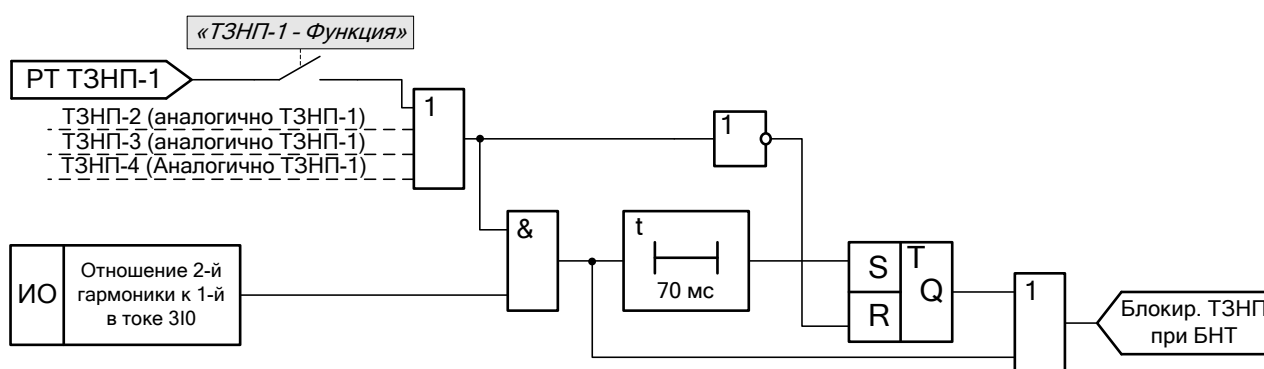


Рисунок 13 – Функционально-логическая схема блокировки ТЗНП по 2-й гармонике

#### 1.2.6.12 Ускорение ТЗНП при включении выключателя

1.2.6.12.1 Схема формирования сигнала ввода автоматического ускорения при включении выключателя используется одна и та же для ТЗНП и МТЗ. Описание приведено в п. 1.2.5.10

1.2.6.12.2 Выбор ускоряемой ступени производится с помощью уставки «Ускорение ТЗНП»: ТЗНП-2, ТЗНП-3 или ТЗНП-4.

1.2.6.12.3 Выдержка времени на срабатывание при ускорении задается уставкой «Ускор. тзмп». Диапазон значений уставки от 0,00 до 5,00 с, с шагом 0,01 с.

1.2.6.12.4 Предусматривается вывод направленности всех ступеней ТЗНП в режиме ускорения при включении выключателя, если это задано уставкой «Вывод напр. ТЗНП» в группе «Ускорение при включении». Указанное обеспечивает надежное срабатывание ТЗНП при неполнофазном включении выключателя.

#### 1.2.7 Защита от обрыва фаз и несимметрии (ЗОФ)

1.2.7.1 ЗОФ реализуется методом расчета тока обратной последовательности по формуле:

$$I_2 = \frac{I_A + I_B \cdot e^{-j120} + I_C \cdot e^{j120}}{3}. \quad (10)$$

Пуск происходит, если ток обратной последовательности превышает заданный порог срабатывания.

1.2.7.2 Функция ЗОФ может работать на отключение или только на сигнал. Это определяется уставкой «Действие» в группе «ЗОФ».

1.2.7.3 С помощью уставки «Запрет АПВ» имеется возможность задать запрет АПВ при срабатывании ЗОФ на отключение выключателя.

1.2.7.4 Параметры ЗОФ приведены в таблице 8. Функционально-логическая схема действия ЗОФ приведена на рисунке 14.

Таблица 8

| Наименование параметра |   | Значение                                       |
|------------------------|---|--|
| 1                      | Диапазон уставок по току « $I_2/I_{НОМ}$ »: (по отношению к $I_{НОМ ВТ.}$ )<br>(при $I_{НОМ} = 1 \text{ А, А}$ )<br>(при $I_{НОМ} = 5 \text{ А, А}$ ) | 0,04 – 4,00<br>(0,04 – 4,00)<br>(0,20 – 20,00) |
| 2                      | Диапазон уставок по времени, с  | 0,10 – 99,00                                   |
| 3                      | Дискретность уставок:<br>по току, А<br>по времени, с  | 0,01<br>0,01                                   |
| 4                      | Основная погрешность срабатывания:<br>по току $I_2$ , от уставки, %<br>по времени:*<br>выдержка более 1 с, от уставки, %<br>выдержка менее 1 с, мс    | $\pm 5$<br>$\pm 3$<br>$\pm 25$                 |
| 5                      | Коэффициент возврата по току  | 0,95 – 0,92                                    |

\* Указывается погрешность элемента задержки функциональной схемы устройства. Полное время срабатывания ступени складывается из времени срабатывания самого ИО ступени, заданной задержки на срабатывание и времени действия выходного реле (составляет порядка 10 мс).

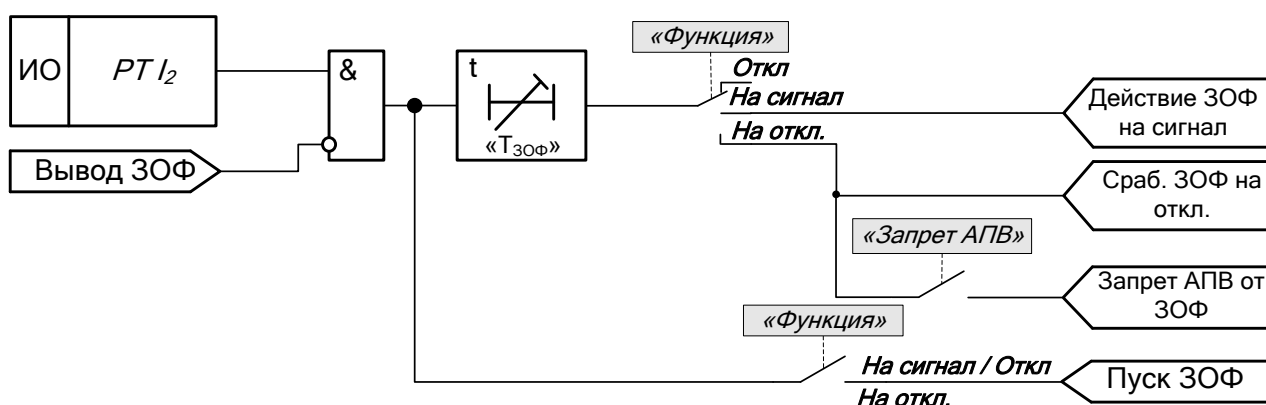


Рисунок 14 – Функционально-логическая схема блока защиты от обрыва фазы

## 1.2.8 Защита от повышения напряжения (ЗПН)

1.2.8.1 Защита может применяться на тупиковых подстанциях 110-220 кВ для защиты от перенапряжений, которые могут привести к повреждению измерительных ТН и устройств ОПН. Чаще всего такие перенапряжения связаны с аварийным режимом работы обрыва фазы питающей линии с замыканием на землю оборвавшегося провода со стороны тупиковой подстанции, как правило, работающей с разземленной нейтралью.

Возможен также режим с наличием генерирующих мощностей со стороны низкого напряжения трансформатора (например, синхронные двигатели), что приводит к таким же последствиям при потере связи с источником питания с обрывом и замыканием провода на землю.

1.2.8.2 Защита срабатывает, если хотя бы одно из контролируемых фазных напряжений превышает порог срабатывания, задаваемый уставкой « $U_{ЗПН}, В$ ». При срабатывании, если задана уставка «Функция – Вкл», формируется сигнал на реле «Отключение».

1.2.8.3 АПВ после срабатывания ЗПН всегда запрещается, т.к. аварийные ситуации, приводящие к повышению напряжения, чаще всего сами не устраняются и требуют длительных ремонтных работ.

1.2.8.4 Имеется возможность действия защиты при срабатывании на одно из программируемых реле. Для этого необходимо задать точку подключения программируемого реле «ЗПН», а также установить задержку на срабатывание реле.

В этом случае, если уставка «Функция» в группе «ЗПН» задана в положение «Откл» защита будет действовать только на замыкание контактов программируемого реле.

1.2.8.5 Параметры ЗПН приведены в таблице 9. Функциональная логическая схема действия ЗПН приведена на рисунке 15.

Таблица 9

|   | Наименование параметра  | Значение        |
|---|---|-----------------|
| 1 | Диапазон уставки по фазному напряжению, В   | 5,0 – 120,0     |
| 2 | Диапазон уставок по времени, с  | 0,0 – 300,0     |
| 3 | Дискретность уставок:<br>по напряжению, В<br>по времени, с  | 0,1<br>0,1      |
| 4 | Основная погрешность срабатывания:<br>по фазному напряжению, от уставки, %<br>по времени:*<br>выдержка более 1 с, от уставки, %<br>выдержка менее 1 с, мс | ±5<br>±3<br>±25 |
| 5 | Коэффициент возврата по току  | 0,94            |

\* Указывается погрешность элемента задержки функциональной схемы устройства.

Полное время срабатывания ступени складывается из времени срабатывания самого ИО ступени, заданной задержки на срабатывание и времени действия выходного реле (составляет порядка 10 мс).

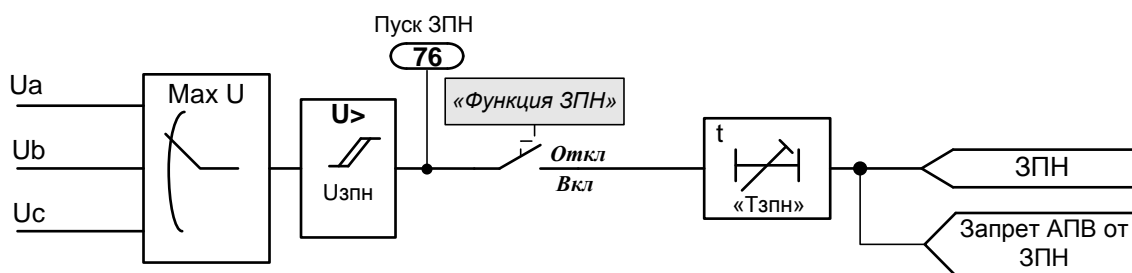


Рисунок 15 – Функционально-логическая схема блока защиты от повышения напряжения

1.2.9 Защита от появления в первичной сети напряжения нулевой последовательности

1.2.9.1 Защита с контролем  $3U_0$  по назначению аналогична ЗПН и применяется в случаях, аналогичных приводимым в п. 1.2.8.1.

1.2.9.2 Защита срабатывает, если напряжение нулевой последовательности  $3U_0$  превышает порог срабатывания, задаваемый уставкой « $3U_0, В$ » в группе уставок «Контроль  $3U_0$ ». При срабатывании, если задана уставка «Функция – Вкл», формируется сигнал на реле «Отключение».

1.2.9.3 АПВ после срабатывания защиты всегда запрещается, т.к. аварийные ситуации, приводящие к появлению напряжения  $3U_0$  напряжения, чаще всего сами не устраняются.



1.2.9.4 Имеется возможность действия защиты при срабатывании на одно из программируемых реле. Для этого необходимо задать точку подключения программируемого реле «Контр.ЗУ0», а также установить задержку на срабатывание реле.

В этом случае, если уставка «Функция» в группе уставок «Контроль ЗУ0» задана в положение «Откл» защита будет действовать только на замыкание контактов программируемого реле.

1.2.9.5 Параметры защиты от появления в первичной сети напряжения нулевой последовательности приведены в таблице 10. Функциональная логическая схема действия ЗПН приведена на рисунке 16.

Таблица 10

| Наименование параметра |   | Значение        |
|------------------------|---|-----------------|
| 1                      | Диапазон уставки по напряжению ЗУ0, В   | 5,0 – 120,0     |
| 2                      | Диапазон уставок по времени, с  | 0,0 – 300,0     |
| 3                      | Дискретность уставок:<br>по напряжению ЗУ0, В<br>по времени, с  | 0,1<br>0,1      |
| 4                      | Основная погрешность срабатывания:<br>по напряжению ЗУ0, от уставки, %<br>по времени:*<br>выдержка более 1 с, от уставки, %<br>выдержка менее 1 с, мс | ±5<br>±3<br>±25 |
| 5                      | Коэффициент возврата по току  | 0,94            |

\* Указывается погрешность элемента задержки функциональной схемы устройства. Полное время срабатывания ступени складывается из времени срабатывания самого ИО ступени, заданной задержки на срабатывание и времени действия выходного реле (составляет порядка 10 мс).

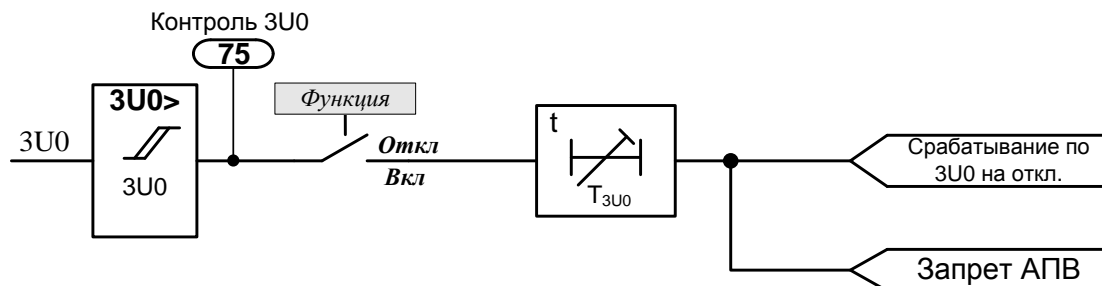


Рисунок 16 – Функционально-логическая схема блока защиты от появления в первичной сети напряжения нулевой последовательности

### 1.2.10 Защита минимального напряжения (ЗМН)

1.2.10.1 В устройстве предусмотрена ступень ЗМН секции шин. ЗМН контролирует снижение напряжения на секции шин и выдает команду на отключение «своего» выключателя, либо на программируемое реле.

1.2.10.2 С помощью уставки «Функция ЗМН» имеется возможность ввести или вывести из действия функцию ЗМН.

1.2.10.3 Пуск ЗМН происходит при снижении всех фазных напряжений секции ниже порога срабатывания, который задается с помощью уставки « $U_{ЗМН}, В$ ». Выдержка времени на срабатывание задается уставкой « $T, с$ ».

1.2.10.4 При срабатывании, если задана уставка «Функция – Вкл», формируется сигнал на реле «Отключение».

1.2.10.5 В случае выявления неисправности цепей ТН действие ЗМН запрещается.

1.2.10.6 Предусмотрен дискретный вход «Вход ЗМН», активный уровень которого задается с помощью уставки «Вход ЗМН». При задании значения «Разреш» – действие ЗМН разрешается при наличии сигнала на данном входе, при задании значения «Блокир» – наоборот.

1.2.10.7 Параметры ЗМН приведены в таблице 11. Функционально-логическая схема действия ЗМН приведена на рисунке 17.

Таблица 11

| Наименование параметра |                                    | Значение     |
|------------------------|------------------------------------|--------------|
| 1                      | Диапазон уставок по напряжению, В: | 2,0 – 100,0  |
| 2                      | Диапазон уставок по времени, с     | 0,20 – 99,99 |
| 3                      | Дискретность уставок:              |              |
|                        | По напряжению, В                   | 0,1          |
|                        | По времени, с                      | 0,01         |
| 4                      | Основная погрешность срабатывания: |              |
|                        | По напряжению, от уставки, %       | ±5           |
|                        | По времени:                        |              |
|                        | выдержка более 1 с, от уставки, %  | ±3           |
|                        | выдержка менее 1 с, мс             | ±25          |
| 5                      | Коэффициент возврата по напряжению | 1,06         |

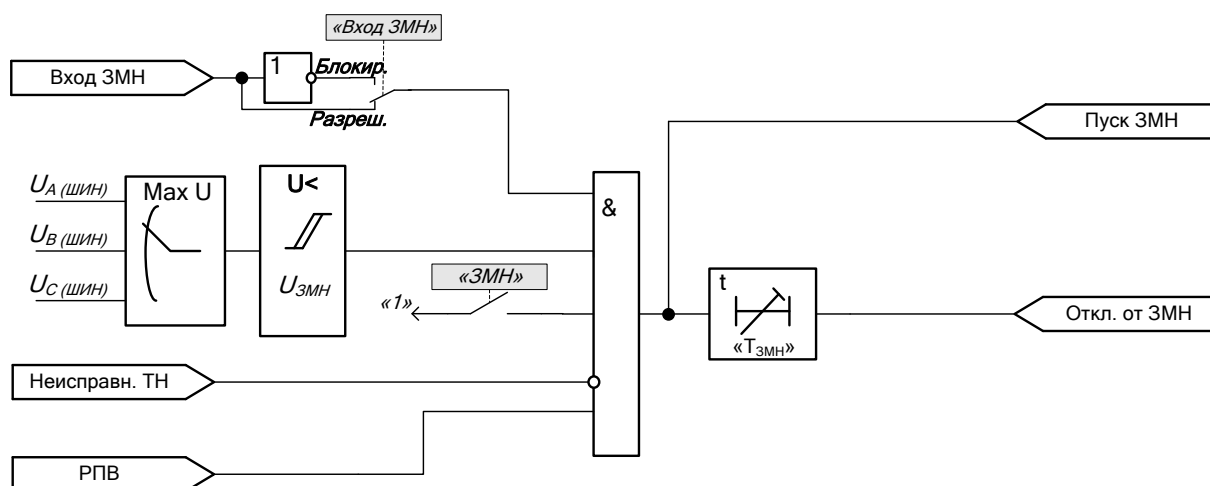


Рисунок 17 – Функционально-логическая схема ЗМН

### 1.2.11 Автоматика управления высоковольтным выключателем

1.2.11.1 Устройство обеспечивает трехфазное управление, контроль и сигнализацию высоковольтного выключателя с трехфазным или пофазным приводом. Также обеспечиваются защиты от повреждений ЭМУ и других элементов схемы управления.

1.2.11.2 Предусмотрен контроль и управление двумя электромагнитами отключения. При наличии второго электромагнита отключения необходимо задать уставку «ЭМО2 – Вкл» в группе уставок «АУВ».

1.2.11.3 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.

1.2.11.4 В устройстве предусмотрены следующие дискретные входы для внешнего аварийного отключения выключателя: «Внешнее отключение 1», «Внешнее отключение 2», «Внешнее отключение 3», «Внешнее отключение 4» (см. п. 1.2.15).

1.2.11.5 Для командного управления предусмотрено 5 дискретных входов: «Отключение от ключа», «Отключение по ТУ», «Включение по ТУ», «Внешнее включение» и «Включение от ключа». Имеется возможность выполнения командного включения с контролем синхронизма (см. п. 1.2.11.15).

1.2.11.6 Устройство обеспечивает защиту от многократного включения выключателя. При наличии команды «Отключить» устройство блокирует любые команды на включение.

1.2.11.7 Выполнение команды «Отключить» контролируется по входному сигналу «Вход РПО 1» и «Вход РПО 2», а команды «Включить» по сигналу «Вход РПВ 1» и «Вход РПВ 2» (при наличии второго электромагнита отключения). При этом реле «Отключение» и «Включение» до прихода соответствующих сигналов РПО и РПВ удерживаются во включенном состоянии.

С целью предотвращения выхода из строя контактов реле, управляющих выключателем, при его отказе, предусмотрен контроль:

– отсутствия сигнала от внешней сборки блок-контактов фаз выключателя на входе «Пуск ЗНФ» (для выключателей с пофазным приводом);

– отсутствия токов в цепях ЭМО 1, ЭМО 2 или ЭМВ (контролируются внешними датчиками тока, сигналы от которых заводятся на входы «ДТ ЭМО 1», «ДТ ЭМО 1» и «ДТ ЭМВ»).

Принудительное отпускание выходных реле «Отключение» и «Включение» производится по кнопке «Сброс».

1.2.11.8 Для исключения ситуации «опрокидывания» выключателя при раннем съеме сигнала «Включить», что характерно для некоторых видов масляных выключателей, предусмотрена дополнительная задержка на снятие этого сигнала, задаваемая уставкой «Твкл, с» в группе уставок «АУВ».

1.2.11.9 В случае применения дополнительных промежуточных реле по сигналам «Включение» и «Отключение» с целью предотвращения выхода из строя электромагнитов включения и отключения можно задать режим ограничения длительности этих команд уставками «АУВ – Огран.вкл.» (для команды «Включить») и «АУВ – Огран.откл.» (для команды «Отключить»). Если задана уставка «Огран.вкл. – Вкл» и по истечении времени уставки «Тмакс.вкл, с» не будет выполнения команды «Включить» по сигналу «Вход РПВ», произойдет съём сигнала с выходного реле с выдачей неисправности «Задержка включения» на индикаторе устройства, включение светодиода «Внешняя неисправность» и срабатывание реле «Сигнал».

Аналогично, если задана уставка «Огран.откл. – Вкл» и после выдачи команды «Отключить» не произойдет съём команды «Отключить» по сигналу от входа «Вход РПО 1» или «Вход РПО 2», тогда контакты выходного реле «Отключение» разомкнутся по истечении времени заданное уставкой «Тмакс.откл, с» с выдачей неисправности «Задержка отключения» на индикаторе, включением светодиода «Внешняя неисправность» и срабатыванием реле «Сигнал».

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 ток свыше 0,5 А при напряжении 220 В.

1.2.11.10 При аварийном отключении выключателя (после срабатывания защиты или при несанкционированном отключении) для того, чтобы включить выключатель, необходимо его «сквитировать», то есть выдать команду на отключение от ключа, ТУ или по линии связи. Несквитированное аварийное отключение индицируется миганием светодиода «ОТКЛ». Необходимость квитирования при дистанционном управлении терминалом задается уставкой «Квит. по ТУ». При управлении от ключа квитирование обязательно.

1.2.11.11 Включение и отключение выключателя запрещается при наличии сигнала на дискретном входе «Блокировка управления». Кроме того, включение выключателя блокируется при наличии сигналов «Пружины не заведены» или «Автомат ШП».

Отдельный дискретный вход «Блокировка включения» предназначен для запрещения только включения выключателя.

В том случае, если блокирующие сигналы приходят после замыкания выходных реле «Отключение» и «Включение», команды на отключение или включение выключателя не снимаются для того, чтобы избежать разрыва цепи ЭМУ, находящейся под током.

1.2.11.12 В случае выдачи команды на отключение или включение выключателя, либо при самопроизвольном изменении положения выключателя на индикаторе лицевой панели устройства отображается соответствующее сообщение.

Возможные причины включения и отключения выключателя указываются в приложениях К и Л.

1.2.11.13 Функционально-логические схемы блока управления выключателем приведена на рисунках 18 и 19.

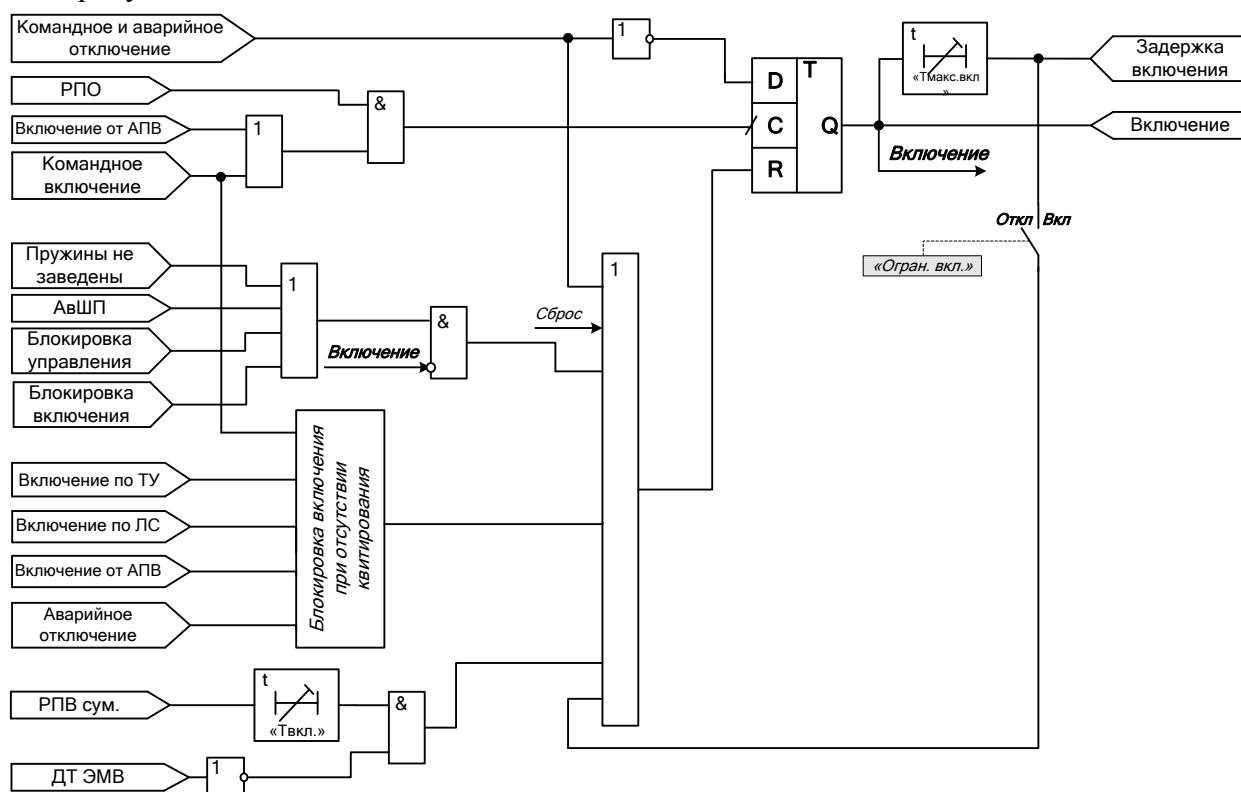


Рисунок 18 – Функционально-логическая схема блока управления выключателем: включение

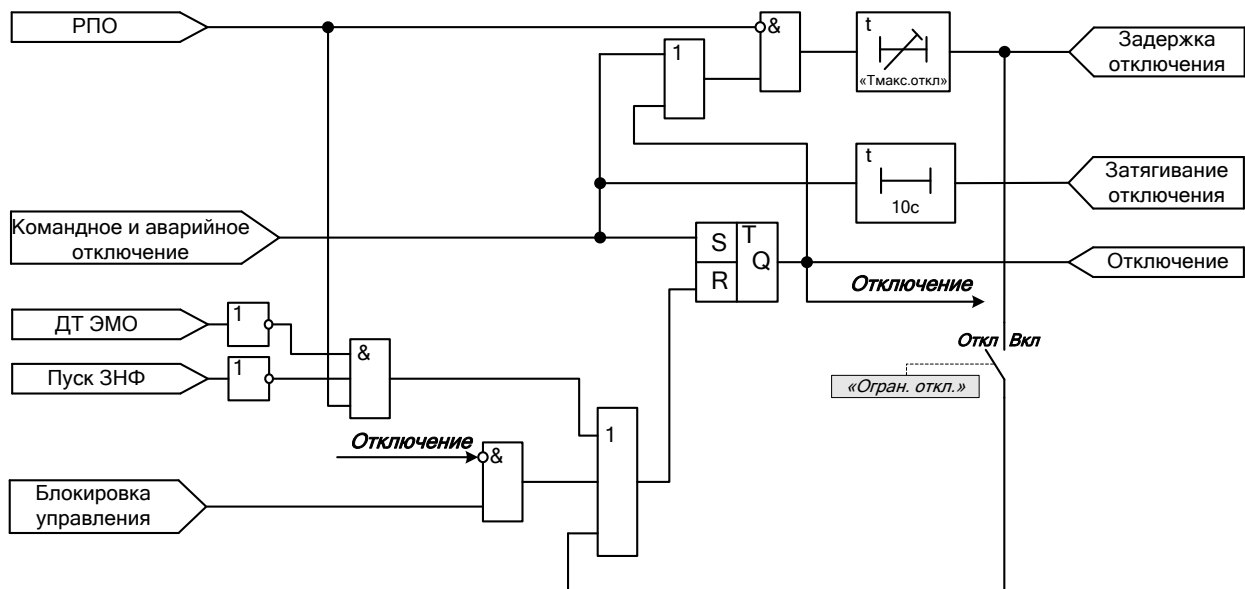


Рисунок 19 – Функционально-логическая схема блока управления выключателем:  
отключение

#### 1.2.11.14 Контроль исправности цепей ЭМУ

Контроль исправности цепей ЭМУ производится на основе анализа сигналов РПО 1 и РПВ 1, РПО 2 и РПВ 2 (при наличии второго электромагнита отключения).

Сигналы «Вход РПО 1» и «Вход РПО 2», а так же сигналы «Вход РПВ 1» и «Вход РПВ 2» объединяются внутри устройства по логике «ИЛИ».

Одновременно должен быть активным только ОДИН из пары логических сигналов – «Вход РПО 1» или «Вход РПВ 1», либо один из сигналов «Вход РПО 2» или «Вход РПВ 2». Одновременное активное или пассивное состояние пары сигналов (например, «Вход РПО 1» и «Вход РПВ 1») в течение более чем 20 с воспринимается как обрыв цепей ЭМУ выключателя и диагностируется надписью на индикаторе «Неисправность ЭМУ». При этом срабатывает реле «Сигнал» и загорается светодиод «Внешняя неисправность».

#### 1.2.11.15 Командное включение выключателя

1.2.11.15.1 Командное включение выключателя выполняется по командам от внешних дискретных входов «Включение от ключа», «Включение по ТУ», «Внешнее включение», а также по команде линии связи.

1.2.11.15.2 Возможность выполнения командного включения с контролем синхронизма задается с помощью дискретного входа «КС при командном включении». Активный сигнал «1» соответствует режиму командного включения с контролем синхронизма, «0» – командное включение без контроля синхронизма.

1.2.11.15.3 Вид КС при командном включении выбирается уставкой «Вид контр.» в группе уставок «Контр. синхр.» (для более подробной информации см. п. 1.2.13.22).

Разрешение на включение, при выполнении командного включения с КС, будет выдаваться при наличии напряжений на линии и шинах и выполнении условий синхронизма. В случае отсутствия одного или обоих напряжений включение будет производиться без контроля синхронизма.

1.2.11.15.4 Для выполнения операции включения достаточно кратковременно подать команду с помощью оперативного ключа управления (либо по ТУ или команде линии связи). Сигнал включения подхватывается внутри устройства и удерживается до выполнения условий КС. Для того чтобы прервать команду включения, необходимо оперативным ключом (либо по ТУ или команде линии связи) дать команду «отключить».

1.2.11.15.5 Командное включение с КС блокируется при выявлении неисправностей в цепях ТН. После устранения выявленных неисправностей необходимо повторно подать команду включения.

1.2.11.15.6 Предусмотрена возможность ограничения времени ожидания выполнения условий командного включения с КС. Аналогичная функция реализована в блоке АПВ, поэтому используются общие уставки в группе АПВ: «Блок. по врем» и «Тож.усл.вкл, с» (см. п. 1.2.13.17).

Максимальное время, в течение которого продолжается ожидание выполнения условий КС, задается уставкой «Тож.усл.вкл, с». Если в течение этого времени заданные условия синхронизма не выполнены, то включение блокируется, срабатывает сигнализация и на индикаторе отображается неисправность «Блок. ком. вкл. с КС». Для снятия блокировки и сброса сигнализации необходимо подать команду «Сброс сигнализации». Также снятие блокировки без сброса сигнализации возможно при помощи команды «Отключить».

#### 1.2.11.16 Защита от непереключения фаз (ЗНФ)

1.2.11.16.1 ЗНФ предусматривает обнаружение расхождения полюсов выключателя, возникающее при подаче команды на трехфазное включение выключателя с пофазным приводом.

1.2.11.16.2 Сигнал от сборки блок-контактов, схема которой представлена на рисунке 20, подводится к дискретному входу «Пуск ЗНФ». Активный сигнал появляется в том случае, если при отключении или включении выключателя с пофазным приводом происходит расхождение полюсов выключателя.

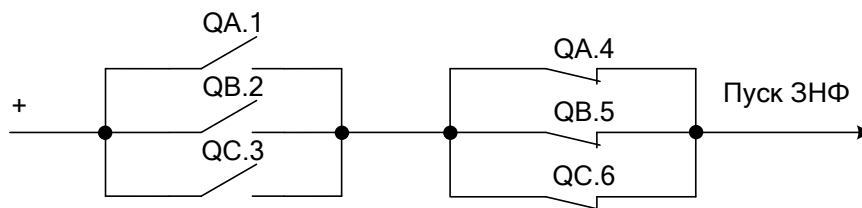


Рисунок 20 – Схема соединения блок-контактов фаз выключателя

1.2.11.16.3 Защита с выдержкой времени, задаваемой уставкой «Тзнф, с» в группе уставок «АУВ», действует на отключение выключателя. Выдержка времени предназначена для отстройки от разновремениности переключения блок-контактов выключателя.

Кроме того, сигнал о срабатывании ЗНФ через выдержки времени «Тэмo1, с», «Тэмo2, с» и «Тэмв, с», если заданы уставки «Функция ЗЭМО – Вкл» или «Функция ЗЭМВ – Вкл», через выходные реле «Контактор ЭМО 1 и ЭМВ» и «Контактор ЭМО 2» действует на обесточивание контакторов электромагнитов отключения и включения соответственно (подробнее см. п. 1.2.11.18).

1.2.11.16.4 При срабатывании защиты формируется сигнал запрета АПВ.

1.2.11.16.5 В устройстве предусмотрена блокировка сигнала РПО активным сигналом на дискретном входе «Пуск ЗНФ». Таким образом, при выявлении неполнофазного режима работы выключателя, команда «Отключить» не снимается сигналом от дискретного входа «Вход РПО» (см. п. 1.2.11.7).

#### 1.2.11.17 Защита от неполнофазного режима (ЗНФР)

1.2.11.17.1 ЗНФР предусмотрена для контроля отключения всех фаз выключателя с пофазным приводом.

1.2.11.17.2 При наличии срабатывания ЗНФ и ИО тока четвертой ступени ТЗНП, защита с выдержкой времени, задаваемой уставкой «АУВ – Тзнфр, с» действует на пуск УРОВ.

1.2.11.17.3 Диапазон значений уставок «Тзнф, с» и «Тзнфр, с» от 0,10 до 10,00 с, с шагом 0,01 с.

1.2.11.17.4 Функционально-логические схемы ЗНФ и ЗНФР приведены на рисунке 21.

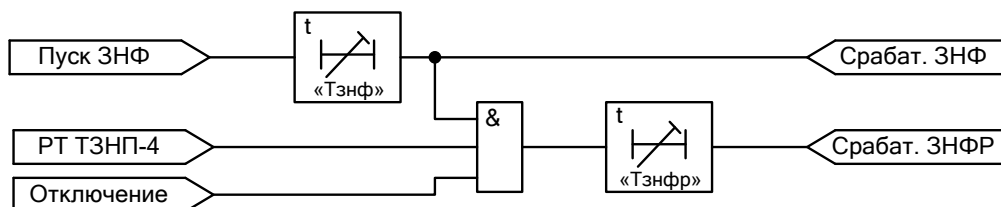


Рисунок 21 – Функционально-логические схемы защит от непереключения фаз и неполнофазного режима

#### 1.2.11.18 Защита ЭМУ от длительного протекания тока

1.2.11.18.1 Данная функция предназначена для защиты цепей ЭМУ от повреждений при длительном протекании тока.

1.2.11.18.2 В устройстве предусматривается контроль цепей трех ЭМУ: электромагнита включения (ЭМВ), электромагнита отключения 1 (ЭМО 1) и электромагнита отключения 2 (ЭМО 2). В случае использования ЭМО 2 необходимо задать уставку «АУВ – ЭМО2 – Вкл».

1.2.11.18.3 Контроль длительности протекания токов через ЭМУ осуществляется с помощью внешних датчиков тока, сигналы от которых заводятся на соответствующие дискретные входы устройства: «ДТ ЭМО1», «ДТ ЭМО2» и «ДТ ЭМВ».

1.2.11.18.4 Защита с выдержкой времени, при заданной уставке «Функция ЗЭМО – Вкл» или «Функция ЗЭМВ – Вкл», действует на выходные реле: «Контактор ЭМО1», «Контактор ЭМО 2» и «Контактор ЭМВ» – и через них на дистанционный расцепитель защитного автомата питания цепи ЭМУ.

1.2.11.18.5 Для каждой из защит ЭМУ имеется возможность задать свою выдержку времени на срабатывание выходного реле: «Тэмо1, с», «Тэмо2, с» и «Тэмв, с». Диапазон уставок от 0,10 до 10,00 с, с дискретностью 0,01 с.

1.2.11.18.6 Помимо сигналов от датчиков тока, установленных в цепях ЭМУ, защита срабатывает при срабатывании ЗНФ. Сигналы от датчиков тока и срабатывания ЗНФ объединяются по сигналу «ИЛИ».

1.2.11.18.7 Предусмотрен подхват команды на отключение или включение выключателя по срабатыванию датчиков тока, установленных в цепях ЭМУ. Возврат выходного реле, управляющего выключателем, происходит не только по приходу сигнала РПВ или РПО (в зависимости от операции включить или отключить соответственно), а после исчезновения тока через ЭМУ (когда цепь разрывается блок-контактами выключателя).

1.2.11.18.8 Функционально-логическая схема защиты ЭМУ от длительного протекания тока приведена на рисунке 22.

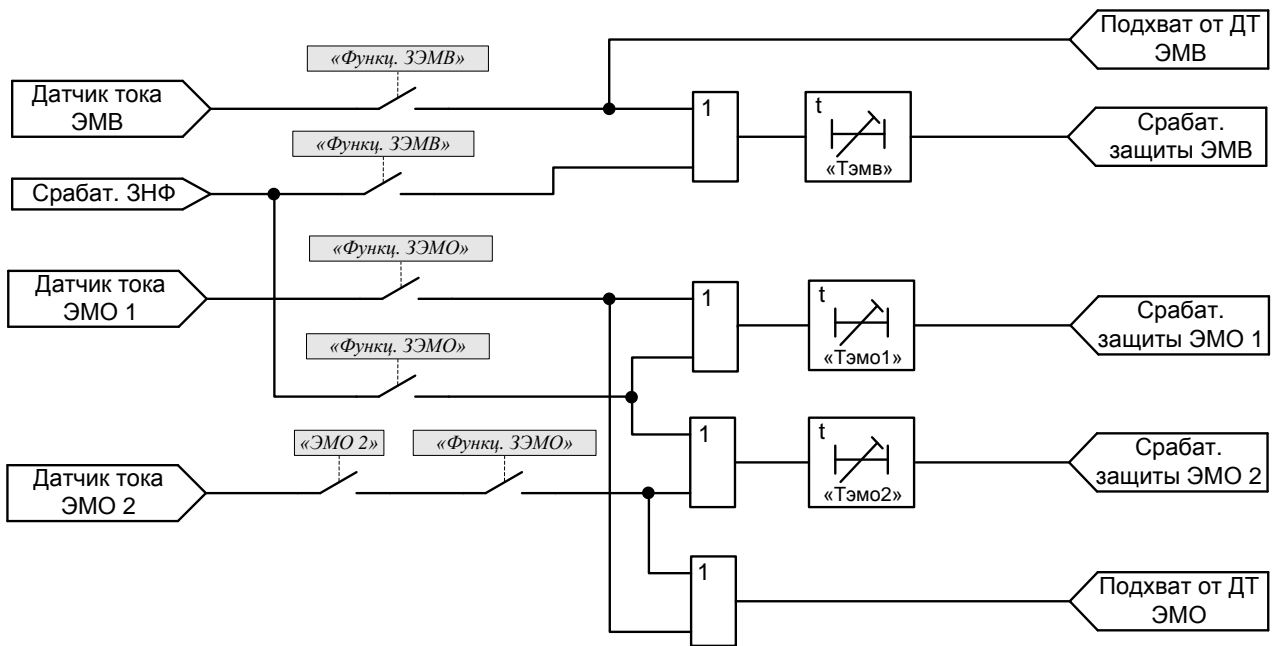


Рисунок 22 – Функционально-логическая схема защиты от длительного протекания тока через электромагнит управления

#### 1.2.11.19 Защита от снижения давления

1.2.11.19.1 Двухступенчатая защита от снижения давления предназначена для контроля давления элегаза (воздуха) в баке выключателя.

1.2.11.19.2 Контроль давления элегаза (воздуха) осуществляется с помощью специальных датчиков контроля давления, сигналы от которых заводятся на дискретные входы устройства: «Низкое давление 1» и «Низкое давление 2».

1.2.11.19.3 Первая ступень защиты срабатывает при наличии сигнала на дискретном входе «Низкое давление 1» и с выдержкой времени, задаваемой уставкой «Тнизк.давл1, с» в группе уставок «АУВ», действует на сигнализацию. На индикаторе лицевой панели устройства появляется сообщение: «Низкое давл. 1».

1.2.11.19.4 Вторая ступень защиты от снижения давления срабатывает при появлении активного сигнала на дискретном входе «Низкое давление 2» и с выдержкой времени «Тнизк.давл2, с» действует на сигнализацию. Помимо этого, на индикаторе лицевой панели устройства появляется сообщение о неисправности: «Низкое давл. 2».

Для входа «Низкое давление 2» имеется возможность заводить как нормально замкнутые, так и нормально разомкнутые блок-контакты датчика контроля давления. Тип используемого блок-контакта датчика контроля давления определяется уставкой «Контакт НД2» в группе «АУВ». В положении уставки «НР» (нормально-разомкнутый контакт) наличие сигнала на входе есть нормальное (включенное) положение датчика, при значении «НЗ» (нормально-замкнутый) – аварийное (отключенное).

При срабатывании любой из ступеней загорается светодиод «Низкое давление элегаза», расположенный на лицевой панели устройства.

1.2.11.19.5 Помимо указанного, при заданной уставке «УРОВ при НД2 – Вкл», наличии активных сигналов на дискретных входах «Низкое давление 1» и «Низкое давление 2» и пуска УРОВ происходит срабатывание схемы УРОВ с ускорением, т.е. срабатывание УРОВ без выдержки времени (см.п. 1.2.12.5).

Логика обработки сигналов низкого давления приведена на общей функциональной схеме в Приложении П.

1.2.11.19.6 Блокировка управления выключателя при снижении давления элегаза (воздуха) в устройстве не предусматривается, поскольку считается, что данная блокировка в



большинстве случаев предусмотрена в самом выключателе. В случае отсутствия таковой, необходима организация блокировки управления с помощью внешних дискретных сигналов.

1.2.11.19.7 Диапазон значений уставки «Тнизк.дав1, с» от 0,10 до 99,99 с, с шагом 0,01 с. Диапазон значений уставки «Тнизк.дав2, с» от 0,1 до 999,9 с, с шагом 0,1 с.

#### 1.2.12 Резервирование отказов выключателя (УРОВ)

1.2.12.1 Функция УРОВ выполнена на основе индивидуального принципа. Индивидуальный УРОВ подразумевает установку независимого устройства на каждом выключателе.

В случае необходимости, имеется возможность использования данного устройства защиты в централизованной схеме УРОВ.

1.2.12.2 Функция УРОВ вводится в действие с помощью уставки «Функция» в группе «УРОВ».

1.2.12.3 Пуск УРОВ происходит при срабатывании внутренних защит, при срабатывании ЗНФР, при появлении сигналов на одном из дискретных входов: «Пуск УРОВ 1» или «Пуск УРОВ 2». На данные входы обычно подаются сигналы от других защит присоединения, ДЗШ.

Также возможен пуск УРОВ при срабатывании устройства на отключение по одному из дискретных сигналов «Внешнее отключение 1 (2,3,4)». Эта возможность задается уставками «Пуск УРОВ» в соответствующих группах уставок.

1.2.12.4 При поступлении сигнала пуска и выполнении всех пусковых условий УРОВ срабатывает с заданной выдержкой времени, определяемой уставкой «Туров». При срабатывании УРОВ формирует сигнал на запрет АПВ и воздействует на выходные реле:

— формирования команды на отключение смежных выключателей (реле «Откл. смежн. выключателей»);

— запрета АПВ смежных выключателей (реле «Запрет АПВ смежн. выключателей»).

1.2.12.5 В устройстве предусмотрено ускорение УРОВ при выявлении снижения давления элегаза (воздуха) в баке выключателя. В этом случае, при заданной уставке «АУВ – УРОВ при НД2 – Вкл» УРОВ срабатывает без выдержки при выполнении следующих условий: наличие активных сигналов на дискретных входах «Низкое давление 1», «Низкое давление 2» и присутствие сигнала пуска УРОВ.

Сигнализация о срабатывании УРОВ с ускорением производится с выдачей соответствующего сообщения на индикатор «Ускор. УРОВ при НД», а также срабатыванием светодиода «УРОВ» на лицевой панели устройства.

1.2.12.6 Для контроля факта отключения выключателя (по исчезновению тока во всех фазах) предусмотрен специальный токовый орган УРОВ, который контролирует величины фазных токов. Токовый орган УРОВ срабатывает, если хотя бы один из фазных токов превышает порог срабатывания, заданный уставкой «Туров» в группе «УРОВ».

Срабатывание УРОВ возможно только при сработавшем органе тока.

1.2.12.7 С помощью уставок имеется возможность задания одной из стандартных схем УРОВ: с автоматической проверкой исправности выключателя или с дублированным пуском от защит с использованием сигнала от реле положения РПВ.

1.2.12.8 Для использования СХЕМЫ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКОЙ ИСПРАВНОСТИ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ необходимо задать следующие значения уставок: «Контроль РПВ — Откл», «Действие на себя — Вкл». В этом случае при появлении пуска схемы УРОВ выдается команда на отключение «своего» выключателя. Указанное повторное отключение предотвращает ложное и излишнее действие УРОВ на отключение других элементов благодаря возврату токового органа УРОВ, контролирующего пусковую цепь.

Имеется возможность задать контроль срабатывания токового органа УРОВ при действии на отключение «своего» выключателя. Для этого необходимо задать уставку «Контроль по I — Вкл» в группе «УРОВ».

1.2.12.9 Для использования СХЕМЫ С ДУБЛИРОВАННЫМ ПУСКОМ ОТ ЗАЩИТ необходимо задать следующие значения уставок: «Контроль РПВ — Вкл», «Действие на себя — Откл».

В этом случае пуск УРОВ идет с дополнительным контролем сигнала РПВ, который является объединяющим сигналом от двух дискретных входов «Вход РПВ1» и «Вход РПВ2» (РПВ 2 используется в том случае, если имеется второй электромагнит отключения, наличие которого задается уставкой «ЭМО2» в группе уставок «АУВ»). Отсутствие сигнала на указанных входах говорит о том, что они шунтированы контактами выходных реле защит, действующих на отключение выключателя. В этом случае пуск УРОВ разрешен.

1.2.12.10 Для оперативного вывода из действия функции УРОВ предназначен дискретный вход «Вывод УРОВ».

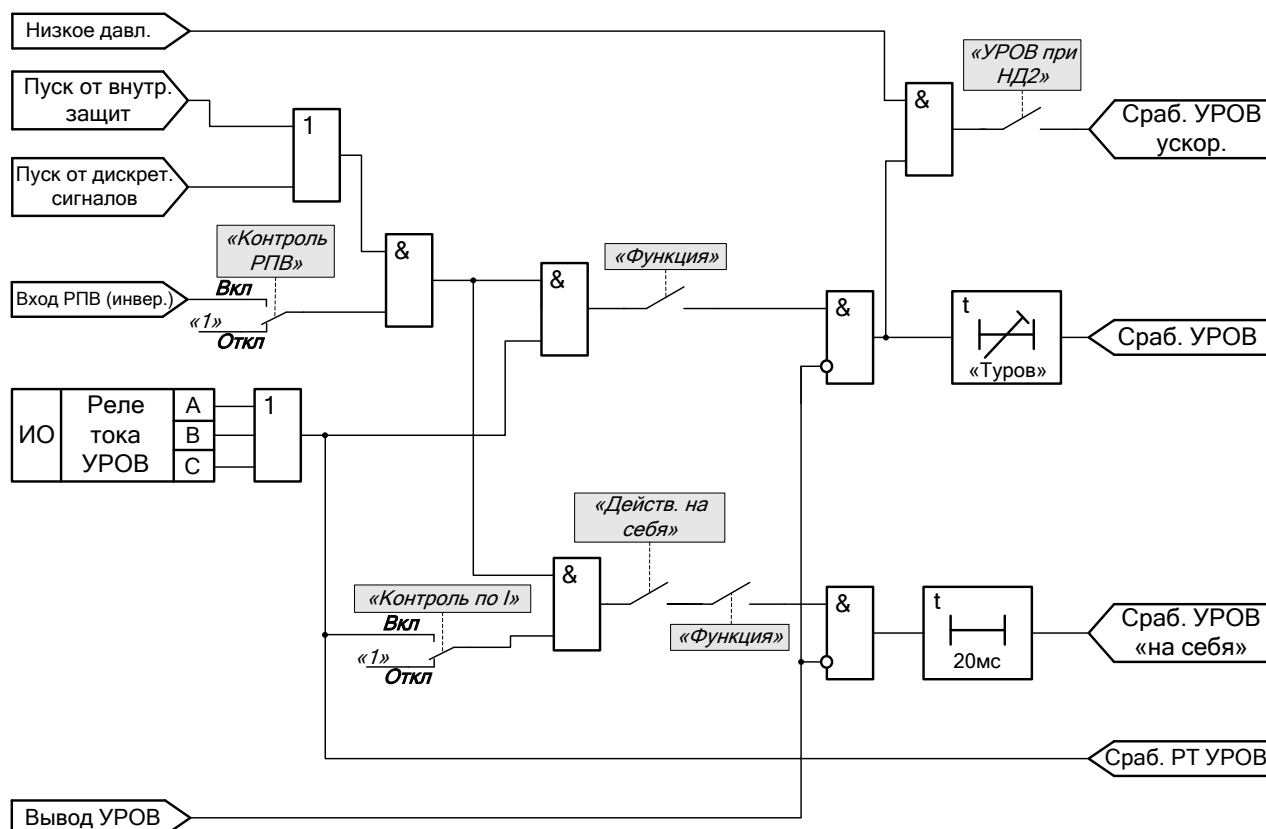


Рисунок 23 – Функционально-логическая схема блока УРОВ

1.2.12.11 Параметры УРОВ приведены в таблице 12.

Таблица 12

| Наименование параметра |  | Значение                                      |
|------------------------|--|---|
| 1                      | Диапазон уставок по току «Туров/Ином»: (по отношению к $I_{НОМ ВТ.}$ )<br>(при $I_{НОМ} = 1 \text{ А, А}$ )<br>(при $I_{НОМ} = 5 \text{ А, А}$ ) | 0,04 – 1,00<br>(0,04 – 1,00)<br>(0,20 – 5,00) |
| 2                      | Диапазон уставки по времени «Туров», с   | 0,10 – 2,00                                   |
| 3                      | Дискретность уставок:  |   |
|                        | по току, А   | 0,01  |
|                        | по времени, с  | 0,01  |
| 4                      | Основная погрешность срабатывания:   |   |
|                        | по току, от уставки, %   | ±8  |
|                        | по времени:*   |   |
|                        | выдержка более 1 с, от уставки, %  | ±3  |
|                        | выдержка менее 1 с, мс   | ±25   |

|   |   |             |
|---|---|-------------|
| 5 | Коэффициент возврата токового органа УРОВ             | 0,95 – 0,92 |
| 6 | Время срабатывания токового органа УРОВ, мс, не более | 30          |
| 7 | Время возврата токового органа УРОВ, мс, не более     | 40          |

\* Указывается погрешность элемента задержки функциональной схемы устройства. Полное время срабатывания ступени складывается из времени срабатывания самого ИО ступени, заданной задержки на срабатывание и времени действия выходного реле (составляет порядка 10 мс).

### 1.2.13 Автоматическое повторное включение (АПВ)

1.2.13.1 АПВ предназначено для быстрого автоматического восстановления первоначального состояния электрической сети, после аварийного отключения, путем повторного включения выключателя.

1.2.13.2 Устройство имеет функцию трехфазного однократного и двукратного АПВ. Наличие АПВ, а также количество циклов задается уставкой. Также уставками определяется время выдержки первого и второго циклов. Пуск АПВ происходит от «цепей несоответствия», т.е. при любом аварийном отключении выключателя.

Пуск АПВ при самопроизвольном (несанкционированном) отключении (или отключении механическим приводом) задается уставкой «*При несан.откл*» в группе уставок «*АПВ*». При заданной уставке «*При несан.откл – Блок*» и несанкционированном отключении выключателя АПВ блокируется.

1.2.13.3 Время готовности к повторному действию АПВ задается уставкой «*Tгот, с*». В случае аварийного отключения в первые 30 с после командного включения выключателя линии функция АПВ будет заблокирована (блокировка АПВ при опробовании).

1.2.13.4 АПВ может быть заблокировано при отключении выключателя по внешним дискретным сигналам: «*Внешнее отключение 1*», «*Внешнее отключение 2*», «*Внешнее отключение 3*» и «*Внешнее отключение 4*». Для этого необходимо задать уставку «*Запрет АПВ – Вкл*» в соответствующих группах уставок.

1.2.13.5 С помощью дискретного входа «*Блокировка АПВ*» имеется возможность блокировки действия АПВ. Уставкой «*Фикс. блок. АПВ*» задается вид блокировки: без фиксации (только при наличии сигнала) или с фиксацией (даже после снятия сигнала). Для снятия блокировки с фиксацией необходимо подать сигнал «*Сброс сигнализации*».

1.2.13.6 АПВ блокируется всегда при командном отключении выключателя, т.е. от дискретных сигналов «*Отключение от ключа*», «*Отключение по ТУ*» и сигнала по ЛС.

1.2.13.7 Дополнительно с помощью соответствующих уставок можно заблокировать пуск АПВ при срабатывании отдельных видов или ступеней защиты, например МТЗ-1.

1.2.13.8 АПВ запрещается всегда при срабатывании следующих защит: ЗПН, защита от появления в сети напряжения нулевой последовательности, ЗНФ, срабатывание схемы УРОВ, газовая защита трансформатора и газовая защита РПН.

1.2.13.9 Сигнализация блокировки АПВ осуществляется с помощью светодиода «*АПВ заблокировано*» на лицевой панели устройства. При выключенной уставке «*АПВ – Функция*» и наличии сигнала блокировки АПВ светодиод автоматически выключается.

1.2.13.10 Помимо входа блокировки АПВ, имеется вход разрешения действия АПВ. Набор времени АПВ начинается только после появления сигнала на входе «*Разрешение пуска АПВ*». Данный вход обычно используется для подведения сигнала от внешней накладки АПВ.

1.2.13.11 АПВ может производиться с контролем наличия или отсутствия напряжения на линии, с контролем наличия или отсутствия напряжения на шинах, а также с контролем синхронизма.

1.2.13.12 Режим АПВ (вид контроля при АПВ) задается комбинацией внешних дискретных сигналов: «Режим 1 АПВ» и «Режим 2 АПВ». Возможные сочетания дискретных сигналов и соответствующие им условия включения выключателя при АПВ приведены в таблице 13.

Таблица 13

| № режима | Вход «Режим 1 АПВ» | Вход «Режим 2 АПВ» | Вид контроля при включении выключателя                   | Условия включения   |
|----------|--------------------|--------------------|--|---|
| 1        | 0                  | 0                  | Включение без контроля напряжений                        | Контроль напряжения на линии и шинах не осуществляется  |
| 2        | 0                  | 1                  | Постановка под напряжение линии по отсутствию напряжения | $U_{\text{шина}} > U_{\text{шина\_макс}}$<br>$U_{\text{лин}} < U_{\text{лин\_мин}}$<br>$U2_{\text{шина}} < U2_{\text{уст}}$<br>$3U0_{\text{шина}} < 3U0_{\text{уст}}$                                       |
| 3        | 1                  | 0                  | Постановка под напряжение шин по отсутствию напряжения   | $U_{\text{шина}} < U_{\text{шина\_мин}}$<br>$U_{\text{лин}} > U_{\text{лин\_макс}}$   |
| 4        | 1                  | 1                  | Включение с КС   | $U_{\text{шина}} > U_{\text{шина\_макс}}$<br>$U_{\text{лин}} > U_{\text{лин\_макс}}$<br>$U2_{\text{шина}} < U2_{\text{уст}}$<br>$3U0_{\text{шина}} < 3U0_{\text{уст}}$<br>Условия синхронизма при ОС или УС |

1.2.13.13 В устройстве предусматривается возможность объединения по условию «ИЛИ» второго и третьего режимов с помощью уставки «Объед. реж.» в группе уставок «АПВ». При заданной уставке «Объед. реж. – Вкл», независимо от выбора режима 2 или 3, АПВ срабатывает, если выполняется хотя бы одно из данных условий.

1.2.13.14 Помимо основного условия включения выключателя для режимов 1, 2 и 3, имеется возможность задать дополнительные условия включения (условия основного режима и дополнительного объединяются по «ИЛИ», т.е. включение выключателя происходит при выполнении хотя бы одного из условий). Наличие дополнительного контроля определяется уставкой «Уставки АПВ – Доп. контр.». Вид дополнительного контроля выбирается уставкой «Вид контр.» в группе уставок «Контр. синхр.».

1.2.13.15 Условие включения выключателя для АПВ с контролем синхронизма (режим 4) определяются уставкой «Контр. синхр. – Вид контр.», которая задает режим работы блока контроля синхронизма. И это же условие вводится для дополнительного контроля.

1.2.13.16 Функционально-логическая схема выбора условий включения выключателя при АПВ приведена на рисунке 24.

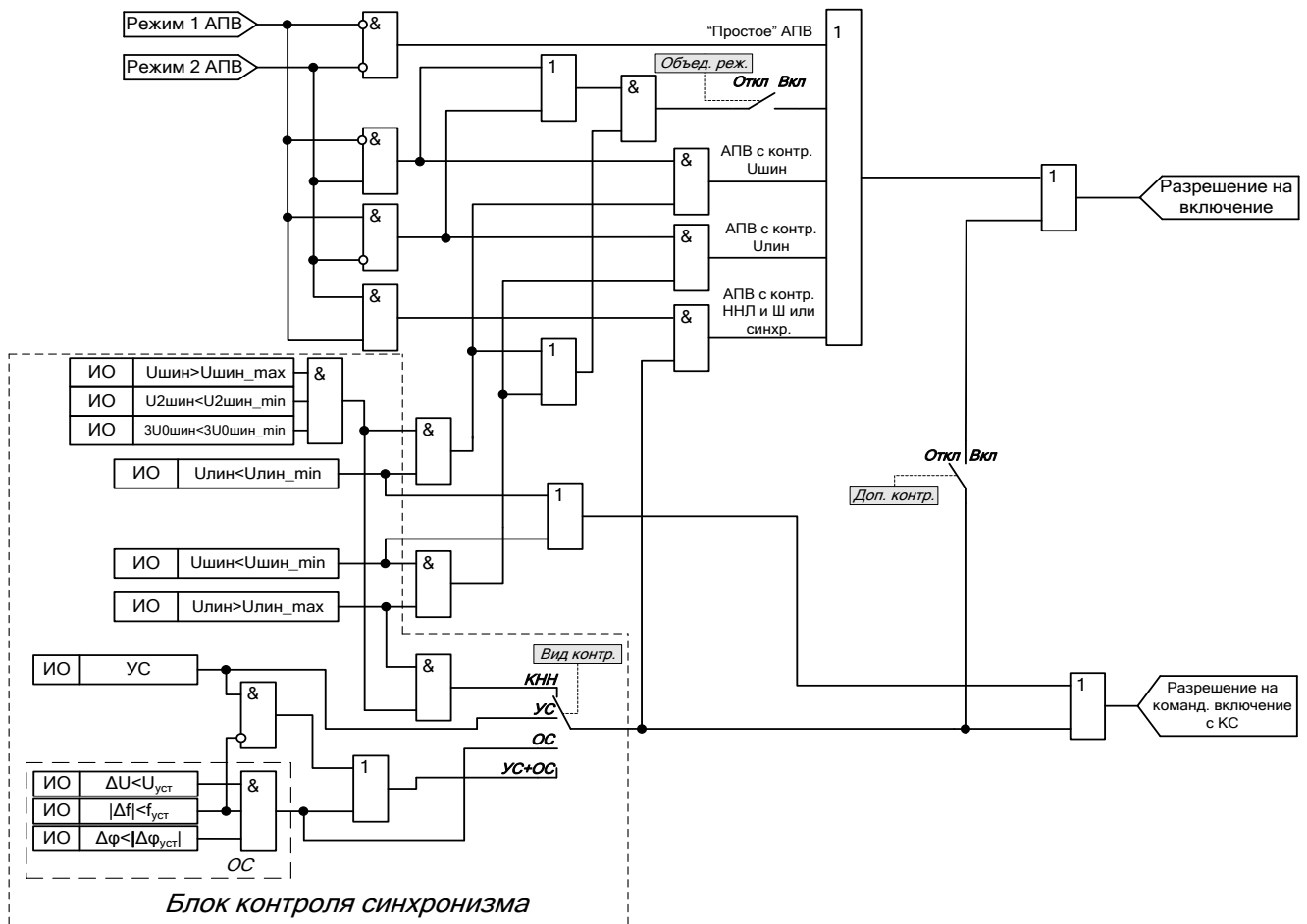


Рисунок 24 – Функционально-логическая схема выбора условий включения выключателя при АПВ

(ННЛ и Ш – наличие напряжения на линии и шинах; КНН – контроль наличия напряжения; УС – улавливание синхронизма; ОС – ожидание синхронизма)

1.2.13.17 Имеется возможность ограничения времени ожидания выполнения условий включения для заданного режима АПВ. Вводится уставкой «АПВ – Блок. по врем». Максимальное время, в течение которого продолжается контроль необходимых параметров, задается уставкой «Тож.усл.вкл, с». Если в течение этого времени включение не произойдет, АПВ блокируется, на индикаторе лицевой панели устройства появляется соответствующее сообщение: «Блок. АПВ с КС/КН».

1.2.13.18 В устройстве предусмотрена блокировка АПВ при выявлении неисправностей в цепях ШОН (или линейного ТН) или шинного ТН.

Если задан режим «простого» АПВ, т.е. без контроля режимных параметров, АПВ при выявлении указанной неисправности не запрещается.

1.2.13.19 При срабатывании АПВ загорается светодиод «АПВ работало» на внешней лицевой панели устройства и формируется сигнал на включение выключателя.

1.2.13.20 Параметры АПВ приведены в таблице 14.

Таблица 14

| Наименование параметра |  | Значение                     |
|------------------------|--|------------------------------|
| 1                      | Диапазон уставок по времени:<br>для первого цикла АПВ «Танв1, с»<br>для второго цикла АПВ «Танв2, с» | 0,00 – 20,00<br>0,00 – 20,00 |

| Наименование параметра             | Значение      |
|------------------------------------|---------------|
| для «Тгот, с»                      | 5,00 – 180,00 |
| для «Тожд.усл.вкл, с»              | 1 – 9999      |
| 2 Дискретность уставок по времени: |               |
| первого цикла АПВ «Тав1, с»        | 0,01          |
| второго цикла АПВ «Тав2, с»        | 0,01          |
| «Тгот, с»                          | 0,01          |
| «Тожд.усл.вкл, с»                  | 1             |

1.2.13.21 Функционально-логическая схема блока первого цикла АПВ приведена на рисунке 25.

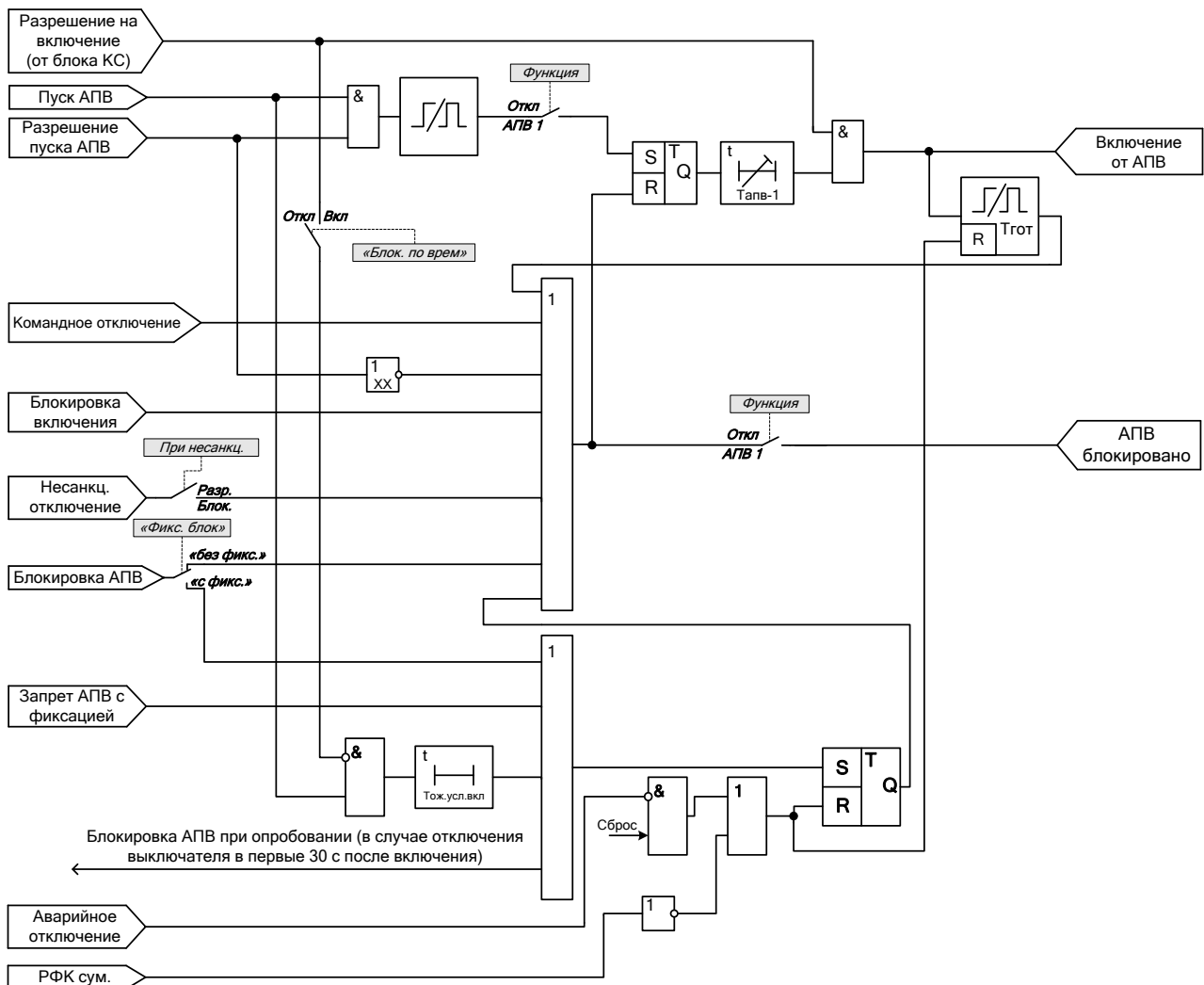


Рисунок 25 – Функционально-логическая схема блока первого цикла АПВ (АПВ–1)

### 1.2.13.22 Контроль синхронизма

1.2.13.22.1 Контроль синхронизма предназначен для выполнения автоматического включения с проверкой наличия синхронизма напряжения на линии, включенной с одной стороны, и напряжения на шинах, к которым она должна быть присоединена в результате действия АПВ или командного включения.

1.2.13.22.2 Режим работы блока контроля синхронизма выбирается уставкой «Вид контр.» в группе уставок «Контр. синхр.».

Предусмотрены следующие режимы работы блока контроля синхронизма:

– «КНН» – с контролем наличия напряжения на шинах и линии. Применяется при двухстороннем питании с возможностью несинхронного включения;

– «УС» – с улавливанием синхронизма. Применяется при разности частот напряжений на линии и шинах более 0,4 Гц;

– «ОС» – с ожиданием синхронизма. Применяется при разности частот напряжений на линии и шинах менее 0,4 Гц;

– «УС+ОС» – совместное использование улавливания и ожидания синхронизма. Используется либо ОС, в том случае, если разность частот напряжений на линии и шинах меньше заданной уставки «Контр. синхр. –  $\Delta f(\text{АПВ ОС}), \text{Гц}$ », либо УС в обратном случае (см. рисунок 24).

1.2.13.22.4 Для расчета разности модулей векторов напряжений, разности углов между векторами напряжений и разности частот напряжений на линии и шинах в устройстве используется вторичное НАПРЯЖЕНИЕ ФАЗЫ А ШИН ( $U_A$ ) и ВТОРИЧНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ЛИНИИ ( $U_{ВЛ}$ ). Описание формирования цепей напряжения приведено в п. 1.2.3.

#### 1.2.13.22.5 Контроль наличия напряжения (КНН)

1.2.13.22.5.1 АПВ с контролем наличия напряжения на линии и шинах применяется на линиях с двухсторонним питанием, где предусматривается несинхронное АПВ.

1.2.13.22.5.2 Для задания условий АПВ с контролем наличия напряжений используются следующие уставки:

– «АПВ –  $U_{\text{макс. шин}}, B$ » – задает порог срабатывания для ИО максимального фазного напряжения на шинах;

– «АПВ –  $U_{2\text{шин}}, B$ » – задает порог срабатывания для ИО минимального напряжения обратной последовательности на шинах;

– «АПВ –  $3U_{0\text{шин}}, B$ » – задает порог срабатывания для ИО минимального напряжения нулевой последовательности на шинах;

– «АПВ –  $U_{\text{макс. вл}}, B$ » – задает порог срабатывания для ИО максимального напряжения на линии.

1.2.13.22.5.3 Условия для выполнения АПВ с контролем наличия напряжения на линии и шинах:

– наличие симметричного напряжения на шинах: действующее значение напряжения превышает порог, задаваемый уставкой «АПВ –  $U_{\text{макс. шин}}, B$ », напряжение обратной последовательности меньше значения, задаваемого уставкой «АПВ –  $U_{2\text{шин}}, B$ », напряжение нулевой последовательности ниже порога, задаваемого уставкой «АПВ –  $3U_{0\text{шин}}, B$ »;

– наличие напряжения на линии: действующее значение напряжения на линии выше порога, задаваемого уставкой «АПВ –  $U_{\text{макс. вл}}, B$ ».

#### 1.2.13.22.6 Ожидание синхронизма (ОС)

АПВ ОС применяется на линиях с двухсторонним питанием, имеющих две-три шунтирующие связи, при частоте скольжения после аварийного отключения, в режиме максимальной нагрузки, не более 0,4 Гц.

Для задания условий АПВ ОС применяются следующие уставки:

– «АПВ –  $U_{\text{макс. шин}}, B$ » – задает порог срабатывания для ИО максимального фазного напряжения на шинах;

– «АПВ –  $U_{2\text{шин}}, B$ » – задает порог срабатывания для ИО минимального напряжения обратной последовательности на шинах;

– «АПВ –  $3U_{0\text{шин}}, B$ » – задает порог срабатывания для ИО минимального напряжения нулевой последовательности на шинах;

– «АПВ –  $U_{\text{макс. вл}}, B$ » – задает порог срабатывания для ИО максимального напряжения на линии;

– «Контр. синхр. –  $\Delta U/U_{ном}$ » – определяет максимально допустимую разность модулей векторов напряжений на линии и шинах, задание идет в относительных единицах;

– «Контр. синхр. –  $\Delta\varphi(АПВ ОС), гр$ » – задает порог срабатывания для ИО минимальной разности углов между векторами напряжений на линии и шинах;

– «Контр. синхр. –  $\Delta f(АПВ ОС), Гц$ » – задает порог срабатывания для ИО минимальной разности частот напряжений на линии и шинах.

АПВ ОС возможно при выполнении следующих условий:

– наличие симметричного напряжения на шинах: действующее значение напряжения превышает порог, задаваемый уставкой «АПВ –  $U_{макс. шин}, В$ », напряжение обратной последовательности меньше значения, задаваемого уставкой «АПВ –  $U_{2шин}, В$ », напряжение нулевой последовательности ниже порога, задаваемого уставкой «АПВ –  $3U_{0шин}, В$ »;

– наличие напряжения на линии: действующее значение напряжения на линии выше порога, задаваемого уставкой «АПВ –  $U_{макс. вл}, В$ »;

– разность модулей векторов напряжений на линии и шинах меньше уставки « $\Delta U/U_{ном}$ ». Указанная разность рассчитывается по следующему выражению:

$$\Delta U = \left| \frac{U_{A_{ШИН}} \cdot \sqrt{3}}{100} - \frac{U_{ВЛ} \cdot K}{U_{НОМ.ВХОДА}} \right|, \quad (6)$$

где  $U_{A_{ШИН}}$  – модуль вектора напряжения фазы А шин;

$U_{НОМ.ВХОДА}$  – номинальное вторичное напряжение входа, используемого для подключения к ШОН или ТН на линии, задается с помощью уставки « $U_{ном.входа}, В$ »;

$K$  – коэффициент, учитывающий вид подводимого напряжения. При заданной уставке «Тип  $U_{вл} -$  Линейное»,  $K=1$ , в противном случае  $K = \sqrt{3}$ ;

$U_{ВЛ} = U_{ВЛ ИЗМЕРЕННОЕ} \cdot K_{ВЛ}$  – модуль вектора напряжения на линии, вычисленный с учетом корректирующего коэффициента  $K_{ВЛ}$ , который задается уставкой « $Параметры ТН - K_{вл}$ »;

– разность углов между векторами напряжений на линии и шинах меньше уставки « $\Delta\varphi(АПВ ОС), гр$ »;

– разность частот напряжений на линии и шинах меньше уставки « $\Delta f(АПВ ОС), Гц$ ».

#### 1.2.13.22.7 Улавливание синхронизма (УС)

АПВ УС применяется на линиях с двухсторонним питанием, не имеющих шунтирующих связей, при частоте скольжения после аварийного отключения, в режиме максимальной нагрузки, до 2 Гц.

В устройстве применен принцип улавливания синхронизма с постоянным временем опережения, учитывающий текущую скорость и ускорение скольжения. Указанный принцип позволяет включить выключатель при минимальном расхождении углов между векторами напряжений на линии и шинах.

Для задания условий АПВ УС используются следующие уставки:

– «АПВ –  $U_{макс. шин}, В$ » – задает порог срабатывания для ИО максимального фазного напряжения на шинах;

– «АПВ –  $U_{2шин}, В$ » – задает порог срабатывания для ИО минимального напряжения обратной последовательности на шинах;

– «АПВ –  $3U_{0шин}, В$ » – задает порог срабатывания для ИО минимального напряжения нулевой последовательности на шинах;

– «АПВ –  $U_{макс. вл}, В$ » – задает порог срабатывания для ИО максимального напряжения на линии;



– «Контр. синхр. –  $\Delta U/U_{ном}$ » – определяет максимально допустимую разность модулей векторов напряжений на линии и шинах;

– «Контр.синхр. –  $\Delta\varphi_{МАКС\ доп}$ , град» – задает максимально допустимую ошибку включения выключателя, которая приравливается к максимально допустимому углу включения выключателя;

– «Контр.синхр. –  $T_{оп}$ , с» – задает время опережения, т.е. время включения выключателя.

Сигнал на включение выключателя, при АПВ УС, выдается при выполнении следующих условий:

– наличие симметричного напряжения на шинах: действующее значение напряжения превышает порог, задаваемый уставкой «АПВ –  $U_{макс.шин}$ , В», напряжение обратной последовательности меньше значения, задаваемого уставкой «АПВ –  $U_{2шин}$ , В», напряжение нулевой последовательности ниже порога, задаваемого уставкой «АПВ –  $3U_{0шин}$ , В»;

– наличие напряжения на линии: действующее значение напряжения на линии выше порога, задаваемого уставкой «АПВ –  $U_{макс.вл}$ , В»;

– частота скольжения ниже допустимой;

– разность модулей векторов напряжений на линии и шинах меньше уставки «Контр. синхр. –  $\Delta U/U_{ном}$ »;

– текущая разность углов между векторами напряжений на линии и шинах равна расчетному углу опережения.

Максимально допустимая частота скольжения для АПВ УС рассчитывается автоматически на основе заданных уставок и отображается в меню «Контроль –  $\Delta F_{макс\_ус}$ ». Расчет производится исходя из максимально допустимой ошибки включения выключателя, задаваемой уставкой «Контр.синхр. –  $\Delta\varphi_{МАКС\ доп}$ , град» и заданного уставкой времени опережения «Контр.синхр. –  $T_{оп}$ , с».

1.2.13.22.8 Погрешности срабатывания ИО блока контроля синхронизма от заданных уставок приведены в таблице 15.

Таблица 15

|   | Наименование параметра  | Значение           |
|---|---|--------------------|
| 1 | Средняя основная погрешность по напряжению срабатывания ИО минимального и максимального напряжения, %   | $\pm 5$            |
| 2 | Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания ИО минимального и максимального напряжения при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне на каждые $10^{\circ}\text{C}$ относительно $20^{\circ}\text{C}$ , % | $\pm 5$            |
| 3 | Абсолютная погрешность измерения частоты в рабочем диапазоне, Гц  | $\pm 0,01$         |
| 4 | Средняя основная погрешность по разности модулей векторов напряжений, % (для ОС)  | $\pm 5$            |
| 5 | Средняя основная абсолютная погрешность по разности углов между векторами напряжений, эл. град. (для ОС)  | $\pm 2$            |
| 6 | Абсолютная угловая погрешность синхронизации для АПВ с УС:<br>при частоте скольжения до 1 Гц, эл. град:<br>при частоте скольжения более 1 Гц, эл. град  | $\pm 4$<br>$\pm 8$ |
| 7 | Дополнительная угловая погрешность синхронизации из-за нестабильности ускорения скольжения и изменения температуры окружающей среды, эл. град   | $\pm 5$            |
| 8 | Абсолютная погрешность времени опережения включения $\Delta t$ , с  | $\pm 0,01$         |

1.2.13.22.9 Параметры ИО блока контроля синхронизма приведены в таблице 16.

Таблица 16

| Наименование параметра   | Значение   |
|--|--|
| 1 Диапазон уставок по напряжению:<br>для « <i>U</i> <sub>макс.шин, В</sub> »<br>для « <i>U</i> <sub>макс.вл, В</sub> »<br>для « <i>U</i> <sub>мин.шин, В</sub> »<br>для « <i>U</i> <sub>мин.вл, В</sub> »<br>для « <i>U</i> <sub>2шин, В</sub> »<br>для « <i>3U</i> <sub>0шин, В</sub> »<br>для « $\Delta U/U_{ном}$ » | 5,0 – 120,0<br>5,0 – 120,0<br>2,0 – 100,0<br>2,0 – 100,0<br>2,0 – 100,0<br>2,0 – 100,0<br>0,01 – 0,5 |
| 2 Диапазон уставок по углу:<br>для « $\Delta\varphi(АПВ\ ОС), гр$ »<br>для « $\Delta\varphi_{макс.доп, град}$ »  | 5,00 – 85,00<br>1,00 – 99,00   |
| 3 Диапазон уставок по частоте:<br>для « $\Delta f(АПВ\ ОС), Гц$ »  | 0,05 – 0,40  |
| 4 Диапазон уставок по времени:<br>для « <i>T</i> <sub>оп, с</sub> »  | 0,01 – 2,00  |
| 5 Дискретность уставок:<br>по напряжению, В<br>по углу, эл. град<br>по частоте, Гц<br>по времени, с  | 0,1<br>0,01<br>0,01<br>0,01  |
| 6 Коэффициент возврата:<br>по напряжению для ИО минимального напряжения<br>по напряжению для ИО максимального напряжения<br>по углу для ИО минимальной разности углов  | 1,06<br>0,94<br>1,1  |

#### 1.2.14 Использование устройства в сетях с нестандартным чередованием фаз

1.2.14.1 Стандартным чередованием фаз считается, когда прямому чередованию фаз соответствует их последовательность А, В, С. Однако имеются энергосистемы, в которых последовательность А, В, С соответствует обратному чередованию фаз.

1.2.14.2 Для того чтобы устройство правильно функционировало в любых сетях следует соблюдать следующие правила подключения цепей тока и напряжения:

— фазные напряжения и токи, подведенные к входам «*U*<sub>а</sub>», «*U*<sub>в</sub>», «*U*<sub>с</sub>» и «*I*<sub>а</sub>», «*I*<sub>в</sub>», «*I*<sub>с</sub>» должны соответствовать прямому чередованию фаз;

— цепи напряжения «разомкнутого» треугольника подводятся в соответствии с маркировкой выводов «*H*», «*K*», «*L*» (или «*Ф*»).

1.2.14.3 Если в сети стандартное ПРЯМОЕ чередование фаз, то сформулированным правилам соответствует подключение фазы А к входу устройства «*A*» по току и напряжению, фазы В к входу «*B*», фазы С к входу «*C*».

1.2.14.4 В сетях с ОБРАТНЫМ чередованием фаз при подключении необходимо поменять местами провода подводимые к фазам В и С. То есть необходимо подключить ток (напряжение) фазы В к входу «*I*<sub>с</sub>» («*U*<sub>с</sub>»), а ток (напряжение) фазы С – к входу «*I*<sub>в</sub>» («*U*<sub>в</sub>»).

1.2.14.5 По указанному принципу можно обеспечить правильное функционирование устройства в любой сети.

#### 1.2.15 Входы внешнего отключения

1.2.15.1 Для увеличения возможностей устройства в нем имеются дополнительные дискретные входы для отключения от внешних защит «*Внешнее отключение 1(2,...)*». Свой-

ства каждого входа задаются отдельно с помощью уставок в соответствующих группах и определяют наличие АПВ при отключении по данному входу.

1.2.15.2 Для увеличения надежности и отстройки от ложных срабатываний с помощью уставки «Контроль по I» вводится отдельно для каждого входа контроль по току. Для контроля тока в фазах используется токовый орган УРОВ. Таким образом, для отключения выключателя необходимо наличие сигнала на входе, например, «Внешнее отключение 1», а также срабатывание токового органа УРОВ.

1.2.15.3 В случае задания режима «с контролем по току» при отсутствии тока приход сигнала на вход «Внешнее отключение 1 (2, ...)» через 1 с вызовет сигнализацию неисправности цепей внешнего отключения с соответствующей индикацией на экране дисплея. При этом действие сигнала на отключение блокируется, то есть даже в случае появления тока в фазах, отключения не будет. Блокировка снимается при исчезновении сигнала на входе «Внешнее отключение 1 (2, ...)». Работа всех входов выполнена абсолютно независимо друг от друга.

1.2.15.4 Значение уставки «Запуск УРОВ» определяет наличие пуска схемы УРОВ устройства при отключении по одному из дискретных входов «Внешнее отключение 1 (2, ...)».

1.2.15.5 С помощью уставки «Запрет АПВ» имеется возможность задать блокировку АПВ при отключении по одному из соответствующих дискретных входов.

1.2.15.6 Дополнительно можно запрограммировать название каждого входа внешнего отключения, выводимое на ЖК индикатор при отключении. Имя можно задать по линии связи, либо с помощью кнопок управления устройством. Используются следующие символы: «АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЬЬЪЭЮЯабвгдежзиклмнопрстуфхцчшщьюя UIN0123456789-./.<> ». Выбор производится последовательным перебором символов. Последний символ в списке – «пробел». Максимальная длина имени 14 символов.

1.2.15.7 Фрагмент функциональной логической схемы обработки входного сигнала «Внешнее отключение 1» изображен на рисунке 26. Обработка сигналов «Внешнее отключение 2 (3, ...)» аналогична.

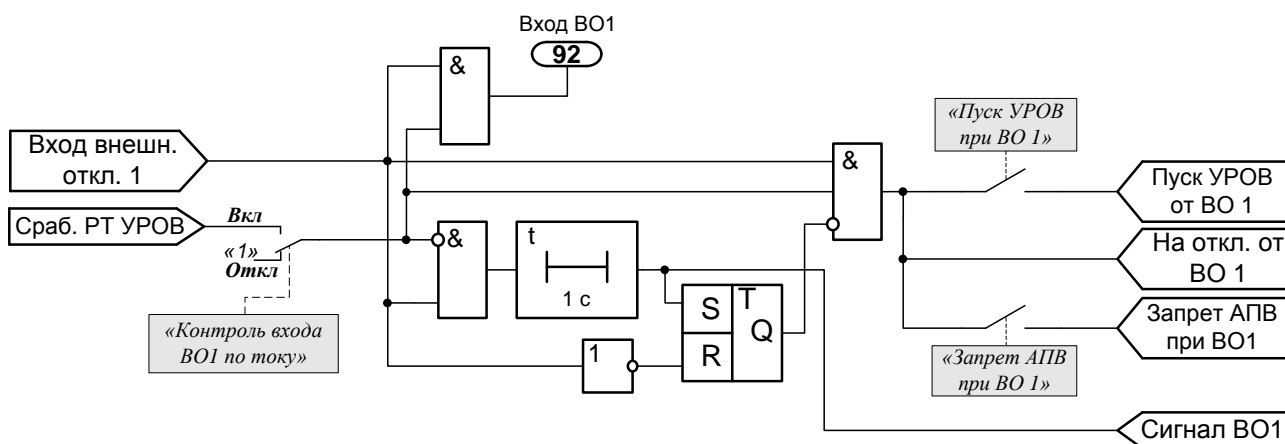


Рисунок 26 – Функционально-логическая схема блока отключения выключателя от сигнала внешнего отключения 1

## 1.2.16 Входы внешней сигнализации

1.2.16.1 Устройство имеет дискретные входы внешней сигнализации, предназначенные для подключения различных источников сигналов для вывода их на общее реле предупредительной сигнализации устройства или просто для опроса их состояния через линию связи.

1.2.16.2 Каждый вход имеет свою выдержку времени, которая задается уставкой «T, с» в соответствующей группе уставок.

1.2.16.3 Каждый вход можно подключать к одному из программируемых реле устройства.

1.2.16.4 Каждый вход имеет уставку «Сигнал», с помощью которой можно отключать его действие на общее реле сигнализации устройства.

1.2.16.5 Дополнительно можно запрограммировать название каждого входа внешнего сигнала, выводимое на ЖК индикатор при отключении. Имя можно задать по линии связи, либо с помощью кнопок управления устройством. Используются следующие символы: «АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЬЪЭЮЯабвгдежзиклмнопрстуфхцчшщьюъя UIN0123456789-/.<> ». Выбор производится последовательным перебором символов. Последний символ в списке – «пробел». Максимальная длина имени 14 символов.

1.2.16.6 Фрагмент функциональной логической схемы обработки входного сигнала «Внешний сигнал 1» изображен на рисунке 27.

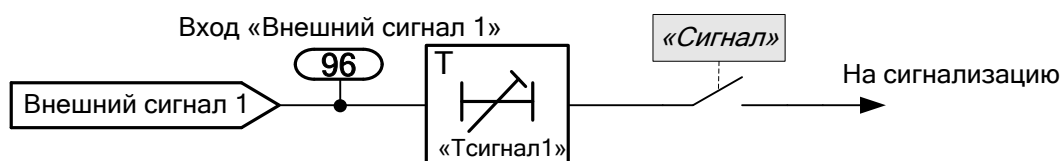


Рисунок 27 – Схема реализации входа «Внешний сигнал 1»

## 1.2.17 Выбор текущего набора уставок

1.2.17.1 В устройстве имеются два набора уставок, в состав которых входят как сами уставки защит, так и программные переключатели, задающие режим работы функций защит и автоматики. Предусмотрена возможность «горячей» смены уставок, что позволяет более гибко адаптировать защиты к изменению режимов сети.

1.2.17.2 Выбор текущего (активного) набора уставок (набора, значения уставок которого в данный момент используются) производится с помощью сигнала, подаваемого на дискретный вход «Набор уставок 2». Наличие активного сигнала на входе означает, что активным является второй набор уставок.

1.2.17.3 Номер активного набора уставок можно проконтролировать на индикаторе устройства в меню «Контроль — Активный набор уставок».

## 1.2.18 Определение вида КЗ

1.2.18.1 В устройстве реализовано определение вида КЗ по параметрам аварийного режима.

1.2.18.2 Определение вида КЗ производится на основе токов, значения которых сохраняются через 20 мс после срабатывания одной из токовых защит: МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3, ТЗНП-1, ТЗНП-2, ТЗНП-3, ТЗНП-4 ускорение МТЗ при включении, ускорение ТЗНП при включении. Задержка на 20 мс используется для отстройки от переходных режимов, обычно присутствующих в момент срабатывания быстродействующих ступеней защит.

Вид КЗ сохраняется и отображается в соответствующей записи срабатывания в меню «Срабатывания».

1.2.18.3 Виды КЗ, а также их условные обозначения при выводе на индикаторе устройства приведены в таблице 17.

## 1.2.19 Программируемые реле

1.2.19.1 Для увеличения универсальности устройства в нем предусмотрены специальные программируемые потребителем реле («Реле 1», «Реле 2», и т.д.), которые имеют возможность программно подключаться к одной из большого количества внутренних точек функциональной логической схемы устройства.

Таблица 17

| Вид КЗ                              | Условное обозначение вида КЗ при отображении на индикаторе устройства |
|-------------------------------------|---|
| трехфазное КЗ                       | ABC   |
| двухфазное КЗ                       | AB  |
|                                     | BC  |
|                                     | CA  |
| двухфазное с замыканием на землю КЗ | AB0   |
|                                     | BC0   |
|                                     | CA0   |
| однофазное КЗ                       | A0  |
|                                     | B0  |
|                                     | C0  |

При этом можно как получить новые релейные выходы, так и просто размножить количество выходных контактов уже имеющихся реле.

1.2.19.2 Выбор точки подключения к функциональной логической схеме программируемого реле производится с помощью уставки «Точка». Необходимо задать номер точки в соответствии с таблицей в Приложении Б. При этом на экране редактирования уставки автоматически появиться расшифровка, соответствующая заданной точке.

Например, если необходимо подключить реле «Реле 2» к точке функциональной логической схемы, соответствующей пуску первой ступени МТЗ (*Пуск МТЗ-1*), то для этого необходимо:

- найти в таблице Приложения Б номер необходимой точки;
- задать найденное число в качестве уставки «Точка» в группе «Реле – Реле 2». После ввода числа должна отобразиться подсказка «Пуск МТЗ-1».

1.2.19.3 С помощью уставки «Режим» в соответствующей группе уставок («Реле – Реле 1», «Реле – Реле 2» и т.д.) можно задать режим работы этих реле:

- в следящем режиме («Без фиксации»);
- с памятью (блинкер, «С фиксацией»), до сброса сигнализации устройства;
- в импульсном режиме («Импульсный»), время импульса равно 1 с.

1.2.19.4 Имеется возможность ввести задержку на срабатывание и возврат реле с помощью уставок «Тср» и «Тв» соответственно. Значения уставок лежат в диапазоне от 0 до 99,99 с.

1.2.19.5 Функциональная логическая схема программируемого реле приведена на рисунке 28.

## 1.2.20 Программируемые светодиоды

Для увеличения универсальности устройства на его лицевой панели имеются программируемые светодиоды, обозначенные «Сигнал 1», «Сигнал 2» и т.д.

Подключение данных светодиодов к одной из точек функциональной логической схемы устройства производится аналогично способу, применяемому для программируемых реле (подробнее см. п. 1.2.19).

Имеется возможность ввести задержку на срабатывание светодиода с помощью уставки «Т». Значения уставки лежат в диапазоне от 0 до 99,99 с.

Имеется возможность задать режим работы светодиодов – в следящем режиме или с памятью (блинкер), до сброса сигнализации устройства. Дополнительно можно задать наличие мигания и цвет светодиода.

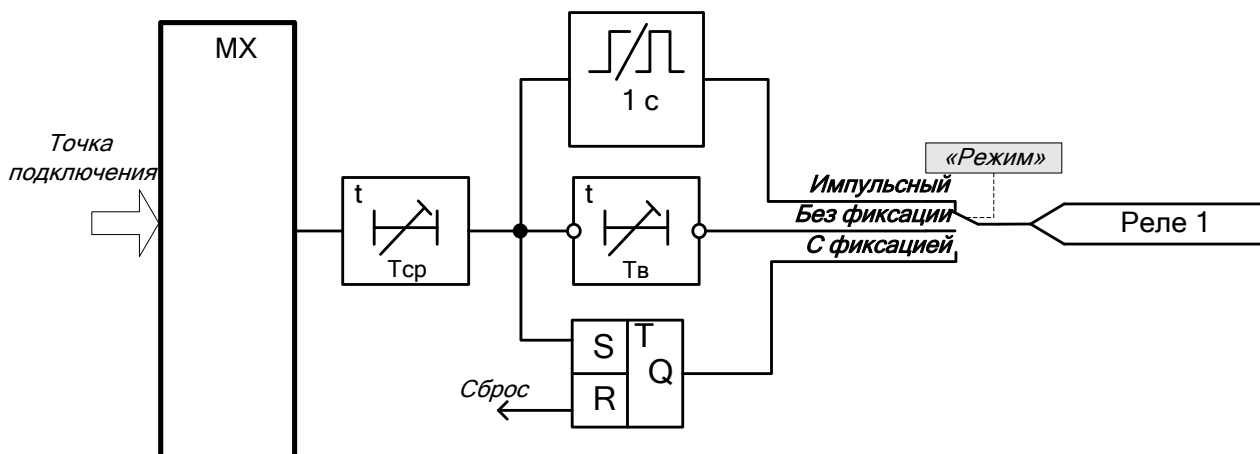


Рисунок 28 – Фрагмент функциональной логической схемы программируемого реле

### 1.2.21 Аварийный осциллограф

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

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

Общая длительность сохраняемых в памяти осциллограмм составляет порядка 39 с.

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

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

1.2.21.3 Считывание осциллограмм осуществляется с компьютера по линии связи.

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

1.2.21.5 Возможны следующие условия пуска осциллографа:

— аварийное отключение (задается уставкой «Авар. откл.»). Срабатывание внутренних (например, МТЗ, ТЗНП, ЗОФ с действием на отключение и т.д.) или внешних (по дискретным отключающим входам) защит с действием устройства на отключение выключателя;

— командное отключение (задается уставкой «Команд. откл.»). Командное отключение выключателя по внешним дискретным сигналам «Отключение от ключа» и «Отключение по ТУ» и по сигналу линии связи;

— программируемый пуск 1 (задается уставкой «Точка 1»). Потребитель задает точку на функциональной логической схеме, по сигналу от которой производится пуск;

...

— программируемый пуск 5 (задается уставкой «Точка 5»).

Условия пуска объединяются по «ИЛИ», то есть появление хотя бы одного из условий вызывает пуск записи осциллограммы.

1.2.21.6 При программируемом пуске осциллографа задание точки подключения к функциональной логической схеме устройства выполняется аналогично выбору точки для программируемых реле и светодиодов (подробнее см. п. 1.2.19). Дополнительно необходимо задать режим программируемого пуска: *прямо-следающий, инверсно-следающий, прямо-фиксированный, инверсно-фиксированный.*

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

«Следящий» режим означает, что запись производится пока присутствует сигнал (то есть пуск идет «по уровню»). «Фиксированный» – осциллограмма записывается только заданное время не зависимо от длительности присутствия сигнала (пуск идет «по фронту»). Время записи в фиксированном режиме определяется параметром «*Tпрограм, с*».

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

Максимальная длительность одной осциллограммы ограничена и регулируется уставкой «*Tмах осцил*». Суммарное время включает в себя аварийный, до- и послеаварийные режимы и в сумме никогда не может превышать заданную максимальную длительность. Это сделано для защиты от затирания всей памяти одной длинной осциллограммой в случае «зависания» одного из пусковых условий.

1.2.21.8 Длительность доаварийной и послеаварийной записей задается уставками «*Tдоаварийн*» и «*Tпослеавар*» соответственно.

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

а) ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ПУСК (по сигналу в заданной точке функциональной логической схемы)

В следящем режиме работы пуска («*Прямо-След.*», «*Инвер-След.*») осциллограмма будет складываться: доаварийный режим («*Tдоаварийн*») + время присутствия сигнала в выбранной точке + послеаварийный режим («*Tпослеавар*»).

В фиксированном режиме пуска осциллограмма будет складываться: доаварийный режим + время записи при программируемом пуске («*Tпрограм*») + послеаварийный режим.

#### б) КОМАНДНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ

Пуск происходит при подаче команды на отключение выключателя от внешнего дискретного сигнала или по команде ЛС; аварийный режим отсутствует. Время записи осциллограммы будет складываться из времени доаварийного («*Tдоаварийн*») и послеаварийного режимов («*Tпослеавар*»).

#### в) СРАБАТЫВАНИЕ ОДНОЙ ИЗ ВНУТРЕННИХ ЗАЩИТ УСТРОЙСТВА

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

В случае, если после пуска ступеней защит срабатывание не происходит в течение времени превышающего максимальное время, отведенное под одну осциллограмму, то запись продолжается по кольцевому принципу (начало осциллограммы затирается новой информацией) до возврата ступеней. Таким образом, если последует срабатывание защиты, то сохранена будет последняя часть осциллограммы (длительностью «*Tмах осцил*»).

#### г) ОТКЛЮЧЕНИЕ ПО ДИСКРЕТНОМУ ОТКЛЮЧАЮЩЕМУ ВХОДУ

Пуск происходит «по фронту» и время записи аварийного режима определяется независимой уставкой «*Tдискрет*». Таким образом, в осциллограмму входят: доаварийный режим + время *Tдискрет* + послеаварийный режим.

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

#### д) НЕСАНКЦИОНИРОВАННОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ

Пуск происходит при выявлении несанкционированного отключения; аварийный режим отсутствует. Время записи осциллограммы будет складываться из времени доаварийного («*Tдоаварийн*») и послеаварийного режимов («*Tпослеавар*»).

1.2.21.10 Действия осциллографа при заполнении всей памяти, отведенной под осциллограммы, определяются уставкой «*Реж.записи*», которая может принимать два значения:

— «*Перезапись*» – новая осциллограмма затирает самые старые (стирается целое число старых осциллограмм, суммарная длительность которых достаточна для записи новой осциллограммы);

— «*Останов*» – остановка записи до тех пор, пока память не будет освобождена командой по ЛС, либо непосредственно с лицевой панели устройства.

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

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

1.2.21.12 Параметры осциллографа приведены в таблице 18.

Таблица 18

| Наименование параметра |   | Значение  |
|------------------------|---|---|
| 1                      | Диапазон уставок по времени, с<br>для « <i>Tmax осцил</i> »<br>для « <i>Tдоаварийн</i> »<br>для « <i>Tпослеавар</i> »<br>для « <i>Tдискрет</i> »<br>для « <i>Tпрограм</i> » | 1,00 – 20,00<br>0,04 – 1,00<br>0,04 – 10,00<br>0,10 – 10,00<br>0,10 – 10,00 |
| 2                      | Дискретность уставок по времени, с  | 0,01  |
| 3                      | Период квантования сигналов осциллографа, мс  | 1   |
| 4                      | Общая длительность сохраняемых в памяти осциллограмм, с   | 43  |

### 1.2.22 Регистратор событий

1.2.22.1 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, обнаружение внутренней неисправности регистрируется в памяти событий с присвоением даты и времени момента обнаружения.

1.2.22.2 Список сигналов, контролируемых регистратором событий, приведен в Приложении В.

1.2.22.3 Имеется возможность задать дополнительные контролируемые точки функциональной логической схемы, которые добавляются к основным контрольным точкам. Это позволяет потребителю задать и контролировать необходимые в конкретном случае сигналы.

Задание точки подключения к функциональной логической схеме устройства выполняется с помощью уставок в меню «*Настройки — Регистратор*» аналогично выбору точки для программируемых реле и светодиодов (подробнее см. п. 1.2.19).

1.2.22.4 Считывание информации регистратора событий осуществляется с помощью компьютера по каналу связи.

1.2.22.5 Память регистратора построена по кольцевому принципу, то есть после ее заполнения новая информация затирает самую старую. Емкость памяти регистратора составляет до 1000 событий.

### 1.2.23 Дополнительные измерительные органы

1.2.23.1 В устройстве реализованы семь групп дополнительных измерительных органов, которые позволяют расширить возможности устройства. В состав каждой группы вхо-



дят измерительные органы фазных токов и напряжений, междуфазных напряжений, а также симметричных составляющих токов и напряжений. Сигналы, вырабатываемые дополнительными измерительными органами, могут быть выведены на программируемые реле (см. п. 1.2.19), светодиоды (см. п. 1.2.20), использоваться в аварийном осциллографе или регистраторе событий.

1.2.23.2 В группе «Доп. ИО 1(2-7)» можно выбрать тип измерительного органа, задать режим его работы и порог срабатывания с помощью уставок: «Тип ИО», «Режим работы», «U, B» и «I/Ином» соответственно.

1.2.23.3 С помощью уставки «Тип ИО» выбирается контролируемая величина из предлагаемого списка. Возможные значения уставки приведены в таблице 19.

Таблица 19

| №  | Контролируемая величина                     | Значение уставки «Тип ИО» |
|----|---|---------------------------|
| 1  | Отключено                                   | Откл                      |
| 2  | Максимальное фазное напряжение шин          | Uф. Max                   |
| 3  | Минимальное фазное напряжение шин           | Uф. Min                   |
| 4  | Максимальный фазный ток                     | Iф. Max                   |
| 5  | Минимальный фазный ток                      | Iф. Min                   |
| 6  | Максимальное линейное напряжение шин        | Ул max                    |
| 7  | Минимальное линейное напряжение шин         | Ул min                    |
| 8  | Ток прямой последовательности               | I1                        |
| 9  | Напряжение прямой последовательности        | U1                        |
| 10 | Ток обратной последовательности             | I2                        |
| 11 | Напряжение обратной последовательности      | U2                        |
| 12 | Ток нулевой последовательности на входе ЗИУ | ЗИУ                       |
| 13 | Ток нулевой последовательности расчетный    | ЗИУр                      |
| 14 | Напряжение нулевой последовательности       | ЗU0                       |
| 15 | Ток фазы А                                  | IA                        |
| 16 | Напряжение фазы А шин                       | UA                        |
| 17 | Ток фазы В                                  | IB                        |
| 18 | Напряжение фазы В шин                       | UB                        |
| 19 | Ток фазы С                                  | IC                        |
| 20 | Напряжение фазы С шин                       | UC                        |
| 21 | Напряжение UAB шин                          | UAB                       |
| 22 | Напряжение UBC шин                          | UBC                       |
| 23 | Напряжение UCA шин                          | UCA                       |
| 24 | Напряжение на линии                         | Uвл                       |

1.2.23.4 В группе уставок «Доп. ИО 1(2-7)» с помощью уставки «Режим работы» задается максимальный или минимальный режим выбранного измерительного органа. При значении уставки «Мин» орган срабатывает при уменьшении измеряемой величины ниже порога, заданного уставкой «U, B» или «I/Ином», а при значении «Макс» – при увеличении измеряемой величины выше значения уставки.

1.2.23.5 С помощью уставок «U, B» и «I/Ином» задается величина порога срабатывания измерительных органов по напряжению и току соответственно.

1.2.23.6 Для подключения дополнительных измерительных органов, например к программируемому реле, необходимо задать уставку «Реле – Реле 1(2-10) — Точка – Доп ИО 1(2-7)».

1.2.23.7 Параметры дополнительных измерительных органов приведены в таблице 20.

Таблица 20

|   | Наименование параметра  | Значение                   |
|---|---|----------------------------|
| 1 | Диапазон уставки « $U$ , $B$ »  | 0 – 150,0                  |
| 2 | Диапазон уставки по току « $I_{ном}$ »:<br>(при $I_{ном} = 1$ А, А)<br>(при $I_{ном} = 5$ А, А) | (0 – 40,00)<br>(0 – 200,0) |
| 3 | Коэффициент возврата при использовании максимального ИО:<br>по току<br>по напряжению            | 0,92 – 0,95<br>0,94        |
| 4 | Коэффициент возврата при использовании минимального ИО:<br>по току<br>по напряжению             | 1,08 – 1,05<br>1,06        |

#### 1.2.24 Технический учет электроэнергии

##### 1.2.24.1 Устройство осуществляет технический учет активной и реактивной энергии.

При этом считается суммарная энергия по всем трем фазам.

1.2.24.2 В устройстве предусмотрено по два независимых счетчика для активной  $E_a$  и реактивной  $E_r$  энергий: один считает только потребленную энергию, другой – отданную. Таким образом, при реверсе направления мощности один счетчик остановится, но будет считать другой. Сброс показаний счетчиков возможен в режиме «Контроль» только после ввода пароля, совпадающего с паролем для изменения уставок.

##### 1.2.25 Отображение внешних неисправностей

Устройство выявляет и индицирует большое количество неисправностей внешнего оборудования. При обнаружении таких неисправностей срабатывает реле сигнализации «Сигнал» и включается светодиод «Внешняя неисправность» на передней панели устройства.

Также информация о присутствующих неисправностях внешнего оборудования отображается на индикаторе устройства (подробнее см. п. 2.3.2.6).

Список выявляемых неисправностей и соответствующие им сообщения на индикаторе приведены в Приложении Г.

##### 1.2.26 Линии связи

1.2.26.1 Устройство имеет три независимых канала линии связи с компьютером: один с интерфейсом USB расположен на передней панели устройства и два – на задней с интерфейсом RS485 (X18, X19).

1.2.26.2 Разъем USB на передней панели предназначен, в основном, для проведения пуско-наладочных работ и позволяет временно соединиться с компьютером при открытой защитной крышке устройства. Гальванической развязки от схемы устройства данный интерфейс не имеет.

1.2.26.3 Разъемы-клеммники X18 и X19 на задней панели устройства предназначены для постоянного подключения в локальную сеть связи для решения задач АСУ и телеуправления. На этом интерфейсе реализуется многоточечное подключение, то есть к одному компьютеру можно одновременно подключать несколько устройств с аналогичным каналом параллельно (шинная архитектура). Этот интерфейс всегда имеет полную гальваническую развязку от схемы устройства.

1.2.26.4 Интерфейсы связи со стороны устройства программно полностью идентичны и имеют возможность настройки параметров связи с помощью уставок в меню «Настройки — Порт 1 (2, 3)».

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

1.2.26.5 Интерфейсы связи работают по протоколу передачи данных Modbus-RTU, который является стандартным и поддерживается многими разработчиками и поставщиками программного обеспечения.

1.2.26.6 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 соответствующих клеммников (X18, X19).

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

#### 1.2.27 Поддержка системы точного единого времени

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

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

1.2.27.3 В устройстве предусмотрены меры для включения в систему точного единого времени. Это позволяет обеспечить синхронизацию устройств на защищаемом объекте с точностью до 1 мс.

Для этого к синхронизируемым устройствам подводится специальный канал, по которому передается синхроимпульс от системы точного времени.

1.2.27.4 Для приема сигнала синхроимпульса может использоваться один из двух входов устройства:

— вход интерфейса RS485 (X14). В этом режиме (задается соответствующей программной настройкой, см. п. 1.2.26.6) порт используется как дискретный вход (то есть реагирует на импульс с минимальной длительностью активного сигнала не менее 15 мс) и не может использоваться для организации стандартного канала связи;

— специализированный дискретный вход «Синхроимпульс» (X20). Данный вход выполнен на различные номинальные значения постоянного напряжения: 220 В, 110 В, 24 В, 12 В. Длительность входного импульса не менее 15 мс.

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

1.2.27.6 Параметры синхронизации по времени задаются в меню «Настройки — Синхр. по времени».

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

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

— «Откл» – синхронизация не используется (в этом случае интерфейс RS485 можно использовать для организации стандартного канала связи);

— «RS485» – канал синхронизации выполняется с помощью интерфейса RS485 (X19);

— «Оптрон» – канал синхронизации выполняется с помощью оптронного входа «Синхроимпульс» (X20).

1.2.27.7 В случае, если уставкой задана синхронизация по времени («Порт — RS485/Оптрон»), а синхроимпульс не приходит в течение двух интервалов ожидания импульса (значение уставки «Импульс» умноженное на два), то на индикаторе устройства появляется сообщение «Синхр. по времени». При этом срабатывание реле «Сигнал» и светодиода «Внешняя неисправность» не происходит, т.к. ошибка не критическая и позволяет долгое время выполнять функции без потери качества.

Предусмотрена точка «Синхр. по врем.» (см. таблицу в Приложении Б), при подключении к которой программируемые реле или светодиоды срабатывают при возникновении ошибки синхронизации по времени.

### 1.3 Состав изделия

1.3.1 В устройство входят следующие основные узлы:

- модуль входных развязывающих трансформаторов тока;
- модуль входных развязывающих трансформаторов напряжения;
- модуль управления;
- модуль оптронных входов;
- комбинированный модуль оптронных входов и выходных реле;
- модуль выходных реле;
- совмещенный модуль питания и портов линии связи.

### 1.3.2 Конструкция изделия

1.3.2.1 Конструктивно устройство выполнено в виде стального блока (кассеты), имеющего лицевую панель (пульт управления). Структурная схема устройства изображена на рисунке 29.

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

1.3.2.3 Непосредственно на передней панели устройства установлены:

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

1.3.2.4 Под откидываемой крышкой на лицевой панели устройства располагаются:

- сменная батарейка для сохранения памяти устройства (архив событий, осциллограммы, параметры срабатываний) при отключении оперативного питания (конфигурация устройства и уставки защит хранятся в энергонезависимой памяти и не зависят от наличия батарейки);
- вход USB (применяется для непосредственного подключения к компьютеру).

### 1.3.3 Модули входных трансформаторов тока и напряжения

1.3.3.1 Модули содержат промежуточные развязывающие трансформаторы тока или напряжения, 14-разрядное многоканальное АЦП, цифровая часть которого с помощью разъема выводится на кросс-плату. Управление пуском АЦП и последующим считыванием данных производится из модуля управления.

1.3.3.2 Модуль трансформаторов тока содержит три одинаковых промежуточных трансформатора тока по каждой фазе и трансформатор тока нулевой последовательности параллельной ВЛ.

Имеется возможность подключения по цепям тока к ТТ с любым стандартным номинальным вторичным током — 1 или 5 А. Для этого с каждого промежуточного трансформатора тока, расположенного на модуле, выводятся на внешние клеммы устройства две отпайки, предназначенные для номинального тока 1 А и 5 А соответственно.

1.3.3.3 Модуль трансформаторов напряжения содержит три одинаковых трансформатора напряжения по каждой фазе, соединенные звездой, два трансформатора, для подведения

цепей «разомкнутого треугольника» шинного ТН и один трансформатор напряжения, для подведения напряжения от ШОН или ТН, установленного на линии.

Имеется возможность подключения вторичных цепей линейного ТН (ШОН) к аналоговому входу «Увл» с номинальным напряжением 30 или 100 В. Для этого с промежуточного трансформатора напряжения, расположенного на модуле, выводятся на внешние клеммы устройства два ответвления, с номинальными напряжениями 30 В и 100 В соответственно.

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

1.3.3.5 Запрещается подключать к одноамперным входам токовые цепи ТТ, с номинальным током 5 А, подключать ко входу с номинальным напряжением 30 В цепи напряжения от ТН, с номинальным вторичным напряжением 100 В, так как это может привести к повреждению промежуточных трансформаторов и выходу устройства из строя.

#### 1.3.4 Модуль управления

1.3.4.1 Модуль включает в себя плату микропроцессорного контроллера и плату клавиатуры и индикации. Располагается непосредственно за лицевой панелью устройства.

Плата микропроцессорного контроллера содержит 32-разрядный микропроцессор, flash-память, сохраняемое ОЗУ, сторожевой таймер, часы-календарь, схему резервного питания памяти и календаря от сменной батарейки, энергонезависимую память уставок, специализированный процессор цифровой обработки сигнала.

1.3.4.2 Плата микропроцессорного контроллера выполняет следующие функции:

- прием сигналов от трансформаторов тока;
- прием сигналов от трансформаторов напряжения;
- аналого-цифровое преобразование входных аналоговых сигналов;
- фильтрация аналоговых сигналов, подавление аperiodической и высокочастотных составляющих, начиная со второй гармоники;
- расчет действующих значений первой и второй гармонической составляющей входных сигналов;
- расчет действующего значения тока и напряжения прямой, обратной и нулевой последовательностей;
- сравнение рассчитанных значений токов с уставками;
- постоянный опрос всех дискретных сигналов;
- обслуживание логической схемы устройства;
- выдача сигналов на соответствующие реле;
- индикация состояния устройства на светодиодах;
- опрос управляющих кнопок;
- обслуживание каналов связи;
- вывод информации на дисплей;
- постоянная самодиагностика модулей.

1.3.4.3 Плата клавиатуры и индикации позволяет опрашивать состояние кнопок, выводить информацию на табло в буквенно-цифровом виде, а также управлять подсветкой и контрастностью индикатора.

#### 1.3.5 Модуль оптронного ввода

1.3.5.1 Модуль оптронного ввода обеспечивает:

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

1.3.5.2 Устройство комплектуется модулем 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 до коэффициента пульсаций не более 12%.

### 1.3.6 Модуль выходных реле

1.3.6.1 Выходные реле, примененные в устройстве, обеспечивают гальваническую развязку электронной схемы устройства с коммутируемыми цепями и обладают высокой коммутирующей способностью. 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.

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

### 1.3.7 Комбинированный модуль

1.3.7.1 Комбинированный модуль включает в себя как оптронные входы, так и выходные реле. Верхнюю часть модуля занимают выходные реле (клеммы X10 и X12), нижнюю часть – оптронные входы (клеммы X11 и X13).

1.3.7.2 Характеристики и функциональное назначение оптронных входов и выходных реле идентичны модулю входных дискретных сигналов и модулю выходных реле соответственно.

### 1.3.8 Совмещенный модуль питания и портов линии связи

1.3.8.1 Модуль питания преобразует первичное напряжение оперативного питания (переменное, постоянное или выпрямленное) во вторичные выходные стабилизированные напряжения постоянного тока +5, +12 В.

1.3.8.2 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.

1.3.8.3 Модуль содержит два независимых интерфейса RS-485, предназначенных для удаленного доступа к устройству.

1.3.8.4 Модуль содержит специальный дискретный вход, предназначенный для подачи на него синхроимпульса от системы единого времени. Предусмотрены несколько контактов данного входа под различные номинальные напряжения сигнала: 12 В, 24 В, 110 В, 220 В.

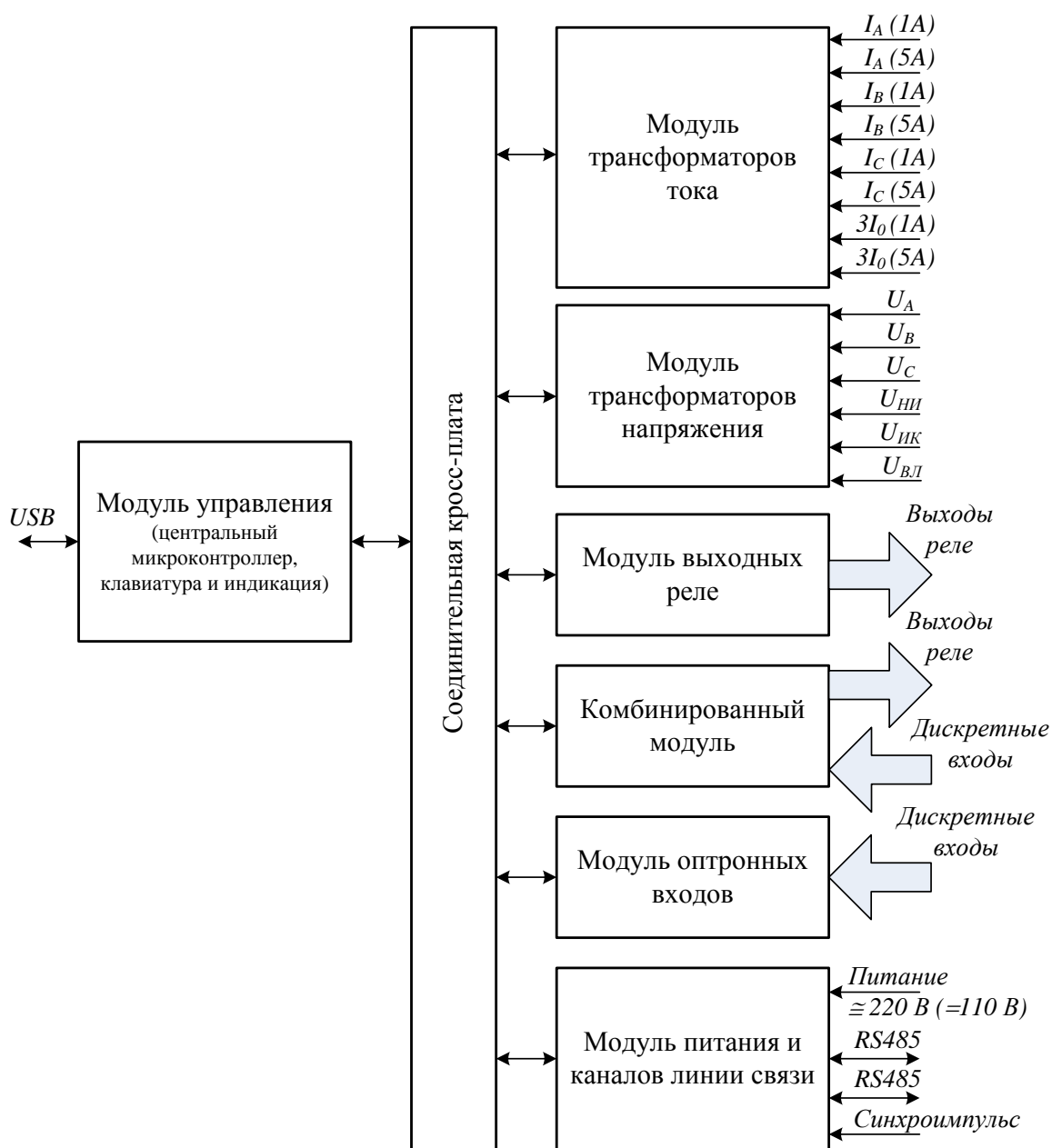


Рисунок 29 – Структурная схема устройства «Сирius-3-УВ»

#### 1.4 Устройство и работа

##### 1.4.1 Основные принципы функционирования

1.4.1.1 Устройство всегда находится в режиме слежения за подведенными аналоговыми и дискретными сигналами.

1.4.1.2 Устройство периодически измеряет мгновенные значения токов и напряжений с помощью многоканальных АЦП, пуск которых происходит одновременно, что позволяет исключить погрешность в фазовом сдвиге между отсчетами разных каналов.

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 2-й гармонической составляющей фазных токов и тока  $3I_0$ .

1.4.1.3 В большей части алгоритмов защит устройства используются действующие значения первой гармоники токов и напряжений.

1.4.1.4 Дополнительно рассчитываются напряжение и ток прямой, обратной и нулевой последовательностей.

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

1.4.1.6 При срабатывании какого-либо измерительного органа происходит автоматический учет коэффициента возврата, в следствии которого происходит уменьшение (или увеличение для минимальных защит) значения уставки для исключения дребезга.

1.4.1.7 Далее запускаются временные задержки, заданные для каждой ступени срабатывания. В случае возврата измерительного органа происходит сброс выдержки времени.

После выдержки заданного времени включенных защит происходит выдача команды «Отключить» в блок управления выключателем и при отсутствии блокировки управления выдается команда через выходное реле на отключение выключателя.

1.4.1.8 В момент подачи команды на реле «Отключение» 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 выдачи команды на выходных реле  $T_{\text{ЗАЩ}}$  и времени, прошедшего с момента выдачи команды на выходные реле до момента появления сигнала РПО  $T_{\text{ОТКЛ}}$ .

1.4.1.9 При аварийном отключении выключателя формируется команда на пуск АПВ. В случае отсутствия запрета АПВ, с заданной выдержкой времени и при выполнении условий включения, срабатывает АПВ, которое выдает команду «Включить» в блок управления выключателем. Затем при отсутствии блокировки включения выключателя выдается команда через выходное реле на включение выключателя.

1.4.1.10 В момент подачи команды на реле «Включение» происходит фиксация информации о включении выключателя (причина включения, АПВ или командное включение, момента включения при помощи встроенных часов-календаря).

#### 1.4.2 Самодиагностика устройства.

1.4.2.1 При включении питания происходит полная проверка программно доступных узлов устройства, включая центральный процессор, процессор цифровой обработки сигналов, ПЗУ, ОЗУ, энергонезависимую память уставок и АЦП. В случае обнаружения отказов, а также при отсутствии оперативного питания выдается сигнал нормально замкнутыми контактами реле «Отказ», и устройство блокируется.

1.4.2.2 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.

#### 1.4.3 Описание входных аналоговых сигналов

1.4.3.1 Клеммы «X1:1», «X1:2» и «X1:3» предназначены для подключения вторичной обмотки измерительного трансформатора тока фазы А. Имеется возможность подключения к трансформатору тока с одним из двух стандартных номинальных токов — 1 или 5 А. Соответственно подключение производится к клемме «X1:1» в случае номинального тока 1 А, а к «X1:2» – при 5 А. На клемму «X1:3» заводится «обратный провод».

Аналогичным образом производится подключение фаз В и С, а также тока 3I0 линии («X2:4», «X2:5», «X2:6»).

При подключении необходимо контролировать правильность фазировки подводимых цепей!



Запрещается подключать к одноамперным входам устройства токовые цепи ТТ, с номинальным током 5 А, так как это может привести к повреждению промежуточных трансформаторов и выходу устройства из строя.

Также необходимо программно задать используемый номинал вторичного тока. Это производится с помощью уставки «*Ином вт.*» в группе уставок «*Общие*».

1.4.3.2 Клеммы «X3:1», «X3:2», «X3:3» и «X3:4» предназначены для подключения вторичных обмоток измерительных ТН, установленные на шинах.

На клеммы «X4:1», «X4:2» и «X4:3» подаются вторичные напряжения с обмоток ТН, соединенных по схеме «разомкнутый треугольник».

Клеммы «X5:1», «X5:2» и «X5:3» используются для подключения вторичной обмотки измерительного ТН, установленного на линии. В случае применения на линии трехфазного измерительного ТН для целей АПВ, к устройству подводится одно из фазных или линейных напряжений; ШОН – напряжение, снимаемое с шунта, который включен во вторичную обмотку ШОН. Имеется возможность подключения к ТН с одним из номинальных напряжений – 30 и 100 В. В случае использования номинального напряжения 30 В, вторичная обмотка измерительного ТН подключается ко входу «X5:1», 100 В – «X5:2».

Запрещается подключать ко входу с номинальным напряжением 30 В цепи напряжения от ТН с номинальным вторичным напряжением 100 В, так как это может привести к повреждению промежуточных трансформаторов и выходу устройства из строя

#### 1.4.4 Описание входных дискретных сигналов

1.4.4.1 Входы «*Вывод ГЗ*» и «*Вывод УРОВ*» предназначены для оперативного вывода из действия соответствующих функции защит. Исчезновение сигнала на одном из указанных входов приводит к автоматическому разрешению действия соответствующей функции защиты (если действие защиты разрешено соответствующей уставкой).

1.4.4.1 Вход «*Перевод ГЗТ на сигнал*» позволяет оперативно выводить из действия вход отключения «*Газовая защита тр-ра*» и предназначен для проведения наладочных работ на присоединении. В случае если на данном входе присутствует активный сигнал и появляется сигнал на входе «*Газовая защита тр-ра*», то срабатывания реле отключения не происходит, но на индикаторе появляется сообщение «*Вход сигн. ГЗ*». Так же замыкаются контакты реле «*Внешняя неисправность*» и загорается светодиод «*Внешняя неисправность*», что сигнализирует возникновение внешней неисправности.

1.4.4.1 Вход «*Вывод ГЗ РПН*» позволяет оперативно выводить из действия вход отключения «*Газовая защита РПН*» и предназначен для проведения наладочных работ на присоединении.

1.4.4.2 Входы «*Газовая защита тр-ра*» и «*Газовая защита РПН*» являются входами безусловного отключения выключателя и могут подключаться к газовой защите трансформатора и защите отсека РПН соответственно.

1.4.4.3 Вход «*Сигнализация ГЗТ*» предназначен для информирования о срабатывании сигнализации газовой защиты трансформатора. По этому сигналу фиксируется неисправность «*Сигн. ГЗ тр-ра*» с выдачей сигнала «*Внешняя неисправность*» контактами реле и светодиодом на передней панели.

1.4.4.4 Состояние входа «*Вход РПО 1*» служит для контроля состояния выключателя «*Отключено*», передачи состояния на выходное реле «*РПО*» (с учетом «защиты от дребезга контактов»), а так же для индикации его на лицевой панели устройства.

Вход «*Вход РПО 2*» аналогичен по функциям и выполняет роль дублирующего входа. Сигналы «*Вход РПО 1*» и «*Вход РПО 2*» объединяются внутри устройства по логике «*ИЛИ*».

1.4.4.5 Состояние входа «*Вход РПВ 1*» служит для контроля состояния выключателя «*Включено*», повторения состояния на выходное реле «*РПВ*», а так же для индикации его на лицевой панели устройства.

Вход «Вход РПВ 2» служит для контроля состояния выключателя с двумя катушками отключения, либо выполняет роль дублирующего входа на выключателях с одной катушкой отключения. Сигналы «Вход РПО 1» и «Вход РПВ 2» объединяются внутри устройства по логике «ИЛИ».

1.4.4.6 Одновременно должен быть активным только один из двух логических сигналов – от одного из входов «Вход РПО 1» или «Вход РПВ 1». Одновременно активное или пассивное состояние сигналов в течение более чем 20 с воспринимается как обрыв ЭМУ выключателя и диагностируется надписью на индикаторе «Неисправность ЭМУ1». При этом срабатывает реле «Сигнал» и загорается светодиод «Внешняя неисправность».

1.4.4.7 Аналогично при наличии второй катушки отключения – «Неисправность ЭМУ2». Если сигналы «Вход РПО 2» и «Вход РПВ 2» не подведены к устройству, необходимо выставить уставку «ЭМО 2» в положение «Откл.», чтобы на индикаторе не появлялось сообщение о неисправности.

1.4.4.8 Вход «Автомат ТН» предназначен для подачи сигнала неисправности при отключении автоматического выключателя в цепях ТН. По этому сигналу фиксируется неисправность «Автомат ТН» с выдачей сигнала контактами реле «Сигнал». Также формируется сигнал, воздействующий на функции релейной защиты устройства, которые могут ложно сработать при неисправностях в цепях напряжения.

Имеется возможность заводить как нормально замкнутые, так и нормально разомкнутые блок-контакты автомата ТН. Тип используемого блок-контакта автомата ТН определяется уставкой «Контакт АвТН» в группе «Общие». В положении уставки «НР» (нормально-разомкнутый контакт) наличие сигнала на входе есть нормальное (включенное) положение автомата, при значении «НЗ» (нормально-замкнутый) – аварийное (отключенное).

1.4.4.9 Вход «Блокировка включения» предназначен для запрета включения выключателя с одновременным включением светодиода «Блокировка включения» и выдачей сигнала контактами реле «Сигнал».

1.4.4.10 Вход «Блокировка управления» предназначен для полного запрета управления выключателем с одновременным включением мигающего светодиода «Блокировка управления» и выдачей сигнала контактами реле «Сигнал».

Если в момент отключения выключателя появится сигнал «Блокировка управления», блокировка произойдет только после завершения процесса отключения. Этим предотвращается «обратный ход» выключателя при раннем снятии команды отключения.

1.4.4.11 Вход «Блокировка АПВ» предназначен для оперативного вывода из работы АПВ, когда это необходимо. Уставка «Фикс.блок. АПВ» в группе уставок «АПВ» позволяет сохранять или не сохранять вывод из действия АПВ после снятия сигнала с данного входа.

1.4.4.12 Вход «Разрешение пуска АПВ» предназначен для оперативного разрешения действия АПВ, но при условии, что остальные условия запуска АПВ выполнены. Вход выполнен без фиксации, т.е. реагирует на уровень сигнала. Для действия АПВ активный сигнал на входе должен быть равен «1».

1.4.4.13 Входы «Режим 1 АПВ» и «Режим 2 АПВ» предназначены для задания режима АПВ, т.е. указания условий включения выключателя при АПВ. Обычно на данные входы сигналы подаются через оперативный ключ выбора режима АПВ (подробнее см. п. 1.2.13.12).

1.4.4.14 Входы «Пуск УРОВ 1» и «Пуск УРОВ 2» предназначены для подачи сигнала пуска схемы УРОВ от других защит данного присоединения (например, от ДЗШ, основной защиты и т.д.).

1.4.4.15 Вход «ВМ-блокировка» предназначен для разрешения работы МТЗ по внешнему дискретному сигналу и реализации внешнего пуска по напряжению. Сигнал формируется обычно защитами вводных выключателей (например «Сириус-2-В») (подробнее см. п. 1.2.5.12.3).

1.4.4.16 Вход «Вход ЗМН» предназначен для запрета или разрешения действия ЗМН. Сигнал на вход подается от других устройств защиты и автоматики, либо от оперативной накладки.

С помощью уставки «Вход ЗМН» задается активный уровень сигнала. При задании значения «Разреш» – действие ЗМН разрешается при наличии сигнала на данном входе, при задании значения «Блокир» – наоборот.

1.4.4.17 Входы «Внешнее отключение 1», «Внешнее отключение 2», «Внешнее отключение 3» и «Внешнее отключение 4» являются входами безусловного отключения выключателя. Имеется возможность с помощью соответствующих уставок ввести контроль входов по току, запрет АПВ или пуск УРОВ при срабатывании защиты по данным входам (подробнее см. п. 1.2.15).

1.4.4.18 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» с выдачей сигнала контактами реле «Сигнал». Помимо этого формируется сигнал в блок управления выключателем о запрете включения выключателя.

Активная полярность сигнала задается уставкой «АУВ – Контакт АвШП». В положении уставки «НР» (нормально-разомкнутый контакт) наличие сигнала на входе есть нормальное (включенное) положение автомата, при значении «НЗ» (нормально-замкнутый) – аварийное (отключенное).

1.4.4.19 Входы «Отключение от ключа», «Отключение по ТУ», «Включение по ТУ», «Внешнее включение» и «Включение от ключа» предназначены для дистанционного командного отключения и включения выключателя ключом управления и сигналами по телеуправлению при использовании систем телемеханики.

Имеется особенность работы по входу «Включение по ТУ», а также команды «включение по линии связи». При заданной уставке «Квит. по ТУ – Откл» этими сигналами можно включать выключатель присоединения без операций «квитирования». Такая функция необходима при работе с некоторыми системами телемеханики или SCADA системами. При задании уставки «Квит. по ТУ – Вкл» перед данными командами необходимо сначала «сквитировать» аварийное отключение, дав командное подтверждение отключения, а лишь затем включать выключатель. Для входов «Внешнее включение» и «Включение от ключа» «квитирование» обязательно всегда.

1.4.4.20 Вход «КС при командном включении» применяется для введения дополнительного контроля синхронизма при командном включении выключателя. Способ синхронизации задается уставкой «Вид контр.» в группе уставок «Контр. синхр.» (подробнее см. п.1.2.13.22).

1.4.4.21 На вход «Пуск ЗНФ» подается сигнал от сборки блок-контактов фаз выключателя. Наличие сигнала на входе сигнализирует неполнофазное включение или отключение выключателя с пофазным приводом. Сигнал используется для организации ЗНФ и ЗНФР.

1.4.4.22 Вход «Вызов в привод» предназначен для сигнализации необходимости вызова в привод оперативного персонала. По этому сигналу фиксируется неисправность «Вызов в привод» с выдачей сигнала контактами реле «Сигнал».

1.4.4.23 Вход «Неисправность обогрева» предназначен для сигнализации неисправности обогрева выключателя. По этому сигналу фиксируется неисправность «Неисправность обогрева» с выдачей сигнала контактами реле «Сигнал».

1.4.4.24 Вход «Пружины не заведены» предназначен для сигнализации отсутствия завода пружин выключателя с пружинным приводом. По этому сигналу фиксируется неисправность «Пружины не заведены» с выдачей сигнала контактами реле «Сигнал». Также при наличии этого сигнала запрещается включение выключателя как от АПВ, так и от управляющих команд.

Для того чтобы не происходило ложное срабатывание по этому входу во время завода пружины, необходимо ввести уставку «Тзав.пр, с», которая соответствует времени, необходимому для завода пружины. Тогда срабатывание сигнализации будет происходить с задержкой равной «Тзав.пр, с».

1.4.4.25 Вход «Нет питания завода привода» предназначен для сигнализации отсутствия питания завода пружин выключателя с пружинным приводом. По этому сигналу фиксируется неисправность «Нет питания завода пружин» с выдачей сигнала контактами реле «Сигнал».

Для отстройки от ложных сигналов введена задержка равная 10 секундам.

1.4.4.26 Входы «Низкое давление 1» и «Низкое давление 2» используются для сигнализации снижения ниже заданного порога давления элегаза (воздуха) в баке выключателя. Сигналы к входам подводятся от датчиков контроля давления, установленных непосредственно в баке выключателя (подробнее см. п.1.2.11.19).

Для входа «Низкое давление 2» имеется возможность заводить как нормально замкнутые, так и нормально разомкнутые блок-контакты датчика контроля давления. Тип используемого блок-контакта датчика контроля давления определяется уставкой «Контакт НД2» в группе «АУВ». В положении уставки «НР» (нормально-разомкнутый контакт) наличие сигнала на входе есть нормальное (включенное) положение датчика, при значении «НЗ» (нормально-замкнутый) – аварийное (отключенное).

По этим сигналам фиксируется неисправность «Низкое давление» с действием на внешний светодиод «Низкое давление элегаза» и с выдачей сигнала контактами реле «Сигнал».

1.4.4.27 Входы «Датчик тока ЭМВ», «Датчик тока ЭМО 1» и «Датчик тока ЭМО 2» предназначены для контроля тока в цепях электромагнитов управления. На указанные дискретные входы заводятся сигналы от датчиков тока непосредственно установленных в цепях ЭМУ и срабатывающих при замыкании цепей включения или отключения выключателя.

Если в цепях ЭМУ датчики тока не установлены, то допускается не подавать сигналы на входы «Датчик тока ЭМВ», «Датчик тока ЭМО 1» и «Датчик тока ЭМО 2». При этом защита ЭМУ от длительного протекания тока действовать не будет, но остальные функции устройства будут работать полноценно.

1.4.4.28 Вход «Сброс сигнализации» может использоваться для дистанционного сброса всех реле и светодиодов сигнализации устройства, например, от внешней кнопки или по телеуправлению. Действие входа аналогично нажатию кнопки «Сброс» на лицевой панели устройства.

1.4.4.29 Вход «Набор уставок 2» используется для задания текущего активного набора уставок (подробнее см. п. 1.2.17.2).

1.4.4.30 Входы «Внешний сигнал 1», «Внешний сигнал 2» и «Внешний сигнал 3» позволяют подключать дополнительные сигналы для воздействия на сигнализацию устройства. Такие сигналы могут формировать датчики открытия дверей, датчики температуры и т.д.

Возможно задание задержки срабатывания с помощью соответствующей уставки. При этом на индикаторе появится надпись, которую можно задавать как уставку.

С помощью уставки «Сигнал» имеется возможность вывести действие данных входов на общее реле сигнализации, что позволяет контролировать сигналы по линии связи или телемеханике без срабатывания предупредительной сигнализации.

#### 1.4.5 Описание выходных реле

1.4.5.1 Выходные реле «Отключение 1», «Отключение 2» и «Включение» предназначены для коммутации электромагнитов отключения и включения соответственно. Реле отключения замыкаются при срабатывании любых защит устройства (в том числе при действии УРОВ «на себя») и при командном отключении выключателя. Реле «Включение» замы-

кается при срабатывании АПВ после аварийного отключения выключателя или при командном включении выключателя.

Необходимо учитывать, что реле рассчитаны на ток замыкания до 6 А при напряжении 220 В постоянного тока. Максимальный ток их размыкания составляет порядка 0,5 А, поэтому в схеме отключения необходимо принять соответствующие меры, чтобы не вызвать повреждение реле при размыкании большого тока (например, использовать промреле или схему «самоподхвата»).

Выходные реле «Отключение 1» и «Отключение 2» функционально идентичны и дублируют друг друга для увеличения количества контактов. Для увеличения надежности рекомендуется использовать несколько отключающих реле, дублирующих друг друга и включенных параллельно.

При желании потребитель может установить дополнительные промежуточные реле для исключения повреждения устройства при абсолютно любых повреждениях выключателя, но это не является обязательным требованием.

1.4.5.2 Реле «Аварийное отключение» имеет две пары перекидных контактов и срабатывает при любом аварийном отключении выключателя, в том числе при произошедшем без участия устройства защиты (самопроизвольное отключение или отключение механическим приводом). Возврат реле происходит по факту квитирования.

1.4.5.2 Реле «Пуск ПАА», «Пуск УРОВ основной защиты», «Пуск других УРОВ при соединении» предназначены для выдачи сигнала на пуск противоаварийной автоматики при соединении, пуск схемы УРОВ основной защиты (если она предусмотрена), на пуск других схем УРОВ соответственно. Срабатывание данных реле происходит при срабатывании внутренних защит устройства. То есть, выработка команды на рассматриваемые реле не производится при:

- срабатывании УРОВ от внешних сигналов пуска;
- действии УРОВ «на себя»;
- отключении по дискретным входам «Внешнее отключение 1 (2,3,4)»;
- при срабатывании ЗНФ.

1.4.5.3 Реле «Отключение смежных выключателей» и «Запрет АПВ смежных выключателей» предназначены соответственно для выдачи команд на отключение смежных выключателей, на запрет АПВ смежных выключателей. Команда на данные реле формируется при срабатывании схемы УРОВ (подробнее см. п. 1.2.12).

1.4.5.4 Выходные реле «Контактор ЭМО 1 и ЭМВ» и «Контактор ЭМО 2» имеют по две пары перекидных контактов, действуют на дистанционный расцепитель защитного автомата питания цепи ЭМУ. Реле замыкаются при срабатывании защиты от длительного протекания тока через электромагниты управления и возвращаются в исходное положение при отключении питания ЭМУ.

1.4.5.5 Реле «Сигнал» срабатывает при обнаружении любой неисправности во внешних по отношению к устройству защиты цепях. К ним относятся – срабатывание внутренних защит (МТЗ, ТЗНП, ЗОФ и т.д.), появление предупреждающих сигналов (например, *Автомат ТН*), а также срабатывание устройства по входным дискретным отключающим сигналам.

Данное реле может программироваться как для работы в непрерывном режиме, до сброса его кнопкой «Сброс», так и в импульсном режиме с задаваемой длительностью сработавшего состояния. При этом при появлении новой неисправности реле работает вновь. Это удобно для предотвращения блокировки системы центральной сигнализации постоянно «висящим» сигналом.

1.4.5.6 Специальные программируемые реле «Реле 1», «Реле 2», «Реле 3», «Реле 4», «Реле 5», «Реле 6», «Реле 7», «Реле 8», «Реле 9» и «Реле 10» имеют возможность программно подключаться к одной из большого количества внутренних точек логической функциональной схемы устройства, придавая дополнительную гибкость устройству при применении.

1.4.5.7 Реле «Отказ» имеет две пары нормально-замкнутых контактов и срабатывает (размыкает контакты) при включении питания сразу после полного внутреннего успешного тестирования устройства и при работе находится во включенном положении, что соответствует разомкнутому состоянию его контактов. При потере питания реле отпустит и замкнет свои контакты, сигнализируя о неисправности устройства защиты.

#### 1.4.6 Описание сигнальных светодиодов

1.4.6.1 Светодиод «Питание» (зеленого цвета) является аппаратным и предназначен для отображения наличия питания на устройстве.

1.4.6.2 Светодиод «Оперативный вывод защит» (красного цвета, с миганием) сигнализирует о том, что хотя бы одна из защит или автоматика, уставка «Функция» которой в положении «Вкл», выведена из действия с помощью дискретного входа «Вывод ...». В большинстве случаев это означает оперативный вывод защиты. Наличие аналогичной точки подключения программируемого реле позволяет выводить сигнал на сигнальную лампу шкафа.

1.4.6.3 Светодиод «Внешняя неисправность» (красного цвета) зажигается при обнаружении любой неисправности во внешних по отношению к устройству цепях, кроме срабатываний защит на отключение выключателя (как от внутренних защит, так и по дискретным отключающим входам). Светодиод работает в режиме блинкера, до сброса сигнализации устройства (кнопкой «Сброс», по дискретному сигналу или по команде по ЛС).

1.4.6.4 Светодиод «Блокировка управления» (красного цвета, с миганием) сигнализирует блокировку управления выключателя от внешнего дискретного сигнала «Блокировка управления», т.е. запрет включения и отключения выключателя. Светодиод работает в следящем режиме, то есть до исчезновения сигнала.

1.4.6.5 Светодиод «Блокировка включения» (красного цвета, с миганием) сигнализирует блокировку включения выключателя от внешнего дискретного сигнала «Блокировка включения», т.е. запрет включения выключателя. Светодиод работает в следящем режиме, то есть до исчезновения сигнала.

1.4.6.6 Светодиоды «ОТКЛ.» и «ВКЛ.» отображают суммарно состояние дискретных входов «Вход РПО 1» и «Вход РПО 2» и суммарно «Вход РПВ 1» и «Вход РПВ 2» соответственно. Цвет светодиодов определяется уставкой «Цвет РПО/РПВ». По данным входам можно судить о положении выключателя.

При аварийном отключении выключателя (после срабатывания защиты или при несанкционированном отключении) светодиод «ОТКЛ.» мигает, что говорит о «несквитированном» состоянии схемы АУВ. Для того, чтобы произвести командное включение выключатель, необходимо его «сквитировать», то есть выдать команду на отключение от ключа, ТУ или по линии связи.

1.4.6.7 Светодиоды «МТЗ-1», «МТЗ-2», «МТЗ-3», «ТЗНП-1», «ТЗНП-2», «ТЗНП-3», «ТЗНП-4», «УРОВ», «Газовая защита», «Газовая защита РПН», «Ускорение при включении», «АПВ сработало» (красного цвета) работают в режиме блинкера, до сброса сигнализации устройства (кнопкой «Сброс», по дискретному сигналу или по команде по ЛС). Светодиоды данной группы зажигаются при срабатывании соответствующих ступеней защит, в том числе с ускорением, а также при срабатывании схемы УРОВ.

В случае если срабатывание какой-либо ступени защиты произошло с ускорением, то соответственно загорается светодиод «Ускорение при включении», а также светодиод соответствующий сработавшей ступени. Например, при срабатывании второй ступени МТЗ с ускорением при включении зажгутся светодиоды: «МТЗ-2» и «Ускорение при включении».

1.4.6.8 Светодиоды «АПВ сработало» и «АПВ заблокировано» (красного цвета) используются для сигнализации срабатывания и блокировки АПВ. Сигнализация блокировки АПВ при наличии запрещающего сигнала возможна только при введении в работу АПВ уставкой «АПВ – Функция – 1 крат/2 крат».

Срабатывание АПВ регистрируется в момент выдачи команды на включение выключателя в блок управления выключателем.

Светодиод «АПВ *сработало*» действует в режиме блинкера, до сброса сигнализации устройства (кнопкой «Сброс», по дискретному сигналу или по команде по ЛС). Светодиод «АПВ *блокировано*» работает в следящем режиме, то есть до исчезновения сигнала.

1.4.6.9 Светодиод «*Аварийное отключение*» (красного цвета) зажигается при любом аварийном отключении выключателя, в том числе и произошедшем без участия устройства защиты (несанкционированное отключение или отключение механическим приводом), действует до «квитирования» схемы АУВ и сброса сигнализации.

1.4.6.10 Светодиод «*Неисправность ТН*» (красного цвета) зажигается при выявлении неисправностей в цепях ТН, действует до сброса сигнализации устройства.

1.4.6.11 Светодиод «*Низкое давление элегаза*» (красного цвета) сигнализирует снижение давление элегаза (воздуха) в баке выключателя. Светодиод зажигается с заданной выдержкой времени при возникновении сигнала на одном из входов «*Низкое давление 1*» или «*Низкое давление 2*».

1.4.6.12 Светодиод «*Нет завода пружин*» (красного цвета) зажигается с заданной выдержкой времени при появлении сигнала «*Пружины не заведены*», сигнализируя отсутствие завода пружин выключателя с пружинным приводом.

1.4.6.13 Светодиоды «*Сигнал 1*», «*Сигнал 2*», «*Сигнал 3*», «*Сигнал 4*», «*Сигнал 5*», «*Сигнал 6*» являются программируемыми, с возможностью подключения к одной из заданных точек функциональной логической схемы устройства (подробнее см. п. 1.2.20). Цвет светодиодов и наличие мигания определяются уставками.

## 1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 На корпусе устройства имеется маркировка, содержащая следующие данные:

- товарный знак;
- обозначение («Сириус-3-УВ»);
- исполнение по напряжению оперативного питания;
- заводской номер;
- дату изготовления (месяц, год).

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

1.5.3 Конструкцией устройства предусмотрено пломбирование.

## 1.6 Упаковка

1.6.1 Упаковка устройства произведена в соответствии с требованиями ТУ 3433-003-54933521-2009 для условий транспортирования, указанных в разделе 5 настоящего РЭ.

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





## 2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Категорически запрещается подключение устройства с исполнением по напряжению оперативного питания 110 В к оперативному напряжению 220 В, так как это приводит к выходу устройства из строя.

2.1.2 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 до коэффициента пульсаций не более 12%.

2.1.3 Климатические условия эксплуатации устройства должны соответствовать требованиям п.1.1.3 настоящего РЭ.

### 2.2 Подготовка изделия к использованию

#### 2.2.1 Меры безопасности

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

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

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

#### 2.2.2 Порядок установки

2.2.2.1 Внешний вид устройства приведен в Приложении Д. Механическая установка устройства на панель может производиться с помощью 4-х винтов согласно разметке, приведенной на рисунке Д.6.

2.2.2.2 Входы для подключения внешних электрических цепей приведены в Приложении Е. 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 подключение необходимо производить в соответствии с рекомендациями п. 1.2.14.

Оперативное питание (220 В или 110 В, в зависимости от исполнения) подключается к контактам X21:1 и X21:2. Полярность подключения питания произвольная.

2.2.2.3 Внешние электрические цепи подключаются при помощи клеммных колодок.

2.2.2.3.1 Измерительные токовые цепи подключаются к клеммным колодкам X1 и X2. Клеммная колодка позволяет зажимать одножильный или многожильный провод сечением от 0,5 до 4,0 мм<sup>2</sup>.


2.2.2.3.2 Измерительные цепи напряжения, входные и выходные электрические цепи, цепи оперативного питания и линии связи подключаются к разъемным клеммным колодкам X3-X21. При монтаже необходимо сначала вставить ответную часть в разъем по всей длине, затем, убедившись, что защелкнулись боковые пластмассовые фиксаторы, завинтить два фиксирующих винта. Клеммная колодка позволяет зажимать одножильный или многожильный провод сечением от 0,08 до 3,3 мм<sup>2</sup>.

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

2.2.2.5 В устройстве предусмотрена подстройка контрастности индикатора. Если информация на индикаторе отображается нечетко, то необходимо отрегулировать контрастность индикатора по методике п. 2.3.2.1.

2.2.2.6 В комплект с устройством поставляется сменная батарейка для сохранения памяти (архив событий, осциллограммы, параметры срабатываний) при отключении оперативного питания (конфигурация устройства и уставки защит хранятся в энергонезависимой памяти и не зависят от наличия батарейки). Перед использованием устройства до подачи оперативного питания необходимо установить батарейку, для чего:

- снять с устройства оперативное питание;
- открыть переднюю защитную крышку на лицевой панели;
- вынуть держатель батарейки (с помощью отвертки аккуратно нажимая на боковые защелки держателя);
- установить батарейку в «гнездо» в соответствии с указанной полярностью;
- установить фиксирующий держатель.

Затем можно подать питание на устройство и убедиться, что символ наличия батарейки на индикаторе находится в соответствующем состоянии — .

Если индикатор отображает отсутствие заряда батарейки, то она либо неправильно установлена (перепутана полярность, либо отсутствует контакт), либо батарейка разряжена и требует замены.

Имеется возможность задать срабатывание одного из программируемых светодиодов или реле при разряде батарейки. Для этого необходимо выбрать точку подключения «Контр.бат-ки».

Работу по замене элемента питания допускается проводить на работающем устройстве, но только в антистатическом браслете, соединенным с корпусом устройства.

2.2.2.7 Перед вводом в эксплуатацию устанавливаются (проверяются) значения уставок согласно диалогу, приведенному в Приложении Ж. Работа с уставками выполняется по методике описанной в п. 2.3.2.11. Также возможно задание уставок с компьютера по одному из каналов связи.

## 2.3 Использование изделия

2.3.1 Устройство является автоматическим и не требует участия человека в процессе выполнения основных функций. Для обеспечения работы устройства необходимо выполнить установку и настройку в соответствии с методикой описанной в п. 2.2. Затем оператору достаточно задавать необходимые режимы работы устройства с помощью внешних оперативных кнопок и переключателей, а также считывать нужную информацию о срабатываниях и внешних неисправностях.

Настройка устройства, считывание необходимой информации может производиться двумя способами: с компьютера по одному из каналов связи, либо непосредственно с помощью диалога «человек-машина» на лицевой панели.

### 2.3.2 Работа с диалогом

2.3.2.1 В устройстве предусмотрена подстройка контрастности индикатора. Для входа в режим изменения контрастности индикатора необходимо в дежурном режиме нажать одновременно кнопки «←» и «→» и далее, этими же кнопками, отрегулировать оптимальное значение. Для сохранения в памяти данной настройки надо нажать кнопку «Ввод». Также возможна регулировка контрастности через меню «Настройка - Контрастность».

2.3.2.2 Структура диалога устройства изображена на рисунке 42. Верхний уровень состоит из следующих пунктов меню (режимов): «Срабатывания», «Контроль», «Настройки» и «Уставки».

Циклический перебор пунктов меню одного уровня производится нажатием кнопок «↑» и «↓». Переход на нижестоящий уровень диалога производится при нажатии кнопки «Ввод». Выход на вышестоящий уровень осуществляется кнопкой «Выход».


При подаче команды сброса сигнализации устройства (от дискретного входа, по ЛС), в том числе при нажатии кнопки «Сброс», происходит автоматический выход на самый верхний уровень диалога – дежурный режим или отображение внешних неисправностей.


Независимо от того, в каком из указанных выше пунктов меню находится устройство, все функции защиты и автоматики полностью сохраняются.


2.3.2.3 Подробная структура диалога приведена в Приложении Ж.


2.3.2.4 В большинстве режимов верхняя строчка индикатора используется как «статусная» строка, где отображаются специальные символы и подсказка в каком месте меню находится потребитель.

В «статусной» строке предусмотрены следующие символы:

 – сигнализирует степень заряда сменной батарейки: полный и соответственно батарея разряжена или отсутствует;

 – символ появляется, в случае если после ввода пароля были изменены значения каких-либо уставок или настроек. Символ исчезает после сохранения уставок.

 – сигнализирует, что редактирование уставок и настроек запрещено, так как не введен пароль. Исчезает после ввода пароля.

 – заменяет предыдущий символ в случае, если редактирование уставок и настроек разрешено после ввода пароля.

2.3.2.5 В нормальном рабочем режиме устройство находится в дежурном режиме, когда на индикаторе отображаются токи нагрузки в фазах, текущие дата и время. Для перехода в режим управления диалогом необходимо нажать кнопку «Ввод».

2.3.2.6 Устройство контролирует появление внешних неисправностей и отображает их появление на индикаторе (подробнее см. Приложение Г). Информация о присутствующих неисправностях внешнего оборудования отображается вместо окна дежурного режима (то есть затирает его). Одновременно на индикаторе может отображаться не более трех причин неисправностей. При большем числе неисправностей появляется возможность их пролистывания с помощью кнопок «↑» и «↓».

Нажатие кнопки «Сброс» вызывает отключение сигнализации устройства с отключением соответствующих реле, светодиодов и исчезновением надписей о внешних неисправностях. Следует обратить внимание, что сигнализации будет сбрасываться только при отсутствии активных сигналов (причин срабатывания сигнализации), в противном случае реле, светодиоды и надписи на индикаторе останутся в активном состоянии.

2.3.2.7 Если в течение 5 мин не производилось нажатие кнопок управления диалогом, то независимо от того, в каком режиме находится устройство, происходит автоматический выход на верхний уровень диалога – дежурный режим или отображение внешних неисправностей.

Исключение составляет режим, в который устройство переходит при срабатывании одной из защит – отображение информации о новом срабатывании. В данном режиме надпись сохраняется до тех пор, пока не будет нажата любая кнопка управления, что говорит о том, что новая информация замечена оператором.

2.3.2.8 Режим «Срабатывания» предназначен для вывода на индикатор информации о срабатываниях защит, а также параметров сети в момент отключения.

Предусмотрено отображение девяти последних срабатываний устройства. Хранение информации организовано по кольцевому принципу – при срабатывании добавляется новая информация и стирается самая старая. Таким образом, в пункте «Срабатывание 1» всегда хранится самая новая информация, а в пункте «Срабатывание 9» – самая старая.

При любом срабатывании устройства на отключение высоковольтного выключателя (командном или аварийном) происходит автоматический переход диалога на пункт «Срабатывание 1», где отображается информация о новом срабатывании. Для циклического просмотра параметров данного отключения используются кнопки «↑» и «↓». Возможные причины срабатывания приведены в Приложении К.

2.3.2.9 Режим «Контроль» предназначен для вывода на индикатор текущих значений фазных токов, фазных и линейных напряжений, симметричных составляющих токов и напряжений, частоты и других параметров сети, а также состояние входных дискретных сигналов, текущие дату и время.

Данный режим удобно использовать при наладке для проверки целостности входных цепей, правильности фазировки и т.д. Также благодаря данному режиму имеется возможность контролировать основные параметры сети при эксплуатации. Для этого большинство аналоговых параметров отображается как во вторичных, так и в первичных значениях.

2.3.2.10 Режим «Настройки» предназначен для просмотра и редактирования параметров сервисных функций устройства, таких как: регистратор событий, аварийный осциллограф, интерфейсы линии связи, текущие дата и время.

Изменение любых параметров, кроме текущих даты и времени, разрешается только при правильно введенном пароле. В качестве пароля используется заводской номер устройства. Методика ввода цифровых параметров, в том числе пароля, описана в п. 2.3.2.12. Запрос пароля происходит при выборе параметра, который необходимо отредактировать, и нажатии на кнопку «Ввод». После этого для редактирования остальных уставок или настроек вводить пароль нет необходимости.

Сохранение введенных параметров происходит при выходе из режима их редактирования (из меню «Настройки») с предварительной выдачей на индикатор соответствующего запроса.

Значение пароля сбрасывается в 0 при выходе на верхний уровень диалога.

2.3.2.11 Режим «Уставки» предназначен для просмотра и редактирования уставок защит и автоматики устройства. С помощью уставок имеется возможность ввести или вывести из работы функции защит и автоматики, а также задать их числовые параметры.

Предусмотрены восемь наборов уставок, с возможностью выбора активного набора по дискретным сигналам. В каждом наборе уставки делятся на группы по ступеням и видам защит, а также общие, относящиеся к функциям и месту установки устройства в целом.

Описание назначения уставок устройства приведено в Приложении Н.

Изменение уставок разрешается только после ввода пароля. В качестве пароля используется заводской номер устройства. Методика ввода цифровых параметров, в том числе пароля, описана в п. 2.3.2.12. Запрос пароля происходит при выборе уставки, которую необходимо отредактировать, и нажатии на кнопку «Ввод». После этого для редактирования остальных уставок или настроек вводить пароль нет необходимости.

Сохранение введенных уставок производится при выходе из режима «Уставки». При этом на индикаторе выводится соответствующий запрос с возможностью выбора: сохранить уставки или отказаться от введенных изменений. Ввод в действие уставок происходит одновременно, что предотвращает ложную работу защит при смене только части из взаимосвя-

занных уставок. Это позволяет редактировать уставки даже на включенном защищаемом объекте.

После ввода уставок необходимо обязательно проверять ВСЕ УСТАВКИ, предусмотренные в устройстве, ввиду возможного влияния «забытых» уставок на работу защиты.

При выходе на верхний уровень диалога происходит автоматический сброс значения пароля в ноль. Причем это происходит как при умышленном выходе оператором, так и в случае, если выход на верхний уровень произошел автоматически после «простоя» устройства более 5 мин. Это позволяет предотвратить несанкционированный доступ к изменению уставок, в случае если оператор оставил устройство на долгое время в режиме редактирования.

Уставки имеют специальный буфер памяти для редактирования уставок, позволяющий сохранять введенные изменения при случайных перерывах в работе (срабатывание одной из защит, исчезновение оперативного питания). Например, если во время ввода уставок произошло аварийное отключение, то устройство автоматически выйдет из режима редактирования уставок и отобразит параметры данного срабатывания. Для того чтобы продолжить редактирование необходимо снова войти в режим редактирования уставок, причем произведенные ранее изменения будут восстановлены и нет необходимости вводить уставки заново.

Для упрощения процесса ввода параметров имеется возможность копировать значения уставок из одного набора в другой. Это производится с помощью пункта меню «Уставки – Копирование». Данная функция удобна, так как зачастую число уставок, имеющих разные значения в разных наборах уставок небольшое. Поэтому рекомендуется ввести значения всех уставок в первом наборе, затем скопировать эти значения в остальные наборы. После этого исправить значения уставок в наборах, которые отличаются от аналогичных в первом наборе.

#### 2.3.2.12 Ввод цифровых значений параметров и уставок.

Для ввода значения уставки необходимо выбрать соответствующий пункт меню, нажать кнопку «Ввод». Затем появится новое окно, где младшая цифра уставки начнет мигать (если редактируется уставка, то необходимо предварительно ввести пароль по методике описываемой в данном пункте). Кнопками «↑» и «↓» необходимо установить требуемое значение цифры. Затем нажать кнопку «←». Начнет мигать следующая цифра. Аналогично установить все цифры уставки. При нажатии кнопки «Ввод» производится сохранение введенного значения уставки. Если в любой момент ввода нажать кнопку «Выход», то будет возвращено старое значение уставки.

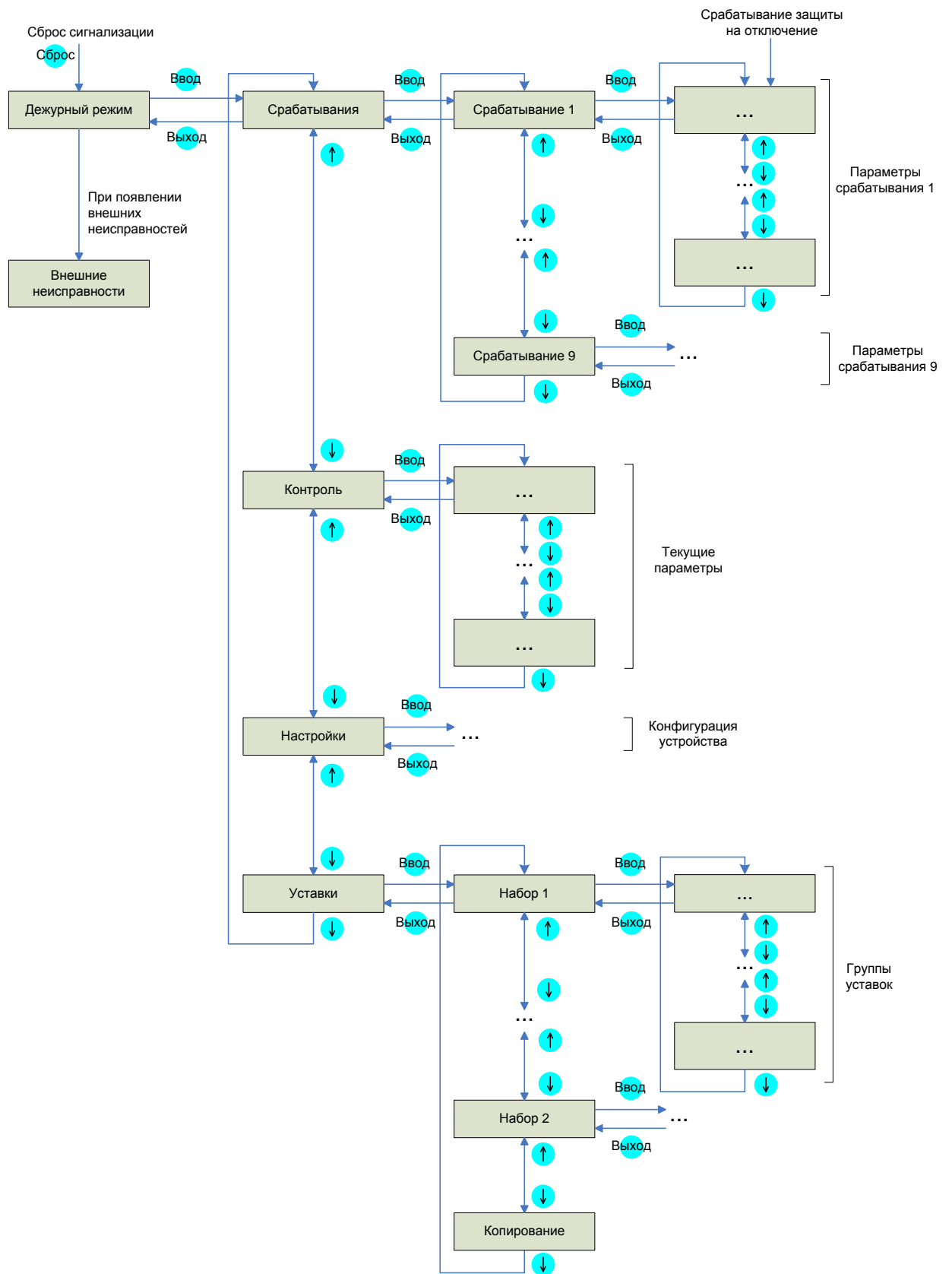


Рисунок 30 – Структура диалога

## 3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 3.1 Общие указания

#### 3.1.1 Техническое обслуживание устройства включает:

- проверку при новом включении;
- периодические проверки технического состояния;
- тестовый контроль.

Устройство обычно проверяется в составе шкафа или панели, что отражается на объеме и методиках проверки.

3.1.2 Проверку при новом включении производят при вводе устройства в эксплуатацию (при наладке). Объем проверок при новом включении определяется действующими директивными и руководящими документами.

Методики проведения основных проверок приведены в п. 3.2.

3.1.3 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 клеммных колодок.

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


3.1.4 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. Кроме того, необходимо проводить контроль заряда сменной батарейки в соответствии с методикой описанной в п. 3.2.1.

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.

### 3.2 Методики проверки работоспособности изделия

#### 3.2.1 Проверка заряда батарейки

Заряд батарейки проверяется путем визуального контроля символа в статусной строке, отображаемой на индикаторе устройства. В случае, если отображается символ  и на индикаторе появилось сообщение «Нет батарейки», то батарейку необходимо заменить по методике описанной в п. 2.2.2.6.

Для упрощения контроля заряда батарейки имеется возможность задать срабатывание одного из программируемых светодиодов или реле при разряде батарейки. Необходимо выбрать для соответствующего светодиода или реле точку подключения «Контр. бат-ки».

Снятие и последующая подача оперативного питания устройства при разряженной или отсутствующей батарейке может привести к сбою памяти, в которой хранится информация о срабатываниях, осциллограммы, регистрация событий, может сбиться ход встроенных часов. При этом после включения устройства на индикаторе появляется сообщение «Сбой памяти». Это является штатной ситуацией, которая решается путем установки батарейки.

Необходимо отметить, что отсутствие батарейки не приводит к сбою значений уставок и никак не влияет на работоспособность функций защиты и автоматики устройства.

Если сообщение «Сбой памяти» появляется при наличии заряженной батарейки, то это может говорить о возможной неисправности микросхемы памяти или схемы контроля

питания. В этом случае необходимо обратиться на завод-изготовитель для выяснения причины.

### 3.2.2 Проверка сопротивления изоляции

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 проверяется на напряжение 500 В.

Порт USB не имеет гальванической развязки от внутренней схемы устройства и не проверяется.

Сопротивление изоляции измеряется между группами соединенных между собой выводов согласно таблицы 21, а также между этими группами и корпусом блока (клеммой заземления). Значение сопротивления изоляции должно быть не менее 100 МОм.

Таблица 21

| Разъем | Номера контактов | Наименование    | Испытательное напряжение |
|--------|------------------|-----------------|--------------------------|
| X1     | с 1 по 3         | Токовые цепи    | 1000 В                   |
|        | с 4 по 6         | Токовые цепи    | 1000 В                   |
| X2     | с 1 по 3         | Токовые цепи    | 1000 В                   |
|        | с 4 по 6         | Токовые цепи    | 1000 В                   |
| X3     | с 1 по 4         | Цепи напряжения | 1000 В                   |
| X4     | с 1 по 3         | Цепи напряжения | 1000 В                   |
| X5     | с 1 по 3         | Цепи напряжения | 1000 В                   |
| X6     | с 1 по 16        | Релейные цепи 1 | 1000 В                   |
| X7     | с 1 по 16        | Релейные цепи 2 | 1000 В                   |
| X8     | с 1 по 18        | Релейные цепи 3 | 1000 В                   |
| X9     | с 1 по 18        | Релейные цепи 4 | 1000 В                   |
| X10    | с 1 по 16        | Релейные цепи 5 | 1000 В                   |
| X11    | с 1 по 16        | Входные цепи 1  | 1000 В                   |
| X12    | с 1 по 18        | Релейные цепи 6 | 1000 В                   |
| X13    | с 1 по 18        | Входные цепи 2  | 1000 В                   |
| X14    | с 1 по 16        | Входные цепи 3  | 1000 В                   |
| X15    | с 5 по 16        | Входные цепи 4  | 1000 В                   |
| X16    | с 1 по 18        | Входные цепи 5  | 1000 В                   |
| X17    | с 1 по 18        | Входные цепи 6  | 1000 В                   |
| X18    | С 1 по 4         | Линия связи 1   | 500 В                    |
| X19    | С 1 по 4         | Линия связи 2   | 500 В                    |
| X20    | С 1 по 5         | Синхроимпульс   | 1000 В                   |
| X21    | С 1 по 2         | Цепи питания    | 1000 В                   |

3.2.3 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», выбрать необходимый набор и функциональную группу уставок. Навести курсор на необходимую уставку.

2 Нажать кнопку «Ввод». Если до этого пароль не был введен, то появится диалог запроса пароля. После ввода правильного значения пароля появится возможность редактирования уставки. Редактирование цифровых значений производится в соответствии с методикой, описанной в п. 2.3.2.12.



3 Нажатием кнопки «↓» выбрать очередную уставку. Продолжить редактирование. При этом ввод пароля не потребуется.

4 Ввод текущего времени осуществляется аналогично. Для изменения значения даты и времени ввода пароля не требуется.

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

### 3.2.4 Проверка правильности подключения цепей тока и напряжения от измерительных трансформаторов

Подключить к устройству цепи переменного тока и напряжения от измерительных трансформаторов защищаемого объекта. Проверка производится при протекании тока нагрузки не менее 10 % от значения номинального тока.

Для проверки правильности чередования фаз, необходимо с помощью режима «Контроль — Векторная диаграмма» снять показания и построить векторные диаграммы токов и напряжений. Убедиться в правильности чередования фаз.

Необходимо убедиться в правильной полярности подключения цепей тока и напряжения, так как от этого зависит работа дистанционных и направленных защит.

Возможны несколько способов проверки правильной полярности подключения цепей тока и напряжения: по показаниям активной и реактивной мощностей, либо по угловым соотношениям между векторами тока и напряжения в режиме «Контроль — Векторная диаграмма».

В первом случае необходимо снять измеренные устройством показания активной и реактивной мощностей (в режиме «Контроль — Первичные величины»). Затем сравнить с показаниями щитовых приборов. Величина и направление активной и реактивной мощностей по показаниям устройства и по приборам должны совпадать.

### 3.2.5 Проверка равенства по величине и фазе вторичных напряжений линии и шин

В устройстве предусмотрена функция АПВ с возможностью контроля наличия или отсутствия напряжения на линии и шинах, а также с контролем синхронизма напряжений на линии и шинах. Поэтому необходимо обеспечить равенство по величине и фазе векторов вторичных напряжений линии и шин в рабочем режиме.

Данная проверка должна производиться при наличии напряжений на линии и шинах. Первичные значения напряжений линии и шин должны совпадать (линейный выключатель должен быть включен).

С помощью меню «Контроль» убедится, что разность углов между векторами напряжений на линии и шинах «Дфтек» равна нулю. Если текущая разность углов отлична от нуля, с помощью уставки «Параметры ТН — фвл, град» необходимо скорректировать значение программного угла поворота. Корректировку производить до тех пор, пока текущая разность углов не станет равной нулю.

Аналогично произвести проверку разности модулей векторов напряжений на линии и шинах. Относительное значение разности модулей отображается в меню «Контроль —  $\Delta U/U_{ном}$ », должно быть близко к нулю. Корректирующий коэффициент значения модуля вектора напряжения линии  $U_{вл}$  задается уставкой «Параметры ТН — Квл» и рассчитывается по следующему выражению:

$$K_{вл} = \frac{U_{А_{ШИН}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{НОМ.ВХОДА}}{100 \cdot K \cdot U_{ВЛ.ИЗМЕРЕННОЕ}}, \quad (12)$$

где  $U_{НОМ.ВХОДА}$  — номинальное вторичное напряжение входа, используемого для подключения к ШОН или ТН на линии, задается с помощью уставки «Уном.входа, В»;

$U_{А_{ШИН}}$  — текущее значение модуля вектора напряжения фазы А шин;

$U_{\text{ВЛ. ИЗМЕРЕННОЕ}}$  – текущее значение модуля вектора напряжения линии, подаваемое от ШОН к аналоговому входу « $U_{\text{вл}}$ », отображаемое в меню «Контроль –  $U_{\text{вл\_изм}}$ »;

$K$  – коэффициент, учитывающий вид подводимого напряжения. При заданной уставке «Тип  $U_{\text{вл}}$  – Линейное»,  $K=1$ , в противном случае  $K = \sqrt{3}$ .

В случае применения на линии однофазного измерительного ТН, коэффициент  $K_{\text{ВЛ}}$  принять равным 1.

В результате правильного выравнивания первичные значения напряжений линии и шин должны совпадать, что можно проверить в режиме «Контроль – Первичные значения», а также значение разности модулей двух векторов должно быть равно нулю.

#### 3.2.6 Проверка работоспособности входных цепей устройства.

С помощью источника постоянного напряжения поочередно подавать сигналы на входные цепи устройства. Проверить прохождение сигналов либо в режиме «Контроль», либо по реакции на них устройства.

#### 3.2.7 Проверка работоспособности выходных реле.

Подаявая различные воздействия на устройство, необходимо добиться срабатывания всех реле и убедиться в работоспособности всех контактных групп.

#### 3.2.8 Проверка правильности функционирования блокировки при неисправностях в цепях напряжения (БНН)

Подвести к устройству цепи напряжения от измерительного ТН в соответствии со схемой подключения. С помощью меню «Контроль» убедиться, что напряжение небаланса « $U_{\text{БНН}}$ » не превышает 5 В.

Проверить функционирование БНН при имитации обрыва цепей напряжения путем поочередного отключения цепей «звезды» и «треугольника». Контроль срабатывания БНН осуществлять по срабатыванию светодиода «Неисправность ТН» и появлению сообщения на индикаторе.

3.2.9 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 и ОЗУ. При обнаружении любой внутренней неисправности во время тестирования устройство выдает на индикацию мигающее сообщение об ошибке, замыкает контакты реле «Отказ» и блокируется. От случайных сбоев устройство защищено, так называемым, сторожевым таймером, перезапускающим всю схему в случае нарушения нормальной работы программы процессора.

## 4 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

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

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

4.3 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.

## 5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

5.1 Условия транспортирования и хранения и срок сохраняемости в упаковке и (или) консервации изготовителя должны соответствовать указанным в таблице 22.

5.2 Если требуемые условия транспортирования и (или) хранения отличаются от приведенных в таблице 22, то устройство поставляют для условий и сроков, устанавливаемых по ГОСТ 23216 и указываемых в договоре на поставку или заказе-наряде.

Таблица 22 – Условия транспортирования и хранения

| Вид поставок  | Обозначение условий транспортирования в части воздействия: |   | Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150 | Срок сохраняемости в упаковке изготовителя, годы |
|---|--|---|--|--|
|   | Механических факторов по ГОСТ 23216                        | Климатических факторов, таких как условия хранения по ГОСТ 15150        |  |  |
| Внутри страны (кроме районов Крайнего Севера и труднодоступных районов по ГОСТ 15846)                     | С  | 5 (навесы в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом) | 1 (отапливаемое хранилище)                 | 3  |
|   |  |   | 2 (неотапливаемое хранилище)               | 1  |
| Внутри страны в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы по ГОСТ 15846                             | С  | 5   | 1  | 3  |
| Примечание: Нижнее значение температуры окружающего воздуха при транспортировании и хранении – минус 40°С |  |   |  |  |

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

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

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

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

## 6 УТИЛИЗАЦИЯ

6.1 После окончания срока службы устройство подлежит демонтажу и утилизации.

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

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

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(обязательное)

Параметры БНН в зависимости от схемы соединения «треугольника»

Таблица А.1 – Для прямого чередования фаз

| №<br>(«Схема ТН») | Схема<br>соединения<br>«треугольника» | Векторная<br>диаграмма | Используемый вывод<br>«Вывод Δ» | Особая<br>фаза | Расчетное выражение  |
|-------------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------|--|
| <b>1</b>          |                                       |                        | <b>И</b>                        | А              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C - \bar{U}_{HI} / \sqrt{3} - \bar{U}_{HK} / \sqrt{3}$ |
|                   |                                       |                        | <b>Ф</b>                        | В              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C - \bar{U}_{ФК} / \sqrt{3} - \bar{U}_{HK} / \sqrt{3}$ |
| <b>2</b>          |                                       |                        | <b>И</b>                        | А              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C - \bar{U}_{HI} / \sqrt{3} - \bar{U}_{HK} / \sqrt{3}$ |
|                   |                                       |                        | <b>Ф</b>                        | С              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B - \bar{U}_{ФК} / \sqrt{3} - \bar{U}_{HK} / \sqrt{3}$ |
| <b>3</b>          |                                       |                        | <b>И</b>                        | А              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C + \bar{U}_{HI} / \sqrt{3} + \bar{U}_{HK} / \sqrt{3}$ |
|                   |                                       |                        | <b>Ф</b>                        | С              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_{ФК} / \sqrt{3} + \bar{U}_{HK} / \sqrt{3}$ |
| <b>4</b>          |                                       |                        | <b>И</b>                        | А              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C + \bar{U}_{HI} / \sqrt{3} + \bar{U}_{HK} / \sqrt{3}$ |
|                   |                                       |                        | <b>Ф</b>                        | В              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C + \bar{U}_{ФК} / \sqrt{3} + \bar{U}_{HK} / \sqrt{3}$ |
| <b>5</b>          |                                       |                        | <b>И</b>                        | В              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C - \bar{U}_{HI} / \sqrt{3} - \bar{U}_{HK} / \sqrt{3}$ |
|                   |                                       |                        | <b>Ф</b>                        | А              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C - \bar{U}_{ФК} / \sqrt{3} - \bar{U}_{HK} / \sqrt{3}$ |

|    |  |  |   |   |  |
|----|--|--|---|---|--|
| 6  |  |  | И | В | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C - \bar{U}_{HI}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|    |  |  | Ф | С | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B - \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 7  |  |  | И | В | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C + \bar{U}_{HI}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|    |  |  | Ф | А | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C + \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 8  |  |  | И | В | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C + \bar{U}_{HI}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|    |  |  | Ф | С | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 9  |  |  | И | С | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B - \bar{U}_{HI}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|    |  |  | Ф | А | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C - \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 10 |  |  | И | С | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B - \bar{U}_{HI}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|    |  |  | Ф | В | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C - \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 11 |  |  | И | С | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_{HI}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|    |  |  | Ф | В | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C + \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 12 |  |  | И | С | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_{HI}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|    |  |  | Ф | А | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C + \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |

Таблица А.2 – Для обратного чередования фаз

| №<br>(«Схема ТН») | Схема<br>соединения<br>«треугольника» | Векторная<br>диаграмма<br>(в скобках – пе-<br>рестановка фаз<br>при подключении<br>к устройству) | Используемый вывод<br>«Выход Δ» | Особая<br>фаза | Расчетное выражение<br>(после перестановки фаз)  |
|-------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------|----------------|--|
| 1                 |                                       |  | И                               | A              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C - \bar{U}_{НН}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|                   |                                       |  |                                 | C              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B - \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 2                 |                                       |  | И                               | A              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C - \bar{U}_{НН}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|                   |                                       |  |                                 | B              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C - \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 3                 |                                       |  | И                               | A              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C + \bar{U}_{НН}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|                   |                                       |  |                                 | B              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C + \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 4                 |                                       |  | И                               | A              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C + \bar{U}_{НН}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|                   |                                       |  |                                 | C              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 5                 |                                       |  | И                               | C              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B - \bar{U}_{НН}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|                   |                                       |  |                                 | A              | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C - \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |

|    |  |  |          |          |  |
|----|--|--|----------|----------|--|
| 6  |  |  | <b>И</b> | <b>С</b> | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B - \bar{U}_{HI}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|    |  |  | <b>Ф</b> | <b>В</b> | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C - \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 7  |  |  | <b>И</b> | <b>С</b> | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_{HI}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|    |  |  | <b>Ф</b> | <b>А</b> | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C + \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 8  |  |  | <b>И</b> | <b>С</b> | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_{HI}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|    |  |  | <b>Ф</b> | <b>В</b> | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C + \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 9  |  |  | <b>И</b> | <b>В</b> | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C - \bar{U}_{HI}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|    |  |  | <b>Ф</b> | <b>А</b> | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C - \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 10 |  |  | <b>И</b> | <b>В</b> | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C - \bar{U}_{HI}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|    |  |  | <b>Ф</b> | <b>С</b> | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B - \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} - \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 11 |  |  | <b>И</b> | <b>В</b> | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C + \bar{U}_{HI}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|    |  |  | <b>Ф</b> | <b>С</b> | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_C + \bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
| 12 |  |  | <b>И</b> | <b>В</b> | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_B + \bar{U}_A + \bar{U}_C + \bar{U}_{HI}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |
|    |  |  | <b>Ф</b> | <b>А</b> | $\bar{U}_{БНН} = 2\bar{U}_A + \bar{U}_B + \bar{U}_C + \bar{U}_{ФК}/\sqrt{3} + \bar{U}_{HK}/\sqrt{3}$ |



**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

(обязательное)

Точки подключения к внутренней функционально-логической схеме

| <b>Точка подключения на функциональной схеме</b>   | <b>Краткое обозначение</b> | <b>Номер точки</b> | <b>Номер рисунка с функциональной схемой</b> |
|--|----------------------------|--------------------|--|
| Не подключено  | <i>Не подключено</i>       | 0                  | —  |
| Пуск первой ступени МТЗ  | <i>Пуск МТЗ-1</i>          | 1                  | Рисунок П2                                   |
| Пуск второй ступени МТЗ  | <i>Пуск МТЗ-2</i>          | 2                  | --/--  |
| Пуск третьей ступени МТЗ   | <i>Пуск МТЗ-3</i>          | 3                  | --/--  |
| Пуск ступеней МТЗ  | <i>Пуск МТЗ</i>            | 4                  | --/--  |
| Срабатывание токового реле первой ступени ТЗНП   | <i>РТ ТЗНП-1</i>           | 5                  | --/--  |
| Срабатывание токового реле второй ступени ТЗНП   | <i>РТ ТЗНП-2</i>           | 6                  | --/--  |
| Срабатывание токового реле третьей ступени ТЗНП  | <i>РТ ТЗНП-3</i>           | 7                  | --/--  |
| Срабатывание токового реле четвертой ступени ТЗНП  | <i>РТ ТЗНП-4</i>           | 8                  | --/--  |
| Пуск первой ступени ТЗНП   | <i>Пуск ТЗНП-1</i>         | 9                  | --/--  |
| Пуск второй ступени ТЗНП   | <i>Пуск ТЗНП-2</i>         | 10                 | --/--  |
| Пуск третьей ступени ТЗНП  | <i>Пуск ТЗНП-3</i>         | 11                 | --/--  |
| Пуск четвертой ступени ТЗНП  | <i>Пуск ТЗНП-4</i>         | 12                 | --/--  |
| Пуск ступеней ТЗНП   | <i>Пуск ТЗНП</i>           | 13                 | --/--  |
| Пуск защиты от обрыва фаз (при действии защиты на отключение, определяемое уставкой «ЗОФ-Функция-На отключение») | <i>Пуск ЗОФ</i>            | 14                 | --/--  |
| Пуск ЗМН   | <i>Пуск ЗМН</i>            | 15                 | --/--  |
| Пуск защит (МТЗ, ТЗНП и ЗОФ)   | <i>Пуск защит</i>          | 16                 | --/--  |
| Срабатывание первой ступени МТЗ(соответствует состоянию светодиода «МТЗ»)  | <i>Сраб. МТЗ-1</i>         | 17                 | --/--  |
| Срабатывание второй ступени МТЗ (соответствует состоянию светодиода «МТЗ»)                                       | <i>Сраб. МТЗ-2</i>         | 18                 | --/--  |
| Срабатывание третьей ступени МТЗ (соответствует состоянию светодиода «МТЗ»)                                      | <i>Сраб. МТЗ-3</i>         | 19                 | --/--  |
| Срабатывание одной из ступеней МТЗ   | <i>Сраб. МТЗ</i>           | 143                | --/--  |
| Срабатывание ускорения МТЗ при включении выключателя   | <i>Сраб. Уск.ВклМТЗ</i>    | 20                 | --/--  |
| Срабатывание первой ступени ТЗНП (соответствует состоянию светодиода «ТЗНП-1»)                                   | <i>Сраб. ТЗНП-1</i>        | 21                 | --/--  |
| Срабатывание второй ступени ТЗНП (соответствует состоянию светодиода   | <i>Сраб. ТЗНП-2</i>        | 22                 | --/--  |

|   |                         |     |       |
|---|-------------------------|-----|-------|
| «ТЗНП-2»)   |                         |     |       |
| Срабатывание третьей ступени ТЗНП (соответствует состоянию светодиода «ТЗНП-3»)   | <i>Сраб. ТЗНП-3</i>     | 23  | --/-- |
| Срабатывание четвертой ступени ТЗНП (соответствует состоянию светодиода «ТЗНП-4»)   | <i>Сраб. ТЗНП-4</i>     | 24  | --/-- |
| Срабатывание одной из ступеней ТЗНП   | <i>Сраб. ТЗНП</i>       | 25  | --/-- |
| Срабатывание ускорения ТЗНП при включении выключателя   | <i>Ср. Уск.ВклТЗНП</i>  | 26  | --/-- |
| Срабатывание защиты от обрыва фаз (с действие защиты на отключение)   | <i>Сраб. ЗОФ</i>        | 27  | --/-- |
| Срабатывание защиты от повышения напряжения   | <i>Сраб. ЗПН</i>        | 28  | --/-- |
| Срабатывание защиты от появления в первичной сети напряжения нулевой последовательности   | <i>Сраб. ЗУ0</i>        | 29  | --/-- |
| Срабатывание ускорения МТЗ или ТЗНП при включении выключателя (соответствует состоянию светодиода «Ускорение при включении»)  | <i>Сраб. УскВкл</i>     | 30  | --/-- |
| Срабатывание внутренних защит (включает все срабатывания, кроме срабатывания УРОВ “на себя” и отключение от сигналов «Внешнее отключение 1» и «Внешнее отключение 2») | <i>Сраб. ВнутрЗащ</i>   | 31  | --/-- |
| Срабатывание защиты от непереключения фаз   | <i>Сраб. ЗНФ</i>        | 32  | --/-- |
| Срабатывание защиты от неполнофазного режима  | <i>Сраб. ЗНФР</i>       | 33  | --/-- |
| Срабатывание защиты от непереключения фаз или от неполнофазного режима  | <i>Сраб. ЗНФ и ЗНФР</i> | 34  | --/-- |
| Срабатывание защиты минимального напряжения с действием на отключение «своего» выключателя  | <i>Сраб. ЗМН</i>        | 35  | --/-- |
| Состояние входа «Вход ЗМН», без учета выбора положения контакта (без учета уставки «ЗМН –Вход ЗМН – Разреш/Блокир»)   | <i>Вход ЗМН</i>         | 146 | --/-- |
| Срабатывание УРОВ на отключение "своего же" выключателя   | <i>УРОВ «на себя»</i>   | 36  | --/-- |
| Отключение выключателя по внешним сигналам: «Внешнее отключение 1», «Внешнее отключение 2», «Внешнее отключение 3» и «Внешнее отключение 4»                           | <i>Сраб. ВО</i>         | 37  | --/-- |
| Сигнал «Срабатывание ГЗТ на откл.». Срабатывание происходит либо от газовой защиты трансформатора, либо   | <i>Сраб. ГЗТ общ.</i>   | 38  | --/-- |

|  |                        |     |            |
|--|------------------------|-----|------------|
| газовой защиты отсека РПН (общий сигнал)   |                        |     |            |
| Срабатывание ГЗТ «на сигнал». При наличии входных сигналов «Перевод ГЗТ на сигнал» и «Срабатывание ГЗТ»  | <i>ГЗТ «на сигнал»</i> | 39  | --/--      |
| Срабатывание ГЗ РПН  | <i>ГЗ РПН</i>          | 40  | --/--      |
| Срабатывание ГЗТ   | <i>ГЗТ</i>             | 41  | --/--      |
| Состояние входа «Сигнализация ГЗТ»   | <i>Вход сигн. ГЗТ</i>  | 142 | –          |
| Срабатывание одной из внутренних защит, либо отключение по одному из внешних дискретных сигналов «Внешнее отключение»  | <i>Сраб. общ.</i>      | 42  | Рисунок П4 |
| Срабатывания ЗОФ “на сигнал”   | <i>Обрыв</i>           | 43  | Рисунок П2 |
| РФК 1 (реле фиксации команды включить пары входов контроля положения выключателя – «Вход РПО 1» и «Вход РПВ 1»)  | <i>РФК 1</i>           | 44  | Рисунок П4 |
| РФК 2 (реле фиксации команды включить пары входов контроля положения выключателя – «Вход РПО 2» и «Вход РПВ 2»)  | <i>РФК 2</i>           | 45  | --/--      |
| Выполнение условий включения при АПВ в соответствии с выбранным режимом  | <i>Вып. усл. АПВ</i>   | 46  | --/--      |
| Срабатывание АПВ (выработка сигнала на включение выключателя; соответствует состоянию светодиода «АПВ сработало»)  | <i>АПВ Сраб.</i>       | 47  | --/--      |
| Командное включение с учетом выполнения условий, соответствующих заданному режиму включения, и с действием на реле «Включение»   | <i>Команд. вкл.</i>    | 48  | --/--      |
| Значение хотя бы одного из междуфазных напряжений меньше уставки «Параметры ТН – Уконтр, В»  | <i>Контр. Умф</i>      | 49  | Рисунок 2  |
| Значение напряжения обратной последовательности превышает значение уставки «Параметры ТН – U2контр, В»   | <i>Контр. U2</i>       | 50  | Рисунок 2  |
| Неисправность ТН: выявлен небаланс напряжений «звезды» и «разомкнутого треугольника» (БНН)   | <i>БНН</i>             | 51  | Рисунок 2  |
| Блокировка при неисправностях в цепях ТН (отключится автомат ТН или сработал блок БНН, или все междуфазные напряжения снизились ниже заданной уставки, или напряжение обратной последовательности превышает заданную уставку) (действует без выдержки времени) | <i>Контр. ТН</i>       | 52  | Рисунок П2 |
| Блокировка при неисправностях в це-  | <i>Контр. ШОН</i>      | 53  | --/--      |

|   |                          |     |            |
|---|--------------------------|-----|------------|
| пях ШОН   |                          |     |            |
| Срабатывание внутреннего пуска по напряжению (от своих цепей напряжения; комбинированный пуск, либо ВМ-блокировка)                            | <i>Пуск по U</i>         | 54  | --/--      |
| Состояние входа «ВМ-блокировка»   | <i>ВМ-блокировка</i>     | 145 | --/--      |
| Сигнал блокировки МТЗ при броске тока намагничивания  | <i>Блок МТЗ при БНТ</i>  | 55  | --/--      |
| Сигнал блокировки ТЗНП при броске тока намагничивания   | <i>Блок ТЗНП при БНТ</i> | 56  | --/--      |
| Сигнал блокировки при броске тока намагничивания  | <i>Блок от БНТ</i>       | 57  | --/--      |
| Срабатывание ОНМ фазы А   | <i>ОНМ фазы А</i>        | 58  | --/--      |
| Срабатывание ОНМ фазы В   | <i>ОНМ фазы В</i>        | 59  | --/--      |
| Срабатывание ОНМ фазы С   | <i>ОНМ фазы С</i>        | 60  | --/--      |
| Срабатывание ОНМ любой фазы   | <i>ОНМ</i>               | 144 | --/--      |
| Срабатывание ОНМ НП   | <i>ОНМ НП</i>            | 61  | --/--      |
| Срабатывание реле тока УРОВ   | <i>Сраб. РТ УРОВ</i>     | 62  | --/--      |
| Наличие симметричного напряжения на шинах   | <i>Наличие Ушин</i>      | 63  | --/--      |
| Отсутствие напряжения на шинах  | <i>Отсутств. Ушин</i>    | 64  | --/--      |
| Наличие напряжения на линии   | <i>Наличие Улин</i>      | 65  | --/--      |
| Отсутствие напряжения на линии  | <i>Отсутств. Улин</i>    | 66  | --/--      |
| Выполнение условий командного включения в соответствии с заданным режимом   | <i>Пуск ком. вкл.</i>    | 67  | --/--      |
| Сигнал блокировки АПВ (соответствует состоянию светодиода «АПВ заблокировано»)  | <i>АПВ заблокировано</i> | 68  | --/--      |
| Появление неисправности «Задержка включения» (в течение времени <i>T<sub>макс.вкл</sub></i> не включается выключатель)                        | <i>Задержка вкл.</i>     | 69  | --/--      |
| Появление неисправности «Задержка отключения» (в течение времени <i>T<sub>макс.откл</sub></i> не отключается выключатель)                     | <i>Задержка откл.</i>    | 70  | --/--      |
| Сигнал «Внешнее отключение 1» (позволяет контролировать наличие входного сигнала «Внешнее отключение 1» при отсутствии срабатывания РТ УРОВ ) | <i>Сигн. ВО1</i>         | 71  | --/--      |
| Сигнал «Внешнее отключение 2»   | <i>Сигн. ВО2</i>         | 72  | --/--      |
| Сигнал «Внешнее отключение 3»   | <i>Сигн. ВО3</i>         | 73  | --/--      |
| Сигнал «Внешнее отключение 4»   | <i>Сигн. ВО4</i>         | 74  | --/--      |
| Напряжение нулевой последовательности превышает уставку «Контроль 3U0 –3U0, В»  | <i>Контр. 3U0</i>        | 75  | Рисунок 16 |
| Одно из фазных напряжений превышает уставку «ЗПН–«U <sub>зпн</sub> , В»   | <i>Пуск ЗПН</i>          | 76  | Рисунок 15 |
| Пуск УРОВ от внешнего отключения  | <i>Пуск УРОВ от ВО</i>   | 77  | Рисунок П4 |
| Положение реле «Контактор ЭМО 1 и   | <i>Контактор ЭМО 1</i>   | 78  | --/--      |

|   |                           |     |            |
|---|---------------------------|-----|------------|
| ЭМВ»  | <i>и ЭМВ</i>              |     |            |
| Положение реле «Контактор ЭМО 2»  | <i>Контактор ЭМО 2</i>    | 79  | --/--      |
| Положение реле «Аварийное отключение»   | <i>Реле авар. откл.</i>   | 80  | --/--      |
| Положение реле «Пуск ПАА»   | <i>Реле Пуск ПАА</i>      | 81  | --/--      |
| Положение реле «Запрет АПВ смежн. выкл.»  | <i>Запр. АПВ см.выкл.</i> | 82  | --/--      |
| Реле «Отключение»   | <i>Реле Отключение</i>    | 83  | --/--      |
| Реле «Включение»  | <i>Реле Включение</i>     | 84  | --/--      |
| Сигнализация (соответствует положению реле «Сигнализация»)  | <i>Сигнализ.</i>          | 85  | --/--      |
| Состояние входа «Автомат ТН», без учета выбора положения контакта (без учета уставки « <i>Параметры ТН – КонтактАвТН – НЗ/НР</i> ») | <i>Вход АвТН</i>          | 86  | --/--      |
| Состояние входа «Автомат ТН», с учетом выбора положения контакта (с учетом уставки « <i>Параметры ТН – КонтактАвТН – НЗ/НР</i> »)   | <i>АвТН</i>               | 141 | Рисунок 2  |
| Состояние входа «КС при командном включении»  | <i>КС при ком.вкл.</i>    | 87  | Рисунок П4 |
| Состояние входа РПО 1   | <i>Вход РПО 1</i>         | 88  | --/--      |
| Состояние входа РПО 2   | <i>Вход РПО 2</i>         | 89  | --/--      |
| Состояние входа РПВ 1   | <i>Вход РПВ 1</i>         | 90  | --/--      |
| Состояние входа РПВ 2   | <i>Вход РПВ 2</i>         | 91  | --/--      |
| Состояние входа «Внешнее отключение 1» (с контролем по току, если задана соответствующая уставка)                                   | <i>Вход ВО1</i>           | 92  | Рисунок 26 |
| Состояние входа «Внешнее отключение 2» (с контролем по току, если задана соответствующая уставка)                                   | <i>Вход ВО2</i>           | 93  | Рисунок П3 |
| Состояние входа «Внешнее отключение 3» (с контролем по току, если задана соответствующая уставка)                                   | <i>Вход ВО3</i>           | 94  | --/--      |
| Состояние входа «Внешнее отключение 4» (с контролем по току, если задана соответствующая уставка)                                   | <i>Вход ВО4</i>           | 95  | --/--      |
| Состояние входа «Внешний сигнал 1»  | <i>Внешн. сигн. 1</i>     | 96  | Рисунок 27 |
| Состояние входа «Внешний сигнал 2»  | <i>Внешн. сигн. 2</i>     | 97  | –          |
| Состояние входа «Внешний сигнал 3»  | <i>Внешн. сигн. 3</i>     | 98  | –          |
| Состояние входа «Пуск ЗНФ»  | <i>Пуск ЗНФ</i>           | 99  | Рисунок П4 |
| Состояние входа «Разрешение пуска АПВ»  | <i>Разреш. АПВ</i>        | 100 | --/--      |
| Состояние входа «Блокировка АПВ»  | <i>Блок. АПВ</i>          | 101 | --/--      |
| Состояние входа «Режим 1 АПВ»   | <i>Режим 1 АПВ</i>        | 102 | --/--      |
| Состояние входа «Режим 2 АПВ»   | <i>Режим 2 АПВ</i>        | 103 | --/--      |
| Состояние входа «Вызов в привод»  | <i>Вызов в прив.</i>      | 104 | --/--      |
| Состояние входа «Неисправность обогрева»  | <i>Неиспр. обогрева</i>   | 105 | --/--      |
| Состояние входа «Автомат ШП», без учета выбора положения контакта (без  | <i>Вход АвШП</i>          | 106 | --/--      |

|   |                            |     |            |
|---|----------------------------|-----|------------|
| учета уставки «АУВ – КонтактАвШП – НЗ/НР»)»   |                            |     |            |
| Состояние входа «Пружины не заведены»   | <i>Пруж. не завед.</i>     | 107 | --/--      |
| Состояние входа «Нет питания завода привода»  | <i>Нет пит. зав пруж.</i>  | 108 | --/--      |
| Состояние входа «Отключение от ключа»   | <i>Откл. от ключа</i>      | 109 | --/--      |
| Состояние входа «Отключение по ТУ»  | <i>Откл. по ТУ</i>         | 110 | --/--      |
| Командное отключение выключателя (сводное)  | <i>Команд. откл.</i>       | 147 | --/--      |
| Состояние входа «Включение от ключа»  | <i>Вкл. от ключа</i>       | 111 | --/--      |
| Состояние входа «Включение по ТУ»   | <i>Включ. по ТУ</i>        | 112 | --/--      |
| Состояние входа «Внешнее включение»   | <i>Внеш. вкл.</i>          | 113 | --/--      |
| Состояние входа «Низкое давление 1»   | <i>Вход НД 1</i>           | 114 | --/--      |
| Состояние входа «Низкое давление 2»   | <i>Вход НД 2</i>           | 115 | --/--      |
| Состояние входа «Блокировка управления»   | <i>Блок. управл.</i>       | 116 | --/--      |
| Состояние входа «Блокировка включения»  | <i>Блок. вкл.</i>          | 117 | --/--      |
| Состояние входа «ДТ ЭМВ»  | <i>Вход ДТ ЭМВ</i>         | 118 | --/--      |
| Состояние входа «ДТ ЭМО 1»  | <i>Вход ДТ ЭМО 1</i>       | 119 | --/--      |
| Состояние входа «ДТ ЭМО 2»  | <i>Вход ДТ ЭМО 2</i>       | 120 | --/--      |
| Состояние входа «Вывод УРОВ»  | <i>Блок. УРОВ</i>          | 121 | --/--      |
| Состояние входа «Вывод ТЗ»  | <i>Блок. ТЗ</i>            | 122 | --/--      |
| Состояние входов «Запуск УРОВ 1», «Запуск УРОВ 2» (с контролем по току и сигнала инверсного РПВ, если задана соответствующая уставка) | <i>Запуск УРОВ</i>         | 123 | --/--      |
| Состояние входа «Газовая защита»  | <i>Вход ГЗТ</i>            | 124 | Рисунок П2 |
| Состояние входа «Перевод ГЗТ на сигнал»   | <i>Перевод ГЗТ на сигн</i> | 125 | --/--      |
| Состояние входа «Газовая защита РПН»  | <i>Вход ГЗ РПН</i>         | 126 | --/--      |
| Состояние входа «Вывод ГЗ РПН»  | <i>Вывод ГЗ РПН</i>        | 127 | --/--      |
| Состояние входа «Сброс сигнализации»  | <i>Вход Сброс</i>          | 128 | --/--      |
| Состояние входа «Набор уставок 2»   | <i>Наб. уст. 2</i>         | 129 | --/--      |
| Низкий заряд сменной батарейки, либо ее полное отсутствие   | <i>Контр.бат-ки</i>        | 130 | --/--      |
| Ошибка синхронизации по времени (отсутствует синхроимпульс)   | <i>Синхр.по врем.</i>      | 131 | --/--      |
| Дополнительный измерительный орган 1  | <i>Доп. ИО 1</i>           | 132 | –          |
| Дополнительный измерительный орган 2  | <i>Доп. ИО 2</i>           | 133 | –          |
| Дополнительный измерительный орган 3  | <i>Доп. ИО 3</i>           | 134 | –          |
| Дополнительный измерительный орган  | <i>Доп. ИО 4</i>           | 135 | –          |

|   |                          |     |   |
|---|--------------------------|-----|---|
| ган 4   |                          |     |   |
| Дополнительный измерительный орган 5  | <i>Доп. ИО 5</i>         | 136 | – |
| Дополнительный измерительный орган 6  | <i>Доп. ИО 6</i>         | 137 | – |
| Дополнительный измерительный орган 7  | <i>Доп. ИО 7</i>         | 138 | – |
| Реле «Отказ». При отсутствии отказа устройства НЗ контакты реле находятся в разомкнутом состоянии | <i>Реле Отказ</i>        | 139 | – |
| Оперативный вывод защит   | <i>Опер. вывод защит</i> | 140 | – |

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**

(обязательное)

Точки контролируемые регистратором событий

| <b>№</b> | <b>Регистрируемое событие</b>   | <b>Примечание</b> |
|----------|---|-------------------|
| 1        | Пуск МТЗ-1  |                   |
| 2        | Пуск МТЗ-2  |                   |
| 3        | Пуск МТЗ-3  |                   |
| 4        | Пуск ТЗНП-1   |                   |
| 5        | Пуск ТЗНП-2   |                   |
| 6        | Пуск ТЗНП-3   |                   |
| 7        | Пуск ТЗНП-4   |                   |
| 8        | Пуск ЗОФ  |                   |
| 9        | Пуск ЗМН  |                   |
| 10       | Срабатывание МТЗ-1  |                   |
| 11       | Срабатывание МТЗ-2  |                   |
| 12       | Срабатывание МТЗ-3  |                   |
| 13       | Срабатывание ускорения МТЗ при включении  |                   |
| 14       | Срабатывание ТЗНП-1   |                   |
| 15       | Срабатывание ТЗНП-2   |                   |
| 16       | Срабатывание ТЗНП-3   |                   |
| 17       | Срабатывание ТЗНП-4   |                   |
| 18       | Срабатывание ускорения ТЗНП при включении   |                   |
| 19       | Срабатывание ЗОФ  |                   |
| 20       | Срабатывание ЗПН  |                   |
| 21       | Срабатывание защиты от появления в сети 3U0   |                   |
| 22       | Срабатывание ЗНФ  |                   |
| 23       | Срабатывание ЗНФР   |                   |
| 24       | Срабатывание ЗМН  |                   |
| 25       | Срабатывание УРОВ «на себя»   |                   |
| 26       | Срабатывание внешнего отключения  |                   |
| 27       | Срабатывание ГЗТ на отключение  |                   |
| 28       | Срабатывание ГЗТ на сигнал  |                   |
| 29       | Срабатывание ГЗ РПН   |                   |
| 30       | Срабатывание ГЗТ  |                   |
| 31       | РФК 1   |                   |
| 32       | РФК 2   |                   |
| 33       | Срабатывание АПВ  |                   |
| 34       | Командное включение   |                   |
| 35       | Неисправность ТН: снижение одного из между-<br>фазных напряжений ниже заданной уставки<br>(Контр. Umф)  |                   |
| 36       | Неисправность ТН: напряжение обратной по-<br>следовательности превышает заданную уставку<br>(Контр. U2) |                   |
| 37       | Неисправность ТН: выявлен небаланс напряже-<br>ний «звезды» и «разомкнутого треугольника»<br>(БНН)      |                   |
| 38       | Неисправность ШОН   |                   |
| 39       | Пуск по U   |                   |
| 40       | Блокировка МТЗ при БНТ  |                   |



|    |  |  |
|----|--|--|
| 41 | Блокировка ТЗНП при БНТ  |  |
| 42 | ОНМ фазы А   |  |
| 43 | ОНМ фазы В   |  |
| 44 | ОНМ фазы С   |  |
| 45 | ОНМ НП   |  |
| 46 | Срабатывание РТ УРОВ   |  |
| 47 | Запрет АПВ выключателя   |  |
| 48 | Задержка включения выключателя   |  |
| 49 | Задержка отключения выключателя  |  |
| 50 | Выход «Аварийное отключение»   |  |
| 51 | Выход «ПАА», «Пуск УРОВ основной защиты», «Пуск других УРОВ присоединений» |  |
| 52 | Выход «Откл. смежных выкл.», «Запрет АПВ смежных выключателей»             |  |
| 53 | Выход «Отключение 1», «Отключение 2»                                       |  |
| 54 | Выход «Включение»  |  |
| 55 | Выход «Сигнал»   |  |
| 56 | Вход «Автомат ТН»  |  |
| 57 | Вход «КС при командном включении»  |  |
| 58 | Вход «Вход РПО 1»  |  |
| 59 | Вход «Вход РПО 2»  |  |
| 60 | Вход «Вход РПВ 1»  |  |
| 61 | Вход «Вход РПВ 2»  |  |
| 62 | Вход «Внешнее отключение 1»  |  |
| 63 | Вход «Внешнее отключение 2»  |  |
| 64 | Вход «Внешнее отключение 3»  |  |
| 65 | Вход «Внешнее отключение 4»  |  |
| 66 | Вход «Внешний сигнал 1»  |  |
| 67 | Вход «Внешний сигнал 2»  |  |
| 68 | Вход «Внешний сигнал 3»  |  |
| 69 | Вход «Пуск ЗНФ»  |  |
| 70 | Вход «Разрешение пуска АПВ»  |  |
| 71 | Вход «Блокировка АПВ»  |  |
| 72 | Вход «Режим 1 АПВ»   |  |
| 73 | Вход «Режим 2 АПВ»   |  |
| 74 | Вход «Вызов в привод»  |  |
| 75 | Вход «Неисправность обогрева»  |  |
| 76 | Вход «Автомат ШП»  |  |
| 77 | Вход «Пружины не заведены»   |  |
| 78 | Вход «Нет питания завода пружин»   |  |
| 79 | Вход «Отключение от ключа»   |  |
| 80 | Вход «Отключение по ТУ»  |  |
| 81 | Вход «Включение от ключа»  |  |
| 82 | Вход «Включение по ТУ»   |  |
| 83 | Вход «Внешнее включение»   |  |
| 84 | Вход «Низкое давление 1»   |  |
| 85 | Вход «Низкое давление 2»   |  |
| 86 | Вход «Блокировка управления»   |  |
| 87 | Вход «Блокировка включения»  |  |
| 88 | Вход «Датчик тока ЭМВ»   |  |

|     |   |  |
|-----|---|--|
| 89  | Вход «Датчик тока ЭМО 1»  |  |
| 90  | Вход «Датчик тока ЭМО 2»  |  |
| 91  | Вход «Вывод УРОВ»   |  |
| 92  | Вход «Вывод ТЗ»   |  |
| 93  | Вход «Пуск УРОВ 1»  |  |
| 94  | Вход «Пуск УРОВ 2»  |  |
| 95  | Вход «Газовая защита»   |  |
| 96  | Вход «Перевод ГЗТ на сигн»  |  |
| 97  | Вход «Газовая защита РПН»   |  |
| 98  | Вход «Вывод ГЗ РПН»   |  |
| 99  | Вход «Сброс»  |  |
| 100 | Вход «Набор уставок 2»  |  |
| 101 | Низкий заряд сменной батарейки  |  |
| 102 | Ошибка синхронизации по времени   |  |
| 103 | Затягивание отключения  |  |
| 104 | Срабатывание УРОВ   |  |
| 105 | Отключение по ЛС  |  |
| 106 | Включение по ЛС   |  |
| 107 | Командное отключение выключателя (сводное)                                      |  |
| 108 | Выход «Реле 1»  |  |
| 109 | Выход «Реле 2»  |  |
| 110 | Выход «Реле 3»  |  |
| 111 | Выход «Реле 4»  |  |
| 112 | Выход «Реле 5»  |  |
| 113 | Выход «Реле 6»  |  |
| 114 | Выход «Реле 7»  |  |
| 115 | Выход «Реле 8»  |  |
| 116 | Кнопка «Сброс»  |  |
| 117 | Сброс по ЛС   |  |
| 118 | Дополнительный измерительный орган 1  |  |
| 119 | Дополнительный измерительный орган 2  |  |
| 120 | Дополнительный измерительный орган 3  |  |
| 121 | Дополнительный измерительный орган 4  |  |
| 122 | Дополнительный измерительный орган 5  |  |
| 123 | Дополнительный измерительный орган 6  |  |
| 124 | Дополнительный измерительный орган 7  |  |
| 125 | Напряжение питания в норме  |  |
| 127 | Изменение уставок (изменилась хотя бы одна уставка до выхода из редактирования) |  |
| 128 | Задаваемое уставкой « <i>Настройки – Регистратор – Точка 1</i> » событие 1      |  |
| 129 | Задаваемое уставкой « <i>Настройки – Регистратор – Точка 2</i> » событие 2      |  |
| 130 | Задаваемое уставкой « <i>Настройки – Регистратор – Точка 3</i> » событие 3      |  |
| 131 | Вход «Сигнализация ГЗТ»   |  |
| 132 | Оперативный вывод защит   |  |
| 133 | Выход «Реле 9»  |  |
| 134 | Выход «Реле 10»   |  |
| 135 | Вход «ВМ-блокировка»  |  |
| 136 | Вход ЗМН  |  |

|     |                       |  |
|-----|-----------------------|--|
| 137 | Контактор ЭМО 1 и ЭМВ |  |
| 138 | Контактор ЭМО 2       |  |

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

(обязательное)

Выявляемые устройством неисправности внешнего оборудования

| №  | Обозначение на индикаторе | Время задержки   | Расшифровка  |
|----|---------------------------|--|--|
| 1  | Неиспр. ТН: $U <$         | 10 с   | Неисправность ТН: выявлено снижение хотя бы одного из междуфазных напряжений ниже порога уставки $U_{\text{КОНТР}}$                          |
| 2  | Неиспр. ТН: БНН           | 10 с<br>(или мгновенное действие при пуске ступенной защиты) | Неисправность ТН: выявлен небаланс напряжений «звезды» и «разомкнутого треугольника» (БНН)   |
| 3  | Неиспр.ТН: Авт ТН         | –  | Неисправность ТН: отключен автомат цепи трансформатора напряжения  |
| 4  | Неиспр. ТН: $U_2 >$       | 10 с   | Неисправность ТН: напряжение $U_2$ превышает порог срабатывания, заданный уставкой $U_{2\text{ КОНТР}}$                                      |
| 5  | Неиспр. ШОН               | 1 с  | Неисправность цепей ШОН: при включенном линейном выключателе присутствует симметричное напряжение на шинах и отсутствует напряжение на линии |
| 6  | Пруж. не заведены         | $T_{\text{ЗАВ.ПРУЖ}}$  | Появился сигнал на входе «Пружины не заведены»   |
| 7  | Нет пит. зав. пруж.       | 10 с   | Появился сигнал на входе «Нет питания завода пружин»   |
| 8  | Неиспр. обогрева          | 10 с   | Появился сигнал на входе «Неисправность обогрева»  |
| 9  | Вызов в привод            | 10 с   | Появился сигнал на входе «Вызов в привод»  |
| 10 | Низкое давл. 1            | $T_{\text{НИЗК.ДАВЛ.1}}$                                     | Появился сигнал на входе «Низкое давление 1»   |
| 11 | Низкое давл. 2            | $T_{\text{НИЗК.ДАВЛ.2}}$                                     | Появился сигнал на входе «Низкое давление 2»   |
| 12 | Неисправность ЭМУ1        | 20 с   | Состояние входов РПО 1 и РПВ 1 от электромагнитов включения и отключения сохраняются одинаковыми в течение времени более 20 с                |
| 13 | Неисправность ЭМУ2        | 20 с   | Состояние входов РПО 2 и РПВ 2 от электромагнитов включения и отключения сохраняются одинаковыми в течение времени более 20 с                |
| 14 | Затягивание откл.         | 10 с   | В течение 10 с не снимается сигнал отключения выключателя  |
| 15 | Задержка откл.            | $T_{\text{МАХ.ОТКЛ}}$  | В течение времени $T_{\text{МАХ.ОТКЛ}}$ нет отключения выключателя   |
| 16 | Задержка вкл.             | $T_{\text{МАХ.ВКЛ}}$   | В течение времени $T_{\text{МАХ.ВКЛ}}$ нет отключения выключателя  |
| 17 | Автомат ШП                | 20 мс  | Отключен автомат шин питания выключателя   |
| 18 | Блокировка управл.        | 20 мс  | Присутствует активный входной сигнал «Блокировка управления»   |
| 19 | Блокировка вкл.           | 20 мс  | Присутствует активный входной сигнал «Блокировка включения»  |
| 20 | Блок.ком.вкл. с КС        | Тож.усл.вкл  | Блокировка командного включения с контролем синхронизма при превышении времени контроля параметров (времени ожидания)                        |
| 21 | Блок. АПВ с КС/КН         | Тож.усл.вкл  | Блокировка АПВ при превышении времени ожида-   |

|    |                                       |                                      |  |
|----|---------------------------------------|--------------------------------------|--|
|    |                                       |                                      | ния условий включения  |
| 22 | Сигн. ГЗ тр-ра                        | 20 мс                                | Присутствует входной сигнал «Сигнализация газовой защиты трансформатора»   |
| 23 | Вход сигн. ГЗ                         | 20 мс                                | При выведенной газовой защите с помощью сигнала «Перевод ГЗТ на сигнал», поступление сигнала на вход «Газовая защита трансформатора» приведет к действию газовой защиты «на сигнал», при котором срабатывание реле «Отключение» не происходит. На экране появляется сообщение: «Газовая защита «на сигнал» |
| 24 | Внешнее откл. 1                       | 1 с                                  | Присутствует входной сигнал «Внешнее откл. 1» при включенной уставке «Контроль по току» и отсутствии тока выше пускового   |
| 25 | Внешнее откл. 2                       | 1 с                                  | Присутствует входной сигнал «Внешнее откл. 2» при включенной уставке «Контроль по току» и отсутствии тока выше пускового   |
| 26 | Внешнее откл. 3                       | 1 с                                  | Присутствует входной сигнал «Внешнее откл. 3» при включенной уставке «Контроль по току» и отсутствии тока выше пускового   |
| 27 | Внешнее откл. 4                       | 1 с                                  | Присутствует входной сигнал «Внешнее откл. 4» при включенной уставке «Контроль по току» и отсутствии тока выше пускового   |
| 28 | Обрыв                                 | $T_{30Ф}$                            | Произошло срабатывание защиты от обрыва фаз (ЗОФ), включенной с действием на сигнал  |
| 29 | Внешний сигнал 1                      | $T_{СИГНАЛА 1}$                      | Появился сигнал на входе «Внешний сигнал 1»  |
| 30 | Внешний сигнал 2                      | $T_{СИГНАЛА 2}$                      | Появился сигнал на входе «Внешний сигнал 2»  |
| 31 | Внешний сигнал 3                      | $T_{СИГНАЛА 3}$                      | Появился сигнал на входе «Внешний сигнал 3»  |
| 32 | Сбой питания                          | после включения                      | Зафиксировано пропадание оперативного питания, подаваемого на устройство   |
| 33 | Сбой памяти                           | после включения                      | Зафиксирован сбой памяти срабатываний и осциллограмм (подробнее см. п. 3.2.1)  |
| 34 | Нет импульса синхр.                   | Два периода синхронизации по времени | Не приходит импульс синхронизации по времени (при синхронизации включенной уставкой)   |
| 35 | Нет батарейки                         | –                                    | Батарейка разряжена или отсутствует  |
| 36 | Аварийное отключение (с расшифровкой) | Сразу после отключения               | Произошло любое не командное отключение выключателя, в том числе при срабатывании любой защиты, а также самопроизвольное отключение выключателя. Принятые сокращения причин отключения указаны в Приложении К.   |

ПРИЛОЖЕНИЕ Д  
(обязательное)  
Внешний вид и установочные размеры устройства

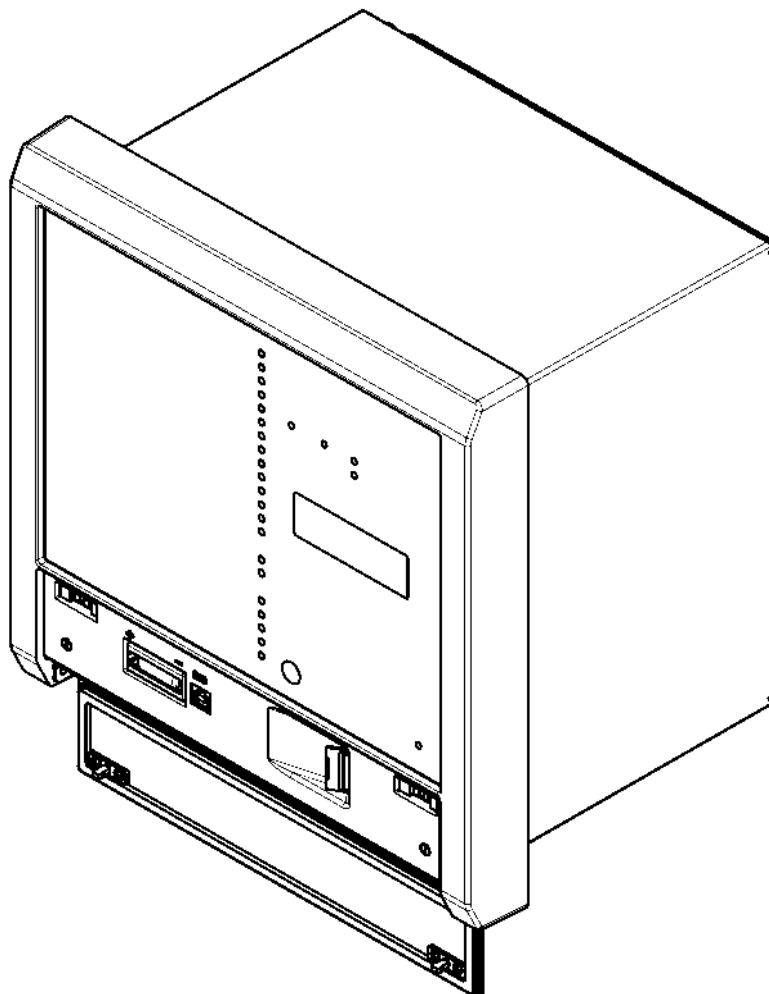


Рисунок Д.1 – Внешний вид устройства с открытой крышкой на лицевой панели

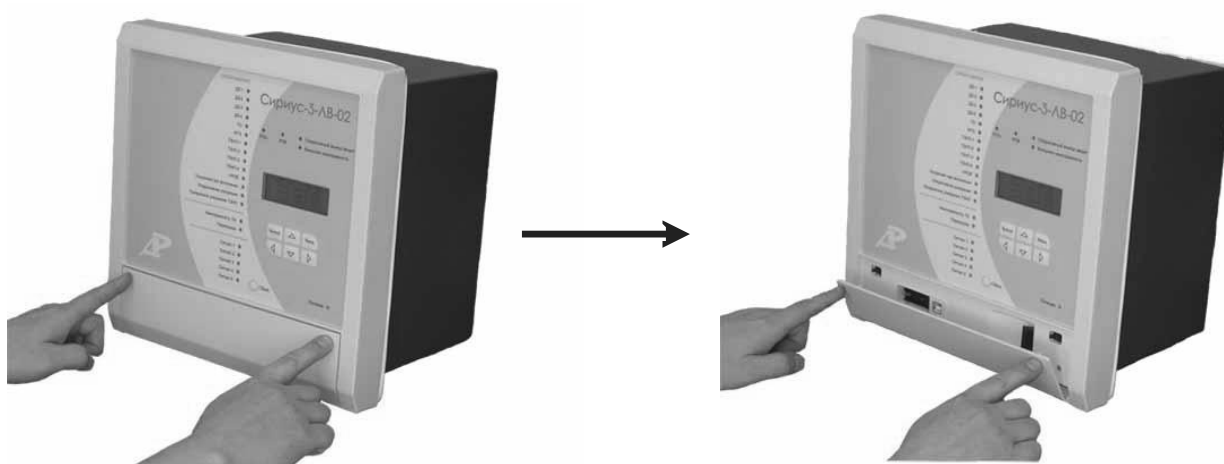


Рисунок Д.2 – Способ открывания крышки на лицевой панели

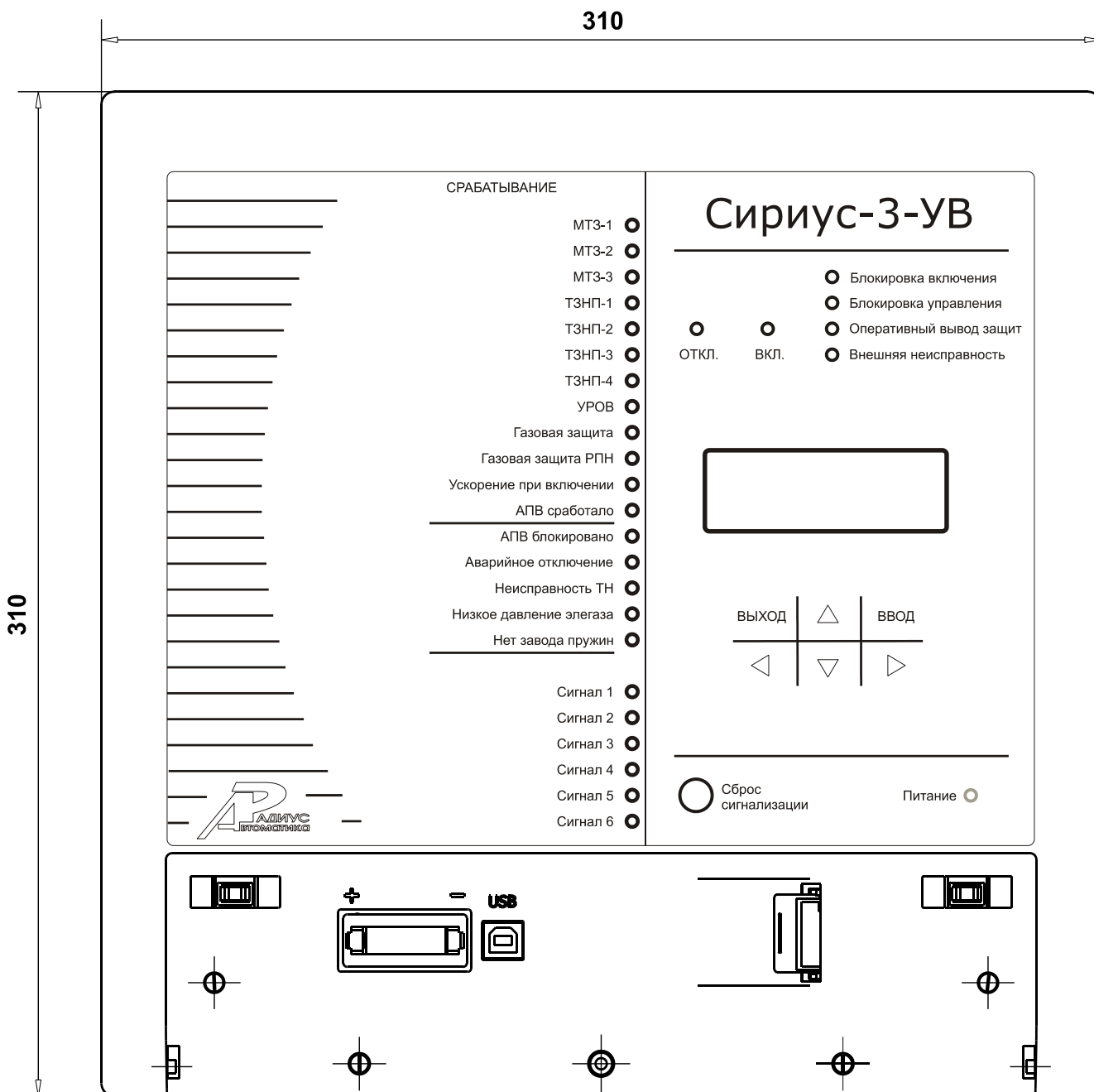


Рисунок Д.3 – Вид спереди

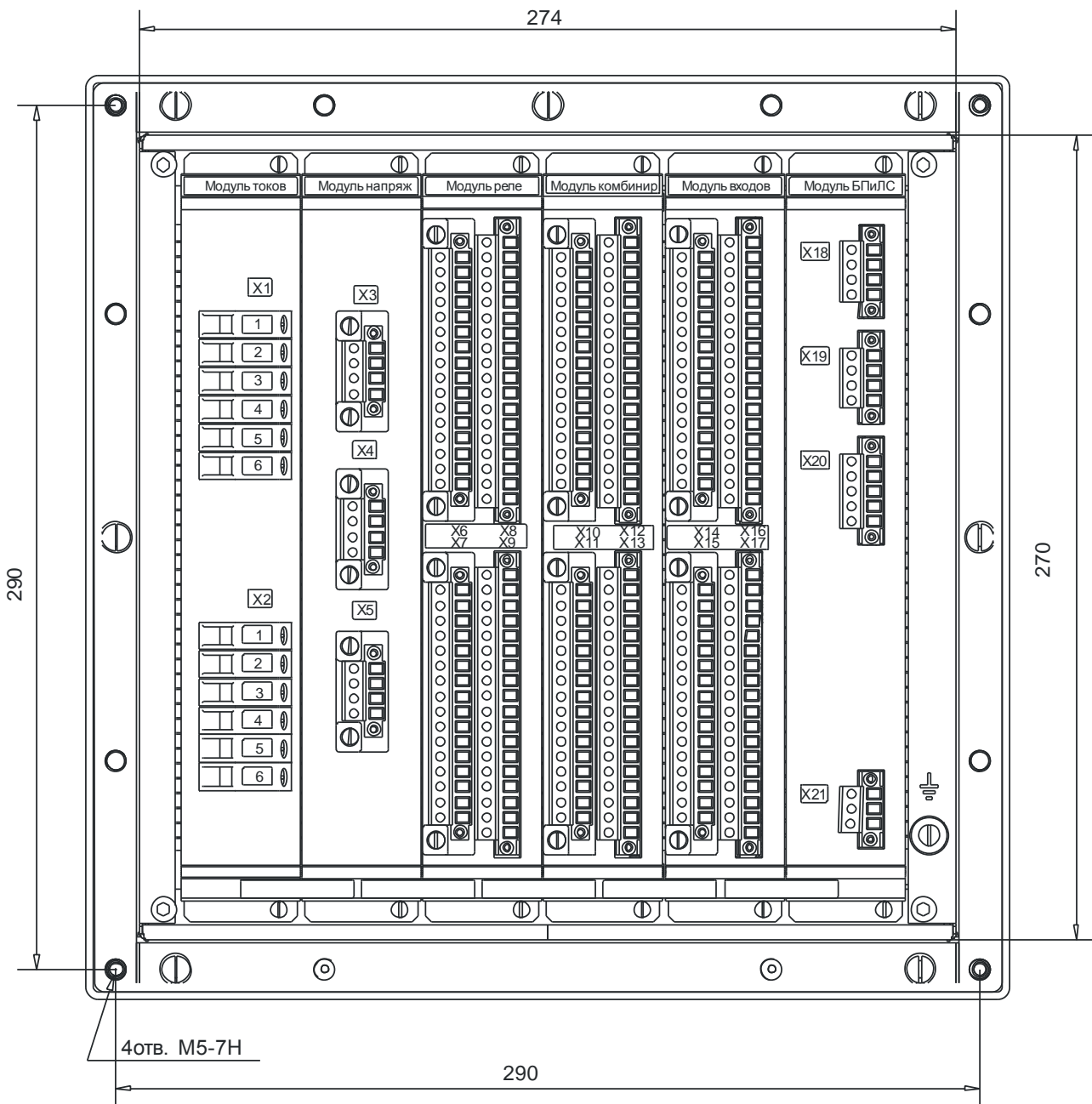


Рисунок Д.4 – Вид сзади



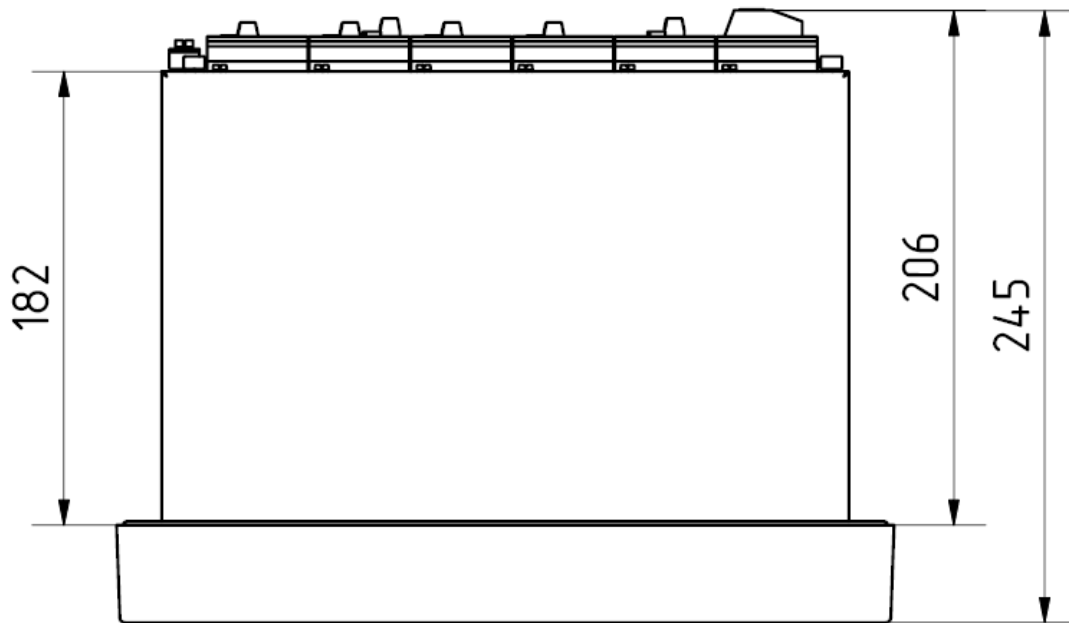


Рисунок Д.5 – Вид сверху

Монтажное отверстие

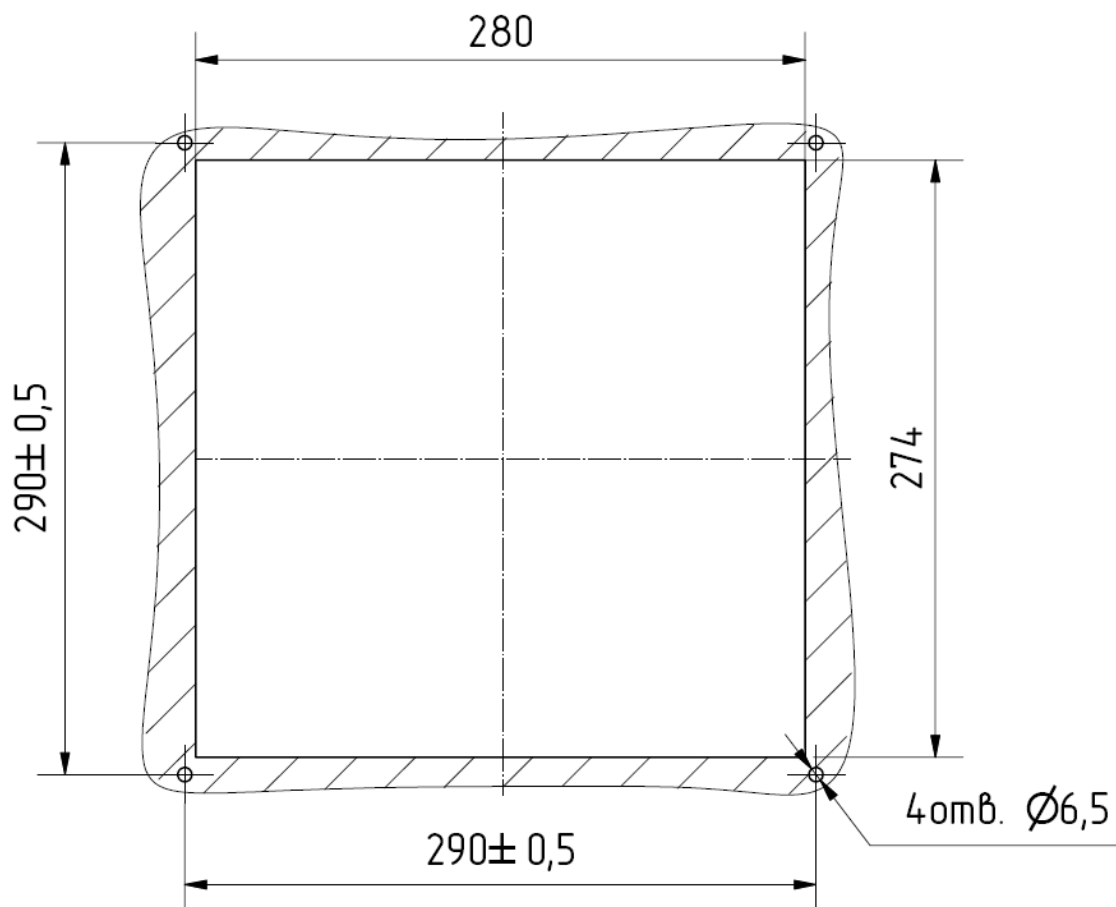


Рисунок Д.6 – Разметка панели под установку устройства

ПРИЛОЖЕНИЕ Е  
(обязательное)  
Схемы подключения внешних цепей

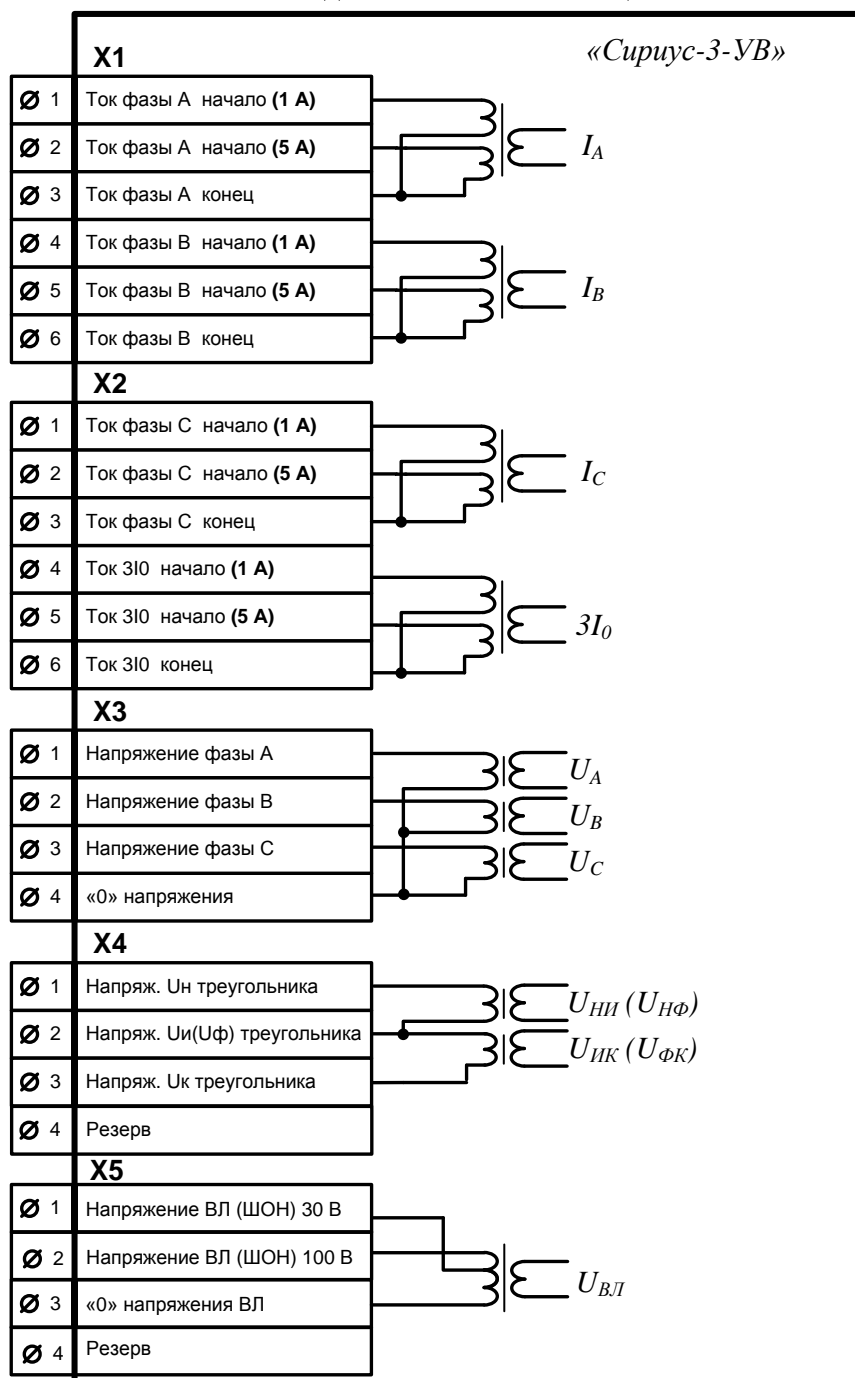


Рисунок Е.1 – Схема подключения входных цепей переменного тока и напряжения

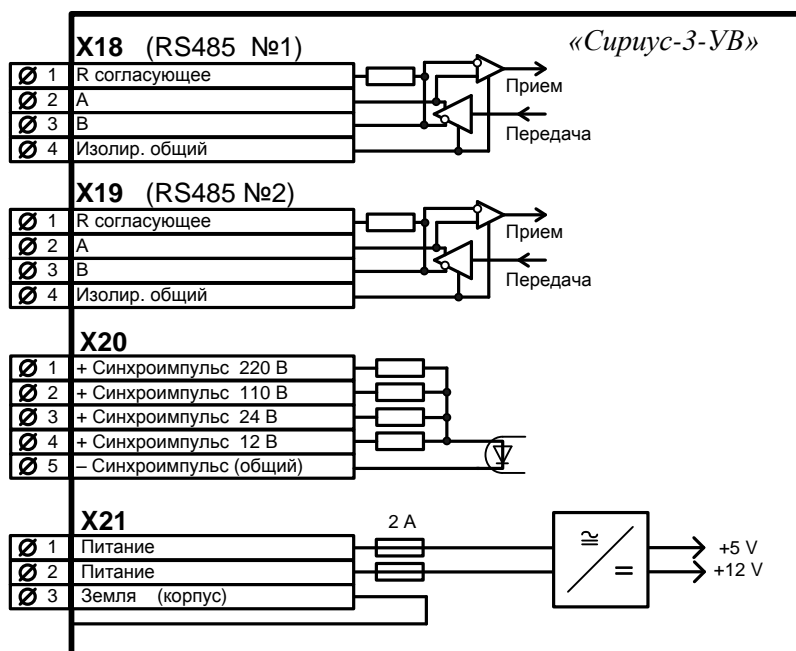


Рисунок Е.2 – Схема подключения портов ЛС, входа синхроимпульса и оперативного питания устройства

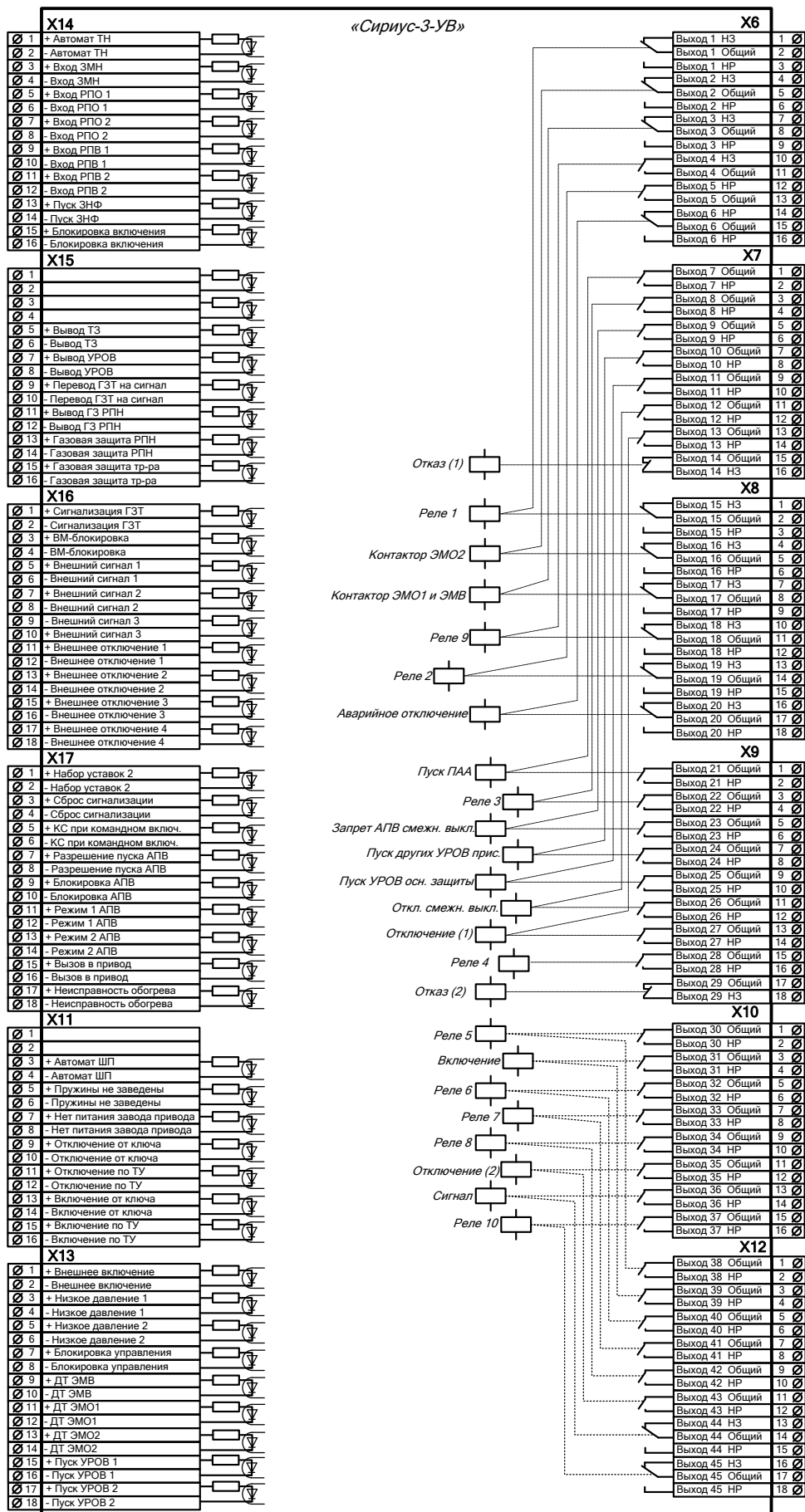


Рисунок Е.3 – Схема подключения входных и выходных дискретных сигналов

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж  
(обязательное)  
Структура диалога устройства

| Уровень 1              | Уровень 2            | Уровень 3  | Уровень 4 | Диапазон регулирования уставок или вывода значений параметров  |
|------------------------|----------------------|--|-----------|--|
| Параметры срабатывания | Срабатывание 1       | Причина срабатывания<br>Вид КЗ   |           |  |
|                        | Дата<br>Время        | $T_{защиты}$ с<br>$T_{откл}$ с<br>Акт.набор уставок – 2                              |           | Время действия защиты (определяется от момента пуска защиты до замыкания контактов реле «Отключение»)<br>Время отключения выключателя (определяется от момента замыкания контактов реле «Отключение» до прихода сигнала РПО)<br>Действовавший на момент срабатывания набор уставок |
|                        | Причина срабатывания | Причина включения<br><i>Срабатывание АПВ-1</i><br>22:05:54 21.07.2008                |           | Указывается причина последнего включения выключателя, время и дата включения   |
|                        |                      | $U_a$ , В; 0, град.<br>$U_b$ , В; фаза, град.<br>$U_c$ , В; фаза, град.              |           | Фазные напряжения в момент срабатывания (вторичные действующие значения основного ТН)<br>(за базовый принимается вектор $U_a$ )  |
|                        |                      | $I_a$ , А; фаза, град.<br>$I_b$ , А; фаза, град.<br>$I_c$ , А; фаза, град.           |           | Фазные токи  |
|                        |                      | $U_{ab}$ , В; фаза, град.<br>$U_{bc}$ , В; фаза, град.<br>$U_{ca}$ , В; фаза, град.  |           | Междуфазные напряжения   |
|                        |                      | $3I_0$ , А; фаза, град.<br>$3U_0$ , В; фаза, град.<br>$3I_0_{расч}$ , А; фаза, град. |           | Ток и напряжение нулевой последовательности<br>Расчетный ток нулевой последовательности<br>При заданной уставке «ТНП» - «Откл», значения $3I_0$ отображаются как «- -».  |

|                               |  |     |   |
|-------------------------------|--|-----|---|
|                               | $I_2$ , А; фаза, град.<br>$U_2$ , В; фаза, град.                                     |     | Ток и напряжение обратной последовательности  |
|                               | $I_1$ , А; фаза, град.<br>$U_1$ , В; фаза, град.<br>Частота $U_{тн}$ , Гц            |     | Ток и напряжение прямой последовательности<br>Частота напряжения основного ТН   |
|                               | $U_{вл}$ , В; фаза, град.<br>Частота $U_{вл}$ , Гц                                   |     | Скорректированное напряжение на линии в момент срабатывания<br>Частота напряжения на линии  |
|                               | $3I_{0\_2г}$ , А;<br>Блокировка ТЗНП при БНТ-0                                       |     | Вторая гармоника тока нулевой последовательности<br>Срабатывание органа блокировки ТЗНП при БНТ<br>«1» - срабатывание<br>«0» - несрабатывание |
|                               | Блок. МТЗ при БНТ:<br>Фаза А - 0 Фаза В - 0<br>Фаза С - 1                            |     | Срабатывание органа блокировки МТЗ при БНТ<br>«1» - срабатывание<br>«0» - несрабатывание  |
|                               | $I_{a\_2г}$ , А;<br>$I_{b\_2г}$ , А;<br>$I_{c\_2г}$ , А;                             |     | 0—200,000 А<br>Вторая гармоника фазных токов  |
|                               | $U_{бнн}$ , В; фаза, град.<br>$U_{ни}$ , В; фаза, град.<br>$U_{ик}$ , В; фаза, град. |     | Напряжение небаланса БНН<br>Напряжения треугольника «НИ» и «ИК»   |
|                               | $I_a \Delta MTЗ$ , А<br>$I_b \Delta MTЗ$ , А<br>$I_c \Delta MTЗ$ , А                 |     | При заданной уставке «Сборка МТЗ - Y» - значения токов отображаются как «- -»   |
|                               | Срабатывание ОНМ:<br>А - 0 В - 1 С - 1<br>ОНМ НП - 0                                 |     | Состояние ОНМ и ОНМ НП:<br>«1» - срабатывание<br>«0» - несрабатывание   |
|                               | Vx1: 0000 0000 0000<br>Vx2: 0000 0000 0000   |     | Состояние дискретных входов на момент отключения (1 – активн.).<br>Расписание входов приведено в Приложении М                                 |
|                               | Vx3: 0000 0000 0000<br>Vx4: 0000 0000 0000   |     |   |
|                               | ...  | ... | ...   |
| Срабатывание 9 (самое старое) |  |     |   |

|   |  |                         |   |
|---|--|-------------------------|---|
| Контроль<br>(текущие<br>показа-<br>ния) | Текущая дата 23.07.2008<br>Текущее время 08:54:12                                    |                         | ДД:ММ:ГГГГ<br>чч:мм:сс  |
|   | Акт.набор уставок:<br>Номин. втор. ток, А  |                         | Текущий активный набор ус-<br>тавок<br>Текущий номинальный вто-<br>ричный ток   |
|   | Последнее включение<br><i>Командное включение</i><br>18:08:07 22.07.2008             |                         | Причина последнего вклю-<br>чения выключателя с указа-<br>нием времени и даты   |
|   | $U_a$ , В; 0, град.<br>$U_b$ , В; фаза, град.<br>$U_c$ , В; фаза, град.              |                         | 0—150,0 В<br>Вторичные действующие<br>значения и фазы<br>(за базовый принимается<br>вектор $U_a$ )                        |
|   | $I_a$ , А; фаза, град.<br>$I_b$ , А; фаза, град.<br>$I_c$ , А; фаза, град.           |                         | 0—200,000 А   |
|   | $U_{ab}$ , В; фаза, град.<br>$U_{bc}$ , В; фаза, град.<br>$U_{ca}$ , В; фаза, град.  |                         | 0—260,0 В   |
|   | $3I_0$ , А; фаза, град.<br>$3U_0$ , В; фаза, град.<br>$3I_{0расч}$ , А; фаза, град.  |                         | 0—600,000 А<br>0—450,0 В<br>0—200,000 А   |
|   | $I_2$ , А; фаза, град.<br>$U_2$ , В; фаза, град.                                     |                         | 0—200,000 А<br>0—150,0 В  |
|   | $I$ , А; фаза, град.<br>$U_1$ , В; фаза, град.<br>Частота_Утн, Гц                    |                         | 0—200,000 А<br>0—150,0 В<br>40,00—60,00 Гц  |
|   | $U_{вл\_изм}$ , В; фаза, град.<br>$U_{вл}$ , В; фаза, град.<br>Частота_Увл, Гц       |                         | 0—150,0 В<br>Напряжение на линии без<br>учета корректировки значе-<br>ний по модулю и углу<br>0—150,0 В<br>40,00—60,00 Гц |
|   | $3I_0\_2г$ , А;<br>Блок. ТЗНП при БНТ-0  |                         | 0—600,000А  |
|   | Блок. МТЗ при БНТ:<br>Фаза А - 0 Фаза В - 0<br>Фаза С - 1                            |                         |   |
|   | $I_a\_2г$ , А;<br>$I_b\_2г$ , А;<br>$I_c\_2г$ , А;                                   |                         | 0—200,000 А   |
|   | $U_{бнн}$ , В; фаза, град.<br>$U_{ни}$ , В; фаза, град.<br>$U_{ик}$ , В; фаза, град. |                         | 0—450,0 В<br>0—150,0 В<br>0—150,0 В   |
|   | $I_a \Delta MTЗ$ , А<br>$I_b \Delta MTЗ$ , А<br>$I_c \Delta MTЗ$ , А                 |                         | При заданной уставке<br>«Сборка МТЗ - Y» - значения<br>токов отображаются как «- -»                                       |
| Срабатывание ОНМ:                       |  | Состояние ОНМ и ОНМ НП: |   |

|  |  |   |
|--|--|---|
| A – 0 B – 1 C – 1<br>ОНМ НП – 0              |  | «1» - срабатывание<br>«0» - несрабатывание  |
| Векторная диаграмма                          | $U_a, V; 0, \text{град.}$  | Вторичные значения, фиксируются на момент вхождения в подменю (за базовый принимается вектор $U_a$ )      |
|  | $U_b, V; \text{фаза, град.}$   |   |
|  | $U_c, V; \text{фаза, град.}$   |   |
|  | $I_a, A; \text{фаза, град.}$   |   |
|  | $I_b, A; \text{фаза, град.}$   |   |
|  | $I_c, A; \text{фаза, град.}$   |   |
|  | $U_{ab}, V; \text{фаза, град.}$  |   |
|  | $U_{bc}, V; \text{фаза, град.}$  |   |
|  | $U_{ca}, V; \text{фаза, град.}$  |   |
|  | $3I_0, V; \text{фаза, град.}$  |   |
| $3U_0, V; \text{фаза, град.}$                |  |   |
| $3I_0 \text{рас}, V; \text{фаза, град.}$     |  |   |
| $I_2, A; \text{фаза, град.}$                 |  |   |
| $U_2, V; \text{фаза, град.}$                 |  |   |
| $I, A; \text{фаза, град.}$                   |  |   |
| $U_1, V; \text{фаза, град.}$                 |  |   |
| $U_{вл}, V; \text{фаза, град.}$              |  |   |
| $U_{ни}, V; \text{фаза, град.}$              |  |   |
| $U_{ик}, V; \text{фаза, град.}$              |  |   |
| $\Delta F_{\text{сколж}}, \text{Гц}$         | Частота скольжения, разность углов, разность модулей векторов между напряжениями на линии и шинах в момент вхождения в подменю |   |
| $\Delta \varphi_{\text{тек}}, \text{град}$   |  |   |
| $\Delta U/U_{\text{ном}}$                    |  |   |
| Режим АПВ: "Простое"<br>Реж.ком.вкл.– без КС |  | Указывает текущий режим АПВ и режим командного включения  |
| $\Delta F_{\text{макс\_ус}}, \text{Гц}$      |  | Уставка по частоте для АПВ УС   |
| $\Delta F_{\text{сколж}}, \text{Гц}$         |  | Текущие частота скольжения, разность углов, разность модулей векторов между напряжениями на линии и шинах |
| $\Delta \varphi_{\text{тек}}, \text{град}$   |  |   |
| $\Delta U/U_{\text{ном}}$                    |  |   |
| ДТ ЭМВ – 1<br>ДТ ЭМО1 – 0<br>ДТ ЭМО2 – 0     |  | Наличие сигнала на входах «ДТ ЭМО 1», «ДТ ЭМО 2» и «ДТ ЭМВ»   |
| Vx1: 0000 0000 0000                          |  | Состояние дискретных входов (1 – активн.). Расписание входов приведено в Приложении М                     |
| Vx2: 0000 0000 0000                          |  |   |
| Vx3: 0000 0000 0000                          |  |   |
| Vx4: 0000 0000 0000                          |  |   |
| Первичные значения                           | $I_a, A$   | 0—200 000 А   |
|  | $I_b, A$   |   |
|  | $I_c, A$   |   |
|  | $U_a, \text{кВ}$   | 0—495,00 кВ   |
|  | $U_b, \text{кВ}$   |   |
|  | $U_c, \text{кВ}$   |   |



|                          |  |   |
|--------------------------|--|---|
|                          | $U_{ab}$ , кВ<br>$U_{bc}$ , кВ<br>$U_{ca}$ , кВ                        | 0—857,40 кВ   |
|                          | $U_{вл}$ , кВ<br>$3U_0$ , кВ   | 0—495,00 кВ<br>0—1485,00 кВ   |
|                          | $I_2$ , А<br>$U_2$ , кВ  | 0—200 000 А<br>0—495,00 кВ  |
|                          | $I_1$ , А<br>$U_1$ , кВ  | 0—200 000 А<br>0—495,00 кВ  |
|                          | $3I_0$ , А<br>$3I_{0p}$ , А  | 0—600 000 А<br>0—600 000 А  |
|                          | Потребленная активная энергия $+E_a$<br>Дата время последнего сброса   | 0—2 000 000 000 кВт·ч<br>Сброс счетчика энергии с вводом пароля   |
|                          | Отданная активная энергия $-E_a$<br>Дата время последнего сброса       | 0—2 000 000 000 кВт·ч<br>Сброс счетчика энергии с вводом пароля   |
|                          | Потребленная реактивная энергия $+E_r$<br>Дата время последнего сброса | 0—2 000 000 000 кВАр·ч<br>Сброс счетчика энергии с вводом пароля  |
|                          | Отданная реактивная энергия $-E_r$<br>Дата время последнего сброса     | 0—2 000 000 000 кВАр·ч<br>Сброс счетчика энергии с вводом пароля  |
|                          | Активная мощность $P$ , кВт<br>Реактивн. мощность $Q$ , кВАр           | 0—± 9 999 999 кВт<br>0—± 9 999 999 кВАр   |
| Осциллограф              | Записано, шт.<br>Свобод. память, с<br>Свобод. память, %                | Информация о находящихся в памяти осциллограммах.<br>Информация о свободной памяти в секундах, в процентах.<br>Нажатие кнопки «Ввод» и последующего ввода пароля приводит к очистке памяти осциллограмм |
| Информация об устройстве | ЗАО «РАДИУС<br>Автоматика»   |   |
|                          | Изделие:<br>Сириус-3-УВ<br>Заводск. номер: 999                         |   |
|                          | Версия ПО:<br>01.0<br>15:26:39 20.09.2008                              |   |
|                          | Изменение уставок:<br>09:40:30 20.09.2008                              | Время и дата последнего изменения уставок   |

|              |                     |  |   |  |
|--------------|---------------------|--|---|--|
| Настройки    | Дата                |  |   | Задание текущих значений даты и времени                    |
|              | Время               |  |   |  |
|              | Деж. подсветка      |  | Наличие подсветки индикатора в дежурном режиме                          | Откл / Вкл   |
|              | Контрастность       |  | Контрастность индикатора  | 5—15   |
| Осциллограф  | $T_{МАКС. ОЦ.}, с$  |  | Ограничение длительности записи   | 1,00—20,00   |
|              | $T_{ДОАВАРИЙН.}, с$ |  | Длительность записи доаварийного режима                                 | 0,04—1,00  |
|              | $T_{ПОСЛЕАВАР.}, с$ |  | Длительность записи послеаварийного режима                              | 0,04—10,00   |
|              | $T_{ДИСКРЕТ.}, с$   |  | Длительность записи при срабатывании по дискретному входу               | 0,10—10,00   |
|              | $T_{ПРОГРАМ.}, с$   |  | Длительность записи при программируемом пуске                           | 0,10—10,00   |
|              | Реж. записи         |  | Действие при заполнении памяти осциллограмм                             | Перезап. / Останов   |
|              | Авар. отключ.       |  | Запись осциллограммы при аварийном отключении                           | Откл / Вкл   |
|              | Команд. откл.       |  | Запись осциллограммы при командном отключении                           | Откл/Вкл   |
|              | Точка 1             |  | Точка подключения к функциональной схеме                                | список значений в Приложении Б                             |
|              | Режим 1             |  | Режим слежения за сигналом в заданной «Точке» при программируемом пуске | Прямо-След. / Инвер-След. / Прямо-Фикс. / Инвер.-Фикс.     |
|              | ...                 |  | ...   | ...  |
|              | Точка 5             |  |   | список значений в Приложении Б                             |
|              | Режим 5             |  |   | Прямо-След. / Инвер-След. / Прямо-Фикс. / Инвер.-Фикс.     |
| Регистратор  | Точка 1             |  | Точка подключения к функциональной схеме                                | список значений в Приложении Б                             |
|              | ...                 |  | ...   | ...  |
|              | Точка 5             |  |   | список значений в Приложении Б                             |
| Порт 1 (USB) | Протокол            |  | Тип используемого протокола обмена                                      | Modbus   |
|              | Адрес               |  | Адрес устройства  | 1—247  |
|              | Скорость, бод       |  | Скорость передачи данных  | 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 38200 / 57600 / 115200 |

|         |                    |                   |   |   |
|---------|--------------------|-------------------|---|---|
|         |                    | Четность          | Наличие контроля четности                             | Нет / Чет / Нечет                           |
|         |                    | Стоп бит          | Количество стоповых бит                               | 1 / 2                                       |
|         | Порт 2 (RS 485 №1) | Аналогично Порт 1 | ...   | ...   |
|         | Порт 3 (RS 485 №2) | Аналогично Порт 1 | ...   | ...   |
|         | Синхр. по времени  | Импульс           | Период прихода импульсов для синхронизации по времени | Секунда / Минута / Час                      |
|         |                    | Порт              | Порт приема синхроимпульсов                           | Откл / RS485 / Оптрон                       |
| Уставки | Набор 1            | Общие             | <i>U<sub>ном</sub></i> , кВ                           | 35,0—330,0                                  |
|         |                    |                   | <i>I<sub>ном</sub></i> , А                            | 50—5000                                     |
|         |                    |                   | <i>I<sub>ном втор.</sub></i> , А                      | 1 / 5                                       |
|         |                    |                   | ТТНП  | Откл / Вкл                                  |
|         |                    |                   | Цвет ОТКЛ/ВКЛ   | КР/ЗЛ; ЗЛ/КР                                |
|         |                    |                   | Режим сигн.   | Непр. / 1 с / 2 с / 3 с / 5 с / 10 с / 20 с |
|         |                    | Параметры ТН      | Основной критерий                                     | Откл / Вкл                                  |
|         |                    |                   | Сигн. неискр.   | Откл / Вкл                                  |
|         |                    |                   | <i>T<sub>неискр</sub></i> , с                         | 0,20—99,99                                  |
|         |                    |                   | <i>U<sub>бнн</sub></i> , В                            | 3,0—80,0 В                                  |
|         |                    |                   | Схема ТН  | №1 / №2 / ... / №12                         |
|         |                    |                   | Вывод Δ   | И / Ф                                       |
|         |                    |                   | Основной ТН   | Шины / Линия                                |
|         |                    |                   | <i>U<sub>контр</sub></i> , В                          | 5,0—100,0 В                                 |
|         |                    |                   | <i>U<sub>2контр</sub></i> , В                         | 5,0—100,0 В                                 |
|         |                    |                   | Расчет 3U0  | Y / Δ                                       |
|         |                    |                   | Контакт АвТН  | НР (акт.1) / НЗ (акт.0)                     |
|         |                    |                   | <i>K<sub>вл</sub></i>                                 | 0,5—2,00                                    |
|         |                    |                   | <i>φ<sub>вл</sub></i> , град                          | 0—359                                       |
|         |                    |                   | Уном. входа, В  | 30/100                                      |
|         |                    |                   | Тип Увл   | Фазное / Линейное                           |
|         |                    | МТЗ-1             | Функция   | Откл / Вкл / Ускор.                         |
|         |                    |                   | <i>I/I<sub>ном</sub></i>                              | 0,50—30,00                                  |
|         |                    |                   | <i>T</i> , с  | 0,00—3,00                                   |
|         |                    |                   | ОНМ   | Откл / Вкл                                  |
|         |                    |                   | Блокир. при БНТ                                       | Откл / Вкл                                  |
|         |                    |                   | ОНМ при БНН   | Игнор. / Ступень / Направ.                  |
|         |                    |                   | Внешн. пуск по U                                      | Откл / Вкл                                  |
|         |                    |                   | Внутр. пуск по U                                      | Откл / Вкл                                  |
|         |                    |                   | НеискрТН.Выв  | Откл / Ступень / Пуск U                     |
|         |                    |                   | Запрет АПВ  | Откл / Вкл                                  |
|         |                    |                   |   |   |

|                          |                      |                               |
|--------------------------|----------------------|-------------------------------|
| МТЗ-2                    | Функция              | Откл / Вкл / Ускор.           |
|                          | <i>I/Ином</i>        | 0,08—30,00                    |
|                          | <i>T, с</i>          | 0,10—99,00                    |
|                          | ОНМ                  | Откл / Вкл                    |
|                          | Блокир. при БНТ      | Откл / Вкл                    |
|                          | ОНМ при БНН          | Игнор. / Ступень /<br>Направ. |
|                          | Внешн. пуск по U     | Откл / Вкл                    |
|                          | Внутр. пуск по U     | Откл / Вкл                    |
|                          | НеиспрТН.Выв         | Откл / Ступень /<br>Пуск U    |
|                          | Запрет АПВ           | Откл / Вкл                    |
| МТЗ-3                    | Функция              | Откл / Вкл / Ускор.           |
|                          | <i>I/Ином</i>        | 0,08—30,00                    |
|                          | <i>T, с</i>          | 0,10—99,00                    |
|                          | ОНМ                  | Откл / Вкл                    |
|                          | Блокир. при БНТ      | Откл / Вкл                    |
|                          | ОНМ при БНН          | Игнор. / Ступень /<br>Направ. |
|                          | Внешн. пуск по U     | Откл / Вкл                    |
|                          | Внутр. пуск по U     | Откл / Вкл                    |
|                          | НеиспрТН.Выв         | Откл / Ступень /<br>Пуск U    |
|                          | Запрет АПВ           | Откл / Вкл                    |
| Блокировка по напряжению | <i>U2, В</i>         | 5,0 – 100,0                   |
|                          | Вид блокировки       | ВМ / Комб.                    |
| ОНМ                      | <i>φмч, эл. град</i> | 0 – 360°, с шагом 1°          |
|                          | <i>Δφ, эл. град</i>  | ±105°, ±90°, ±75°             |
| МТЗ общие                | Вывод напр. ср.      | Откл / Вкл                    |
|                          | <i>I_г2/I_г1</i>     | 0,10—0,40                     |
|                          | Сборка МТЗ           | Y / Δ                         |
| ТЗНП-1                   | Функция              | Откл / Вкл / Ускор.           |
|                          | <i>T, с</i>          | 0,00—5,00                     |
|                          | <i>3I0/Ином</i>      | 0,20—30,00                    |
|                          | ОНМ                  | Откл / Вкл                    |
|                          | Блокир. при БНТ      | Откл / Вкл                    |
|                          | ОНМ при БНН          | Игнор. / Ступень /<br>Направ. |
|                          | Запрет АПВ           | Откл / Вкл                    |
| ТЗНП-2                   | Функция              | Откл / Вкл / Ускор.           |
|                          | <i>T, с</i>          | 0,10—5,00                     |
|                          | <i>3I0/Ином</i>      | 0,10—20,00                    |
|                          | ОНМ                  | Откл / Вкл                    |
|                          | Блокир. при БНТ      | Откл / Вкл                    |

|                            |                       |                                    |
|----------------------------|-----------------------|------------------------------------|
|                            | ОНМ при БНН           | Игнор. / Степень / На-<br>прав.    |
|                            | Запрет АПВ            | Откл / Вкл                         |
|                            |                       |                                    |
| ТЗНП-3                     | Функция               | Откл / Вкл / Ускор.                |
|                            | <i>T, с</i>           | 0,20—10,00                         |
|                            | <i>ЗИ/Ином</i>        | 0,05—20,00                         |
|                            | ОНМ                   | Откл / Вкл                         |
|                            | Блокир. при БНТ       | Откл / Вкл                         |
|                            | ОНМ при БНН           | Игнор. / Степень / На-<br>прав.    |
|                            | Запрет АПВ            | Откл / Вкл                         |
|                            |                       |                                    |
| ТЗНП-4                     | Функция               | Откл / Вкл / Ускор.                |
|                            | <i>T, с</i>           | 0,50—10,00                         |
|                            | <i>ЗИ/Ином</i>        | 0,05—10,00                         |
|                            | ОНМ                   | Откл / Вкл                         |
|                            | Блокир. при БНТ       | Откл / Вкл                         |
|                            | ОНМ при БНН           | Игнор. / Степень / На-<br>прав.    |
|                            | Запрет АПВ            | Откл/Вкл                           |
|                            |                       |                                    |
| ОНМ НП                     | <i>φмч, эл. град</i>  | 0 – 360 °, с шагом 1 °             |
|                            | <i>Δφ, эл. град</i>   | ±105°, ±90°, ±75°                  |
|                            |                       |                                    |
| ТЗНП общие                 | Вывод напр. ср.       | Откл / Вкл                         |
|                            | <i>ЗИг2/ЗИг1</i>      | 0,10—0,40                          |
|                            |                       |                                    |
| Ускорение при<br>включении | <i>Тввода уск, с</i>  | 0,50—5,00                          |
|                            | Контроль U            | Откл / Вкл                         |
|                            | Ускорение МТЗ         | Откл / МТЗ-2/ МТЗ-3                |
|                            | Вывод напр. МТЗ       | Откл / Вкл                         |
|                            | <i>Тускор. МТЗ, с</i> | 0,00—5,00                          |
|                            | Ускор.ТЗНП            | Откл / ТЗНП-2 / ТЗНП-3<br>/ ТЗНП-4 |
|                            | Вывод напр.ТЗНП       | Откл / Вкл                         |
|                            | <i>Тускор.ТЗНП, с</i> | 0,00—5,00                          |
|                            |                       |                                    |
| ЗОФ                        | Функция               | Откл / На отключ. / На<br>сигнал   |
|                            | <i>I2/Ином</i>        | 0,04—4,00                          |
|                            | <i>T, с</i>           | 0,10—99,00                         |
|                            | Запрет АПВ            | Откл / Вкл                         |
|                            |                       |                                    |
| УРОВ                       | Функция               | Откл / Вкл                         |
|                            | <i>Туров, с</i>       | 0,10—2,00                          |
|                            | <i>Туров/Ином</i>     | 0,04—1,00                          |
|                            | Контроль РПВ          | Откл / Вкл                         |
|                            | Действ. на себя       | Откл / Вкл                         |
|                            | Контроль по I         | Откл / Вкл                         |

|     |                   |                    |                     |                           |
|-----|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|
|     |                   | ЗМН                | Функция             | Откл / Вкл                |
|     |                   |                    | $U_{ЗМН}, B$        | 2,0—120,0                 |
|     |                   |                    | $T, c$              | 0,20—99,99                |
|     |                   |                    | Вход ЗМН            | Разреш / Блокир           |
|     |                   | ЗПН                | Функция             | Откл / Вкл                |
|     |                   |                    | $U_{ЗПН}, B$        | 5,0—120,0                 |
|     |                   |                    | $T, c$              | 0,0—300,0                 |
|     |                   |                    |                     |                           |
|     |                   | Контроль ЗУ0       | Функция             | Откл / Вкл                |
|     |                   |                    | $ЗУ0, B$            | 5,0—120,0                 |
|     |                   |                    | $T, c$              | 0,0—300,0                 |
|     |                   |                    |                     |                           |
|     |                   | АУВ                | $T_{вкл}, c$        | 0,00—2,00                 |
|     |                   |                    | $T_{зав.пр.}, c$    | 0,00—99,99                |
|     |                   |                    | $T_{низк.давл1}, c$ | 0,10—99,99                |
|     |                   |                    | $T_{низк.давл2}, c$ | 0,1—999,9                 |
|     |                   |                    | Огран. вкл.         | Откл / Вкл                |
|     |                   |                    | Огран. откл.        | Откл / Вкл                |
|     |                   |                    | $T_{макс.вкл}, c$   | 0,10—9,99                 |
|     |                   |                    | $T_{макс.откл}, c$  | 0,10—9,99                 |
|     |                   |                    | ЭМО2                | Откл / Вкл                |
|     |                   |                    | Функц. ЗЭМВ         | Откл / Вкл                |
|     |                   |                    | $T_{эмв}, c$        | 0,10—10,00                |
|     |                   |                    | Функц. ЗЭМО         | Откл / Вкл                |
|     |                   |                    | $T_{эмо1}, c$       | 0,10—10,00                |
|     |                   |                    | $T_{эмо2}, c$       | 0,10—10,00                |
|     |                   |                    | $T_{знф}, c$        | 0,10—10,00                |
|     |                   |                    | $T_{знфр}, c$       | 0,10—10,00                |
|     |                   |                    | УРОВ при НД2        | Откл / Вкл                |
|     |                   |                    | Квит. по ТУ         | Откл / Вкл                |
|     |                   |                    | Контакт АвШП        | НР (акт. 1) / НЗ (акт. 0) |
|     |                   |                    | Контакт НД2         | НР (акт. 1) / НЗ (акт. 0) |
|     |                   |                    |                     |                           |
| АПВ | Функция           | Откл/1 крат/2 крат |                     |                           |
|     | $T_{апв1}, c$     | 0,00—20,00         |                     |                           |
|     | $T_{апв2}, c$     | 0,00—20,00         |                     |                           |
|     | Объед.реж.        | Откл / Вкл         |                     |                           |
|     | $U_{макс.шин}, B$ | 5,0—120,0          |                     |                           |
|     | $U_{мин.шин}, B$  | 2,0—100,0          |                     |                           |
|     | $U_{макс.вл}, B$  | 5,0—120,0          |                     |                           |
|     | $U_{мин.вл}, B$   | 2,0—100,0          |                     |                           |
|     | $U_{2шин}, B$     | 2,0—100,0          |                     |                           |
|     | $ЗУ0_{шин}, B$    | 2,0—100,0          |                     |                           |
|     | Доп. контр.       | Откл / Вкл         |                     |                           |
|     | $T_{гот}, c$      | 5,00—180,00        |                     |                           |
|     | Фикс. блок. АПВ   | Откл / Вкл         |                     |                           |

|                  |               |               |   |                 |             |  |  |
|------------------|---------------|---------------|---|-----------------|-------------|--|--|
|                  |               |               | Блок. по врем.                          | Откл / Вкл      |             |  |  |
|                  |               |               | <i>Тож.усл.вкл,с</i>                    | 1—9999          |             |  |  |
|                  |               |               | При несан.откл                          | Разр / Блок     |             |  |  |
|                  |               |               |   |                 |             |  |  |
|                  |               | Контр. синхр. | Вид контр.                              | КНН/УС/ОС/УС+ОС |             |  |  |
|                  |               |               | $\Delta U/U_{ном}$                      | 0,01—0,50       |             |  |  |
|                  |               |               | $\Delta \varphi_{\text{макс.доп}}, гр.$ | 1,00—99,00      |             |  |  |
|                  |               |               | $T_{оп}, с$                             | 0,01—2,00       |             |  |  |
|                  |               |               | $\Delta \varphi(АПВ ОС), гр$            | 5,00—85,00      |             |  |  |
|                  |               |               | $\Delta f(АПВ ОС), Гц$                  | 0,05—0,40       |             |  |  |
|                  |               |               |   |                 |             |  |  |
|                  |               | Входы         | Внешнее отключ. 1<br>(ВО 1)             | Пуск УРОВ       | Откл / Вкл  |  |  |
|                  |               |               |   | Запрет АПВ      | Откл / Вкл  |  |  |
|                  |               |               |   | Контроль по I   | Откл / Вкл  |  |  |
|                  |               |               |   | Имя             | 14 символов |  |  |
|                  |               |               |   |                 |             |  |  |
|                  |               |               | Внешнее отключ. 2<br>(ВО 2)             | Пуск УРОВ       | Откл / Вкл  |  |  |
|                  |               |               |   | Запрет АПВ      | Откл / Вкл  |  |  |
|                  |               |               |   | Контроль по I   | Откл / Вкл  |  |  |
|                  |               |               |   | Имя             | 14 символов |  |  |
|                  |               |               |   |                 |             |  |  |
|                  |               |               | Внешнее отключ. 3<br>(ВО 3)             | Пуск УРОВ       | Откл / Вкл  |  |  |
|                  |               |               |   | Запрет АПВ      | Откл / Вкл  |  |  |
|                  |               |               |   | Контроль по I   | Откл / Вкл  |  |  |
|                  |               |               |   | Имя             | 14 символов |  |  |
|                  |               |               |   |                 |             |  |  |
|                  |               |               | Внешнее отключ. 4<br>(ВО 4)             | Пуск УРОВ       | Откл / Вкл  |  |  |
|                  |               |               |   | Запрет АПВ      | Откл / Вкл  |  |  |
|                  |               |               |   | Контроль по I   | Откл / Вкл  |  |  |
|                  |               |               |   | Имя             | 14 символов |  |  |
|                  |               |               |   |                 |             |  |  |
|                  |               |               | Внешний сигнал 1                        | Актив.уровень   | «1» / «0»   |  |  |
|                  |               |               |   | $T, с$          | 0,05—99,99  |  |  |
|                  |               |               |   | Сигнал          | Откл / Вкл  |  |  |
|                  |               |               |   | Имя             | 14 символов |  |  |
|                  |               |               |   |                 |             |  |  |
| Внешний сигнал 2 | Актив.уровень | «1» / «0»     |   |                 |             |  |  |
|                  | $T, с$        | 0,05—99,99    |   |                 |             |  |  |
|                  | Сигнал        | Откл / Вкл    |   |                 |             |  |  |
|                  | Имя           | 14 символов   |   |                 |             |  |  |
|                  |               |               |   |                 |             |  |  |
| Внешний сигнал 3 | Актив.уровень | «1» / «0»     |   |                 |             |  |  |
|                  | $T, с$        | 0,05—99,99    |   |                 |             |  |  |
|                  | Сигнал        | Откл / Вкл    |   |                 |             |  |  |
|                  | Имя           | 14 символов   |   |                 |             |  |  |
|                  |               |               |   |                 |             |  |  |

|            |             |                             |                                |  |                                    |
|------------|-------------|-----------------------------|--------------------------------|--|------------------------------------|
|            |             | Доп. ИО                     | Доп. ИО 1                      | Тип ИО   | Список значений в таблице 30       |
|            |             |                             |                                | Режим работы   | Мин / Макс                         |
|            |             |                             |                                | <i>U, B</i>  | 0 – 150,0                          |
|            |             |                             |                                | <i>I/Ином</i>  | 0 – 40,00                          |
|            |             |                             | ...                            |  |                                    |
|            |             |                             | Доп. ИО 7                      | Тип ИО   | Список значений в таблице 30       |
|            |             |                             |                                | Режим работы   | Мин / Макс                         |
|            |             |                             |                                | <i>U, B</i>  | 0 – 150,0                          |
|            |             | <i>I/Ином</i>               |                                | 0 – 40,00  |                                    |
|            |             | Реле                        | Реле 1                         | Точка  | Список значений в Приложении Б     |
|            |             |                             |                                | <i>T<sub>ср</sub>, с</i>                                       | 0,00—99,99                         |
|            |             |                             |                                | <i>T<sub>в</sub>, с</i>  | 0,00—99,99                         |
|            |             |                             |                                | Режим  | Следящий / С фиксацией/ Импульсный |
|            |             |                             | ...                            | ...  | ...                                |
|            |             |                             | Реле 10                        | Аналогично «Реле 1»  |                                    |
|            |             |                             |                                |  |                                    |
| Светодиоды | Светодиод 1 | Точка                       | Список значений в Приложении Б |  |                                    |
|            |             | <i>T, с</i>                 | 0,00—99,99                     |  |                                    |
|            |             | Фиксация                    | Откл / Вкл                     |  |                                    |
|            |             | Мигание                     | Откл / Вкл                     |  |                                    |
|            |             | Цвет                        | Красный / Зеленый              |  |                                    |
|            | ...         | ...                         | ...                            |  |                                    |
|            | Светодиод 6 | Аналогично «Светодиод 1»    |                                |  |                                    |
|            |             |                             |                                |  |                                    |
|            | Набор 2     | Уставки аналогичны набору 1 | ...                            | ...  |                                    |
|            | Копирование |                             |                                | Копирование значений уставок из набора в набор с вводом пароля |                                    |



**ПРИЛОЖЕНИЕ К**

(обязательное)

**Причины срабатывания устройства на отключение**

| <b>№</b> | <b>Обозначение на индикаторе</b> | <b>Причина отключения</b>   |
|----------|----------------------------------|---|
| 1        | МТЗ-1                            | Срабатывание первой ступени максимальной токовой защиты   |
| 2        | МТЗ-2                            | Срабатывание второй ступени максимальной токовой защиты   |
| 3        | МТЗ-3                            | Срабатывание третьей ступени максимальной токовой защиты  |
| 4        | ЗОФ                              | Срабатывание защиты от обрыва фаз   |
| 5        | ТЗНП-1                           | Срабатывание первой ступени токовой защиты нулевой последовательности   |
| 6        | ТЗНП-2                           | Срабатывание второй ступени токовой защиты нулевой последовательности   |
| 7        | ТЗНП-3                           | Срабатывание третьей ступени токовой защиты нулевой последовательности  |
| 8        | ТЗНП-4                           | Срабатывание четвертой ступени токовой защиты нулевой последовательности  |
| 9        | Газовая защита                   | Срабатывание газовой защиты трансформатора  |
| 10       | Газ. защита РПН                  | Срабатывание газовой защиты РПН трансформатора  |
| 11       | Ускор. МТЗ при вкл.              | Срабатывание заданной ступени МТЗ с ускорением при включении  |
| 12       | Ускор. ТЗНП при вкл.             | Срабатывание заданной ступени ТЗНП с ускорением при включении   |
| 13       | Внешнее откл.1                   | Отключение по сигналу на дискретном входе «Внешнее отключение 1»  |
| 14       | Внешнее откл.2                   | Отключение по сигналу на дискретном входе «Внешнее отключение 2»  |
| 15       | Внешнее откл.3                   | Отключение по сигналу на дискретном входе «Внешнее отключение 3»  |
| 16       | Внешнее откл.4                   | Отключение по сигналу на дискретном входе «Внешнее отключение 4»  |
| 17       | Схема УРОВ «на себя»             | Срабатывание схемы УРОВ с повторным воздействием на отключение «своего» выключателя                                 |
| 18       | Схема УРОВ                       | Срабатывание схемы УРОВ на отключение смежных выключателей  |
| 19       | Ускор. УРОВ при НД               | Ускоренное (без выдержки времени) срабатывание схемы УРОВ при наличии сигналов низкого давления элегаза выключателя |
| 20       | ЗНФ                              | Срабатывание защиты от непереключения фаз   |
| 21       | ЗМН                              | Срабатывание защиты минимального напряжения   |
| 22       | ЗПН                              | Срабатывание защиты от повышения напряжения   |
| 23       | Контр. 3U0                       | Срабатывание защиты от появления в первичной сети напряжения нулевой последовательности                             |
| 24       | Отключение по ТУ                 | Отключение выключателя по сигналу командного отключения «Отключение по ТУ»  |
| 25       | Отключение от ключа              | Отключение выключателя по сигналу командного отключения «Отключение от ключа»                                       |
| 26       | Отключение по ЛС                 | Отключение выключателя по сигналу ЛС  |
| 27       | Несанкц. отключ.                 | Самопроизвольное отключение выключателя   |
| 28       | Контактор ЭМО 1                  | Срабатывание защиты ЭМО 1 от длительного протекания тока  |
| 29       | Контактор ЭМО 2                  | Срабатывание защиты ЭМО 2 от длительного протекания   |
| 30       | Контактор ЭМВ                    | Срабатывание защиты ЭМВ от длительного протекания тока  |

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

(обязательное)

Причины срабатывания устройства на включение

| <b>№</b> | <b>Обозначение на индикаторе</b> | <b>Причина включения</b>                                       |
|----------|----------------------------------|--|
| 1        | АПВ-1                            | Срабатывание АПВ первой кратности                              |
| 2        | АПВ-2                            | Срабатывание АПВ второй кратности                              |
| 3        | Включение от ключа               | Включение от внешнего дискретного сигнала «Включение от ключа» |
| 4        | Включение по ТУ                  | Включение от внешнего дискретного сигнала «Включение по ТУ»    |
| 5        | Включение по ЛС                  | Включение от сигнала по линии связи                            |
| 6        | Внешнее включение                | Включение от внешнего дискретного сигнала «Внешнее включение»  |
| 7        | Самопроизв. включ.               | Самопроизвольное включение выключателя                         |

## ПРИЛОЖЕНИЕ М

(обязательное)

Расписание входных дискретных сигналов в режиме «Контроль»

### Входные сигналы 1

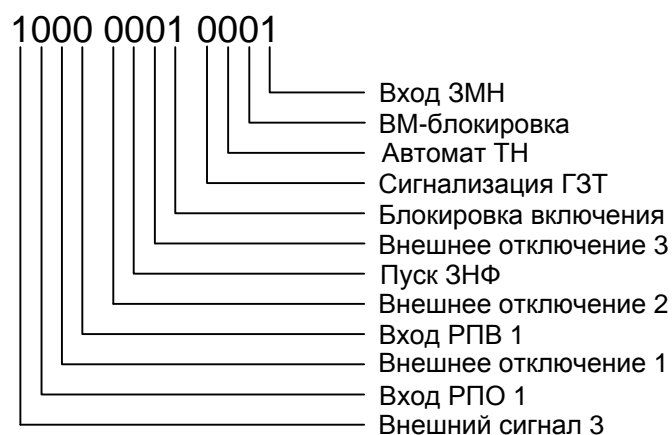


Рисунок К.1

(Активному состоянию соответствует «1», пассивному – «0»)

### Входные сигналы 2

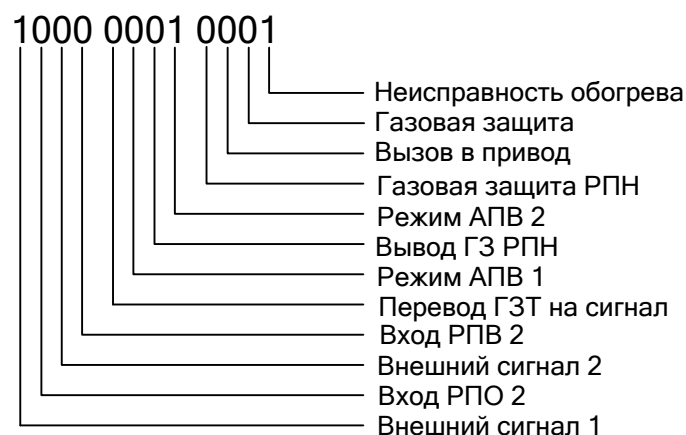


Рисунок К.2

### Входные сигналы 3



Рисунок К.3

#### Входные сигналы 4



Рисунок К.4

ПРИЛОЖЕНИЕ Н  
(обязательное)  
Описание уставок устройства

| Уставки                    | Описание  |
|----------------------------|---|
| <b>Общие уставки</b>       |   |
| « $U_{НОМ}$ , кВ»          | Номинальное первичное линейное напряжение сети, в которой установлено устройство.   |
| « $I_{НОМ}$ , А»           | Номинальное первичное значение тока трансформаторов тока, к которым подключается устройство.  |
| « $I_{НОМ\ ВТОР}$ , А»     | Номинальное вторичное значение тока трансформатора тока, к которым подключается устройство.   |
| «ТТНП»                     | Задаёт способ получения тока ЗИО:<br>«Вкл» - значение тока ЗИО измеряется на специальном входе, к которому подводятся вторичные цепи ТТНП.<br>«Откл» - ток ЗИО рассчитывается как сумма фазных токов.   |
| «Цвет Откл/Вкл»            | Задаёт цвет светодиодов «ВКЛ» и «ОТКЛ» на лицевой панели устройства (в соответствии с принятой в энергосистеме комбинацией).  |
| «Режим сигн.»              | Позволяет при обнаружении внешней неисправности включать реле «Сигнал» 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. |
| <b>Параметры ТН</b>        |   |
| «Осн. критерий»            | Вводит в действие основной критерий работы блокировки при неисправностях в цепях напряжения – сравнение напряжения двух вторичных обмоток ТН, собранных по схеме «звезда» и «разомкнутый треугольник».  |
| «Сигн. неисправ.»          | Действие на индикацию и сигнализацию при неисправностях в цепях ТН.   |
| «Тнеиспр, с»               | Задержка на формирование сигнала неисправности ТН.  |
| «Убнн, В»                  | Пороговое значение напряжения небаланса срабатывания блокировки при неисправностях в цепях напряжения. При превышении напряжением небаланса заданной уставки происходит срабатывание БНН. Задание идет в вольтах вторичного напряжения.   |
| «Схема ТН»                 | Определяет используемую в конкретном случае схему соединения обмоток «треугольника» ТН в соответствии Приложением А.  |
| «Вывод Δ»                  | Задаёт дополнительный вывод «треугольника» ТН, подводимого к устройству. Уставка имеет два положения «И» и «Ф».   |
| «Основной ТН»              | Задаёт место установки основного ТН, трехфазная система напряжения которого используется для реализации защит. Уставка имеет два положения: «Шины» - в случае если основной ТН расположен на шинах; «Линия» - если используемый ТН расположен на линии.   |
| «Уконтр, В»                | Порог срабатывания, при снижении ниже которого хотя бы одного из контролируемых линейных напряжений срабатывает сигнализация наличия неисправностей в цепях ТН. Задание идет в вольтах вторичного напряжения.   |
| « $U_{2\text{контр}}$ , В» | Порог срабатывания по напряжению обратной последовательности, при превышении которого срабатывает сигнализация наличия неисправно-  |

|                            |  |
|----------------------------|--|
|                            | стей в цепях ТН. Задание идет в вольтах вторичного напряжения.   |
| «Расчет $3U_0$ »           | Задаёт способ расчета утроенного напряжения нулевой последовательности. В положении «У» расчет осуществляется на основе фазных напряжений “звезды” ТН. При положении «Δ» расчет осуществляется на основе напряжений разомкнутого “треугольника” ТН.  |
| «Контакт АвТН»             | Задаёт активную полярность сигнала автомата ТН. Имеет два положения «НЗ» – нормально-замкнутый контакт и нормально-разомкнутый контакт «НР». В положении «НЗ» наличие сигнала на входе будет вызывать срабатывание сигнализации. В положение уставки «НР» – отсутствие сигнала на входе будет вызывать срабатывание сигнализации. Если проектом не предусмотрено подключение контакта от автомата ТН, необходимо перевести уставку в положение «НЗ» и оставить вход «Автомат ТН» неподключенным. |
| «Кел»                      | Корректирующий коэффициент значения модуля напряжения линии. Применяется для корректировки измеряемого вторичного напряжения и приведения его в соответствие с реальным первичным напряжением линии. Задаётся в относительных единицах.  |
| «фвл, град»                | Программный угол поворота вектора вторичного напряжения дополнительного ТН, цепи которого подводятся к аналоговому входу «Uвл».  |
| «Уном. входа., В»          | Номинальное значение напряжения входа «Uвл», к которому подключаются вторичные цепи ШОН или линейного ТН. Уставка принимает значения 30 В и 100 В. Задание идет в вольтах вторичного напряжения.   |
| «Тип Uвл»                  | Задаёт тип подводимого напряжения к аналоговому входу «Uвл» от линейного ТН или ШОН — Фазное / Линейное.   |
| <b>МТЗ-1, МТЗ-2, МТЗ-3</b> |  |
| «Функция»                  | Позволяет задать режим работы ступени:<br>«Вкл» – постоянное действие;<br>«Откл» – вывод из действия;<br>«Ускор.» – ускоряющая отсечка, которая вводится на время <i>Tввода уск</i> после включения выключателя;   |
| «I/ном»                    | Пороговый ток срабатывания данной ступени защиты. Задание идет в относительных единицах вторичного тока, непосредственно подводимого к устройству.   |
| «Т, с»                     | Выдержка времени на срабатывание ступени в секундах.   |
| «ОНМ»                      | Позволяет ввести в действие орган направления мощности для данной ступени.   |
| «Блокир.при БНТ»           | Определяет, будет ли производиться блокировка ступени при выявлении броска тока намагничивания трансформатора. В положении «Вкл» - вводится блокировка ступени.  |
| «ОНМ при БНН»              | Задаётся один из вариантов действия логики при срабатывании БНН:<br>«Игнор.» - срабатывание БНН не вызывает изменения логики действия ступени МТЗ;<br>«Направ.» - ступень переводится в ненаправленный режим работы при появлении сигнала БНН;<br>«Ступень» - вывод ступени при появлении сигнала БНН.   |
| «Внешн. пуск U»            | Вводит пуск по напряжению от внешних дискретных сигналов (пуск по напряжению не от своих цепей напряжения, например, пуск по напряжению низшей стороны трансформатора). Контролируется сигнал на входе «ВМ-блокировка».  |
| «Внутр. пуск U»            | Позволяет ввести в выбранную ступень защиты МТЗ внутренний пуск по напряжению от своих цепей напряжения (от цепей ТН, непосред-  |

|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
|                                       | венно подводимых к устройству).  |
| «НеиспрТН.Выв»                        | Задаёт действие ступени МТЗ с введенным внутренним пуском по напряжению, при возникновении неисправностей в цепях ТН:<br>«Откл» - возникновение неисправностей в цепях ТН не вызывает изменения логики действия ступени МТЗ с пуском по напряжению;<br>«Ступень» - при появлении неисправностей в цепях напряжения ступень МТЗ полностью блокируется до исчезновения неисправностей.<br>«Пуск U» - при появлении неисправностей в цепях напряжения пуск по напряжению выводится из действия, т.е. ступень МТЗ переходит в режим без пуска по напряжению. |
| «Запрет АПВ»                          | Определяет наличие запрета АПВ после отключения выключателя от данной ступени защиты.  |
| <b>Блокировка по U</b>                |  |
| «U2,B»                                | Задаёт пороговое значение напряжения обратной последовательности при использовании внутреннего пуска по напряжению ступеней МТЗ (если задана уставка «Внутр. пуск U – Вкл.»).  |
| «Вид блокир.»                         | Задаёт вид блокировки по напряжению (пуска по напряжению) от своих цепей напряжения. Уставка принимает два значения:<br>- «ВМ» (пуск минимального напряжения (ВМ-блокировка) – для срабатывания защиты необходимо, чтобы ток превысил уставку срабатывания и хотя бы одно из междуфазных напряжений снизилось ниже порогового значения, задаваемого уставкой «Уконтр» в группе уставок «Параметры ТН»);<br>- «Комб.» (комбинированный пуск по напряжению – разрешение работы МТЗ будет выдано также и при превышении напряжением U2 заданного порога).   |
| <b>ОНМ</b>                            |  |
| «фмч МТЗ, °»                          | Угол максимальной чувствительности. Определяет направление сектора срабатывания направленных ступеней защиты. Угол отсчитывается от направления максимальной чувствительности до соответствующего напряжения с дискретностью 1 эл. градус. Подробнее см. п. 1.2.5.13.  |
| «Δφ МТЗ, °»                           | Определяет ширину сектора срабатывания направленных ступеней МТЗ. Угол отсчитывается от направления максимальной чувствительности в обе стороны.   |
| <b>МТЗ Общие</b>                      |  |
| «Вывод напр. ср.»                     | Определяет наличие вывода направленности МТЗ при срабатывании одной из ступеней МТЗ  |
| «I <sub>г2/I<sub>г1</sub></sub> »     | Величина отношения действующего значение второй гармоники к действующему значению первой гармоники фазного тока, при котором происходит блокирование заданных ступеней МТЗ от БНТ.   |
| «Сборка МТЗ»                          | Определяет, будет ли производиться внутренняя цифровая сборка фазных токов (подведенных к устройству) в треугольник для реализации функции МТЗ. Уставка принимает значения: «Y» или «Δ».   |
| <b>ТЗНП-1, ТЗНП-2, ТЗНП-3, ТЗНП-4</b> |  |
| «Функция»                             | Позволяет задать режим работы ступени:<br>«Вкл» – постоянное действие;<br>«Откл» – вывод из действия;<br>«Ускор.» – ускоряющая отсечка, которая вводится на время <i>T<sub>вывода уск</sub></i> после включения выключателя;   |
| «T, с»                                | Выдержка времени на срабатывание ступени в секундах.   |
| «3I <sub>0</sub> /I <sub>ном</sub> »  | Пороговый утроенный ток срабатывания нулевой последовательности  |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
|                                | данной ступени защиты. Задание идет в относительных единицах вторичного тока.  |
| «ОНМ»                          | Позволяет ввести в действие орган направления мощности для ступени ТЗНП.   |
| «Блокир.при БНТ»               | Определяет, будет ли производиться блокировка ступени при выявлении броска тока намагничивания трансформатора. В положении «Вкл» - вводится блокировка ступени   |
| «ОНМ при БНН»                  | Задается один из вариантов действия логики при срабатывании БНН:<br>«Игнор.» - срабатывание БНН не вызывает изменения логики действия ступени МТЗ;<br>«Направ.» - ступень переводится в ненаправленный режим работы при появлении сигнала БНН;<br>«Ступень» - вывод ступени при появлении сигнала БНН. |
| «Запрет АПВ»                   | Определяет наличие запрета АПВ после отключения выключателя от данной ступени защиты.  |
| <b>ОНМ НП</b>                  |  |
| « $\phi$ мч ТЗНП, °»           | Определяет направление сектора срабатывания направленных ступеней ТЗНП. Подробнее см. п. 1.2.6.10.   |
| « $\Delta\phi$ ТЗНП, °»        | Определяет ширину сектора срабатывания направленных ступеней ТЗНП.   |
| <b>ТЗНП общие</b>              |  |
| «Вывод напр. ср.»              | Определяет наличие вывода направленности ТЗНП при срабатывании внутренних защит  |
| « $3I_{0г2}/3I_{0г1}$ »        | Величина отношения действующего значение второй гармоники к действующему значению первой гармоники тока нулевой последовательности, при котором происходит блокирование заданных ступеней ТЗНП от БНТ.   |
| <b>Ускорение при включении</b> |  |
| «Тввода уск, с»                | Время после включения выключателя, в течение которого заданные ступени действуют с ускорением (ускоренным временем срабатывания).  |
| «Контроль U»                   | Позволяет контролировать отсутствия напряжения на линии при вводе ускорения МТЗ и ТЗНП.  |
| «Ускорение МТЗ»                | Определяет ступень максимальной токовой защиты, ускоряемую при включении выключателя. Уставка имеет следующие положения: «Откл», «МТЗ-2», «МТЗ-3».   |
| «Выв.напр. МТЗ»                | Задается вывод направленности ступени МТЗ при ускорении.   |
| «Тускор. мтз, с»               | Выдержка времени на срабатывание ускоряемой ступени МТЗ в секундах   |
| «Вывод напр. ТЗНП»             | Задается вывод направленности ступени ТЗНП при ускорении.  |
| «Ускорение ТЗНП»               | Определяет ступень ТЗНП, ускоряемую при включении выключателя. Уставка имеет следующие положения: «Откл», «ТЗНП-2», «ТЗНП-3», «ТЗНП-4».  |
| «Тускор. тзпн, с»              | Выдержка времени на срабатывание ускоряемой ступени ТЗНП в секундах  |
| <b>ЗОФ</b>                     |  |
| «Функция»                      | Позволяет задать режим работы защиты:<br>«Откл» – вывод из действия;<br>«На отключение» – действует на отключение выключателя;<br>«На сигнал» – действует на сигнал.   |
| «I2/Ином»                      | Пороговое значение срабатывания тока обратной последовательности   |



|                        |   |
|------------------------|---|
|                        | данной защиты. Задание идет в относительных единицах вторичного тока.   |
| «Т, с»                 | Выдержка времени на срабатывание защиты в секундах.   |
| «Запрет АПВ»           | Определяет наличие запрета АПВ после отключения выключателя от данной ступени защиты.   |
| <b>УРОВ</b>            |   |
| «Функция»              | Определяет, будет ли запускаться функция УРОВ при отказе своего выключателя.  |
| «Туров, с»             | Выдержка времени, по истечении которой производится выдача сигнала УРОВ. Отсчет ведется от момента выработки сигнала на аварийное отключение.   |
| «Iуров/Inом»           | Определяет пороговую величину срабатывания токового органа УРОВ. Пуск УРОВ разрешается, если хотя бы один из фазных токов превышает заданную уставку. Задание идет в относительных единицах вторичного тока.  |
| «Контроль РПВ»         | Контроль сигнала РПВ при пуске УРОВ. Имеет два положения: «Вкл» и «Откл».   |
| «Действ. на себя»      | Дает возможность повторно подействовать на отключение «своего» выключателя при срабатывании схемы УРОВ (действие УРОВ на «себя»).   |
| «Контроль по I»        | Вводит контроль по току при повторном действии на отключение «своего» выключателя. В положении «Вкл» – повторный сигнал на отключение «своего» выключателя формируется с учетом срабатывания токового органа УРОВ.  |
| <b>ЗМН</b>             |   |
| «Функция»              | Позволяет ввести в действие и вывести функцию защиты минимального напряжения.   |
| «U <sub>ЗМН</sub> , В» | Порог, при снижении ниже которого всех фазных напряжений происходит пуск ЗМН. Задание идет в вольтах вторичного напряжения.   |
| «Т, с»                 | Выдержка времени на срабатывание ЗМН в секундах   |
| «Вход ЗМН»             | Определяет тип дискретного сигнала «Вход ЗМН» – разрешающий или блокирующий действие ступеней ЗМН.  |
| <b>ЗПН</b>             |   |
| «Функция»              | Позволяет ввести в действие и вывести функцию защиты от повышения напряжения.   |
| «U <sub>ЗПН</sub> , В» | Порог, при превышении которого хотя бы одного из фазных напряжений происходит пуск ЗПН. Задание идет в вольтах вторичного напряжения.   |
| «Т, с»                 | Выдержка времени на срабатывание ЗПН в секундах   |
| <b>Контроль ЗУ0</b>    |   |
| «Функция»              | Позволяет ввести или вывести данную защиту из действия.   |
| «ЗУ0, В»               | Задаёт порог по напряжению ЗУ0, превышение которого приводит к пуску защиты. Задание идет в вольтах вторичного напряжения.  |
| «Т, с»                 | Выдержка времени срабатывание защиты в секундах.  |
| <b>АУВ</b>             |   |
| «Твкл, с»              | Определяет время включения выключателя в секундах. Задаёт дополнительную задержку перед съёмом сигнала на включение выключателя после прихода сигналов «Вход РПВ 1» и «Вход РПВ 2». Удлинение сигнала включения позволяет более надёжно управлять выключателем. |
| «Тзав.пр., с»          | Определяет время задержки срабатывания сигнализации по входу «Пружины не заведены». Обычно равно максимальному времени завода пружин пружинного привода выключателя с некоторым запасом.  |

|                  |  |
|------------------|--|
| «Тнизк.давл1, с» | Определяет задержку по времени на срабатывание первой ступени защиты от снижения давления элегаза (воздуха).   |
| «Тнизк.давл2, с» | Определяет задержку по времени на срабатывание второй ступени защиты от снижения давления элегаза (воздуха).   |
| «УРОВ при НД2»   | Выдача сигнала пуска УРОВ при срабатывании второй ступени защиты от снижения давления элегаза (воздуха)  |
| «Огран. вкл».    | См. описание уставки «Тмакс.вкл, с»  |
| «Огран. откл».   | См. описание уставки «Тмакс.откл, с»   |
| «Тмакс.вкл,с»    | Определяет предельное время, в течение которого «держится» команда на включение. По истечении этого времени выдается сигнал неисправности, а в случае задания уставок «Огран. вкл. — Вкл», будет еще сниматься и соответствующий управляющий сигнал. Включение уставок на ограничение длительности управляющих сигналов (на постоянном оперативном токе) разрешается ТОЛЬКО при применении в схеме дополнительных ВНЕШНИХ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЕ, способных разрывать ток ЭМВ.   |
| «Тмакс.откл,с»   | Определяет предельное время, в течение которого «держится» команда на отключение. По истечении этого времени выдается сигнал неисправности, а в случае задания уставок «Огран. откл. — Вкл», будет еще сниматься и соответствующий управляющий сигнал. Включение уставок на ограничение длительности управляющих сигналов (на постоянном оперативном токе) разрешается ТОЛЬКО при применении в схеме дополнительных ВНЕШНИХ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЛЕ, способных разрывать ток ЭМО. |
| «ЭМО2»           | Определяет наличие второго ЭМО. В положении «Вкл» данная уставка позволяет использовать сигналы от входов «РПО 2», «РПВ 2» и «ДТ ЭМО 2».   |
| «Функц. ЗЭМВ»    | Вводит в действие функции защиты ЭМВ от длительного протекания тока.   |
| «Тэмв, с»        | Выдержка времени на срабатывание защиты ЭМВ от длительного протекания тока.  |
| «Функц. ЗЭМО»    | Вводит в действие защиту ЭМО от длительного протекания тока.   |
| «Тэмо1, с»       | Выдержка времени на срабатывание защиты ЭМО 1 от длительного протекания тока.  |
| «Тэмо2, с»       | Выдержка времени на срабатывание защиты ЭМО 2 от длительного протекания тока. Уставка вводится в действие при использовании второго электромагнита отключения и заданной уставке «ЭМО2 — Вкл».   |
| «Тзиф, с»        | Выдержка времени на срабатывание ЗНФ.  |
| «Тзифр, с»       | Выдержка времени на срабатывание ЗНФР.   |
| «Квит. по ТУ»    | Необходимость квитирования выключателя по ТУ или ЛС.   |
| « Контакт АвШП»  | Задаёт активную полярность сигнала «Автомат ШП». То есть при заданной уставке «Контакт АвШП — НЗ» наличие сигнала на входе не будет вызывать срабатывание сигнализации, а при положении уставки «Контакт АвШП — НР» отсутствие сигнала на входе будет вызывать срабатывание сигнализации.  |
| « Контакт НД2»   | Задаёт активную полярность сигнала «Низкое давление 2». То есть при заданной уставке «Контакт НД2 — НЗ» наличие сигнала на входе не будет вызывать срабатывание сигнализации, а при положении уставки «Контакт НД2 — НР» отсутствие сигнала на входе будет вызывать срабатывание сигнализации.   |
| <b>АПВ</b>       |  |

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| «Функция»                             | Позволяет вывести из действия функцию АПВ, либо ввести ее, указав кратность АПВ. Задается выбором из трех вариантов: «Откл», «1 крат», «2 крат».  |
| «Танв1, с»                            | Определяет задержку по времени первого цикла АПВ.   |
| «Танв2, с»                            | Определяет задержку по времени второго цикла АПВ.   |
| «Объед.реж.»                          | Позволяет ввести объединение двух режимов АПВ: «Постановка под напряжение первой секции шин по отсутствию напряжения» и «Постановка под напряжение второй секции шин по отсутствию напряжения». Подробнее см. п. 1.2.13.  |
| «Доп. контр.»                         | Вводит в действие, помимо одного из основных, дополнительный контроль условий включения при АПВ. Условия основного и дополнительного контролей объединяются по «ИЛИ», то есть включение выключателя происходит при выполнении хотя бы одного.   |
| «Тгот, с»                             | Задается время готовности АПВ к повторному действию.  |
| «Фиксац. блок.»                       | Определяет режим работы входа «Блокировка АПВ». При отключенной фиксации блокировка от этого входа работает в «следящем» режиме, при включенной блокировке даже кратковременное появление сигнала на этом входе заблокирует АПВ при следующем отключении выключателя.   |
| «Блок. по врем.»                      | Определяет наличие ограничения времени ожидания выполнения условий включения для заданного режима АПВ, либо при командном включении. Максимальное время, в течение которого продолжается контроль параметров сети, задается уставкой «Тож.усл.вкл, с». Если в течение этого времени включение не произойдет, АПВ блокируется.   |
| «Тож.усл.вкл, с»                      | См. описание уставки «Блок. по врем.».  |
| «При несан.откл»                      | Разрешение или блокировка АПВ при несанкционированном отключении выключателя.   |
| <b>Контр. синхр.</b>                  |   |
| «Вид контр.»                          | Задается режим работы блока контроля синхронизма. Уставка имеет следующие положения:<br>– «КНН» – включение выключателя с контролем наличия напряжения на линии и шинах;<br>– «УС» – включение выключателя с улавливание синхронизма;<br>– «ОС» – включение выключателя с ожидание синхронизма;<br>– «УС+ОС» – включение выключателя при совместном использовании улавливания и ожидания синхронизма. |
| «ΔU/Уном»                             | Задаёт максимально допустимую разность модулей векторов напряжений на секциях шин, задание идет в относительных единицах.   |
| «Δφмакс_доп,град»                     | Задаёт максимально допустимую ошибку включения выключателя.   |
| «Топ, с»                              | Задаёт время опережения, то есть время включения выключателя.   |
| «Δφ(АПВ ОС),гр»                       | Задаёт максимально допустимую разность углов между векторами напряжений первой и второй секций шин.   |
| «Δf(АПВ ОС),Гц»                       | Задаёт максимально допустимую разность частот напряжений первой и второй секций шин.  |
| <b>Внешнее отключение 1 (2, 3, 4)</b> |   |
| «Имя»                                 | Определяет надпись, выводимую на индикаторе при появлении сигнала на входе внешнего отключения. Имя можно задать по линии связи, либо с помощью кнопок управления устройством. Используются следующие символы:<br>«АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦШЩЬЫЪЭЮЯабвгдежзиклмнопрстуфхцшщьюыъэюяUIN0123456789-./.<>».  |

|  |  |
|--|--|
|  | Выбор производится последовательным перебором символов. Последний символ в списке – «пробел». Максимальная длина имени 14 символов.  |
| «Пуск УРОВ»                                | Задаёт наличие пуска схемы УРОВ устройства при отключении по данному дискретному входу.  |
| «Запрет АПВ»                               | Определяет наличие запрета АПВ после отключения выключателя от данного входа.  |
| «Контроль по I»                            | Задаёт наличие контроля по току (превышение током уставки «Iуров/Ином») входа «Внешнее отключение 1 (2,3,4)»   |
| <b>Внешний сигнал 1 (2, 3)</b>             |  |
| «Актив. уровень»                           | Задаёт активную полярность внешнего сигнала. При заданной уставке «Актив. Уровень – «1» » наличие сигнала на входе будет вызывать срабатывание сигнализации, а при положении уставки «Актив. Уровень – «0» » отсутствие сигнала на входе будет вызывать срабатывание сигнализации.   |
| «Имя»                                      | Определяет надпись, выводимую на индикаторе при появлении сигнала на входе внешнего сигнала. Имя можно задать по линии связи, либо с помощью кнопок управления устройством. Используются следующие символы:<br>«АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРСТУФХЦЧШЩЬЫЪЭЮЯабвгдежзиклмнопрстуфхцчшщьюэяUIN0123456789-./.<> ».<br>Выбор производится последовательным перебором символов. Последний символ в списке – «пробел». Максимальная длина имени 14 символов. |
| «T, с»                                     | Выдержка времени на срабатывание сигнализации по данному входу   |
| «Сигнал»                                   | Определяет, будет ли срабатывать общее реле сигнализации устройства при обнаружении активного сигнала по данному входу   |
| <b>Доп. ИО 1 (2, 3, 4, 5, 6, 7)</b>        |  |
| «Тип ИО»                                   | Задаёт тип величины, которую контролирует ИО (фазные или линейные напряжения, фазные токи, симметричные составляющие токов и напряжений и т.д.)  |
| «Режим работы»                             | Задаётся максимальный или минимальный режим работы ИО. При значении уставки «Мин» ИО срабатывает при уменьшении измеряемой величины ниже порога, заданного уставкой «U, B» или «I/Ином», а при значении «Макс» – при увеличении измеряемой величины выше значения уставки.   |
| «U, B»                                     | Задаёт порог срабатывания ИО по напряжению. Задание идет во вторичных вольтах.   |
| «I/Ином»                                   | Задаёт порог срабатывания ИО по току. Задание идет в относительных единицах вторичного тока.   |
| <b>Реле 1 (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)</b> |  |
| «Точка»                                    | Определяет точку подключения на функциональной логической схеме.   |
| «Тср, с»                                   | Выдержка времени на срабатывание реле после появления сигнала в указанном с помощью уставки «Точка» месте функциональной логической схемы.   |
| «Тв, с»                                    | Время возврата реле после снятия сигнала в указанном с помощью уставки «Точка» месте функциональной логической схемы   |
| «Режим»                                    | Режим работы реле: без фиксации (следающий), с фиксацией (до сброса) или импульсный (1 секунда).   |
| <b>Светодиод 1 (2, 3, 4, 5, 6)</b>         |  |
| «Точка»                                    | Определяет точку подключения на функциональной логической схеме.   |

|            |   |
|------------|---|
| «Тср, с»   | Выдержка времени на срабатывание реле или светодиода после появления сигнала в указанном с помощью уставки «Точка» месте функциональной логической схемы. |
| «Фиксация» | Определяет режим работы светодиода – в следящем режиме или с фиксацией срабатывания (блинкер), до сброса сигналом «Сброс».                                |
| «Мигание»  | Определяет режим работы светодиода – с миганием, либо с постоянным свечением при срабатывании.  |
| «Цвет»     | Определяет цвет свечения светодиода при срабатывании.   |

## ПРИЛОЖЕНИЕ П (обязательное) Общая функционально-логическая схема устройства

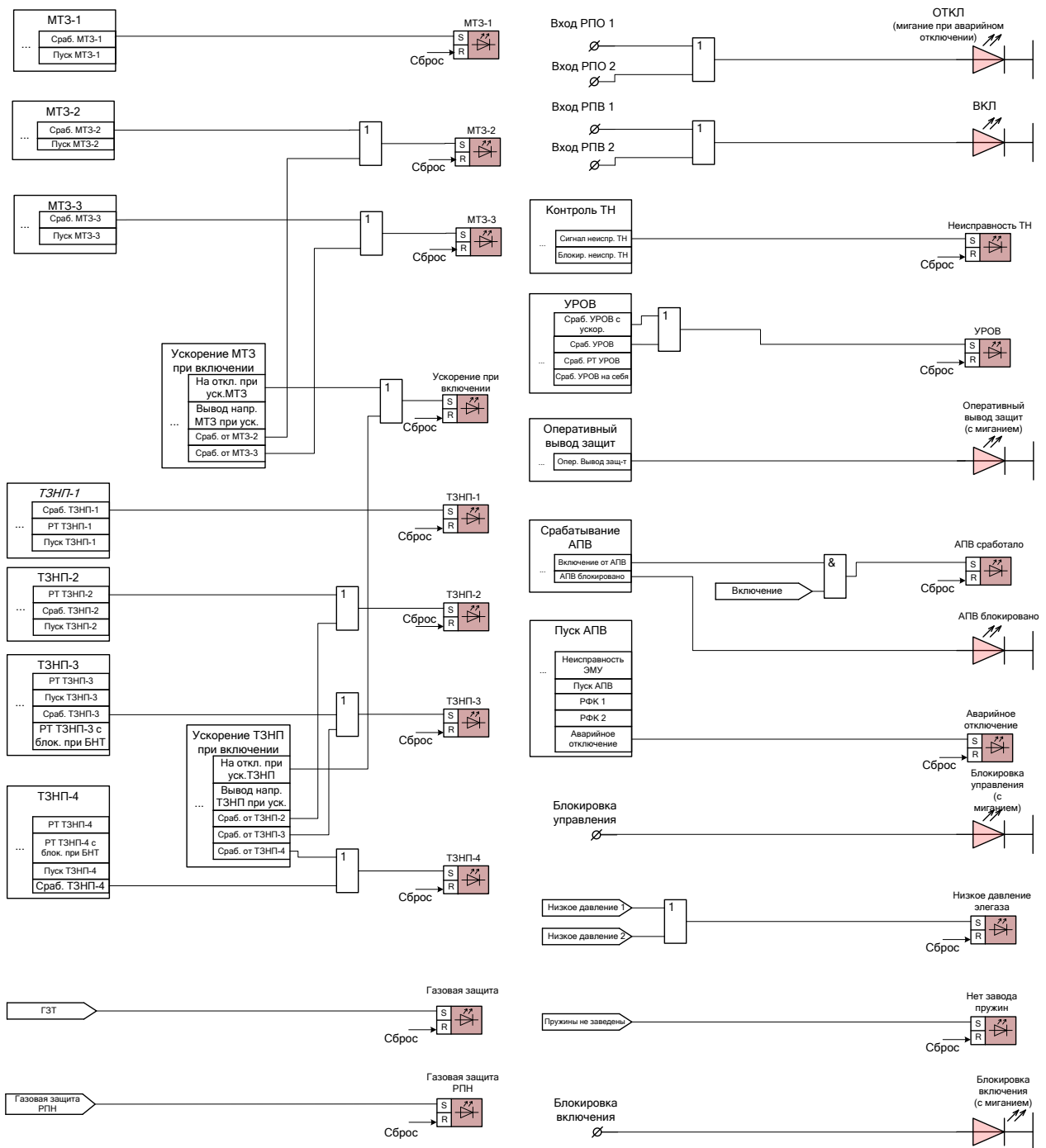


Рисунок П.1

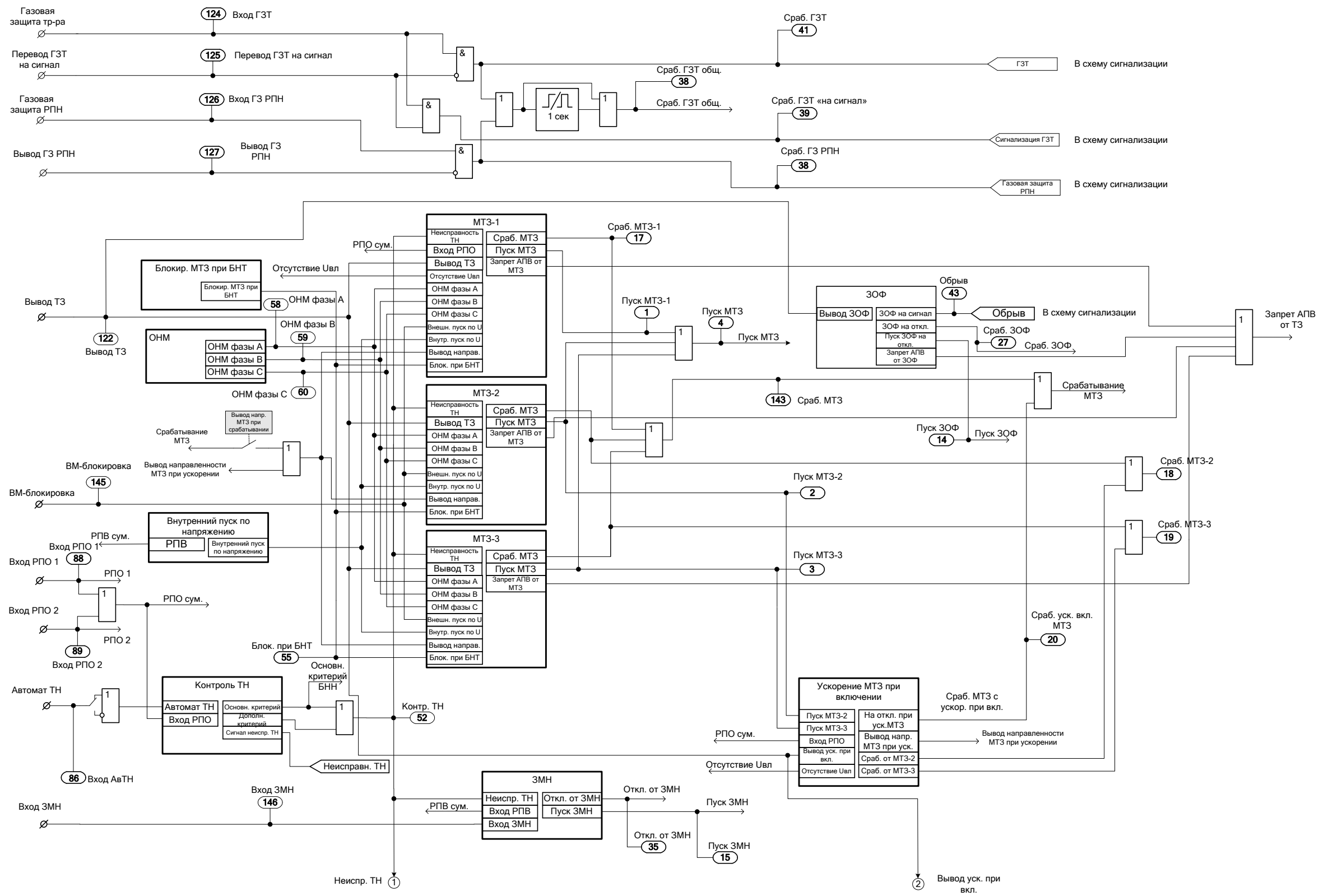


Рисунок П.2

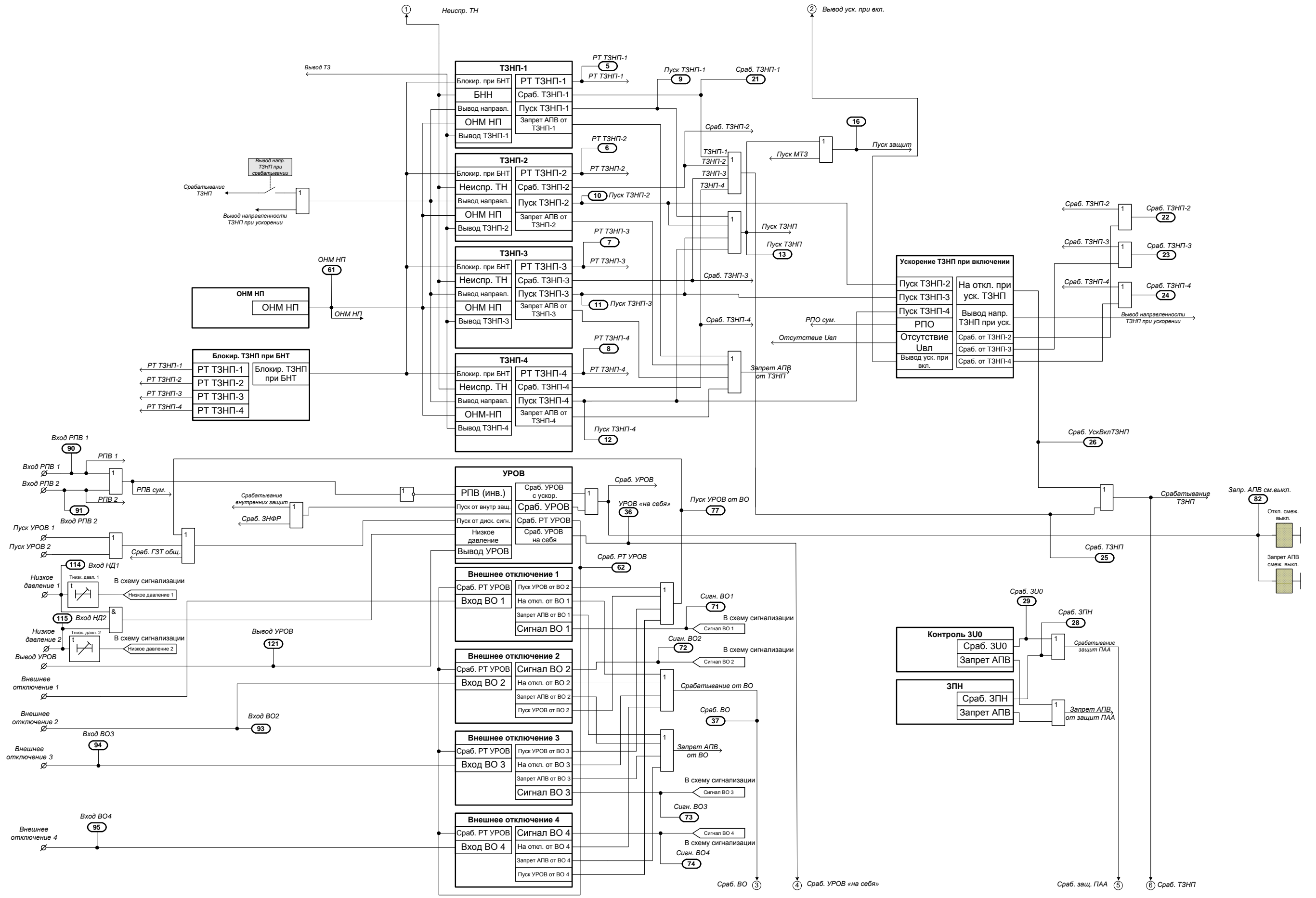


Рисунок П.3



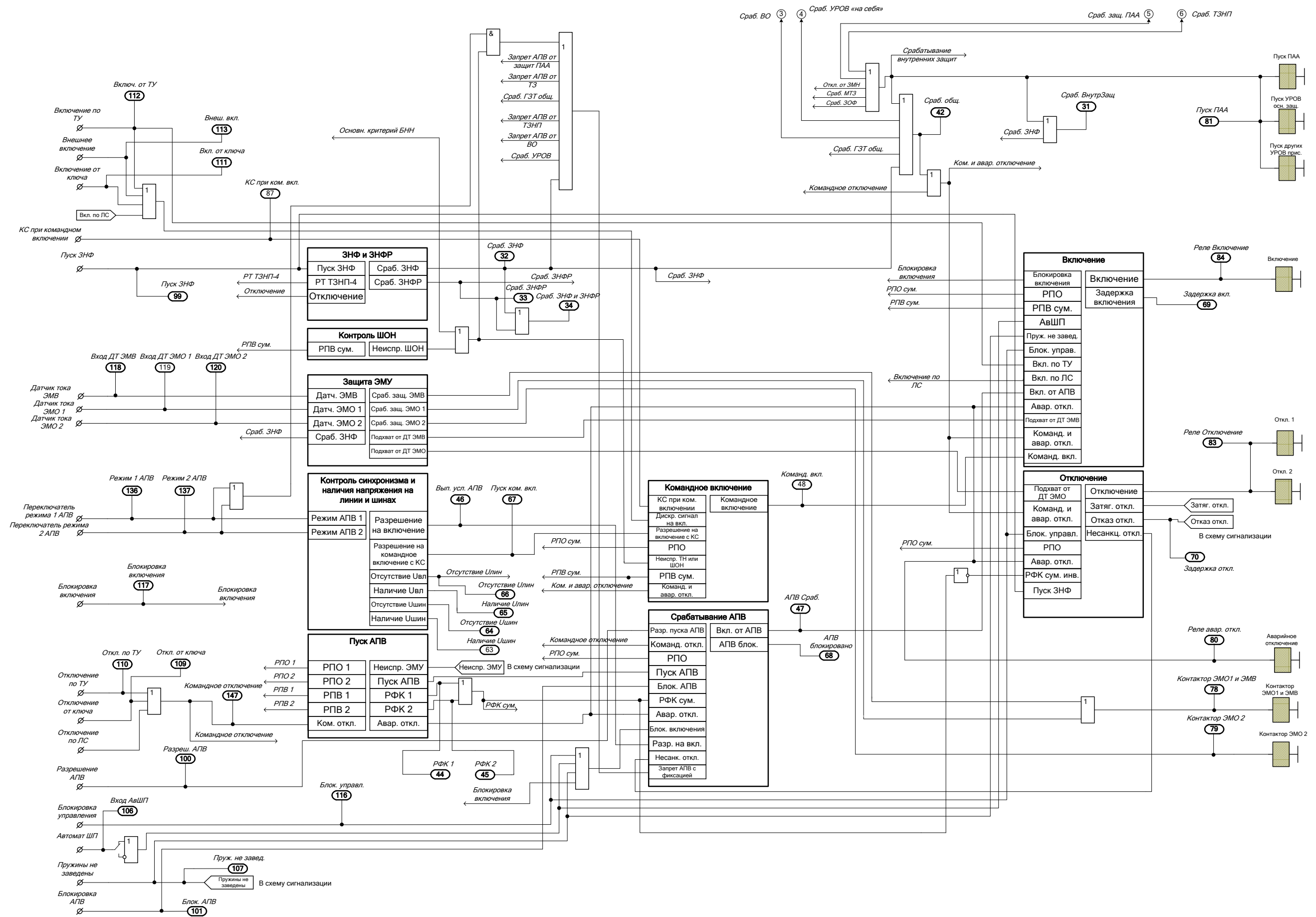


Рисунок П.4