Утвержден
АИПБ.656122.025-007 РЭ2-ЛУ

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЛИНИИ 6-35 кВ «ТОР 200 Л 22» («ТОР 200 Л 62»)

Руководство по эксплуатации. Описание устройства и работы терминала АИПБ.656122.025-007 РЭ2

Версия НФ: v23.1
Версия АФ: 00000211

Авторские права на данный документ принадлежат ООО «Релематика», 2017.
Данный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, скопирован, распространен без разрешения ООО «Релематика».

Адрес предприятия-изготовителя:
428020, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 1, ООО «Релематика»
Гарантийное и постгарантийное обслуживание:
Тел.: 8 800-250-20-95 – Москва и МО, круглосуточно
8 800-250-15-21 – регионы России, круглосуточно
E-mail: service@relematika.ru
Технические консультации, вопросы применения продукции:
Тел.: 8 352-24-06-50 (доб.3002) – с 08:00 до 17:00 МСК
E-mail: support@relematika.ru
Сайт: relematika.ru

Содержание

1 Описание и работа ... 7
1.1 Назначение ... 7
1.2 Устройство и работа ... 7
1.2.1 Схема подключения ... 7
1.2.2 Функциональная схема ... 7
1.2.3 Входные сигналы устройства ... 8
1.2.3.1 Измерительные цепи ... 8
1.2.3.2 Дискретные входы ... 8
1.2.3.3 Функциональные клавиши ... 11
1.2.4 Выходные сигналы устройства ... 11
1.2.4.1 Выходные реле ... 11
1.2.4.2 Сигнальные светодиоды ... 11
1.2.5 Функции релейной защиты и автоматики ... 12
1.2.5.1 Максимальная токовая защита (МТЗ) ... 12
1.2.5.2 Реле направления мощности МТЗ (РНМ МТЗ) ... 15
1.2.5.3 Контроль тока ... 17
1.2.5.4 Пуск защит ... 17
1.2.5.5 Защита от обрыва токоведущего проводника по несимметрии (ЗОП по dI) ... 18
1.2.5.6 Защита от обрыва токоведущего проводника по I2 (ЗОП по I2) ... 19
1.2.5.7 Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП) ... 19
1.2.5.8 Реле направления мощности ТНЗНП (РНМ ТНЗНП) ... 22
1.2.5.9 Ускорение ... 23
1.2.5.10 Защита от повышения напряжения (ЗПН) ... 23
1.2.5.11 Пуск по напряжению (Пуск по U) ... 24
1.2.5.12 Орган напряжения обратной последовательности (Орган U2>) ... 25
1.2.5.13 Контроль напряжения секции шин (Контроль Uсш) ... 26
1.2.5.14 Защита минимального напряжения (ЗМН) ... 26
1.2.5.15 Контроль напряжения линии (Контроль Uл) ... 27
1.2.5.16 Орган 3U0 ... 27
1.2.5.17 Контроль исправности цепей напряжения (КЦН) ... 27
1.2.5.18 Дуговая защита (ЗДЗ) ... 29
1.2.5.19 Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ) ... 30
1.2.5.20 Газовая защита (ГЗ) ... 31
1.2.5.21 Команды управления выключателем ... 32
1.2.5.22 Запрет включения ... 33
1.2.5.23 Управление выключателем ... 33
1.2.5.24 Реле фиксации команд (РФК) ... 34
1.2.5.25 Контроль цепей управления выключателем (Контроль ЦУ) ... 35
1.2.5.26 Автоматическое повторное включение (АПВ) ... 36
1.2.5.27 Диагностика ресурса выключателя (МКРВ) ... 38
1.2.5.28 Автоматика ТЗН ... 43
1.2.5.29 Команды управления коммутационным аппаратом (Команды упр. КА) ... 43
1.2.5.30 Управление коммутационной аппаратурой (Управление КА) ... 44
1.2.5.31 Индикация положения выключателя (Индикация) ... 45
1.2.5.32 Сброс сигнализации ... 45
1.2.5.33 Аварийная сигнализация ... 46
1.2.5.34 Предупредительная сигнализация ... 46
1.2.5.35 Местная сигнализация ... 47
1.2.5.36 Матрица логических сигналов ... 48
1.2.5.37 Оперативное управление функциями РЗА ... 49
1.2.5.38 Определение места повреждения (ОМП) ... 50
1.2.6 Измерения ... 58
1.2.6.1 Измерение фазных токов и междуфазных напряжений ... 58

1.2.6.2 Расчетные величины ... 59
1.2.6.3 Измерение мощности и коэффициента мощности ... 59
1.2.6.4 Учет электроэнергии ... 60
1.2.7 Дистанционное управление ... 60
1.2.8 Управление группами уставок ... 60
1.2.9 Дополнительные блоки ... 60
1.2.9.1 Блок питания от токовых цепей ... 60
1.2.9.2 Блок питания от токовых цепей с цепями дешунтирования ... 61
1.2.9.3 Блок питания от токовых цепей с накопительными конденсаторами ... 61

2 Рекомендации по проверке ... 64

2.1 Общие указания ... 64
2.2 Меры по безопасности ... 64

Приложение А (обязательное) Функциональные схемы ... 65
Приложение Б (справочное) Схемы подключения терминала ... 70
Приложение В (справочное) Обозначение разъемов терминала ... 75
Приложение Г (справочное) Элементы функциональных логических схем ... 81
Приложение Д (обязательное) Графики обратнозависимых времятоковых характеристик ... 83
Приложение Е (справочное) Перечень сигналов ... 90
Приложение Ж (обязательное) Список сокращений ... 97

Настоящее РЭ распространяется на устройство защиты и автоматики линии электропередачи 6-35 кВ «ТОР 200 Л22» («ТОР 200 Л 62») (далее – устройство или терминал) и содержит необходимые сведения по его эксплуатации и обслуживанию.

РЭ содержит сведения о применении, схемы подключения, функциональные схемы, описание работы функций защит и автоматики. Настоящее РЭ распространяется на терминалы с **версией алгоритма функционирования (АФ) 00000211**.

Основные технические характеристики, состав и конструктивное исполнение устройства приведены в АИПБ.656122.025 РЭ1. Описание реализации протоколов связи и перечень сигналов, передаваемых устройством в АСУ, приведены в обязательном приложении И к настоящему РЭ2 (самостоятельный документ). Конструкция устройства выполнена по модульному принципу, позволяющему изготавливать и поставлять устройства с различной аппаратной конфигурацией. Конфигурация устройства обеспечивает выполнение функций РЗА конкретного присоединения и согласовывается при оформлении карты заказа на поставку. Возможные варианты аппаратной конфигурации приведены в таблице 1.

Надежность и долговечность терминала обеспечиваются не только качеством изделия, но и правильным соблюдением режимов и условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации. Поэтому выполнение всех требований, изложенных в настоящем документе, является обязательным.

В связи с систематически проводимыми работами по совершенствованию изделия в его конструкцию могут быть внесены незначительные изменения, улучшающие параметры и качество изделия, не отраженные в настоящем издании.

Таблица 1 – Возможные аппаратные модификации устройства

Модификация	Конструктив	Позиции структуры обозначения устройства				
		Аналоговые входы **t**	Блоки входов-реле **b**	Порты связи **pp***	Область применения **n**	Конструктивное исполнение корпуса **h**
ТОР 200 Л t2 bppn-16 h	Стандартный	2 – 3 ТТ, ТТНП (0,2/1 А), 4 ТН 6 – 3 ТТ, ТТНП (1/5 А), 4 ТН	2 – 2 блока (13 вх./13 реле) 3 – 3 блока (19 вх./21 реле) 4 – 4 блока (25 вх./29 реле)	– RS-485; – ВОЛС; – Eth. 100 Base-T; – Eth. 100 Base-F	1 – 110 В 2 – 220 В 3 – 110 В, с питанием от ТТ 4 – 220 В, с питанием от ТТ 7 – 110 В, с питанием от ТТ и дешунтированием 8 – 220 В, с питанием от ТТ и дешунтированием 9 – 110 В, с питанием от ТТ и конденсатором 0 – 220 В, с питанием от ТТ и конденсатором	И1 – утопленный, алфавитно-цифровой дисплей И2 – утопленный, графический дисплей И3 – навесной с ВПТ-02 И4 – навесной с ВПТ-02 И5 – навесной с ВПГ-03 И6 – навесной с ВПГ-03
ТОР 200 Л t2 bppn-16K h	Компактный	2 – 3 ТТ, ТТНП (0,2/1 А), 4 ТН 6 – 3 ТТ, ТТНП (1/5 А), 4 ТН	1 – 1 блок (7 вх./5 реле) 2 – 2 блока (13 вх./13 реле) 3 – 3 блока (19 вх./21 реле)		1 – 110 В 2 – 220 В	
ТОР 200 Л t2 bppn-16S h	Замена SPAC 800	2 – 3 ТТ, ТТНП (0,2/1 А), 4 ТН	3 – 3 блока (19 вх./21 реле)	– SPA; – TTL; – RS-485; – ВОЛС; – Eth. 100 Base-T; – Eth. 100 Base-F	1 – 110 В 2 – 220 В	И1 – утопленный, алфавитно-цифровой дисплей И2 – утопленный, графический дисплей

* Требуемая комбинация портов связи выбирается в соответствии с картой заказа устройства.

1 Описание и работа

1.1 Назначение

Терминал предназначен для релейной защиты и автоматики кабельной или воздушной линии электропередачи, линии к БСК, линии к ТСН 6-35 кВ. Терминал может применяться во всех типах ячеек КРУ. В терминале заложены следующие функции:

- трехступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ);
- защита от обрыва токоведущего проводника (ЗОП);
- двухступенчатая токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП);
- ускорение токовых защит;
- пуск МТЗ по напряжению;
- защита от повышения напряжения (ЗПН);
- защита минимального напряжения (ЗМН);
- контроль напряжения секции шин;
- контроль напряжения линии;
- защита по напряжению нулевой последовательности;
- контроль исправности цепей напряжения (КЦН);
- прием сигнала от датчика дуговой защиты (ЗДЗ);
- функция резервирования отказа выключателя (УРОВ);
- газовая защита (ГЗ) трансформатора и РПН;
- контроль и управление выключателем;
- автоматическое повторное включение (АПВ);
- отключение по АЧР/включение по ЧАПВ;
- диагностика ресурса выключателя (МКРВ);
- автоматика ТЗН;
- управление коммутационными аппаратами (КА);
- местная, предупредительная и аварийная сигнализации;
- определение места повреждения (ОМП).

Терминал также выполняет измерения аналоговых сигналов, осциллографирование и регистрацию анормальных режимов, передачу данных в соответствии со стандартами Modbus, ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005, ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004, а также IEC 61850-8-1. Терминал имеет свободно конфигурируемую логику, применение которой позволяет модифицировать функциональную схему устройства с учетом специфики защищаемого объекта. Функциональные схемы приведены в приложении А.

Примечание – На функциональных схемах и схемах подключения показаны терминалы с максимальным числом блоков дискретных вводов/выводов.

1.2 Устройство и работа

1.2.1 Схема подключения

Схемы подключения терминалов приведены в приложении Б. Вид блоков терминалов с обозначением клемм разъемов и схематичным описанием типов входов и выходов приведен в приложении В.

1.2.2 Функциональная схема

Функциональные схемы терминалов, приведенные в приложении А, разработаны с использованием элементов, представленных в приложении Г. На функциональной схеме приведены входные аналоговые и дискретные сигналы терминала, логические связи между функциональными блоками, сигналы управления выходными реле и сигнальными светодиодами. Также приведена заводская конфигурация дискретных входов и выходов, светодиодов, которая может быть изменена с помощью программы «МиКРА». Работа терминала определяется уставками, перечень которых приведен в АИПБ.656122.025-007 БлУ.

Для переназначения дискретных входов возможно использование резервных входных сигналов, приведенных на функциональной схеме. Назначение выходных реле и сигнальных светодиодов может быть изменено привязкой переменных, обозначенных на функциональной схеме.

1.2.3 Входные сигналы устройства

Терминал может содержать до восьми измерительных и до 25 дискретных входных цепей (до 19 дискретных входных цепей для компактного исполнения).

1.2.3.1 Измерительные цепи

Назначение контактов измерительных цепей терминала приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Назначение контактов измерительных цепей терминала

Клемма	Назначение
X0:1	Общий вход тока фазы А
X0:2	Измерительный вход тока фазы А ($I_{ном}$ = 5 А)
X0:3	Измерительный вход тока фазы А ($I_{ном}$ = 1 А)
X0:4	Общий вход тока фазы В
X0:5	Измерительный вход тока фазы В ($I_{ном}$ = 5 А)
X0:6	Измерительный вход тока фазы В ($I_{ном}$ = 1 А)
X0:7	Общий вход тока фазы С
X0:8	Измерительный вход тока фазы С ($I_{ном}$ = 5 А)
X0:9	Измерительный вход тока фазы С ($I_{ном}$ = 1 А)
X0:10	Общий вход тока фазы $3I_0$
X0:11	Измерительный вход тока $3I_0$ ($I_{ном}$ = 5 А или $I_{ном}$ = 1 А)
X0:12	Измерительный вход тока $3I_0$ ($I_{ном}$ = 1 А или $I_{ном}$ = 0,2 А)
X0:13	Измерительный вход напряжения фазы А – $U_а$
X0:14	Измерительный вход напряжения фазы В – $U_в$
X0:15	Измерительный вход напряжения фазы В – $U_в$
X0:16	Измерительный вход напряжения фазы С – $U_с$
X0:17	Измерительный вход напряжения фазы С – $U_с$
X0:18	Измерительный вход напряжения фазы А – $U_а$
X0:19	Общий вход напряжения $3U_0/U_л$
X0:20	Измерительный вход напряжения $3U_0/U_л$
X0:21	Не используется
X0:22	Не используется
X0:23	Не используется
X0:24	Не используется

Токовые цепи от ИТТ и цепи напряжения от ИТН подключаются к клеммной колодке X0 блока входных трансформаторов. В блоке осуществляется преобразование входных аналоговых сигналов в соответствующий дискретный код. С выхода блока трансформаторов преобразованные сигналы каждого аналогового канала поступают в блок центрального процессора, в котором производится цифровая обработка сигналов (ЦОС).

Промежуточные трансформаторы тока TA1 – TA3 выполняются на номинальный ток 5 А с отпайкой, позволяющей подключать их на номинальный ток 1 А.

Промежуточный трансформатор тока TA4 предназначен для подключения ТТНП и может выполняться как на 1 А/0,2 А (исполнение «ТОР 200 Л 22»), так и на 5 А/1 А (исполнение «ТОР 200 Л 62»).

Трансформатор напряжения TV4 может подключаться как к измерительным цепям «разомкнутого треугольника» для измерения напряжения $3U_0$ защиты от замыкания на землю, так и к ИТН линии для функций автоматики.

1.2.3.2 Дискретные входы

Терминал может содержать до четырех блоков дискретного ввода/вывода (до трех блоков у компактного исполнения). Первый блок содержит семь входных дискретных цепей, второй, третий и четвертый блоки содержат по шесть входных дискретных цепей. Часть входных цепей является изолированными по отношению друг к другу, что позволяет подключать цепи от разных источников оперативного питания, а часть входных цепей объединена общими клеммами питания.

Все дискретные входы терминала являются свободно конфигурируемыми. Назначение любого дискретного входа может быть изменено в зависимости от требуемой схемы подключения и условий применения устройства посредством ПО «МиКРА». Имеется возможность инвертировать входные сигналы, а также задавать выдержку времени на срабатывание и на возврат входных сигналов. Формат наименования сигнала, который может быть сконфигурирован на дискретный вход устройства, имеет вид «DI_Название сигнала».

В типовой логике терминала предусмотрено 20 входных резервных сигналов. Данные сигналы являются пользовательскими и могут быть сконфигурированы при наладке с помощью сервисного ПО «МиКРА» для действия на внутренние логические сигналы схемы или на выходные реле с помощью матрицы логических сигналов (1.2.5.36). При необходимости данные резервные входные сигналы могут использоваться для сбора и передачи на верхний уровень по стандартным протоколам связи (МЭК 60870-5-101, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, ModBus) дополнительной информации, например, о положении коммутационных аппаратов (заземлитель, разъединитель, выкатной элемент) ячейки. При этом они не конфигурируются в матрице логических сигналов и на функционал устройства не влияют.

Для сбора информации необходимо сконфигурировать с помощью сервисного ПО «МиКРА» свободные дискретные входы терминала, к которым подключены контакты положения коммутационных аппаратов для действия на входные резервные сигналы, как это показано на рисунке 1, и сохранить обновленную конфигурацию в терминал.

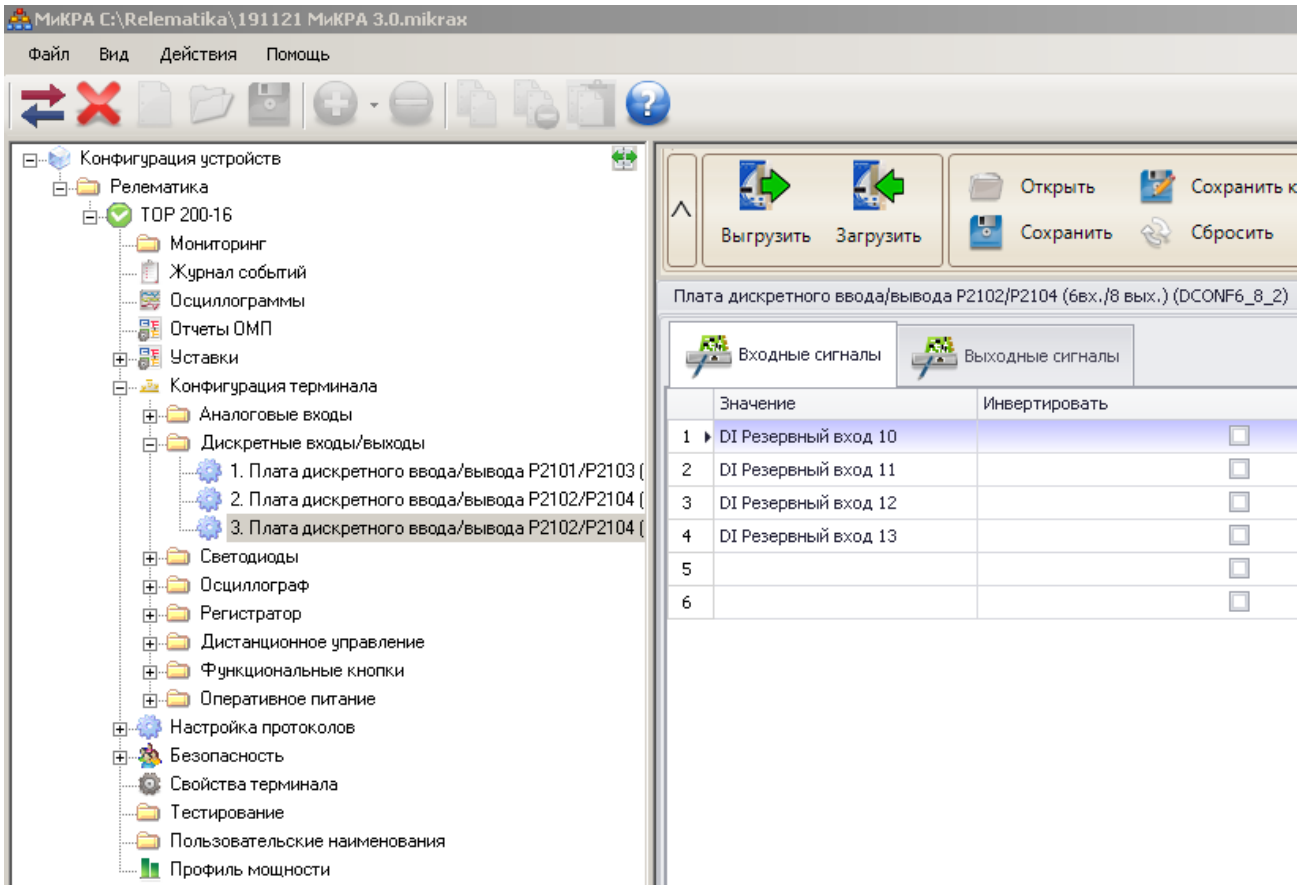


Рисунок 1 – Пример настройки дискретных входов

В меню «Пользовательские наименования» ПО «МиКРА» можно присвоить данным сигналам требуемые наименования в соответствии со схемой подключения терминала в ячейке (рисунок 2). Заданные пользовательские наименования сигналов будут отображаться на экране ИЧМ терминала при просмотре текущего состояния во вкладке сервисного ПО «МиКРА» (рисунок 3) и в списке передаваемых в АСУ сигналов (рисунок 4).

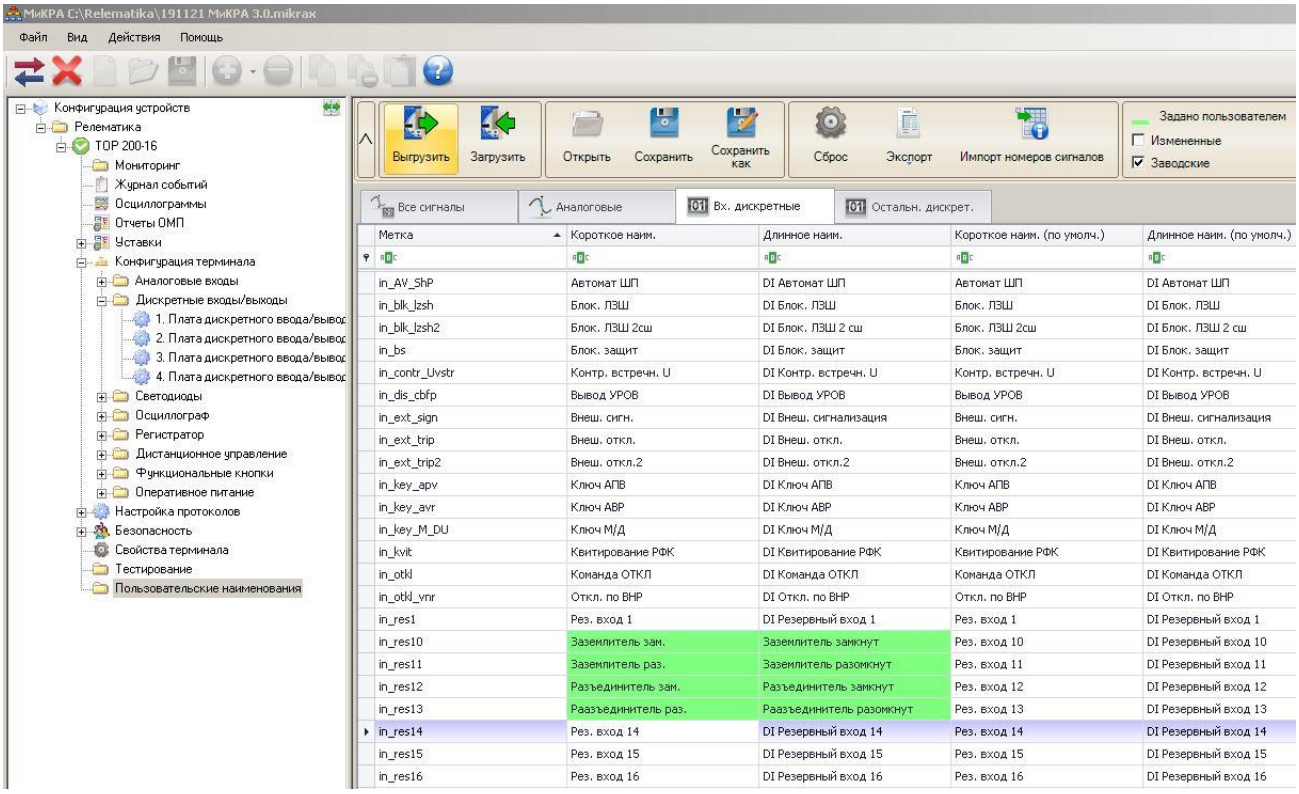


Рисунок 2 – Пользовательские наименования дискретных сигналов

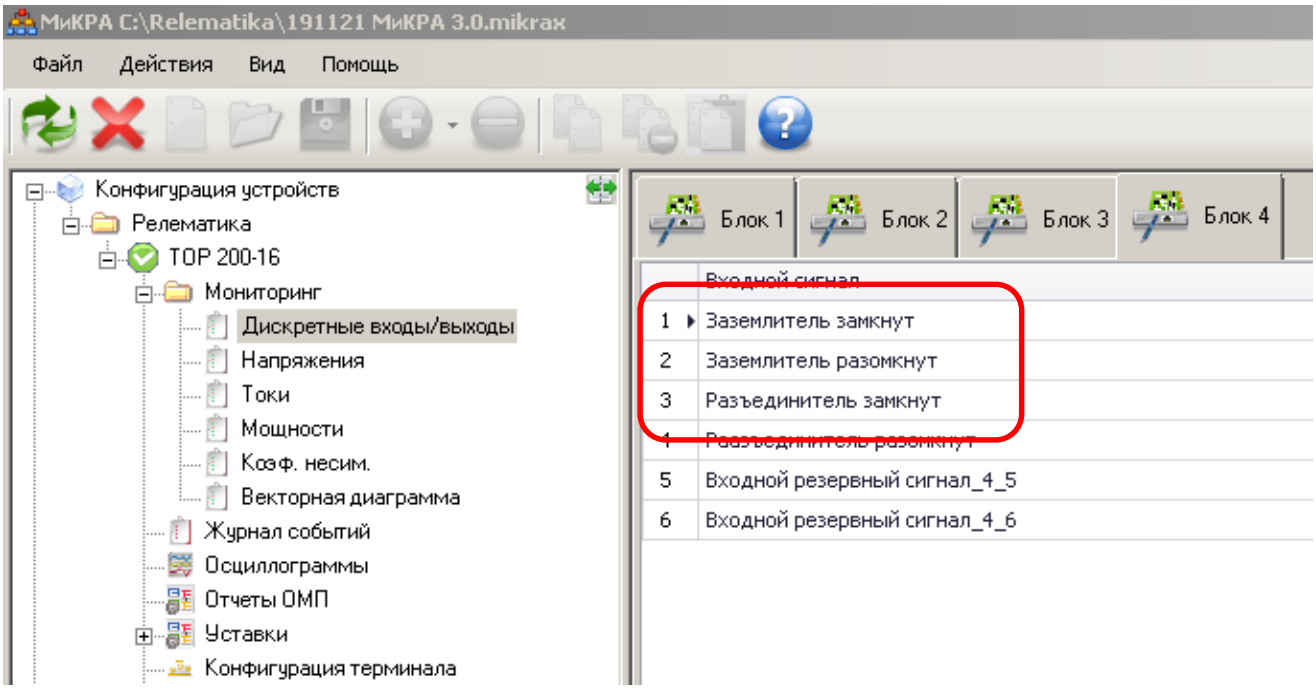


Рисунок 3 – Окно просмотра текущего состояния устройства

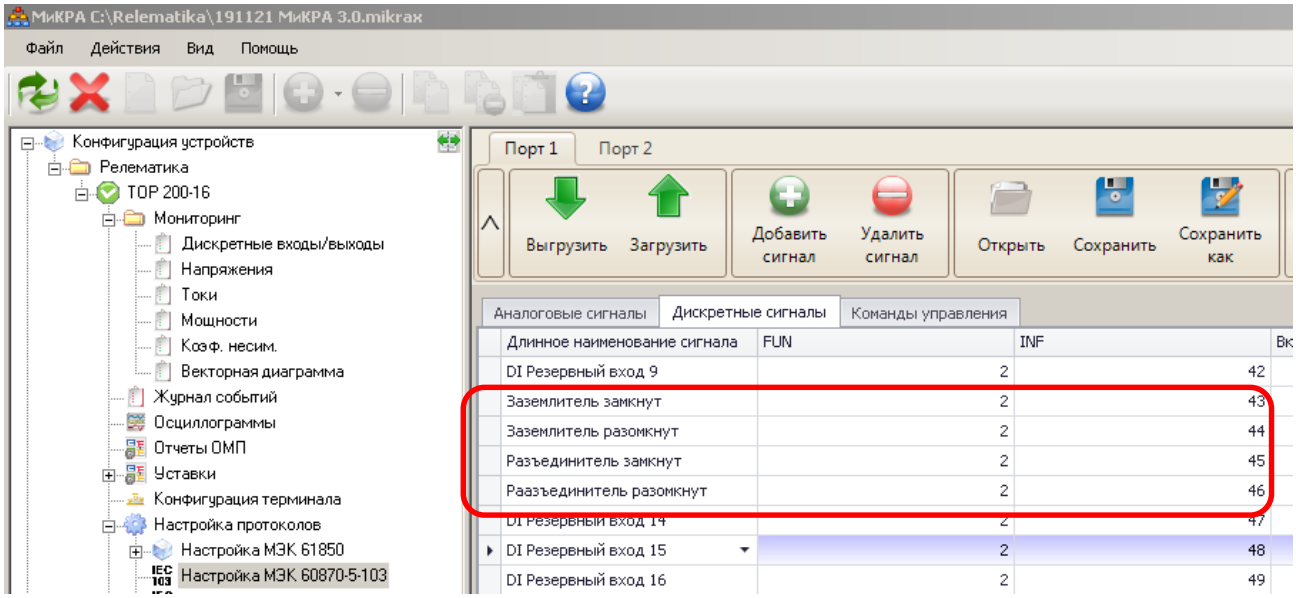


Рисунок 4 – Окно настройки передаваемых в АСУ сигналов

В приложениях А и Б приведено назначение контактов разъемов входных дискретных сигналов в соответствии с заводской конфигурацией, выполняемыми функциями и рекомендациями по применению терминала, а также приведены резервные сигналы, которые могут быть назначены с помощью программы «МиКРА».

1.2.3.3 Функциональные клавиши

На лицевой панели терминала имеются функциональные клавиши, являющиеся аналогом дискретного входа устройства. Данные клавиши могут быть сконфигурированы для действия на входные логические сигналы функциональной схемы. Предусмотрено два возможных режима работы клавиш: как оперативные кнопки или как переключатели. В первом случае нажатие на клавишу формирует импульсный сигнал длительностью 200 мс. Во втором случае при каждом нажатии осуществляется изменение состояния логического сигнала, который действует в схему.

1.2.4 Выходные сигналы устройства

1.2.4.1 Выходные реле

Терминал может содержать до четырех блоков дискретного ввода/вывода (до трех блоков у компактного исполнения). Первый блок содержит шесть выходных реле, второй, третий и четвертый блоки содержат по восемь выходных реле.

Все выходные реле являются свободно конфигурируемыми, за исключением реле системы самодиагностики «Неиспр.». С помощью программы «МиКРА» можно изменить назначение выходных реле терминала, запретить работу отдельных реле и инвертировать сигнал управления выходными реле.

Выходные реле К1.3 и К1.4 являются двухпозиционными и сохраняют свое состояние в соответствии с последней поданной командой независимо от наличия питания устройства. Для управления данными реле используются два сигнала. Первый действует на включение (срабатывание) реле, второй на его возврат в исходное состояние.

В приложениях А и Б приведено назначение контактов выходных реле в соответствии с заводской конфигурацией терминала и выполняемыми функциями.

1.2.4.2 Сигнальные светодиоды

На лицевой панели терминал имеет 32 двухцветных сигнальных светодиода (16 светодиодов у компактного исполнения), показанных на функциональных схемах в приложении А. Для действия на светодиод может быть назначен любой логический сигнал функциональной схемы устройства, обозначенный как «Переменная» (приложение Г). Назначение сигнальных светодиодов, их цвет свечения и режим работы (с фиксацией или без фиксации) могут быть

изменены с помощью программы «МиКРА». Обеспечивается возможность назначения на каждый светодиод двух логических сигналов функциональной схемы на разные цвета свечения

В приложении А приведено назначение светодиодов в соответствии с заводской конфигурацией терминала и выполняемыми функциями.

1.2.5 Функции релейной защиты и автоматики

Взаимосвязь работы ИО защит с цепями сигнализации, отключения и автоматики показана на функциональных схемах в приложении А. Использование функций определяется проектными требованиями и условиями для защищаемого объекта. Погрешности измерительных органов приведены в АИПБ.656122.025 РЭ1.

Описание функций, реализуемых устройством, приведено ниже.

1.2.5.1 Максимальная токовая защита (МТЗ)

МТЗ содержит три максимальных ИО тока, включенных на фазные токи. Защита может быть выполнена как ненаправленной, так и направленной. Ввод/вывод направленности определяется положением накладки «**Nреж**». На вход ступени МТЗ поступают действующие значения фазных токов от блока ЦОС и сигналы от реле направления мощности, необходимые для работы направленных защит. Защита срабатывает при превышении одним из фазных токов заданной уставки «**Iсраб**». Возможно действие защиты на отключение с выдержкой времени «**Тоткл**» и на сигнал с выдержкой времени «**Тсигн**».

В зависимости от положения программной накладки «**Nбнн**» при появлении сигнала «БНН» происходит вывод направленности или блокирование защиты.

Предусмотрен логический вход «Блокировка» для блокировки работы защиты, ввод/вывод блокировки производится накладкой «**Nблок**». Для оперативного вывода предусмотрен логический вход «Вывод».

Логическая схема функционального блока направленной МТЗ второй и третьей ступеней приведена на рисунке 5.

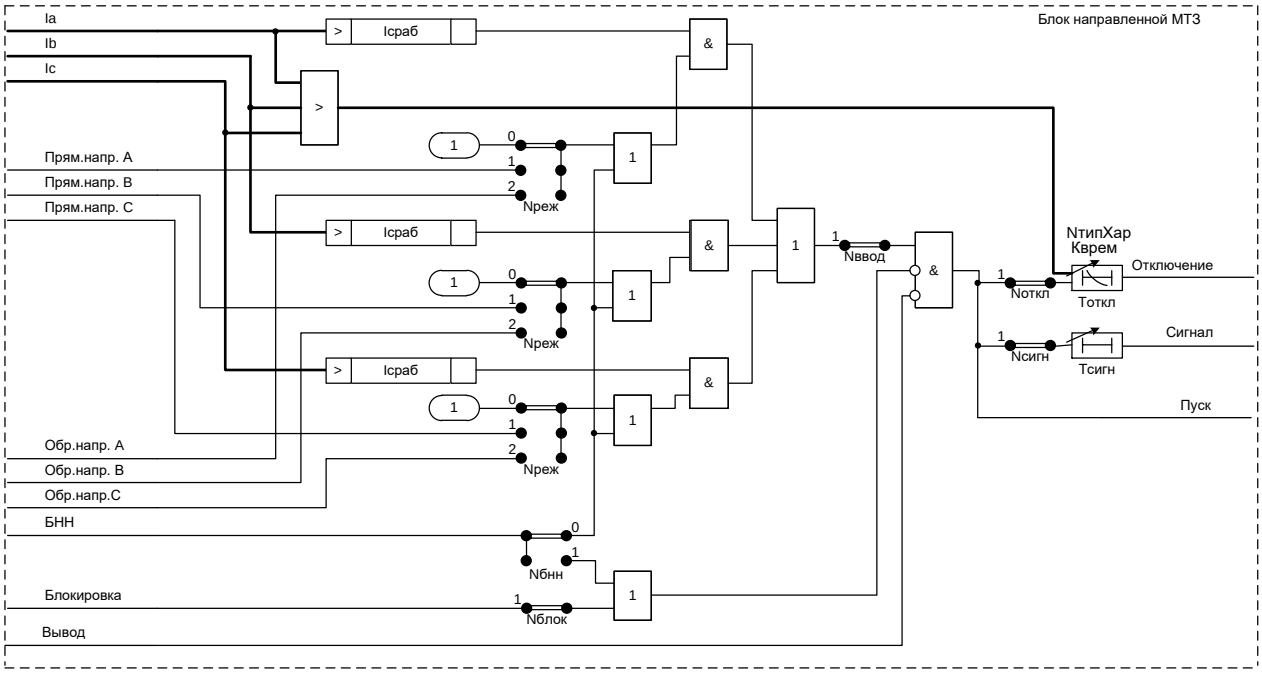


Рисунок 5 – Логическая схема функционального блока направленной МТЗ второй и третьей ступеней

Для первой ступени МТЗ предусмотрена возможность увеличения тока срабатывания при включении выключателя, при введенной программной накладке «**Nзагр**», на коэффициент «**kзагр**». Функция обеспечивает загрубление уставки первой ступени МТЗ при включении выключателя на двигательную нагрузку. Сигнал формируется при возрастании тока с 0,05 $I_{ном}$ до значения 0,9 «**Iсраб**» уставки первой ступени МТЗ, за время не более 60 мс. Логическая схема функционального блока первой ступени направленной МТЗ приведена на рисунке 6.

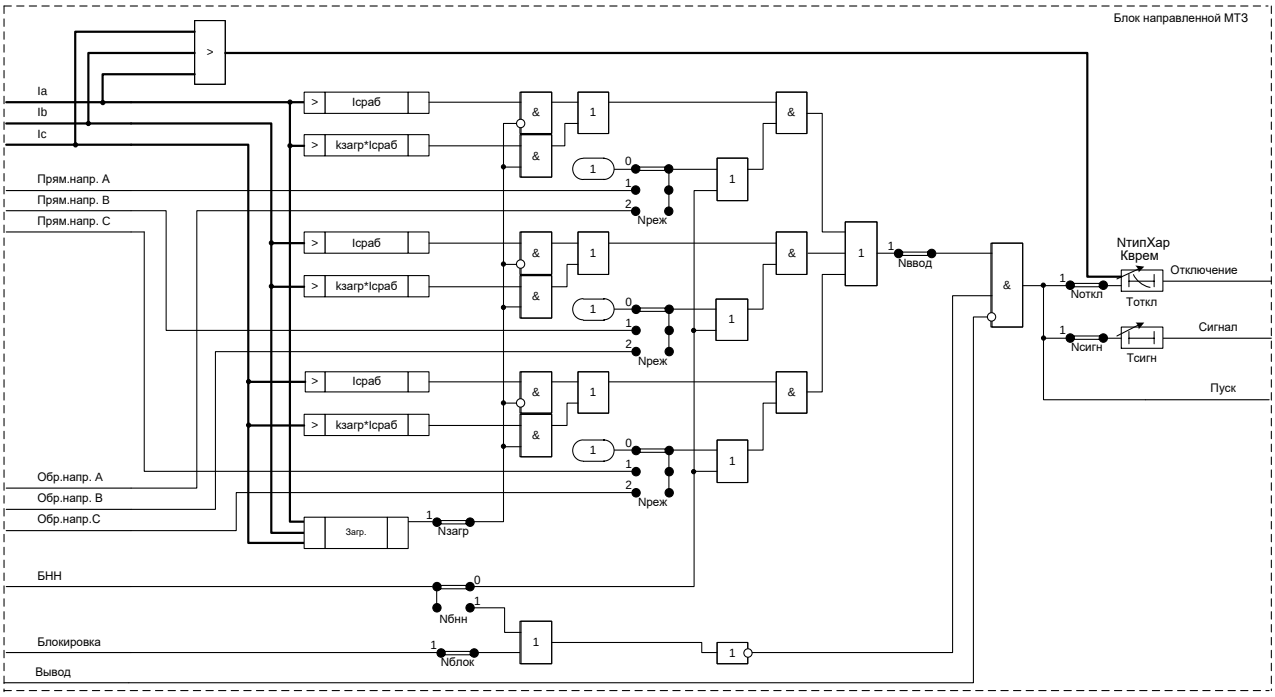


Рисунок 6 – Логическая схема функционального блока первой ступени направленной МТЗ

Уставки МТЗ приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Уставки ступени МТЗ

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
МТЗ второй и третьей ступеней			
Ток срабатывания, А	Iсраб	от 0,05 до 40 (для $I_{ном}$ = 1 А; шаг 0,01) от 0,25 до 200 (для $I_{ном}$ = 5 А; шаг 0,01)	2
Работа защиты	Nввод	0 – вывод, 1 – ввод	1
Режим работы	Nреж	0 – ненапр., 1 – прямонапр., 2 – обратнонапр.	0
Блокировка защиты	Nблок	0 – вывод, 1 – ввод	0
Действие на отключение	Nоткл	0 – вывод, 1 – ввод	1
Действие на сигнализацию	Nсигн	0 – вывод, 1 – ввод	0
Действие при неисправности ЦН	Nбнн	0 – вывод напр., 1 – блок. защ.	1
Характеристика срабатывания	NтипХар	0 – независим., 1 – чрезв. инв., 2 – сильн. инв., 3 – норм. инв., 4 – длит. инв., 5 – RXIDG-типа, 6 – PTB-I, 7 – PT-80 (PTB-IV)	0
Время срабатывания с действием на отключение, с	Tоткл	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,5

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Время срабатывания с действием на сигнализацию, с	Тсигн	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,1
Коэффициент времени	Кврем	от 0,05 до 1 (шаг 0,01)	1
МТЗ первой ступени			
Ток срабатывания, А	Iсраб	от 0,05 до 40 (для $I_{ном}$ = 1 А; шаг 0,01) от 0,25 до 200 (для $I_{ном}$ = 5 А; шаг 0,01)	2
Работа защиты	Nввод	0 – вывод, 1 – ввод	1
Режим работы	Nреж	0 – ненапр., 1 – прямонапр., 2 – обратнонапр.	0
Блокировка защиты	Nблок	0 – вывод, 1 – ввод	0
Действие на отключение	Nоткл	0 – вывод, 1 – ввод	1
Действие на сигнализацию	Nсигн	0 – вывод, 1 – ввод	0
Действие при неисправности ЦН	Nбнн	0 – вывод напр., 1 – блок. защ.	0
Загрубление при пуске	Nзагр	0 – вывод, 1 – ввод	0
Характеристика срабатывания	NтипХар	0 – независим., 1 – чрезв. инв., 2 – сильн. инв., 3 – норм. инв., 4 – длит. инв., 5 – RXIDG-типа, 6 – PTB-I, 7 – PT-80 (PTB-IV)	0
Время срабатывания с действием на отключение, с	Тоткл	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,5
Время срабатывания с действием на сигнализацию, с	Тсигн	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,1
Коэффициент загрубления	Кзагр	от 1,0 до 5,0 (шаг 0,1)	1
Коэффициент времени	Кврем	от 0,05 до 1 (шаг 0,01)	1

Предусмотрена работа защиты как с независимой, так и с обратнозависимой характеристикой срабатывания. Защита имеет возможность выбора одной из следующих характеристик срабатывания: независимая, чрезвычайно инверсная, сильно инверсная, нормально инверсная, длительно инверсная, RXIDG-типа, PTB-I, PT-80 (PTB-IV). Графики обратнозависимых времятоковых характеристик приведены в приложении Д. Выбор типа характеристики определяется программной накладкой «**NтипХар**».

Чрезвычайно инверсная, сильно инверсная, нормально инверсная и длительно инверсная характеристики соответствуют ГОСТ 27918-88. Время срабатывания для этих видов характеристик определяется по формуле

$$t = \frac{k \cdot \beta}{(I / I_{срab})^{\alpha} - 1},$$

где t – время срабатывания, с;

k – коэффициент времени;

I – входной ток, А;

$I_{срab}$ – уставка по току срабатывания, А;

α, β – коэффициенты, определяющие степень инверсии.

Значения коэффициентов α и β соответствуют данным, указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Коэффициенты обратнозависимых характеристик

Вид характеристики	α	β
Инверсная	0,02	0,14
Сильно инверсная	1,0	13,5
Чрезвычайно инверсная	2,0	80,0
Длительно инверсная	1,0	120,0

Время срабатывания характеристики RXIDG-типа определяется по формуле

$$t = 5{,}8 - 1{,}35 \cdot \ln\left(\frac{I}{k \cdot I_{срab}}\right).$$

Время срабатывания для крутой характеристики типа реле РТВ-I определяется по формуле

$$t = \frac{1}{30 \cdot (I / I_{срab} - 1)^3} + T_{откл},$$

где $T_{откл}$ – уставка по времени срабатывания, с.

Время срабатывания для пологой характеристики типа реле РТ-80 определяется по формуле

$$t = \frac{1}{20 \cdot ((I / I_{срab} - 1) / 6)^{1,8}} + T_{откл}.$$

При использовании обратнозависимой характеристики срабатывания реле пускается при токах, превышающих уставку пускового тока, но не более:

- 1,3 от тока уставки для всех видов характеристик, кроме длительно инверсной;
- 1,1 от тока уставки для длительно инверсной характеристики.

Рабочий диапазон токов для длительно инверсной характеристики определяется как (2-7) $I / I_{срab}$, а для чрезвычайно инверсной, сильно инверсной и инверсной как (2-20) $I / I_{срab}$. В рабочем диапазоне токов для всех зависимых характеристик погрешности (в процентах) по времени срабатывания соответствуют значениям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Погрешности срабатывания обратнозависимых характеристик

Кратность тока $I/I_{срab}$, о.е.	от 2 до 5	от 5 до 7	от 7 до 10	от 10 до 20	20
Чрезвычайно инверсная	13	8	8	6	5
Сильно инверсная	12	7	8	6	5
Нормально инверсная	12	6	6	6	5
Длительно инверсная	12	7	5	–	–
RXIDG-типа	13	8	8	6	5
РТ-80 (РТВ-IV)	5	5	5	5	5
РТВ-I	5	5	5	5	5

1.2.5.2 Реле направления мощности МТЗ (РНМ МТЗ)

Сигналы прямого/обратного направления мощности для направленных ступеней МТЗ формирует РНМ. На вход РНМ поступают фазные токи и междуфазные напряжения основной

гармоники в комплексной форме. На выходе РНМ формируются сигналы прямого и обратного направления мощности МТЗ.

Для определения направления мощности реализованы три ИО направленности, использующие 90-градусную схему включения, как показано на рисунке 7. Каналы фаз А, В, С используют для работы фазные токи и соответствующие междуфазные напряжения ($I_а$ и $U_{вс}$ – канал фазы А, $I_в$ и $U_{са}$ – канал фазы В, $I_с$ и $U_{ав}$ – канал фазы С). Предусмотрена возможность блокировки РНМ МТЗ от дискретного сигнала. Ввод/вывод блокировки производится накладкой «**Nблок**».

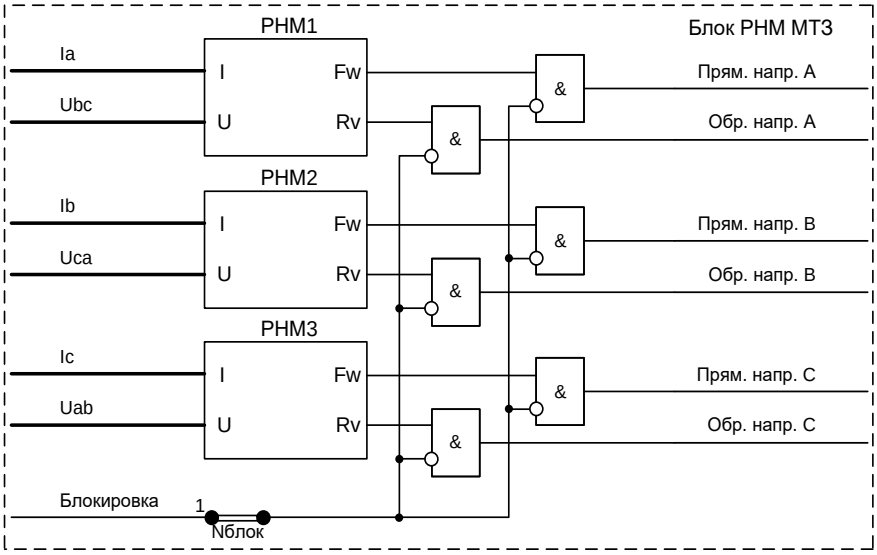


Рисунок 7 – Логическая схема функционального блока РНМ МТЗ

Характеристика срабатывания определяется углом максимальной чувствительности «**Фмч**», который откладывается от междуфазного напряжения к соответствующему фазному току. На рисунке 8 приведена характеристика срабатывания РНМ МТЗ при угле максимальной чувствительности 45º. В приведенном примере сектор срабатывания для прямого направления находится в диапазоне от минус 40° до плюс 130º.

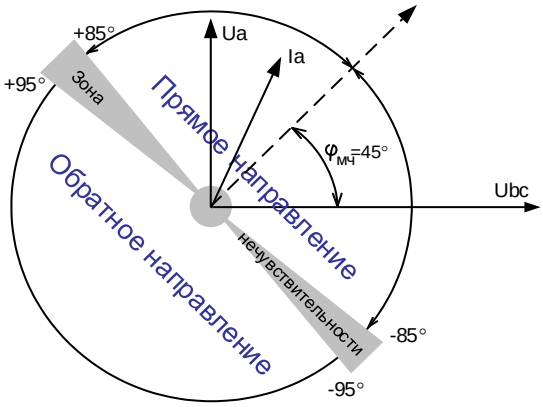


Рисунок 8 – Характеристика срабатывания РНМ ф.А

Для корректной работы ИО осуществляется контроль уровней тока и напряжения. Минимальный ток срабатывания ($I_{сраб}$) составляет 0,05 $I_{ном}$. Минимальное напряжение срабатывания ($U_{сраб}$) составляет 0,02 $U_{ном}$.

ОНМ имеет элемент «памяти» для обеспечения действия ступеней защит при глубокой посадке напряжения при близких КЗ. При снижении междуфазного напряжения ниже порога чувствительности для расчета направления мощности принимают вектора напряжений, соответствующие предыдущему режиму. Время действия элемента памяти ограничено 2,5 с.

Уставки РНМ МТЗ приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Уставки РНМ МТЗ

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Угол максимальной чувствительности, градус	Фмч	от 0 до 359 (шаг 1)	45
Блокировка защиты	Nблок	0 – вывод, 1 – ввод	0

1.2.5.3 Контроль тока

Контроль тока выполняется функциональным блоком органа максимального тока. Ввод в работу органа производится программной накладкой «**Nввод**». Пуск органа осуществляется при превышении одним из фазных токов заданной уставки «**Iсраб**». Время срабатывания задается уставкой «**Тсраб**».

Логическая схема функционального блока органа 3I> приведена на рисунке 9.

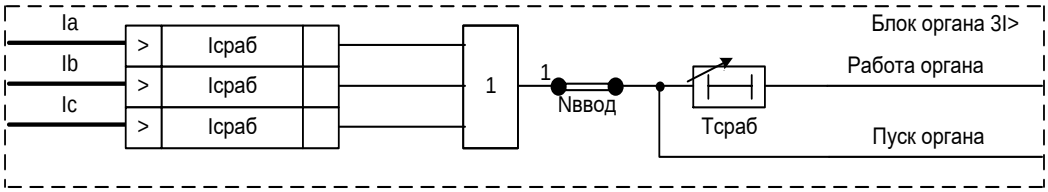


Рисунок 9 – Логическая схема функционального блока органа 3I>

Уставки органа 3I> приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Уставки органа 3I>

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Ток срабатывания, А	Iсраб	от 0,05 до 40 (для $I_{ном}$ = 1 А; шаг 0,01) от 0,25 до 200 (для $I_{ном}$ = 5 А; шаг 0,01)	5
Работа защиты	Nввод	0 – вывод, 1 – ввод	1
Время срабатывания, с	Тсраб	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,5

1.2.5.4 Пуск защит

В терминале формируется сигнал «Пуск защит», который может использоваться для блокировки ЛЗШ при пуске МТЗ, согласно схеме, показанной на рисунке 10. Программной накладкой «**NконтрРПВ**» вводится запрет работы схемы при отключенном положении выключателя в ходе выполнения наладочных работ. Уставки пуска защит приведены в таблице 8.

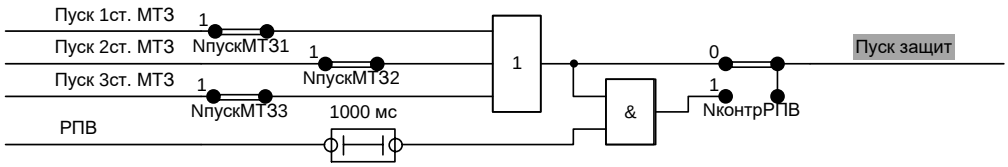


Рисунок 10 – Логическая схема формирования сигнала «Пуск защит»

Таблица 8 – Уставки пуска защит

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Пуск защит при пуске 1 ступени МТЗ	NпускМТЗ1	0 – вывод, 1 – ввод	1
Пуск защит при пуске 2 ступени МТЗ	NпускМТЗ2	0 – вывод, 1 – ввод	1
Пуск защит при пуске 3 ступени МТЗ	NпускМТЗ3	0 – вывод, 1 – ввод	1
Контроль РПВ	NконтрРПВ	0 – вывод, 1 – ввод	0

1.2.5.5 Защита от обрыва токоведущего проводника по несимметрии (ЗОП по dI)

Защита срабатывает при обрыве токоведущего проводника, при появлении несимметричных режимов работы или при неисправности ИТТ. Логическая схема функционального блока ЗОП по несимметрии приведена на рисунке 11.

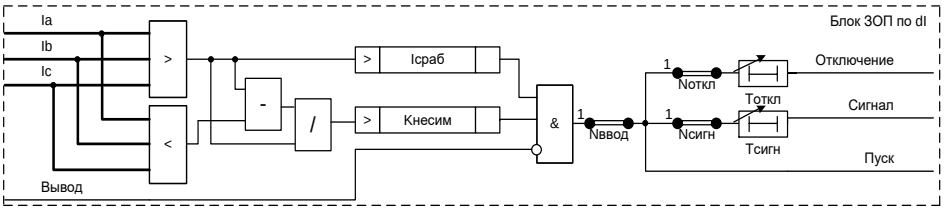


Рисунок 11 – Логическая схема функционального блока ЗОП по несимметрии

На вход ЗОП по несимметрии поступают действующие значения фазных токов. Принцип работы ЗОП по несимметрии основан на контроле коэффициента несимметрии, который определяется как отношение разницы максимального и минимального фазных токов к максимальному фазному току. Пуск ступени происходит при превышении коэффициентом несимметрии уставки срабатывания «**Кнесим**».

Работа ЗОП разрешена только в режимах, сопровождающихся достаточным уровнем максимального тока. Уровень максимального тока, при котором возможна работа защиты, задается уставкой «**Iсраб**».

Защита вводится в работу программной накладкой «**Nввод**». Возможно действие защиты на отключение при установленной программной накладке «**Nоткл**» с выдержкой времени «**Tоткл**» и на сигнал при установленной программной накладке «**Nсигн**» с выдержкой времени «**Tсигн**».

Для оперативного вывода предусмотрен логический вход «Вывод».

Уставки ЗОП по несимметрии приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Уставки ЗОП по несимметрии

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Ток срабатывания, А	Iсраб	от 0,05 до 1 (для $I_{ном}$ = 1 А; шаг 0,01)	0,5
		от 0,25 до 5 (для $I_{ном}$ = 5 А; шаг 0,01)	
Коэффициент несимметрии срабатывания, %	Кнесим	от 10 до 90 (шаг 1)	10
Работа защиты	Nввод	0 – вывод, 1 – ввод	1
Действие на отключение	Nоткл	0 – вывод, 1 – ввод	0
Действие на сигнализацию	Nсигн	0 – вывод, 1 – ввод	1

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Время срабатывания с действием на отключение, с	Тоткл	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,5
Время срабатывания с действием на сигнализацию, с	Тсигн	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,1

1.2.5.6 Защита от обрыва токоведущего проводника по I2 (ЗОП по I2)

Защита срабатывает при обрыве токоведущего проводника, при появлении несимметричных режимов работы или при неисправности ИТТ. Логическая схема функционального блока ЗОП по I2 приведена на рисунке 12.

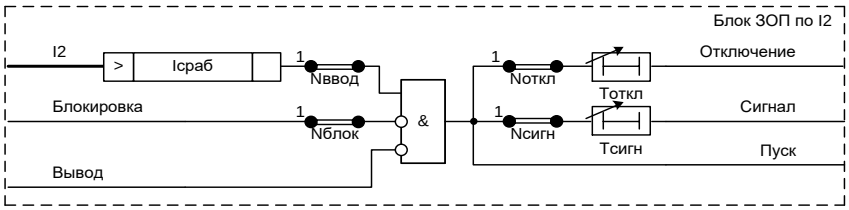


Рисунок 12 – Логическая схема функционального блока ЗОП по I2

На вход ЗОП поступает действующее значение тока обратной последовательности от блока ЦОС. Защита срабатывает при превышении током обратной последовательности уставки срабатывания «**Iсраб**».

Защита вводится в работу программной накладкой «**Nввод**». Возможно действие защиты на отключение при установленной программной накладке «**Nоткл**» с выдержкой времени «**Тоткл**» и на сигнал при установленной программной накладке «**Nсигн**» с выдержкой времени «**Тсигн**».

Предусмотрен логический вход «Блокировка» для блокировки работы защиты, ввод/вывод блокировки производится накладкой «**Nблок**». Для оперативного вывода предусмотрен логический вход «Вывод».

Уставки ЗОП по I2 приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Уставки ЗОП по I2

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Ток срабатывания, А	Iсраб	от 0,04 до 4 (для $I_{ном}$ = 1 А; шаг 0,01) от 0,20 до 20 (для $I_{ном}$ = 5 А; шаг 0,01)	0,5
Работа защиты	Nввод	0 – вывод, 1 – ввод	1
Блокировка защиты	Nблок	0 – вывод, 1 – ввод	0
Действие на отключение	Nоткл	0 – вывод, 1 – ввод	0
Действие на сигнализацию	Nсигн	0 – вывод, 1 – ввод	1
Время срабатывания с действием на отключение, с	Тоткл	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,5
Время срабатывания с действием на сигнализацию, с	Тсигн	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,1

1.2.5.7 Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)

В терминале реализованы две ступени ТНЗНП, обеспечивающие защиту от однофазных КЗ на землю в сетях с изолированной и резистивно-заземленной нейтралью. Направленность ТНЗНП обеспечивается внешним РНМНП.

Для реализации ТНЗНП в терминале задействован ИО максимального тока. Логическая схема функционального блока ТНЗНП приведена на рисунке 13.

На вход блока ТНЗНП, в зависимости от положения накладки «**Nреж3I0**», заводится измеренное или расчетное значение утроенного тока нулевой последовательности (1.2.6.2). При расчете уставок, в зависимости от положения накладки «**Nреж3I0**», необходимо использовать соответствующий коэффициент трансформации (фазных ТТ или ТТНП).

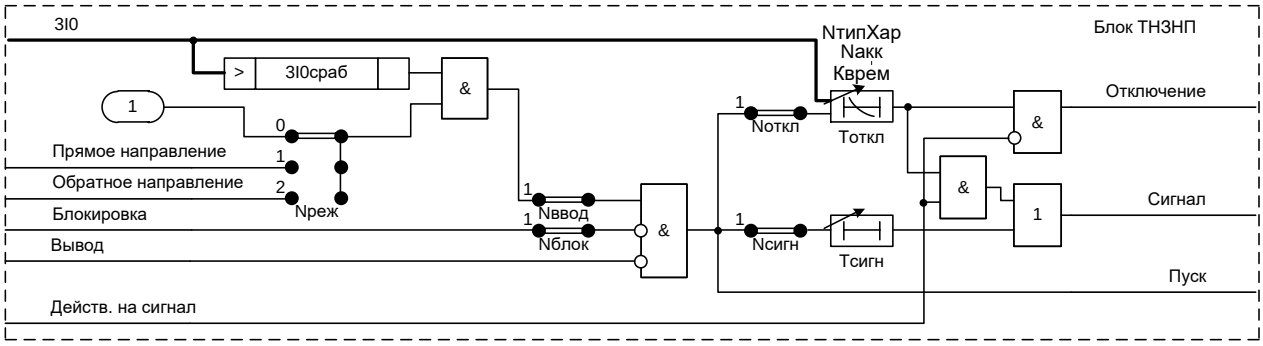


Рисунок 13 – Логическая схема функционального блока первой ступени ТНЗНП

Ввод/вывод ТНЗНП производится накладкой «**Nввод**». В ненаправленном режиме работы («**Nреж**» = 0) при превышении током $3I_0$ заданной уставки происходит пуск ТНЗНП (сигнал «Пуск»). Возможно действие защиты на отключение при установленной программной накладке «**Nоткл**» с выдержкой времени «**Тоткл**» и на сигнал при установленной программной накладке «**Nсигн**» с выдержкой времени «**Тсигн**». В направленном режиме для пуска и срабатывания ТНЗНП необходим сигнал от РНМ, разрешающий работу защиты.

Предусмотрен логический вход «Блокировка» для блокировки работы ТНЗНП, ввод/вывод блокировки производится накладкой «**Nблок**». Для оперативного вывода предусмотрен логический вход «Вывод».

Выдержка времени «**Тоткл**» первой ступени ТНЗНП при выборе независимой характеристики и введенной программной накладке «**Nакк**» работает как аккумулирующая. Сброс ВВС происходит при появлении сигнала «Блокировка».

Для перевода действия защиты на сигнал предусмотрен вход «Действ. на сигнал».

Уставки ТНЗНП приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Уставки ТНЗНП

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
ТНЗНП второй ступени			
Ток срабатывания, А	3I0сраб	от 0,02 до 6 (для $I_{ном}$ = 0,2 А; шаг 0,01)	2
		от 0,1 до 30 (для $I_{ном}$ = 1 А; шаг 0,01)	
		от 0,5 до 150 (для $I_{ном}$ = 5 А; шаг 0,01)	
Работа защиты	Nвввод	0 – вывод, 1 – ввод	1
Режим работы	Nреж	0 – ненапр., 1 – прямонапр., 2 – обратнонапр.	0
Значение тока 3I0 для работы защит	Nреж3I0	0 – измеренное, 1 – расчетное	0
Блокировка защиты	Nблок	0 – вывод, 1 – ввод	0
Действие на отключение	Nоткл	0 – вывод, 1 – ввод	0

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Действие на сигнализацию	Nсигн	0 – вывод, 1 – ввод	1
Характеристика срабатывания	NтипХар	0 – независим., 1 – чрезв. инв., 2 – сильн. инв., 3 – норм. инв., 4 – длит. инв., 5 – RXIDG-типа, 6 – РТВ-I, 7 – РТ-80 (РТВ-IV)	0
Время срабатывания с действием на отключение, с	Тоткл	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,5
Время срабатывания с действием на сигнализацию, с	Тсигн	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,1
Коэффициент времени	Кврем	от 0,05 до 1 (шаг 0,01)	1
ТНЗНП первой ступени			
Ток срабатывания, А	3I0сраб	от 0,02 до 6 (для $I_{ном}$ = 0,2 А; шаг 0,01)	2
		от 0,1 до 30 (для $I_{ном}$ = 1 А; шаг 0,01)	
		от 0,5 до 150 (для $I_{ном}$ = 5 А; шаг 0,01)	
Работа защиты	Nввод	0 – вывод, 1 – ввод	1
Режим работы	Nреж	0 – ненапр., 1 – прямонапр., 2 – обратнонапр.	0
Значение тока 3I0 для работы защит	Nреж3I0	0 – измеренное, 1 – расчетное	0
Блокировка защиты	Nблок	0 – вывод, 1 – ввод	0
Действие на отключение	Nоткл	0 – вывод, 1 – ввод	0
Действие на сигнализацию	Nсигн	0 – вывод, 1 – ввод	1
Характеристика срабатывания	NтипХар	0 – независим., 1 – чрезв. инв., 2 – сильн. инв., 3 – норм. инв., 4 – длит. инв., 5 – RXIDG-типа, 6 – РТВ-I, 7 – РТ-80 (РТВ-IV)	0
Аккумулирующая ВВС	Nакк	0 – вывод, 1 – ввод	0
Время срабатывания с действием на отключение, с	Тоткл	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,5
Время срабатывания с действием на сигнализацию, с	Тсигн	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,1
Коэффициент времени	Кврем	от 0,05 до 1 (шаг 0,01)	1

Предусмотрена работа защиты как с независимой, так и с обратнозависимой характеристикой срабатывания. Защита имеет возможность выбора одной из следующих характеристик срабатывания: независимая, чрезвычайно инверсная, сильно инверсная, нормально инверсная, длительно инверсная, RXIDG-типа, РТВ-I, РТ-80 (РТВ-IV). Выбор типа характеристики определяется программной накладкой «**NтипХар**». Графики обратнозависимых времятоковых характеристик приведены в приложении Д. Описание характеристик срабатывания аналогично 1.2.5.1.

1.2.5.8 Реле направления мощности ТНЗНП (РНМ ТНЗНП)

Сигналы прямого/обратного направления мощности для направленных ступеней ТНЗНП формирует РНМ. На вход РНМ, в зависимости от положения накладки «**Nреж3I0**», заводится измеренное или расчетное значение утроенного тока нулевой последовательности (1.2.6.2) и напряжение нулевой последовательности основной гармоники в комплексной форме. На выходе РНМ формируются сигналы прямого и обратного направления мощности ТНЗНП.

Для определения направления КЗ на землю ИО РНМ использует ток и напряжение нулевой последовательности, как показано на рисунке 14. Предусмотрена возможность блокировки РНМ ТНЗНП от дискретного сигнала. Ввод/вывод блокировки производится накладкой «**Nблок**».

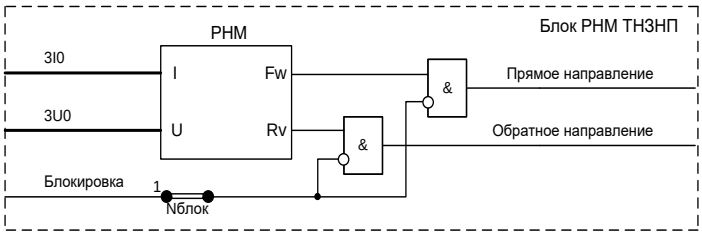


Рисунок 14 – Логическая схема функционального блока РНМ ТНЗНП

Характеристика срабатывания определяется углом максимальной чувствительности «**Фмч**», который откладывается от напряжения нулевой последовательности к току нулевой последовательности. На рисунке 15 приведена характеристика срабатывания РНМ ТНЗНП при угле максимальной чувствительности 45º. В приведенном примере сектор срабатывания для прямого направления находится в диапазоне от минус 40° до плюс 130º.

Для корректной работы ИО осуществляется контроль уровней тока и напряжения нулевой последовательности. Минимальный ток срабатывания ($I_{срab}$) составляет 0,05 $I_{ном}$. Минимальное напряжение срабатывания ($U_{срab}$) составляет 2 В.

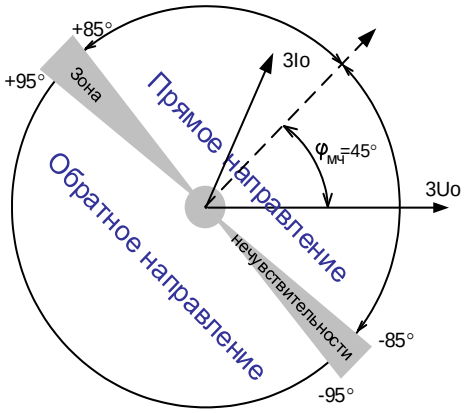


Рисунок 15 – Характеристика срабатывания РНМ ТНЗНП

Уставки РНМ ТНЗНП приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Уставки РНМ ТНЗНП

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Угол максимальной чувствительности, градус	Фмч	от 0 до 359 (шаг 1)	45
Значение тока 3I0 для работы защит	Nреж3I0	0 – измеренное, 1 – расчетное	0
Блокировка защиты	Nблок	0 – вывод, 1 – ввод	0

1.2.5.9 Ускорение

Ускорение токовых защит обеспечивает быстрое отключение повреждения при включении на КЗ. Ускорение работает при активном сигнале «DI РПО» с выдержкой времени на возврат «**Туск+1,0 с**» и пуске токовых защит с выдержкой времени «**Туск**», как показано на рисунке 16.

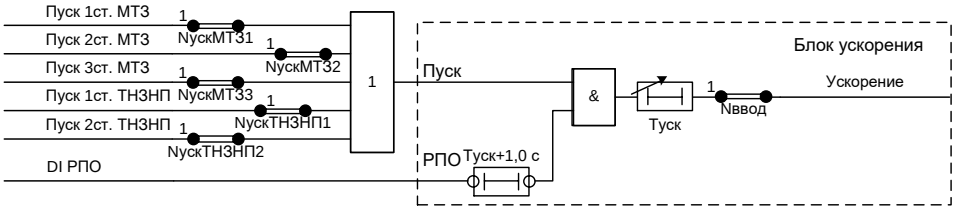


Рисунок 16 – Логическая схема ускорения

Ускорение вводится в работу программной накладкой «**Nввод**». Пуск ускорения при пуске ступеней МТЗ и ТНЗНП вводится программными накладками «**NускМТЗ1**», «**NускМТЗ2**», «**NускМТЗ3**», «**NускТНЗНП1**», «**NускТНЗНП2**».

Уставки ускорения приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Уставки ускорения

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Работа ускорения	Nввод	0 – вывод, 1 – ввод	0
Ускорение при пуске 1 ступени МТЗ	NускМТЗ1	0 – вывод, 1 – ввод	1
Ускорение при пуске 2 ступени МТЗ	NускМТЗ2	0 – вывод, 1 – ввод	1
Ускорение при пуске 3 ступени МТЗ	NускМТЗ3	0 – вывод, 1 – ввод	1
Ускорение при пуске 1 ступени ТНЗНП	NускТНЗНП1	0 – вывод, 1 – ввод	1
Ускорение при пуске 2 ступени ТНЗНП	NускТНЗНП2	0 – вывод, 1 – ввод	1
Время срабатывания, с	Туск	от 0,10 до 1,5 (шаг 0,01)	0,25

1.2.5.10 Защита от повышения напряжения (ЗПН)

В терминале реализована ЗПН, реагирующая на повышение напряжения на секции. Логическая схема функционального блока ЗПН приведена на рисунке 17.

ЗПН срабатывает при повышении одного из линейных напряжений выше уровня уставки «**Uсраб**», время срабатывания задается уставкой «**Тсраб**». Возврат защиты происходит при симметричном понижении напряжения ниже уровня уставки «**Uвозв**», время срабатывания на

возврат задается уставкой «**Твозв**». Предусмотрен возврат при подаче сигнала «Сброс». Для оперативного вывода предусмотрен логический вход «Вывод».

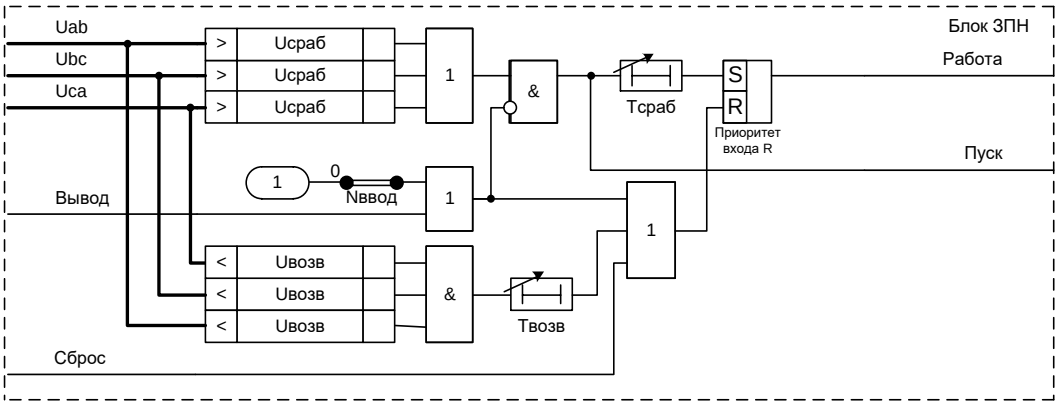


Рисунок 17 – Логическая схема функционального блока ЗПН

Уставки ЗПН приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Уставки ЗПН

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Напряжение срабатывания, В	Uсраб	от 5 до 200 (шаг 1)	120
Напряжение срабатывания возврата, В	Uвозв	от 5 до 200 (шаг 1)	100
Работа защиты	Nввод	0 – вывод, 1 – ввод	1
Время срабатывания, с	Tсраб	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,5
Время срабатывания возврата, с	Tвозв	от 0 до 300 (шаг 0,01)	2

1.2.5.11 Пуск по напряжению (Пуск по U)

Функция пуска МТЗ по напряжению выполняется органом минимального напряжения при понижении напряжения на секции, как показано на рисунке 18.

Рисунок 18 – Логическая схема пуска по напряжению

Работа органа минимального напряжения блокируется входным сигналом терминала «БНН» при неисправности цепей напряжения. Логическая схема функционального блока органа 3U< приведена на рисунке 19.

Ввод в работу органа минимального напряжения производится программной накладкой «**Nввод**». Орган минимального напряжения срабатывает при понижении хотя бы одного входного напряжения ниже уровня уставки («**Nреж**» = 0) или при понижении всех трех входных напряжений ниже уровня уставки («**Nреж**» = 1). Блокировка от внешнего сигнала вводится программной накладкой «**Nблок**». Напряжение срабатывания органа минимального напряжения задается уставкой «**Uсраб**», время срабатывания задается уставкой «**Tсраб**».

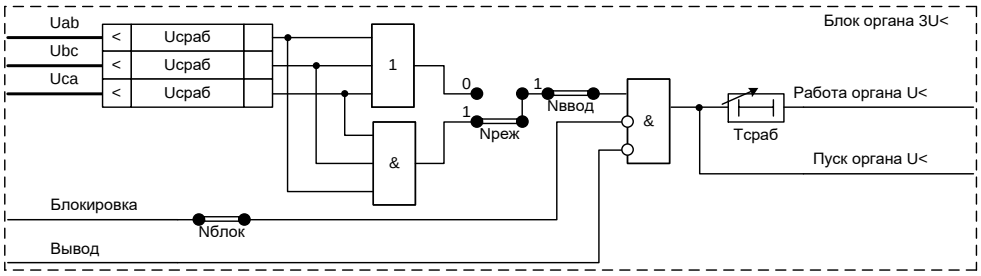


Рисунок 19 – Логическая схема функционального блока органа 3U<

Уставки органа минимального напряжения приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Уставки органа минимального напряжения

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Напряжение срабатывания, В	Uсраб	от 5 до 200 (шаг 1)	50
Работа защиты	Nввод	0 – вывод, 1 – ввод	0
Режим работы	Nреж	0 – однофаз., 1 – трехфаз.,	1
Блокировка защиты	Nблок	0 – вывод, 1 – ввод	0
Время срабатывания, с	Тсраб	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,5

1.2.5.12 Орган напряжения обратной последовательности (Орган U2>)

Орган напряжения обратной последовательности срабатывает при повышении входного напряжения обратной последовательности выше значения заданной уставки. Значение напряжения обратной последовательности рассчитывается блоком ЦОС. Логическая схема функционального блока органа U2> приведена на рисунке 20.

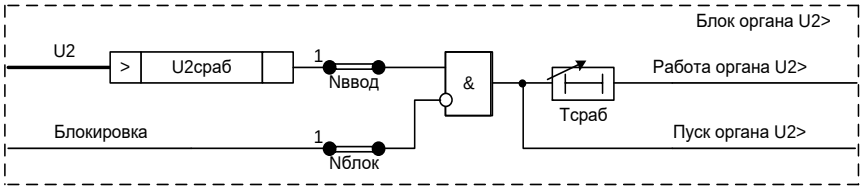


Рисунок 20 – Логическая схема функционального блока органа U2>

Ввод в работу органа напряжения обратной последовательности производится программной накладкой «**Nввод**». Блокировка от внешнего сигнала вводится программной накладкой «**Nблок**». Напряжение срабатывания U2 задается уставкой «**U2сраб**», время срабатывания задается уставкой «**Тсраб**».

Уставки органа U2> приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Уставки органа U2>

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Напряжение срабатывания, В	U2сраб	от 5 до 200 (шаг 1)	5
Работа защиты	Nввод	0 – вывод, 1 – ввод	0
Блокировка защиты	Nблок	0 – вывод, 1 – ввод	0

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Время срабатывания, с	Tсраб	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,5

1.2.5.13 Контроль напряжения секции шин (Контроль Uсш)

Контроль напряжения секции шин производится органом максимального напряжения. Логическая схема функционального блока органа 3U> приведена на рисунке 21. Сигнал контроля напряжения секции шин может блокироваться внешним сигналом.

Ввод в работу органа максимального напряжения производится программной накладкой «**Nввод**». Орган максимального напряжения срабатывает при повышении хотя бы одного входного напряжения выше уровня уставки («**Nреж**» = 0) или при повышении всех трех входных напряжений выше уровня уставки («**Nреж**» = 1). Блокировка от внешнего сигнала вводится программной накладкой «**Nблок**». Напряжение срабатывания органа максимального напряжения задается уставкой «**Uсраб**», время срабатывания задается уставкой «**Tсраб**».

Уставки контроля напряжения секции шин приведены в таблице 17.

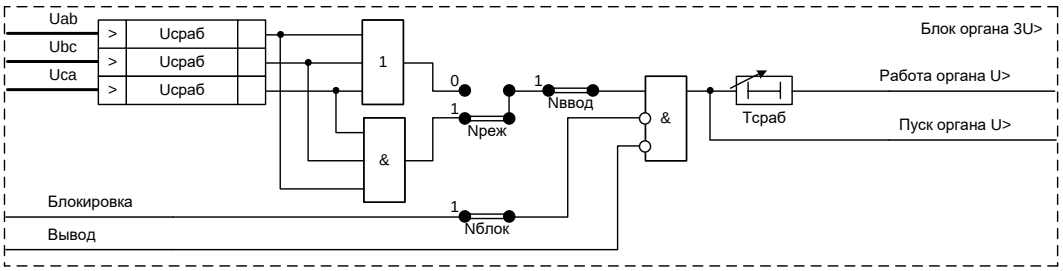


Рисунок 21 – Логическая схема функционального блока органа 3U>

Таблица 17 – Уставки контроля напряжения секции шин

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Напряжение срабатывания, В	Uсраб	от 5 до 200 (шаг 1)	80
Работа защиты	Nввод	0 – вывод, 1 – ввод	0
Режим работы	Nреж	0 – однофаз., 1 – трехфаз.,	1
Блокировка защиты	Nблок	0 – вывод, 1 – ввод	0
Время срабатывания, с	Tсраб	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,5

1.2.5.14 Защита минимального напряжения (ЗМН)

ЗМН выполняется органом U< (1.2.5.10). Логическая схема ЗМН приведена на рисунке 22. Сигнал о срабатывании ЗМН также формируется при наличии дискретного входного сигнала «DI ШМН».

Рисунок 22 – Логическая схема ЗМН

1.2.5.15 Контроль напряжения линии (Контроль Uл)

Трансформатор TV4 терминала, в зависимости от применения, может подключаться к «разомкнутому треугольнику» ИТН или ИТН питающей линии. В первом случае контролируется замыкание на землю, во втором случае появление напряжения на линии может использоваться для работы АПВ.

Функция контроля напряжения на линии реализуется при помощи однофазного органа максимального напряжения, логическая схема которого приведена на рисунке 23.

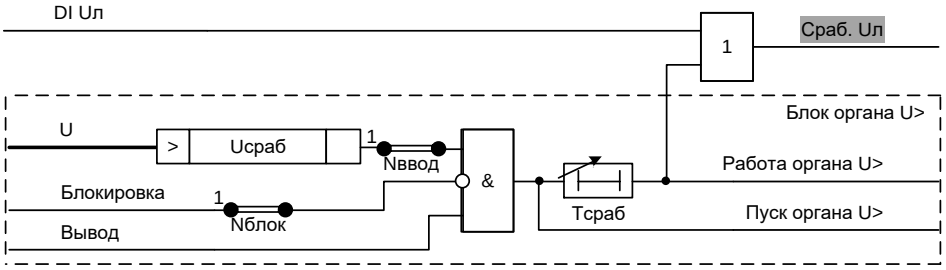


Рисунок 23 – Логическая схема однофазного органа U>

Ввод в работу органа максимального напряжения производится программной накладкой «**Nввод**». Орган максимального напряжения срабатывает при повышении входного напряжения выше уровня уставки «**Uсраб**». Блокировка от внешнего сигнала вводится программной накладкой «**Nблок**». Для оперативного вывода предусмотрен логический вход «Вывод».

Уставки контроля напряжения линии приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Уставки контроля напряжения линии

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Напряжение срабатывания, В	Uсраб	от 2 до 200 (шаг 1)	50
Работа защиты	Nввод	0 – вывод, 1 – ввод	0
Блокировка защиты	Nблок	0 – вывод, 1 – ввод	0
Время срабатывания, с	Tсраб	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,5

1.2.5.16 Орган 3U0

Контроль замыкания на землю (орган 3U0) выполняется с помощью однофазного органа максимального напряжения «Орган U>», который подключается к «разомкнутому треугольнику» ИТН. Орган 3U0 работает аналогично органу контроля напряжения линии (1.2.5.15). Одновременное использование этих функций не допускается, одна из функций должна быть выведена из работы программной накладкой «**Nввод**» в соответствии с подключением ИТН TV4.

1.2.5.17 Контроль исправности цепей напряжения (КЦН)

Контроль исправности подключенных цепей напряжения выполняется функциональным блоком КЦН, логическая схема которого показана на рисунке 24.

Несимметричные повреждения выявляются по повышению напряжения обратной последовательности, не связанному с повреждениями токоведущих проводников, при включенном положении выключателя. Уровень срабатывания ИО напряжения обратной последовательности задается уставкой «**U2сраб**», ИО тока обратной последовательности «**I2сраб**». Ввод/вывод КЦН по U_2/I_2 производится накладкой «**Nкцн1**» (таблица 19).

Симметричные замыкания и обрывы выявляются по отсутствию линейных напряжений, при наличии тока в одной из фаз, и отсутствии сигнала «Пуск защит». Отсутствие линейных напряжений определяется срабатыванием минимальных ИО при симметричном понижении

напряжения ниже заданной уставки «**Uсраб**». Наличие тока определяется срабатыванием максимальных ИО при превышении одним из фазных токов заданной уставки «**Iсраб**». Ввод/вывод КЦН по $U_Л/I$ производится накладкой «**Nкцн2**» (таблица 19). Сброс сигнала происходит при восстановлении напряжения (сигнал «Uсш») или появлении сигнала «Сброс».

Предусмотрена возможность блокировки соответствующих функций при обнаружении неисправности цепей напряжения при введенной программной накладке «**Nбнн**».

Контроль исправности цепей «разомкнутого треугольника» выполняется с помощью ИО «**3U0f3**», реагирующего на уровень напряжения третьей гармоники в цепях «разомкнутого треугольника». В нормальном режиме при исправных цепях «разомкнутого треугольника» на вход поступает напряжение небаланса, содержащее составляющую третьей гармоники (f = 150 Гц). При обрыве цепей составляющая третьей гармоники резко уменьшается. Для исключения ложного срабатывания при близком трехфазном замыкании и понижении напряжения фаз выполнен контроль уровня напряжения прямой последовательности. Ввод/вывод ИО производится накладкой «**Nкцн3**» (таблица 19).

КЦН срабатывает при отсутствии сигнала «ТН в работе». Ввод/вывод КЦН по положению автомата ТН производится накладкой «**Nавт**» (таблица 19). Для отстройки от кратковременных несимметрий, возникающих при неодновременном замыкании силовых контактов автомата предусмотрено продление сигнала на 200 мс.

Задержка на выдачу сигнала о неисправности цепей напряжения в цепи сигнализации определяется уставкой «**Тсигн**».

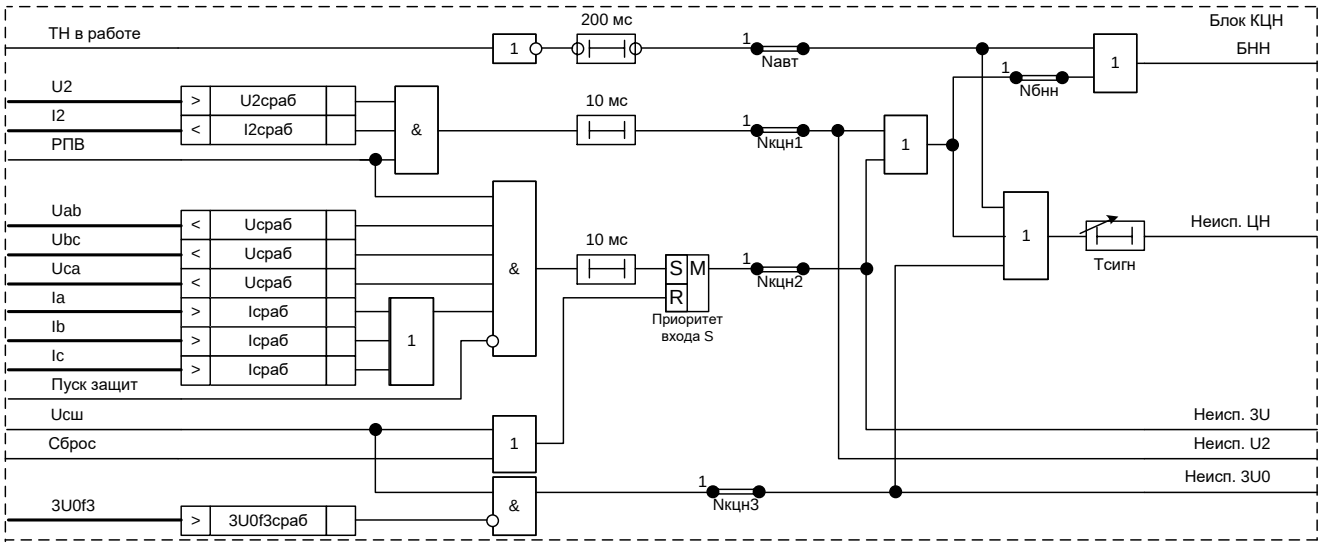


Рисунок 24 – Логическая схема функционального блока КЦН

Уставки КЦН приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Уставки КЦН

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Напряжение срабатывания по U_2, В	U2сраб	от 2 до 25 (шаг 1)	5
Напряжение срабатывания по $U_л$, В	Uсраб	от 5 до 100 (шаг 1)	10
Напряжение срабатывания по $3U_0$(150), В	3U0f3сраб	от 0,04 до 0,15 (шаг 0,01)	0,1
Ток срабатывания по I_2, А	I2сраб	от 0,05 до 1 (для $I_{ном}$ = 1 А; шаг 0,01)	0,5
		от 0,25 до 5 (для $I_{ном}$ = 5 А; шаг 0,01)	

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Ток срабатывания, А	Iсраб	от 0,05 до 1 (для $I_{ном}$ = 1 А; шаг 0,01) от 0,25 до 5 (для $I_{ном}$ = 5 А; шаг 0,01)	0,25
Контроль положения автомата ТН	Nавт	0 – вывод, 1 – ввод	0
Контроль цепей напряжения по U_2/I_2	Nкцн1	0 – вывод, 1 – ввод	0
Контроль цепей напряжения по $U_л/I$	Nкцн2	0 – вывод, 1 – ввод	0
Контроль цепей напряжения $3U_0$	Nкцн3	0 – вывод, 1 – ввод	0
Действие на блокировку	Nбнн	0 – вывод, 1 – ввод	0
Время срабатывания с действием на сигнализацию, с	Тсигн	от 0 до 300 (шаг 0,01)	2

1.2.5.18 Дуговая защита (ЗДЗ)

Терминал обеспечивает прием сигнала от внешнего датчика дуги через дискретный вход. Вход датчика ЗДЗ позволяет подключать устройство к изолированным шинкам, либо принимать сигнал от контакта клапана ЗДЗ. Предусматривается действие ЗДЗ как на сигнал, так и на отключение.

Дуговая защита, показанная на рисунке 25, выполнена с применением функционального блока дуговой защиты, на вход которого поступают сигнал от датчика ЗДЗ и сигналы контроля по току и по напряжению. На выходе функционального блока дуговой защиты формируются сигнал отключения и сигналы действия на светодиодную и предупредительную сигнализацию.

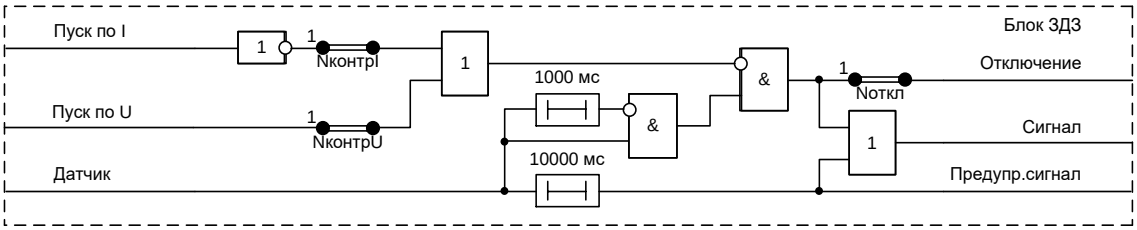


Рисунок 25 – Логическая схема функционального блока ЗДЗ

Возникновение дугового замыкания сопровождается увеличением тока и/или понижением напряжения. Использование контроля по току/напряжению дуговой защиты позволяет блокировать ложное действие датчика (при вибрациях клапана дуговой защиты, ложном действии клапана или фототиристора).

Сигналы контроля по току и напряжению подключаются к входам «Пуск по I» и «Пуск по U» функционального блока, контроль вводится программными накладками «**NконтрI**» и «**NконтрU**». Программной накладкой «**Nоткл**» вводится действие дуговой защиты на отключение.

Выходной сигнал отключения от дуговой защиты импульсный, длительность сигнала 1 с. При длительном (более 10 с) сигнале срабатывания датчика выдается сигнализация о ложном срабатывании датчика с помощью выходного сигнала «Предупр. сигнал».

Уставки дуговой защиты приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Уставки дуговой защиты

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Действие на отключение	Nоткл	0 – вывод, 1 – ввод	1
Контроль по току	NконтрI	0 – вывод, 1 – ввод	1
Контроль по напряжению	NконтрU	0 – вывод, 1 – ввод	1

1.2.5.19 Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ)

УРОВ подключается к ИТТ в цепи выключателя и предназначено для определения отказа выключателя при действии защит на его отключение. УРОВ формирует сигнал отключения вышестоящего выключателя через заданную выдержку времени после действия защит при отказе выключателя. Функция УРОВ реализована с использованием функционального блока УРОВ, приведенного на рисунке 26.

Пуск УРОВ по входу «Пуск УРОВ 1» производится с контролем по току от трехфазных ИО, контролирующих протекание тока через выключатель. Пуск УРОВ по входу «Пуск УРОВ 2» производится без контроля по току. Сигналы «Пуск УРОВ 1», «Пуск УРОВ 1 ОД» и «Пуск УРОВ 2» формируются с помощью матрицы логических сигналов (1.2.5.36).

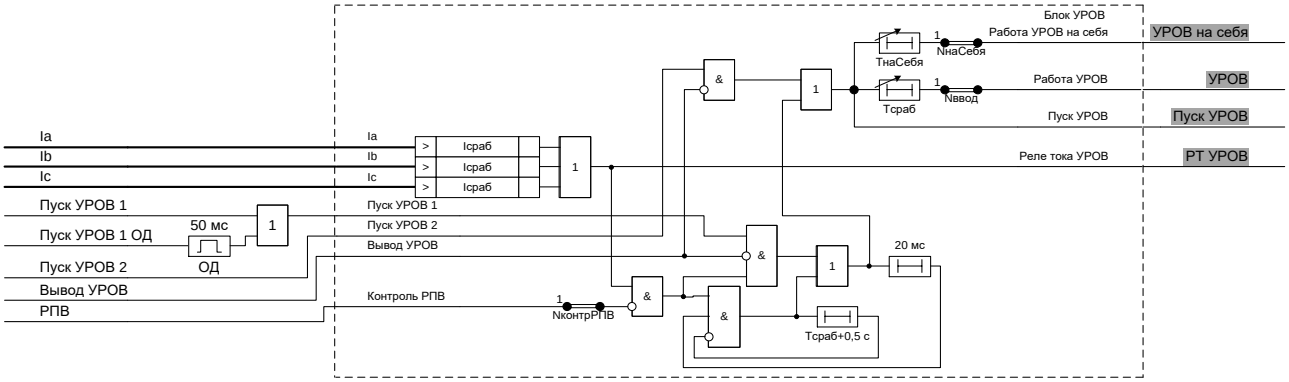


Рисунок 26 – Логическая схема УРОВ

Для УРОВ с контролем по току используется орган максимального тока УРОВ, уровень срабатывания которого задается уставкой «**Iсраб**». Входные измерительные цепи органа УРОВ включены на фазные токи. Возможна работа УРОВ с контролем РПВ, который вводится программной накладкой «**NконтрРПВ**».

УРОВ выполнено с независимой выдержкой времени «**Тсраб**».

Действие УРОВ на отключение своего выключателя вводится программной накладкой «**NнаСебя**». Время срабатывания задается уставкой «**ТнаСебя**».

Ввод/вывод УРОВ производится накладкой «**Nввод**».

Уставки УРОВ приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Уставки УРОВ

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Ток срабатывания, А	Iсраб	от 0,05 до 1 (для $I_{ном}$ = 1 А; шаг 0,01)	0,5
		от 0,25 до 5 (для $I_{ном}$ = 5 А; шаг 0,01)	
Работа УРОВ	Nввод	0 – вывод, 1 – ввод	1

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Действие УРОВ на свой выключатель	NнаСебя	0 – вывод, 1 – ввод	0
Контроль РПВ	NконтрРПВ	0 – вывод, 1 – ввод	1
Время срабатывания, с	Тсраб	от 0,05 до 1,5 (шаг 0,01)	0,5
Время срабатывания на свой выключатель, с	ТнаСебя	от 0 до 1,5 (шаг 0,01)	0,5

1.2.5.20 Газовая защита (ГЗ)

ГЗ предназначена для защиты от повреждений внутри кожуха, сопровождающихся выделением газа, подключается к цепям РКТУ, отключающего и сигнального элемента газового реле (реле давления).

Предусмотрен контроль исправности РКТУ и цепей питания ГЗ. При появлении сигналов «DI Контроль питания ГЗ» и «DI НЗ-контакты РКТУ» с выдержкой времени 1 с формируются сигналы неисправности. Логическая схема ГЗ приведена на рисунке 27.

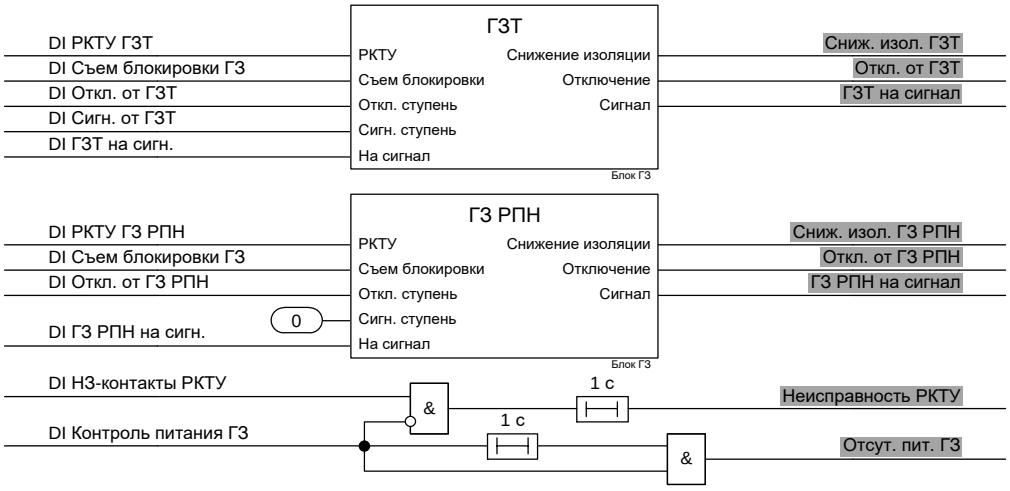


Рисунок 27 – Логическая схема ГЗ

Действие отключающей ступени может быть оперативно переведено только на сигнал с помощью переключателя (логический вход «На сигнал»). Также действие отключающей ступени может автоматически переводиться на сигнал при обнаружении снижения изоляции ее цепей (логический вход «РКТУ»), контролируемом по сигналу от РКТУ в составе шкафа. Перевод на сигнал и сигнализация о снижении изоляции осуществляется с выдержкой времени «**Тркту**». Данная блокировка действия отключающей ступени ГЗ выполнена с запоминанием. Для ввода ступени в действие требуется выполнить съем блокировки ГЗ. Автоматический запрет действия отключающей ступени ГЗ может быть введен с помощью программной накладки «**Nблок**». Логическая схема функционального блока ГЗ приведена на рисунке 28.

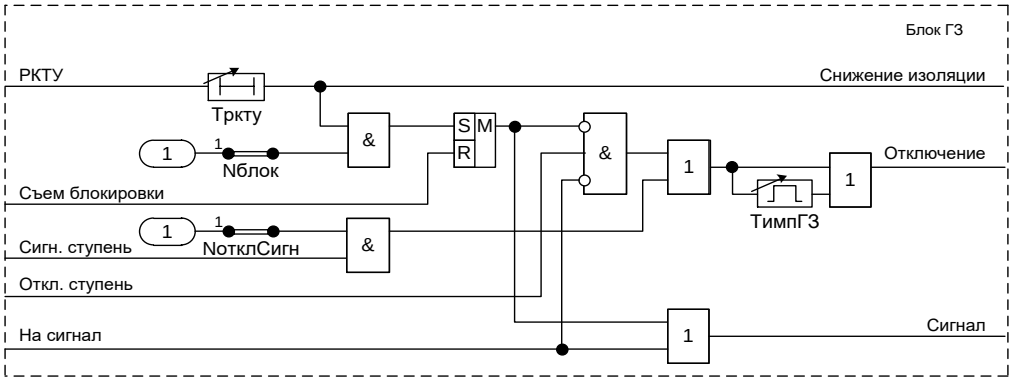


Рисунок 28 – Логическая схема функционального блока ГЗ

Сигнальная ступень ГЗ, как правило, действует только на сигнализацию. Однако, она может быть переведена на отключение с помощью программной накладки «**NотклСигн**». При этом действие сигнальной ступени становится аналогичным отключающей ступени.

Уставки ГЗ приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Уставки ГЗ

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Автоматический запрет действия отключающей ступени	Nблок	0 – вывод, 1 – ввод	0
Отключение от сигнальной ступени	NотклСигн	0 – вывод, 1 – ввод	0
Время срабатывания блокировки от РКТУ, с	Тркту	от 0 до 300 (шаг 0,01)	3
Минимальная длительность отключения, с	ТимпГЗ	от 0 до 300 (шаг 0,01)	0,1

1.2.5.21 Команды управления выключателем

Функциональный блок принимает внешние сигналы управления выключателем от дискретных входов и АСУ и формирует команды управления выключателем, как показано на рисунке 29.

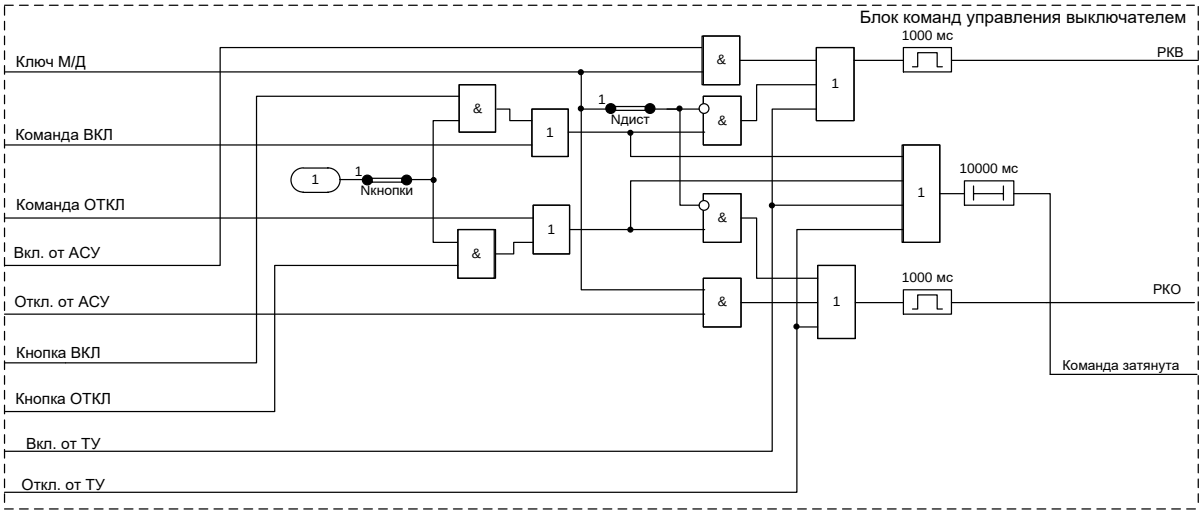


Рисунок 29 – Логическая схема функционального блока команд управления выключателем

Формирование выходных сигналов «РКВ»/«РКО» возможно в следующих случаях:

- при появлении входных дискретных сигналов «DI Команда ВКЛ»/«DI Команда ОТКЛ»;
- при появлении сигналов «RI Команда ВКЛ АСУ»/«RI Команда ОТКЛ АСУ», полученных через систему АСУ в режиме дистанционного управления (1.2.7);
- при управлении выключателем кнопками на лицевой панели терминала;
- при появлении входных дискретных сигналов «DI Вкл. от ТУ»/«DI Откл. от ТУ».

Команды управления выключателем от АСУ формируют выходные сигналы при условии, что «Ключ М/Д» находится в положении «дистанционное» («Ключ М/Д» = 1). Управление командами от дискретных входов при этом запрещено, если программная накладка «**Nдист**» введена, и разрешено, если программная накладка «**Nдист**» выведена. Управление от кнопок выводится программной накладкой «**Nкнопки**».

При подаче на входы устройства команд включения или отключения в течение времени более 10 с формируется сигнал «Затян. команда», который действует на формирование сигнала «Неисп. ЦУ.

Уставки команд управления выключателем приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Уставки команд управления выключателем

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Работа кнопок управления	Nкнопки	0 – вывод, 1 – ввод	1
Запрет местного управления при введенном ключе М/Д	Nдист	0 – вывод, 1 – ввод	1

1.2.5.22 Запрет включения

В терминале предусмотрен запрет оперативного включения выключателя. Сигнал формируется с помощью матрицы логических сигналов (1.2.5.36). Логическая схема запрета включения выключателя приведена на рисунке 30.

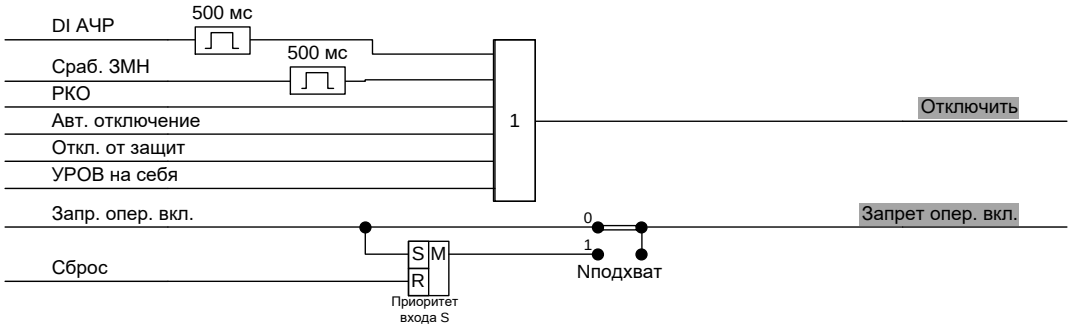


Рисунок 30 – Логическая схема запрета включения выключателя

Возможна установка подхвата сигнала «Запр. опер. вкл.» с помощью программной накладки «**Nподхват**».

На формирование сигнала «Отключить» действуют сигналы «DI АЧР», «Сраб. ЗМН», «Откл. от защит», «Авт. отключение», «УРОВ на себя», а также команда оперативного управления «РКО».

Сигналы «Запр. опер. вкл.» и «Откл. от защит» формируются с помощью матрицы логических сигналов (1.2.5.36).

Уставки запрета включения выключателя приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Уставки запрета включения выключателя

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Подхват сигнала запрета оперативного включения	Nподхват	0 – вывод, 1 – ввод	0

1.2.5.23 Управление выключателем

Схема управления выключателем формирует сигналы управления выходными реле терминала, действующими на включение и отключение выключателя. Схема выполнена с использованием функционального блока управления выключателем, показанного на рисунке 31. Выходные сигналы функционального блока управления выключателем «Реле откл» и «Реле вкл» в соответствии с функциональной схемой терминала действуют на выходные реле управления выключателем.

Сигналы управления выключателем поступают на входы «Включить» и «Отключить» функционального блока управления выключателем. Отключение выключателя производится от защит или оперативной командой. Включение производится оперативной командой или автоматикой включения.

Включение выключателя блокируется при отсутствии сигнала «Автомат ШП», а также при наличии сигналов «Запрет вкл/откл» и «Запрет вкл». Кроме того, есть функция блокировки включения выключателя после отключения на время, заданное уставкой «**ТзапрВкл**». Функция вводится программной накладкой «**NзапрВкл**».

Отключение выключателя блокируется при наличии сигнала «Запрет вкл/откл».

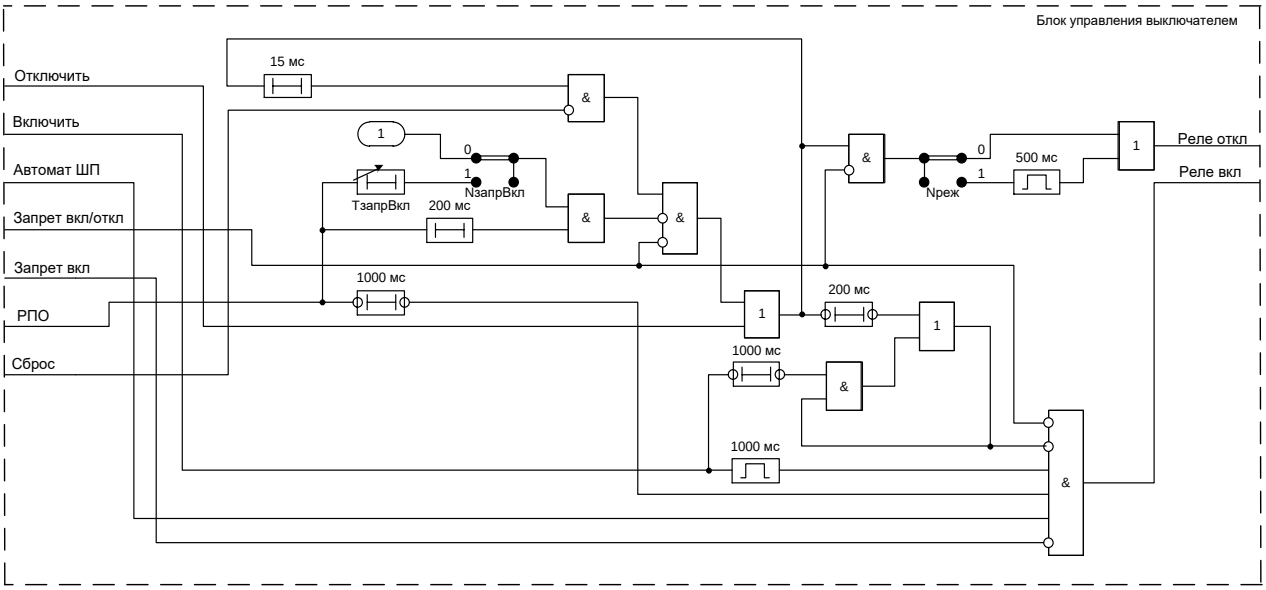


Рисунок 31 – Логическая схема функционального блока управления выключателем

Уставкой «**Nреж**» можно выбрать один из двух режимов сигнала отключения: импульсный или длительный. Использование импульсного режима рекомендуется при токах управления катушек включения/отключения не более 0,5 А для исключения выгорания контактов при неисправности выключателя.

При использовании длительного режима предусмотрен подхват сигнала отключения до полного отключения выключателя (срабатывания РПО). Нажатием кнопки «Сброс» производится деблокирование подхвата отключающего сигнала.

В функциональном блоке предусмотрена блокировка многократных включений.

Уставки управления выключателем приведены в таблице 25.

Таблица 25 – Уставки управления выключателем

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Режим отключения	Nреж	0 –длит., 1 – имп.	0
Запрет включения после отключения	NзапрВкл	0 – вывод, 1 – ввод	0
Время запрета включения после отключения, с	ТзапрВкл	от 0 до 900 (шаг 0,01)	0

1.2.5.24 Реле фиксации команд (РФК)

В терминале имеется двухпозиционное РФК для фиксации оперативных команд включения и отключения выключателя ключами управления или через АСУ. Схема управления приведена на рисунке 32. РФК используется в схемах АПВ, аварийной сигнализации и др.

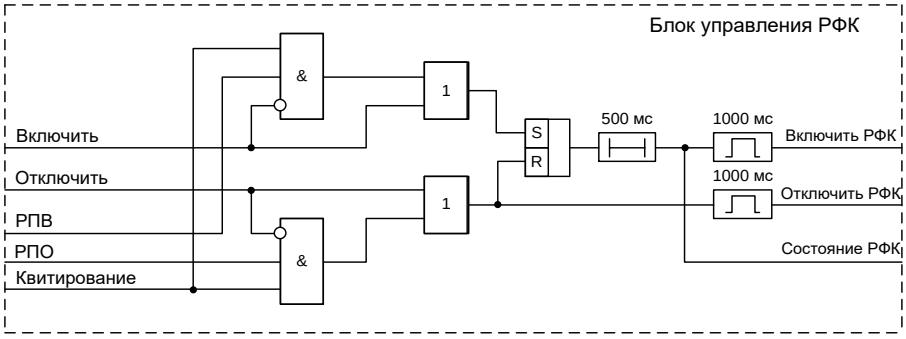


Рисунок 32 – Логическая схема функционального блока управления РФК

РФК фиксирует последнюю поданную команду управления выключателем. РФК срабатывает при выполнении оперативной команды включения, а возвращается при выполнении оперативной команды отключения. Переключающие контакты реле могут использоваться как в цепях сигнализации, так и в цепях мигания ламп при аварийных отключениях выключателя или неуспешных операциях включения/отключения.

Квитирование РФК (приведение его в состояние, соответствующее положению выключателя) после подобных событий, а также съем мигания ламп производится командой от входного дискретного сигнала терминала «DI Квитирование РФК», командой АСУ «RI Квитирование РФК» или сигналом «Сброс».

1.2.5.25 Контроль цепей управления выключателем (Контроль ЦУ)

Функция контроля цепей управления выключателем формирует сигнал о возможных неисправностях выключателя и его цепей управления. Схема формирования сигнала «Неисп. ЦУ» приведена на рисунке 33.

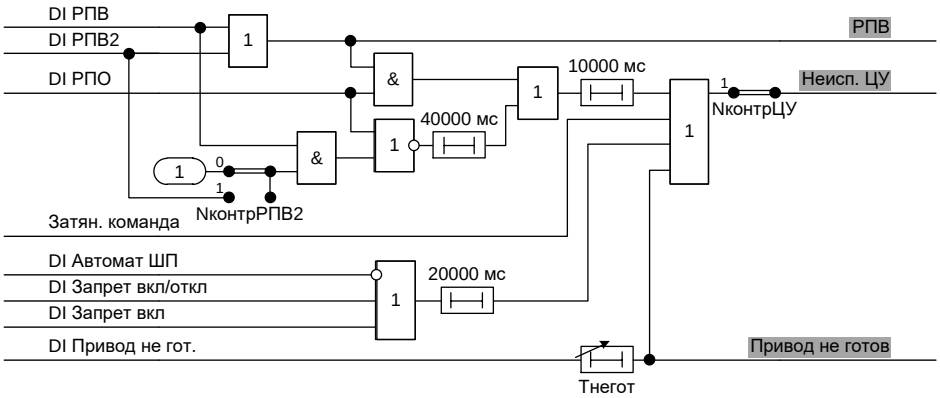


Рисунок 33 – Логическая схема контроля цепей управления выключателем

Цепи управления контролируются с помощью дискретных входов «РПВ» и «РПО», которые подключаются параллельно контактам реле отключения и реле включения выключателя соответственно. Возможен контроль цепей управления выключателя с двумя катушками отключения. Контроль осуществляется с помощью входного дискретного сигнала «DIРПВ2». Для контроля второй катушки отключения необходимо ввести программную накладку «**NконтрРПВ2**».

Сигнал «Неисп. ЦУ» формируется при:

– при одновременном наличии РПВ и РПО в течение времени более 10 с, или их отсутствии в течение 50 с;

– подаче на входы устройства команд включения или отключения в течение времени более 10 с;

– отключенном автомате ШП или длительном запрете операций включения или отключения через выдержку времени 20 с;

– наличии сигнала о неготовности привода с выдержкой времени «**Тнегот**».

Уставки контроля цепей управления выключателем приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Уставки контроля цепей управления выключателем

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Контроль ЦУ	NконтрЦУ	0 – вывод, 1 – ввод	1
Контроль РПВ2	NконтрРПВ2	0 – вывод, 1 – ввод	0
Время срабатывания при неготовности привода, с	Тнегот	от 0 до 300 (шаг 0,01)	3

1.2.5.26 Автоматическое повторное включение (АПВ)

В устройстве предусмотрена функция АПВ, схема которого приведена на рисунке 34, с пуском при несоответствии положения выключателя и ранее поданной оперативной команды. Для исключения повторного включения при отключении от релейной защиты непосредственно после включения предусмотрен таймер времени готовности АПВ. Второй цикл АПВ отрабатывает, если после включения выключателя в первом цикле АПВ происходит повторное отключение выключателя в течение времени готовности АПВ.

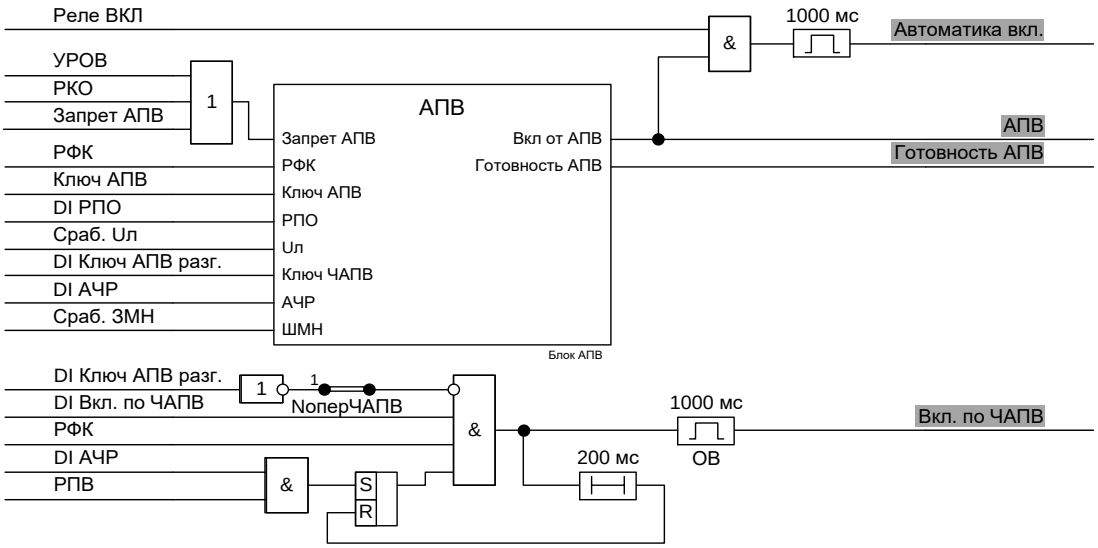


Рисунок 34 – Логическая схема АПВ

Ввод в работу АПВ производится подачей сигнала на дискретный вход терминала «DI Ключ АПВ» при установленной программной накладке «**Nввод**». АПВ имеет время готовности (аналог заряда конденсатора) «**ТготАПВ1**», отсчитываемое с момента перехода выключателя во включенное состояние (после срабатывания РФК) и перевода ключа АПВ в положение «АПВ введено». Выдержка времени обнуляется при появлении сигнала запрета АПВ. Время срабатывания первого цикла АПВ задается уставкой «**ТсрабАПВ1**».

Запрет АПВ и сброс времени готовности производится при оперативном отключении, работе УРОВ и отключении от защит. Запрет АПВ и сброс времени готовности при отключении от защит формируется с помощью матрицы логических сигналов (1.2.5.36).

Отдельная ступень предназначена для повторного включения после разгрузки. Ступень имеет время готовности «**ТготЧАПВ**» после оперативной подачи команды на включение и введенном ключе «Ключ ЧАПВ». После отключения от АЧР или ШМН ступень АПВ после разгрузки ожидает снятия с дискретного входа отключающего сигнала, которое происходит после восстановления частоты или напряжения соответственно. При этом запускается таймер, который по истечении времени, заданного уставкой «**ТсрабЧАПВ**», производит включение выключателя. Включение от внешнего сигнала «DI Вкл. по ЧАПВ» вводится программной накладкой «**NоперЧАПВ**».

Набор времени готовности любой из ступеней АПВ приводит к появлению сигнала «Готовность АПВ», который может действовать на светодиодную сигнализацию.

Функциональный блок позволяет проводить АПВ как с контролем уровня напряжения на присоединении, так и без контроля. Появление напряжения на присоединении контролируется с помощью логического входа «Uл». Контроль напряжения на линии при работе АПВ вводится программной накладкой «**NконтрU**».

Пуск АПВ при отключении выключателя производится по факту несоответствия РФК положению выключателя при условии готовности АПВ. В случае неуспешного первого цикла АПВ возможен второй цикл АПВ. Второй цикл АПВ вводится в работу при помощи программной накладки «**NрежАПВ2**». Время срабатывания второго цикла АПВ задается уставкой «**ТсрабАПВ2**».

Сигнал «Запрет АПВ» производит сброс времени готовности АПВ и ЧАПВ и запрещает работу АПВ и АПВ после разгрузки.

Логическая схема функционального блока АПВ приведена на рисунке 35.

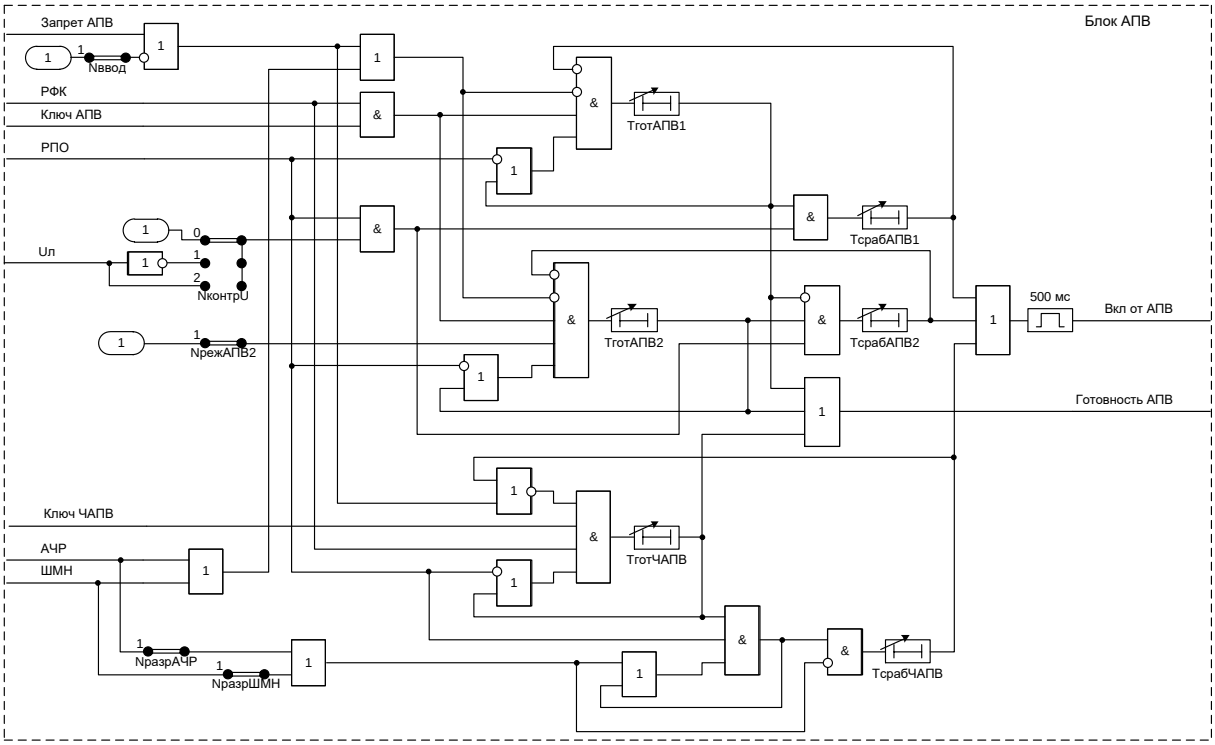


Рисунок 35 – Логическая схема функционального блока АПВ

Уставки АПВ приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Уставки АПВ

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Работа АПВ	Nввод	0 – вывод, 1 – ввод	1
Второй цикл АПВ	NрежАПВ2	0 – вывод, 1 – ввод	1
Контроль напряжения	NконтрU	0 – вывод, 1 – отсутствие, 2 – наличие	0
Работа АПВ при срабатывании АЧР	NразрАЧР	0 – вывод, 1 – ввод	1
Работа АПВ при срабатывании ШМН	NразрШМН	0 – вывод, 1 – ввод	1
Оперативный вывод ЧАПВ от внешнего сигнала	NоперЧАПВ	0 – вывод, 1 – ввод	0
Время срабатывания первого цикла АПВ, с	ТсрабАПВ1	от 0,5 до 60 (шаг 0,01)	0,5
Время срабатывания второго цикла АПВ, с	ТсрабАПВ2	от 10 до 300 (шаг 0,01)	10
Время срабатывания АПВ при разгрузке, с	ТсрабЧАПВ	от 0,5 до 300 (шаг 0,01)	0,5
Время готовности первого цикла АПВ, с	ТготАПВ1	от 5 до 30 (шаг 0,01)	25
Время готовности второго цикла АПВ, с	ТготАПВ2	от 5 до 30 (шаг 0,01)	25
Время готовности ЧАПВ, с	ТготЧАПВ	от 5 до 30 (шаг 0,01)	25

1.2.5.27 Диагностика ресурса выключателя (МКРВ)

Функцию контроля ресурса выключателя выполняет функциональный блок «МКРВ», приведенный на рисунке 36.

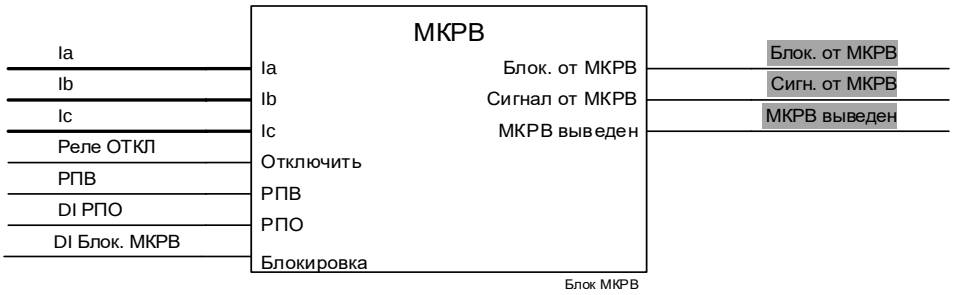


Рисунок 36 – Функциональный блок МКРВ

Остаточный ресурс выключателя оценивается при каждом отключении. Цикл «Включение-Отключение» (В-О) определяется сменой входных дискретных сигналов «DI РПВ» и «DI РПО». Ложная фиксация циклов при кратковременном снижении напряжения оперативного тока и различных помехах исключается контролем подачи команд на отключение выключателя (оперативных или автоматических).

Сигнал «Сигн. от МКРВ» является фиксируемым сигналом и означает пересечение одного из пороговых уровней. Сигнал используется для действия в цепи центральной сигнализации. Сигнал формируется при установленной программной накладке «**Nсигн**».

Сигнал «Блок. от МКРВ» может быть сформирован, если остаточный коммутационный или механический ресурс выключателя снижается до нуля. Сигнал может использоваться для блокировки включение выключателя.

Для выключателей коммутационный и механический ресурсы (ГОСТ 18397-86 и ГОСТ 52565-2006) регламентируются как показатели надежности. Устройство позволяет контролировать оба параметра выключателя:

- остаточный механический ресурс выключателя (МРВ), который оценивается по числу произведенных коммутаций выключателя;
- остаточный коммутационный ресурс выключателя (КРВ), который дополнительно учитывает величину отключаемых токов.

Диагностика выключателя производится по результатам длительного наблюдения циклов включения и отключения выключателя. Устройство отображает текущий остаточный ресурс выключателя (убывающая во времени величина), который является оценочной величиной, зависит от исходных параметров и может отличаться от истинного состояния конкретного оборудования.

В соответствии с ГОСТ 18397-86:

- срок службы до первого среднего ремонта и между средними ремонтами определяют состоянием выключателя после выработки им ресурса по коммутационной стойкости;
- срок службы до капитального ремонта выключателя определяют состоянием выключателя после выработки им ресурса по механической стойкости.

В зависимости от положения программной накладки «**Nблок**» при получении сигнала «DI Блок. МКРВ» блокируется функция МКРВ, блокируется контроль коммутационного ресурса выключателя или значения МКРВ сбрасываются в начальные состояния.

1.2.5.27.1 Контроль механического ресурса выключателя (МРВ)

Ресурс по механической стойкости выключателей регламентирует число циклов В-О, производимых без тока в главной цепи при номинальном напряжении на выводах цепей управления. Функция контроля МРВ содержит две сигнальные ступени, каждая из которых реагируют на снижение остаточного ресурса ниже заранее заданных значений. При достижении нулевого значения остаточного ресурса выключателя может производиться блокирование включения выключателя с целью предотвращения его разрушения.

Пороговое число циклов определяется документацией на конкретный выключатель. Для выключателей 6-35 кВ количество циклов механической стойкости составляет не менее 10000.

Устройство фиксирует остаточный ресурс выключателя в процентах от допустимого числа циклов В-О, а также число проведенных отключений.

Устройство фиксирует циклы В-О по последовательности смены сигналов положения выключателя. Возможна избыточная фиксация или несрабатывание счетчика циклов В-О при нарушении обмена сигналами между комплектом АУВ и выключателем. Погрешность работы пороговых элементов модуля контроля МРВ не превышает 0,1 %.

Уставкой «**МдопОткл**» задается допустимое число циклов В-О, соответствующих износу выключателя (паспортные данные).

Режим работы контроля механического ресурса задается программной накладкой «**NрежМРВ**». Уставки МРВ приведены в таблице 28.

Примечание – Пример для исходных данных: «**МдопОткл**» = 3000, «**МсрабМРВ1**» = 60 %, «**МсрабМРВ2**» = 30 %. После 1200 коммутаций сработает первая сигнальная ступень контроля механического ресурса, означающая необходимость первого планового ремонта; после 2100 коммутаций – второго планового ремонта, после 3000 коммутаций – очередного ремонта и блокировании управления.

1.2.5.27.2 Контроль коммутационного ресурса выключателя (КРВ)

Ресурс по коммутационной стойкости выключателя определяет число производимых отключений при заданных уровнях токов. Как правило, производителями выключателей задается допустимое количество циклов отключения при номинальном токе выключателя и при номинальном токе отключения. Усредненных параметров по КРВ не существует. Уставки модуля контроля КРВ задаются для каждого конкретного выключателя в соответствии с его паспортными данными.

Функция контроля КРВ содержит две сигнальные ступени, каждая из которых реагируют на снижение остаточного ресурса ниже заранее заданных значений. При достижении нулевого значения остаточного ресурса выключателя может производиться блокирование включения выключателя с целью предотвращения его разрушения.

Расчет остаточного КРВ производится в момент отключения выключателя для каждой фазы (полюса) отдельно. Остаточный коммутационный ресурс уменьшается на величину, определяемую зависимостью числа циклов В-О от уровня коммутируемого тока М = f(Iоткл).

Характеристика М = f(Iоткл) может быть задана одиннадцатью точками, как показано на рисунке 37, либо двумя точками, как показано на рисунке 38, в виде пар чисел: число коммутаций – отключаемый ток (уставки «**Моткл1**» – «**Моткл11**» и «**Iоткл1**» – «**Iоткл11**» – для характеристики, задаваемой одиннадцатью точками). Графически характеристика задается в режиме «Коммутационная характеристика выключателя» в программе задания уставок SE. Выбор характеристики производится при помощи уставки «**Nреж**». При «**Nреж**» = 1 расчет производится по двум точкам, при «**Nреж**» = 2 – по одиннадцати точкам.

Характеристика, приведенная на рисунке 38, задается следующими уставками: «**Iоткл1**» – номинальный ток отключения выключателя, кА; «**Iоткл2**» – номинальный ток выключателя, кА; «**Моткл1**» – допустимое количество циклов при номинальном токе отключения; «**Моткл2**» – количество циклов при номинальном токе выключателя.

Уставками «**МсрабКРВ1**» и «**МсрабКРВ2**» задаются пороговые уровни срабатывания первой и второй ступеней контроля КРВ. При этом формируются сигналы «Сраб. 1ст. КРВ» и «Сраб. 2ст. КРВ» соответственно. Снижение остаточного ресурса ниже порогового значения хотя бы для одной фазы (полюса) выключателя приводит к срабатыванию соответствующей ступени. Сигналы имеют активное состояние все время, пока наблюдается пониженный ресурс выключателя (до ремонта выключателя и сброса счетчиков).

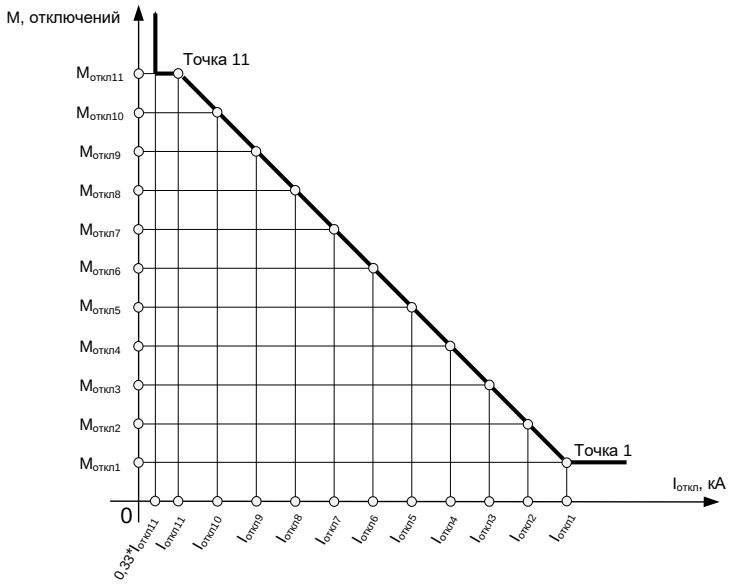


Рисунок 37 – Характеристика КРВ, задаваемая одиннадцатью точками

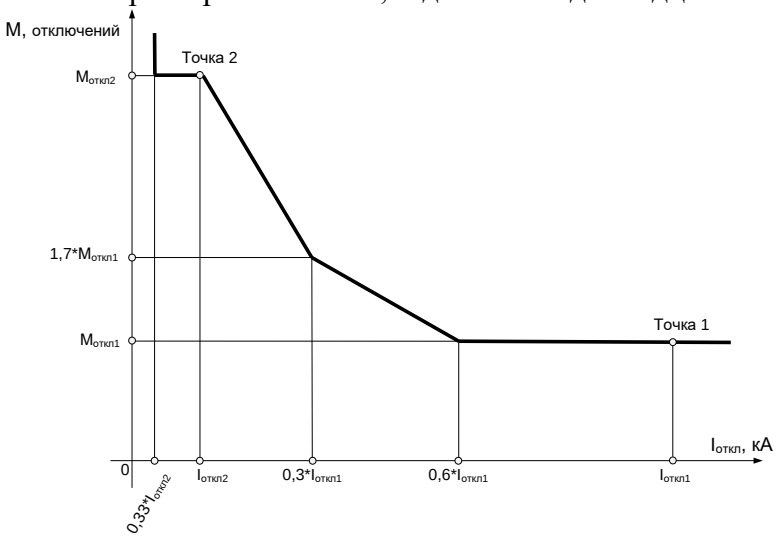


Рисунок 38 – Характеристика КРВ, задаваемая двумя точками

Если остаточный коммутационный ресурс хотя бы для одной фазы (полюса) выключателя снижается до нуля формируется сигнал «Авар. сниж. КРВ».

Режим работы контроля коммутационного ресурса выключателя задается программной накладкой «**NрежКРВ**».

При выборе характеристики, задаваемой одиннадцатью точками, значения уставок должны удовлетворять следующим неравенствам:

$I_{откл1} \geq I_{откл2} \geq I_{откл3} \geq I_{откл4} \geq I_{откл5} \geq I_{откл6} \geq I_{откл7} \geq I_{откл8} \geq I_{откл9} \geq I_{откл10} \geq I_{откл11}$,

$M_{откл1} \leq M_{откл2} \leq M_{откл3} \leq M_{откл4} \leq M_{откл5} \leq M_{откл6} \leq M_{откл7} \leq M_{откл8} \leq M_{откл9} \leq M_{откл10} \leq M_{откл11}$.

При выборе характеристики, задаваемой двумя точками, значения уставок должны удовлетворять следующим неравенствам:

$0{,}3I_{откл1} \geq I_{откл2}$,

$1{,}7M_{откл1} \leq M_{откл2}$.

Если хотя бы одно из условий не выполняется, то блок выводится из работы и формируется сигнал «МКРВ выведен», который может быть выведен на светодиодную сигнализацию.

В меню ИЧМ Текущий режим/Диагн. выключателя/Токи отключения отображаются токи последнего отключения выключателя для каждой фазы выключателя.

В меню ИЧМ Текущий режим/Диагн. выключателя/Время отключения отображается время отключения каждой фазы выключателя. Расчет ведется с использованием сигналов положения выключателя и токов фаз, а потому является ориентировочным. Максимальная длительность отключения ограничена 1 с.

Устройство фиксирует циклы В-О по последовательности смены сигналов положения выключателя и изменению уровня токов фаз. Возможна избыточная фиксация или

несрабатывание счетчика циклов В-О при нарушении обмена сигналами между комплектом АУВ и выключателем. В связи с тем, что ток, как правило, изменяет свое значение в цикле отключения, зафиксированный ток отключения может отличаться от реального тока отключения. Погрешность работы пороговых элементов модуля контроля КРВ не превышает 0,1 %.

1.2.5.27.3 Контроль времени включения и отключения выключателя

МКРВ контролирует время включения и отключения выключателя по изменению состояния дискретных входов «DI РПВ» и «DI РПО».

В случае, если время отключения выключателя превышает заданную уставку сигнализации времени отключения «**Тоткл**», в функциональном блоке МКРВ формируется внутренний сигнал «Длит. откл.» (рисунок 39), действующий на выходной сигнал «Сигн. от МКРВ» блока МКРВ.

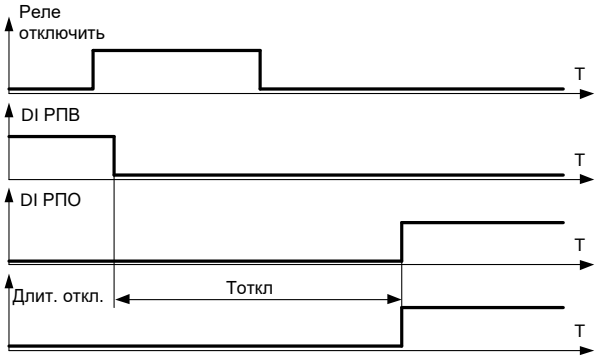


Рисунок 39 – Сигнализация при затянутом времени отключения выключателя

В случае, если время включения выключателя превышает заданную уставку сигнализации времени включения «**Твкл**», в функциональном блоке МКРВ формируется внутренний сигнал «Длит. вкл.», действующий на выходной сигнал «Сигн. от МКРВ» блока МКРВ.

Уставки МКРВ приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Уставки МКРВ

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Действие на сигнализацию	Nсигн	0 – вывод, 1 – ввод	0
Действие при блокировке МКРВ	Nблок	0 – блок. МКРВ, 1 – блок. КРВ, 2 – сброс МКРВ	0
Режим работы МРВ (механический ресурс)	NрежМРВ	0 – вывод, 1 – на сигнал, 2 – ввод	0
Допустимое число отключений	МдопОткл	от 1 до 60000 (шаг 1)	5000
Порог первой ступени сигнализации контроля ресурса выключателя (механический ресурс), %	МсрабМРВ1	от 0 до 100 (шаг 0,01)	60
Порог второй ступени сигнализации контроля ресурса выключателя (механический ресурс), %	МсрабМРВ2	от 0 до 100 (шаг 0,01)	30
Режим работы КРВ (коммутационный ресурс)	NрежКРВ	0 – вывод, 1 – на сигнал, 2 – ввод	0
Порог первой ступени сигнализации МКРВ (коммутационный ресурс), %	МсрабКРВ1	от 0 до 100 (шаг 0,01)	60

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Порог второй ступени сигнализации МКРВ (коммутационный ресурс), %	МсрабКРВ2	от 0 до 100 (шаг 0,01)	30
Уставка сигнализации времени включения выключателя, мс	Твкл	от 1 до 1000 (шаг 1)	1000
Уставка сигнализации времени отключения выключателя, мс	Тоткл	от 1 до 1000 (шаг 1)	1000
Характеристика КРВ			
Ток точки 1, кА	Іоткл1	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	60
Ток точки 2, кА	Іоткл2	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	55
Ток точки 3, кА	Іоткл3	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	50
Ток точки 4, кА	Іоткл4	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	45
Ток точки 5, кА	Іоткл5	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	40
Ток точки 6, кА	Іоткл6	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	35
Ток точки 7, кА	Іоткл7	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	30
Ток точки 8, кА	Іоткл8	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	25
Ток точки 9, кА	Іоткл9	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	20
Ток точки 10, кА	Іоткл10	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	15
Ток точки 11, кА	Іоткл11	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	10
Допустимое количество отключений в точке 1	Моткл1	от 5 до 60000 (шаг 1)	200
Допустимое количество отключений в точке 2	Моткл2	от 5 до 60000 (шаг 1)	340
Допустимое количество отключений в точке 3	Моткл3	от 5 до 60000 (шаг 1)	400
Допустимое количество отключений в точке 4	Моткл4	от 5 до 60000 (шаг 1)	500
Допустимое количество отключений в точке 5	Моткл5	от 5 до 60000 (шаг 1)	600
Допустимое количество отключений в точке 6	Моткл6	от 5 до 60000 (шаг 1)	700
Допустимое количество отключений в точке 7	Моткл7	от 5 до 60000 (шаг 1)	800
Допустимое количество отключений в точке 8	Моткл8	от 5 до 60000 (шаг 1)	900
Допустимое количество отключений в точке 9	Моткл9	от 5 до 60000 (шаг 1)	1000
Допустимое количество отключений в точке 10	Моткл10	от 5 до 60000 (шаг 1)	1100
Допустимое количество отключений в точке 11	Моткл11	от 5 до 60000 (шаг 1)	1200

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Выбор алгоритма расчета	Nреж	1 – по 2 точкам, 2 – по 11 точкам	2

1.2.5.28 Автоматика ТЗН

Автоматика ТЗН обеспечивает включение и отключение выключателя ТЗН при изменении положения вводного выключателя (сигналы «DI Вкл. от автоматики» и «DI Откл. от автоматики», в зависимости от положения СВ и выключателя ТЗН другой секции шин, предотвращая параллельную работу двух ТЗН. Логическая схема автоматики ТЗН приведена на рисунке 40.

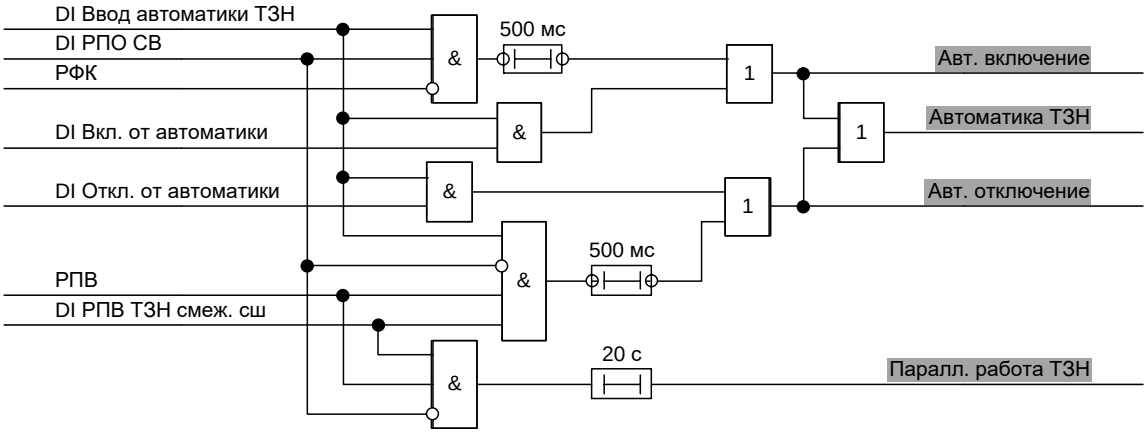


Рисунок 40 – Логическая схема автоматики ТЗН

Автоматика ТЗН вводится только на одном из двух ТЗН и работает только при наличии входного дискретного сигнала «DI Ввод автоматики ТЗН».

Также вне зависимости от входного дискретного сигнала «DI Ввод автоматики ТЗН» обеспечивается выявление параллельной работы ТЗН при одновременном наличии входных дискретных сигналов «DI РПВ ТЗН смеж. сш», «DI РПВ» и отсутствии «DI РПО СВ». При выявлении параллельной работы ТЗН в терминале формируется сигнал о параллельной работе двух ТЗН «Паралл. работа ТЗН», который действует на сигнализацию.

1.2.5.29 Команды управления коммутационным аппаратом (Команды упр. КА)

Функциональный блок принимает внешние сигналы управления КА от дискретных входов и АСУ и формирует команды управления КА с учетом состояния дискретного входного сигнала «Ключ М/Д», как показано на рисунке 41.

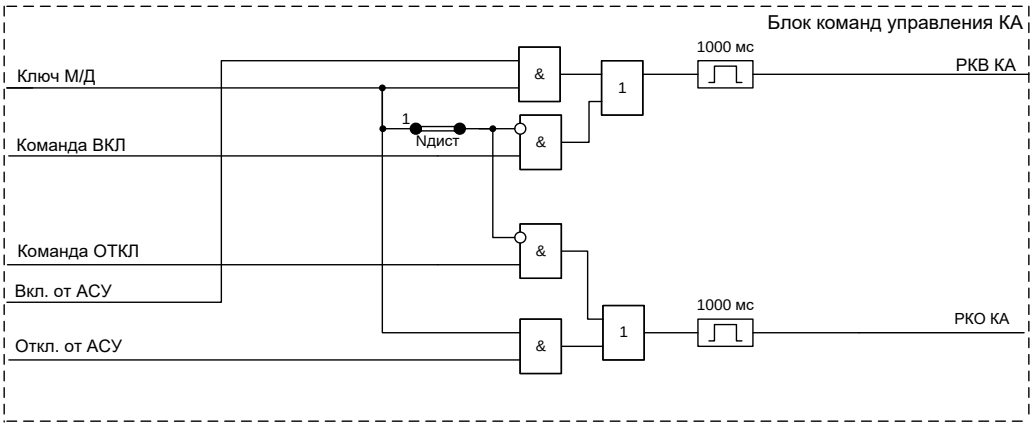


Рисунок 41 – Логическая схема функционального блока команд управления КА

Формирование выходных сигналов «РКВ КА»/«РКО КА» возможно в следующих случаях:

- при появлении входных дискретных сигналов «Команда ВКЛ»/«Команда ОТКЛ»;

- при появлении сигналов «Вкл. от АСУ»/«Откл. от АСУ», полученных через систему АСУ.

Команды управления КА от АСУ формируют выходные сигналы при условии, что «Ключ М/Д» находится в положении «дистанционное» («Ключ М/Д» = 1). Управление командами от дискретных входов при этом запрещено, если программная накладка «**Nдист**» введена, и разрешено, если программная накладка «**Nдист**» выведена.

Уставки команд управления выключателем приведены в таблице 29.

Таблица 29 – Уставки команд управления выключателем

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Запрет местного управления при введенном ключе М/Д	Nдист	0 – вывод, 1 – ввод	1

1.2.5.30 Управление коммутационной аппаратурой (Управление КА)

Терминал обеспечивает возможность управления КА (разъединителем или заземляющим ножом). Управление реализовано с помощью функционального блока управления коммутационным аппаратом. Логическая схема функционального блока управления КА приведена на рисунке 42.

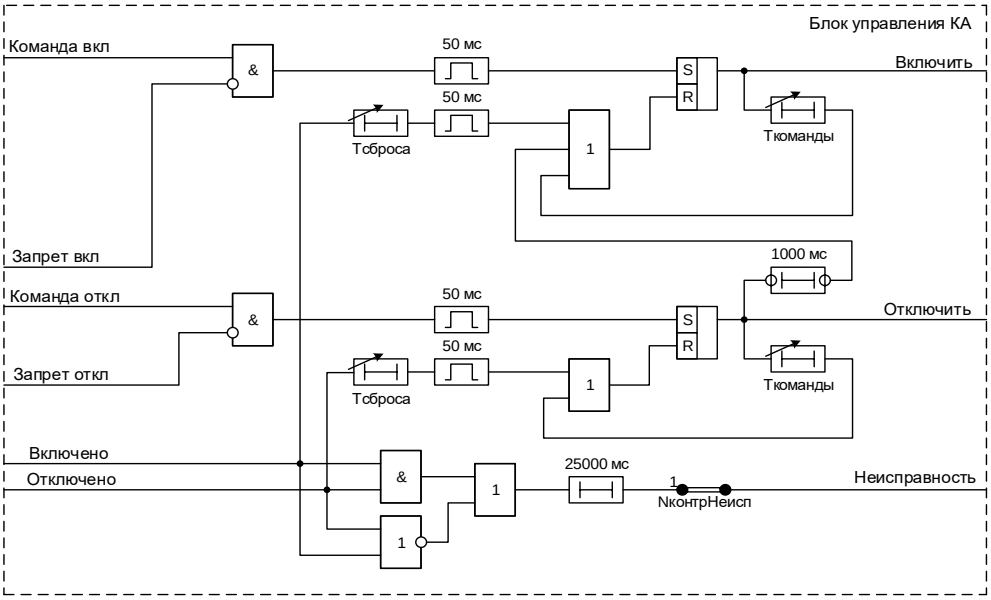


Рисунок 42 – Логическая схема функционального блока управления КА

Команды «Команда вкл» и «Команда откл» действуют на функциональный блок управления коммутационными аппаратами, выходные сигналы которого «Включить» и «Отключить» управляют выходными реле.

Контроль неисправности положения коммутационным аппаратом вводится программной накладкой «**NконтрНеисп**». Длительность команд управления определяется уставкой «**Ткоманды**». Сброс команды производится после переключения коммутационного аппарата через выдержку времени «**Тсброса**».

Уставки управления коммутационным аппаратом приведены в таблице 30.

Таблица 30 – Уставки управления коммутационным аппаратом

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Контроль неисправности	NконтрНеисп	0 – вывод, 1 – ввод	0
Длительность команды, с	Ткоманды	от 0,5 до 300 (шаг 0,01)	1

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Время самоподрыва, с	Тсброса	от 0,5 до 300 (шаг 0,01)	1

1.2.5.31 Индикация положения выключателя (Индикация)

Функциональный блок формирует сигналы управления светодиодами индикации положения выключателя с учетом состояния дискретных входов «РПВ» и «РПО», а также состояния реле фиксации команд. При несоответствии состояния РФК фактическому положению выключателя сигналы «Светодиод ВКЛ» и «Светодиод ОТКЛ» будут импульсными с частотой 1 Гц. Логическая схема функционального блока индикации положения выключателя приведена на рисунке 43.

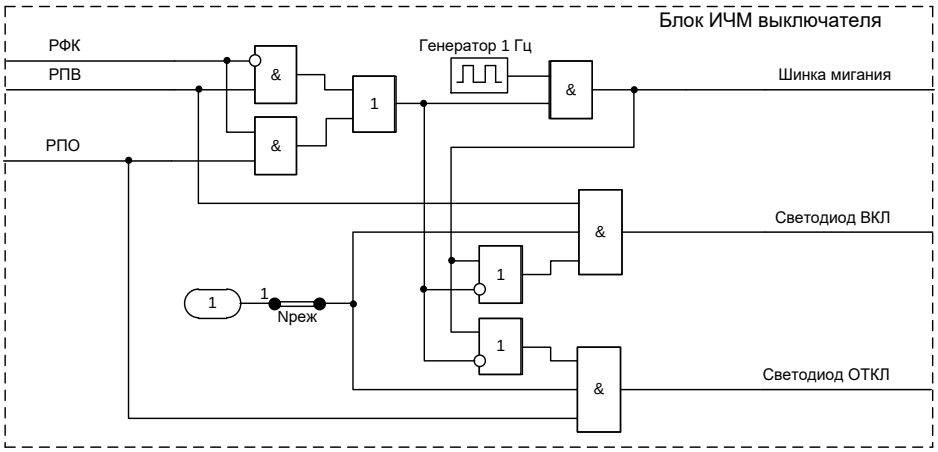


Рисунок 43 – Логическая схема функционального блока ИЧМ выключателя

Работа светодиодов положения выключателя определяется положением программной накладки «**Nреж**». Уставки индикации положения выключателя приведены в таблице 31.

Таблица 31 – Уставки индикации положения выключателя

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Работа светодиодов положения выключателя	Nреж	0 – вывод, 1 – ввод	1

1.2.5.32 Сброс сигнализации

Сброс цепей подхвата и светодиодной сигнализации производится с помощью функционального блока «Сброс сигнализации», показанного на рисунке 44. В терминале возможен сброс от внешнего дискретного сигнала, от АСУ, от кнопки сброса на лицевой панели терминала, а также при работе АПВ.

Сброс сигнализации от дискретного входа и от автоматики включения вводится программными накладками «**NсбрВход**» и «**NсбрАвт**» соответственно.

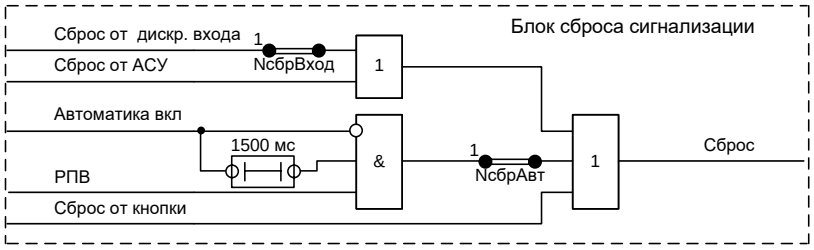


Рисунок 44 – Логическая схема функционального блока сброса сигнализации

Уставки сброса сигнализации приведены в таблице 32.

Таблица 32 – Уставки сброса сигнализации

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Сброс от дискретного входа	NсбрВход	0 – вывод, 1 – ввод	1
Сброс при работе автоматики включения	NсбрАвт	0 – вывод, 1 – ввод	1

1.2.5.33 Аварийная сигнализация

Сигнал аварийной сигнализации формируется при несоответствии включенного РФК и отключенного положения выключателя. Логическая схема функционального блока аварийной сигнализации приведена на рисунке 45. Предусмотрена возможность блокировки аварийной сигнализации при отключении от АЧР.

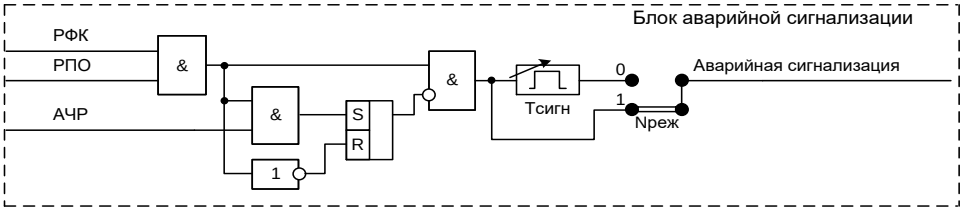


Рисунок 45 – Логическая схема функционального блока аварийной сигнализации

Импульсный или длительный режим работы аварийной сигнализации определяется положением программной накладки «**Nреж**». Длительность сигнала аварийной сигнализации в импульсном режиме определяется уставкой «**Тсигн**». Уставки аварийной сигнализации приведены в таблице 33.

Таблица 33 – Уставки аварийной сигнализации

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Режим работы	Nреж	0 – имп., 1 – длит.	1
Длительность сигнализации, с	Тсигн	от 1 до 100 (шаг 0,01)	1

1.2.5.34 Предупредительная сигнализация

Предупредительная сигнализация формируется при работе защит и автоматики, действие которых не приводит к отключению выключателя, но должно информировать об отклонениях в режиме работы защищаемого оборудования. Как правило, сигналы предупредительной сигнализации собираются по шинке предупредительной сигнализации от присоединений для действия на устройство центральной сигнализации. Логическая схема предупредительной сигнализации приведена на рисунке 46.

Импульсный или длительный режим работы предупредительной сигнализации определяется положением программной накладки «**NсигнДлит**». Длительность сигнала предупредительной сигнализации в импульсном режиме определяется уставкой «**ТпредСигн**».

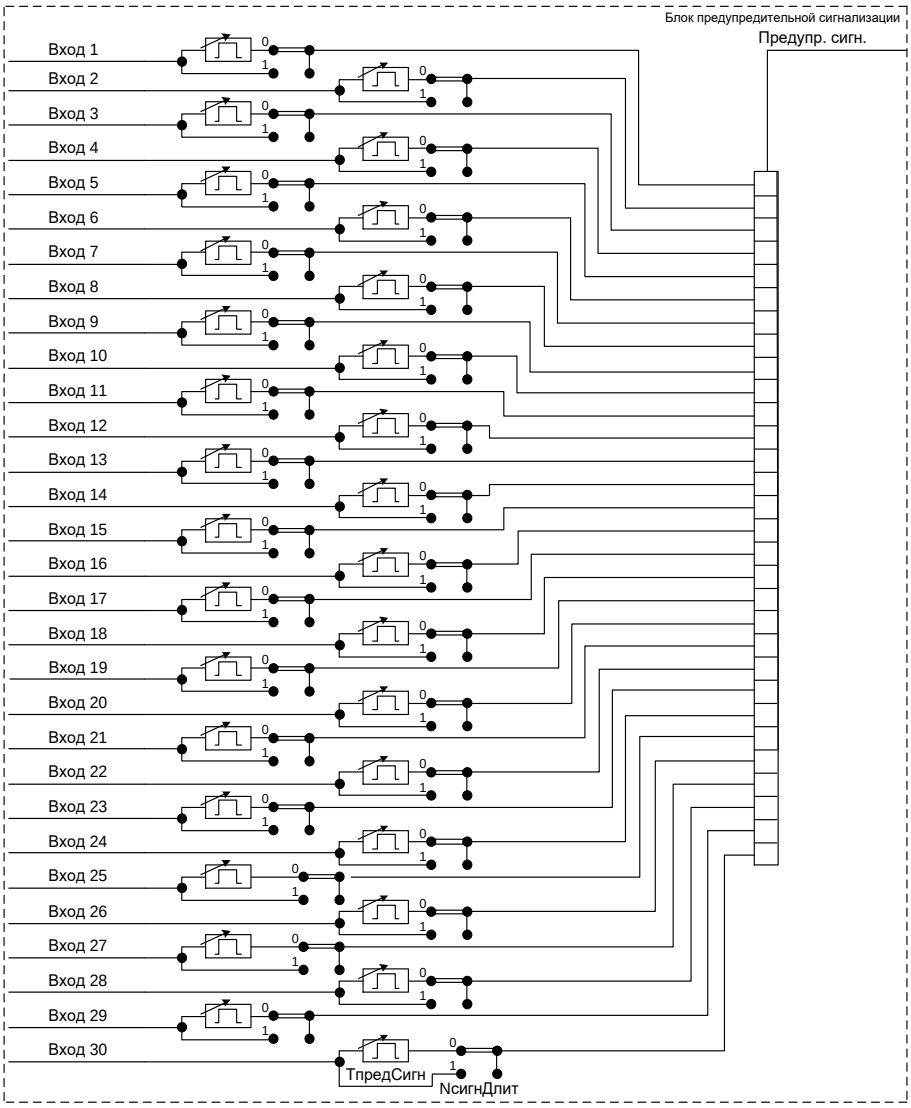


Рисунок 46 – Логическая схема предупредительной сигнализации

Уставки предупредительной сигнализации приведены в таблице 34.

Таблица 34 – Уставки предупредительной сигнализации

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Режим работы	NсигнДлит	0 – имп., 1 – длит.	1
Длительность сигнализации, с	ТпредСигн	от 1 до 100 (шаг 0,01)	1,5

1.2.5.35 Местная сигнализация

Местная сигнализация (сигнал «Вызов») формируется при срабатывании защит, выявлении неисправностей, срабатывании диагностики выключателя. Формирование сигнала «Местн.сгн.» выполняется с помощью матрицы (1.2.5.36). Логическая схема формирования сигнала «Вызов» показана на рисунке 47.

Сброс сигнала «Вызов» производится сигналом «Сброс».

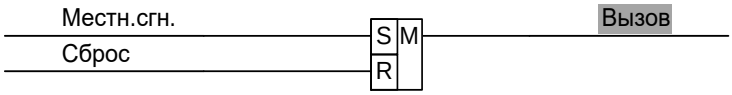


Рисунок 47 – Логическая схема формирования сигнала «Вызов»

1.2.5.36 Матрица логических сигналов

Для формирования сигналов, используемых в логике работы терминала и воздействия на выходные реле и светодиоды, предусмотрена матрица логических сигналов. Матрица позволяет объединять действие нескольких входных сигналов на один общий выходной либо действие одного входного сигнала на несколько выходных.

Логическая схема матрицы логических сигналов приведена на рисунке 48.

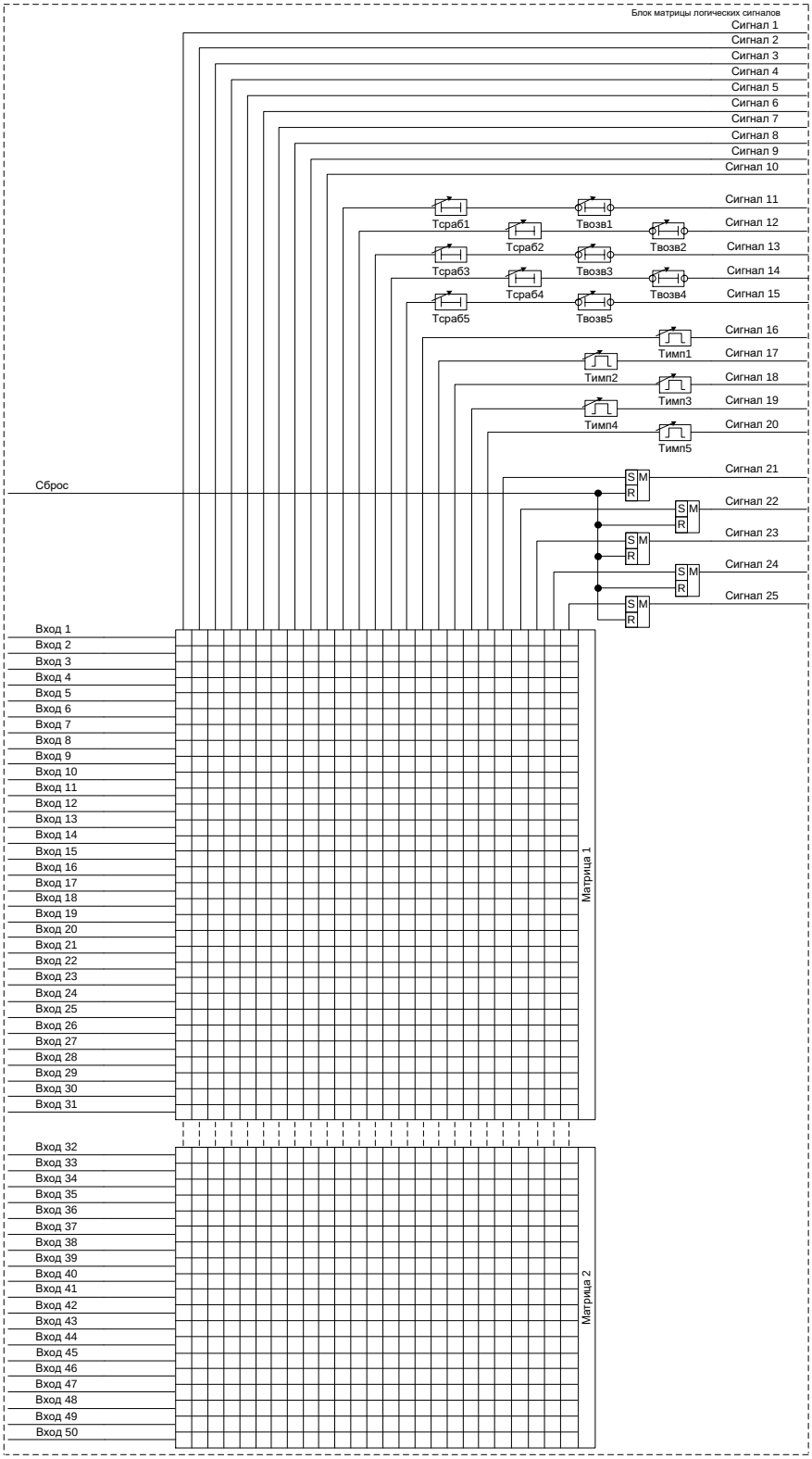


Рисунок 48 – Логическая схема матрицы логических сигналов

Реализована возможность действия одного или группы входных сигналов на формирование выходного сигнала с выдержкой времени на срабатывание, возврат, на

формирование импульсного сигнала или сигнала с запоминанием в соответствии с уставками матрицы приведенными в таблице 35.

Таблица 35 – Уставки матрицы логических сигналов

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Время срабатывания 1, с	Тсраб1	от 0 до 100 (шаг 0,01)	0,05
Время срабатывания 2, с	Тсраб2	от 0 до 100 (шаг 0,01)	0,05
Время срабатывания 3, с	Тсраб3	от 0 до 100 (шаг 0,01)	0,05
Время срабатывания 4, с	Тсраб4	от 0 до 100 (шаг 0,01)	0,05
Время срабатывания 5, с	Тсраб5	от 0 до 100 (шаг 0,01)	0,05
Время возврата 1, с	Твозв1	от 0 до 100 (шаг 0,01)	0
Время возврата 2, с	Твозв2	от 0 до 100 (шаг 0,01)	0
Время возврата 3, с	Твозв3	от 0 до 100 (шаг 0,01)	0
Время возврата 4, с	Твозв4	от 0 до 100 (шаг 0,01)	0
Время возврата 5, с	Твозв5	от 0 до 100 (шаг 0,01)	0
Длительность импульса 1, с	Тимп1	от 0,05 до 100 (шаг 0,01)	0,05
Длительность импульса 2, с	Тимп2	от 0,05 до 100 (шаг 0,01)	0,05
Длительность импульса 3, с	Тимп3	от 0,05 до 100 (шаг 0,01)	0,05
Длительность импульса 4, с	Тимп4	от 0,05 до 100 (шаг 0,01)	0,05
Длительность импульса 5, с	Тимп5	от 0,05 до 100 (шаг 0,01)	0,05

1.2.5.37 Оперативное управление функциями РЗА

Функциональный блок оперативного ключа обеспечивает возможность оперативного управления вводом/выводом функций РЗА как местными, так и удаленными командами управления. Выбор управления определяется сигналом «Ключ М/Д».

Под местной командой управления понимается сигнал ввода или вывода защиты, поступающего на дискретный вход терминала от ключа (на двери шкафа, панели, ячейки и пр.) или от функциональной кнопки ИЧМ.

Под дистанционной командой управления понимается команда управления, поступающая по портам связи с использованием одного из стандартных протоколов (МЭК 60870-5-103/104, Modbus, МЭК 61850).

Результирующий сигнал блока управления вводом/выводом действует на ввод/вывод функции РЗА. Логическая схема функционального блока оперативного ключа приведена на рисунке 49.

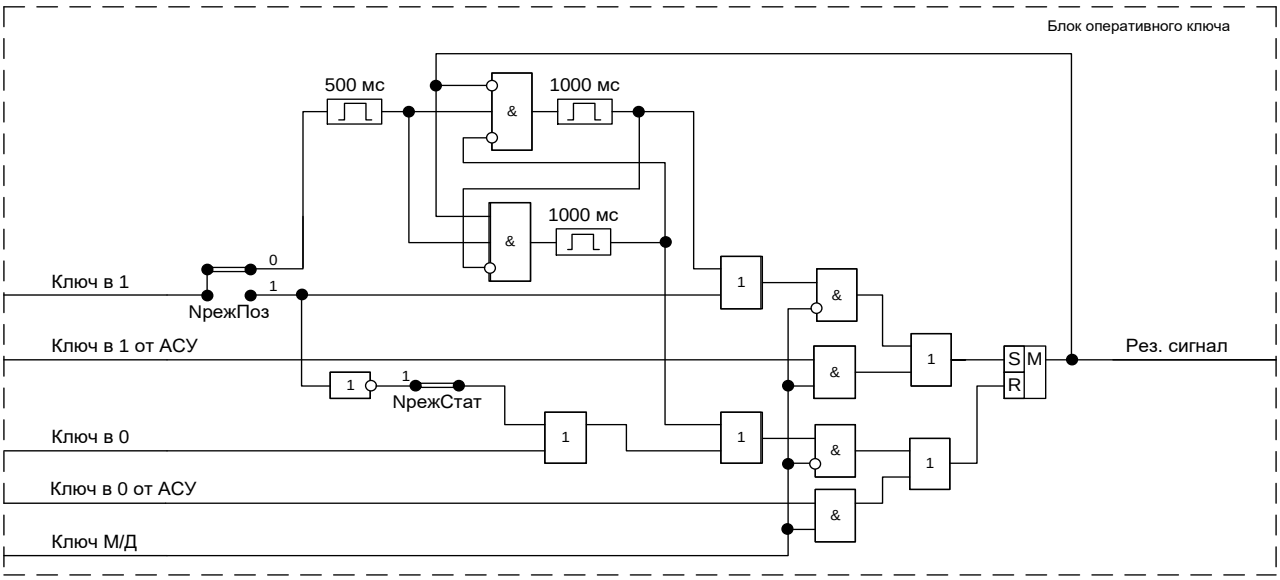


Рисунок 49 – Логическая схема функционального блока оперативного ключа

В зависимости от положения программных накладок блок работает в следующих режимах:

– «**NрежПоз**» = 0 – однопозиционные команды с одной кнопкой;

– «**NрежПоз**» = 1, «**NрежСтат**» = 0 – двухпозиционные импульсные команды (ключ на три положения);

– «**NрежПоз**» = 1, «**NрежСтат**» = 1 – двухпозиционные команды со статическим ключом на два положения.

Уставки оперативного ключа приведены в таблице 36.

Таблица 36 – Уставки оперативного ключа

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Режим команды	NрежПоз	0 – однопоз., 1 – двухпоз.	0
Статический ключ	NрежСтат	0 – вывод, 1 – ввод	0

1.2.5.38 Определение места повреждения (ОМП)

1.2.5.38.1 Принцип работы блока ОМП

Блок ОМП выполняет следующие функции:

- фиксация параметров аварийного и предаварийного режимов;
- расчет места повреждения односторонним методом;
- определение вида повреждения и величины переходного сопротивления, длительности аварии;
- составление и хранение отчетов ОМП.

Функциональный блок ОМП приведен на рисунке 50.

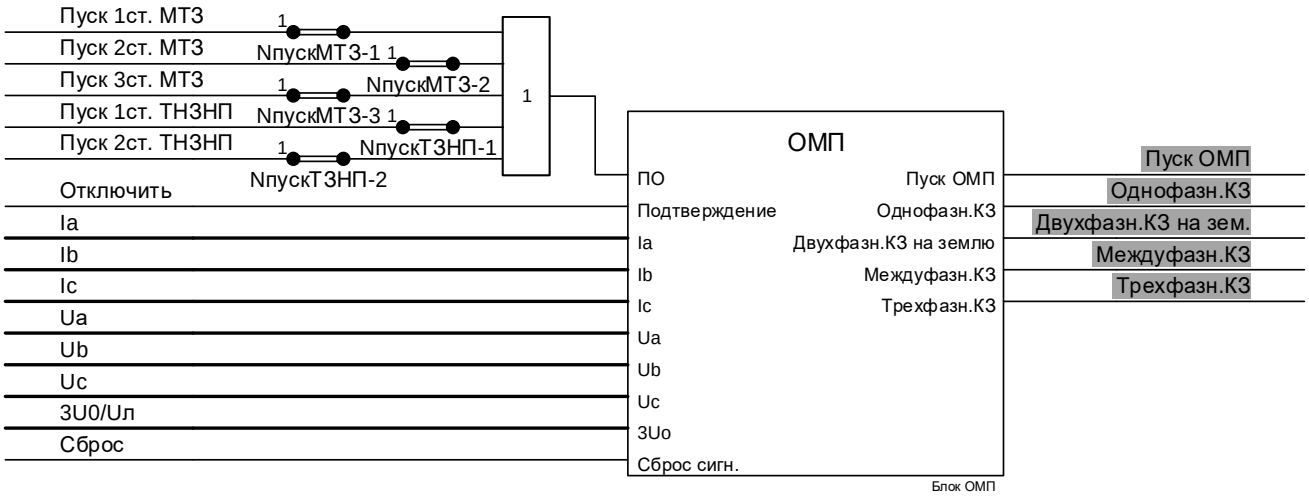


Рисунок 50 – Функциональный блок ОМП

Выходные логические сигналы блока ОМП носят информационный характер и не предназначены для применения в функциях защиты и автоматики.

Блок ОМП обрабатывает токи и напряжения контролируемой линии. Все входные аналоговые величины имеют комплексную форму представления.

Пуск блока ОМП выполняется при появлении сигнала «ПО». Возможно два варианта обработки срабатывания.

«**NалгПуска**» = 0 – блок ОМП пускается по сигналу «Пуск ОМП». Измерение параметров аварийного режима происходит через время «**Тавар**» относительно момента появления сигнала «Пуск ОМП». Измерение параметров предаварийного режима происходит за 40 мс до появления сигнала «Пуск ОМП», т.е. в предшествующем режиме работы ЛЭП. На рисунке 51 показана временная диаграмма пуска.

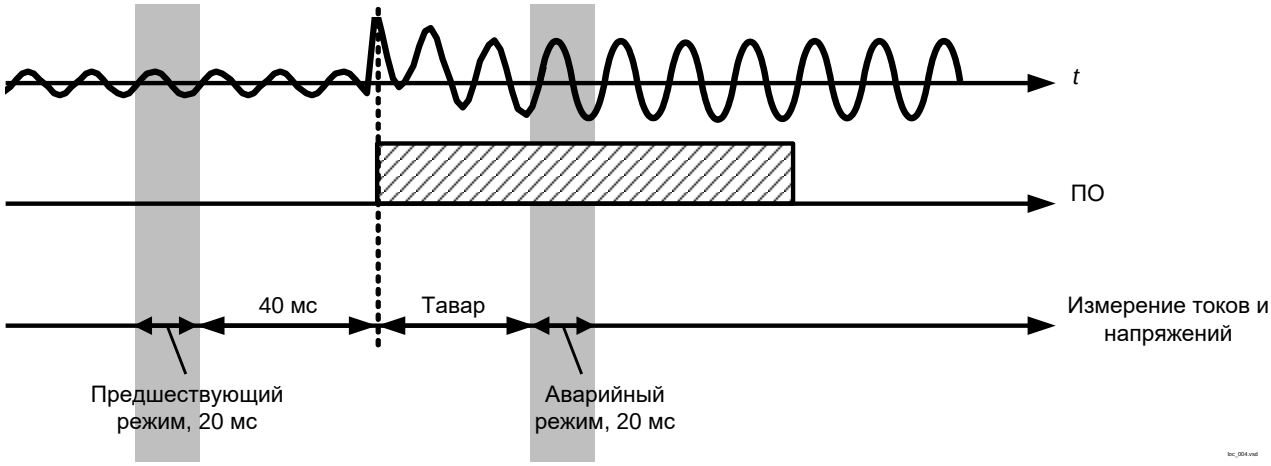


Рисунок 51 – Временная диаграмма пуска в режиме независимого пуска

«**NалгПуска**» = 1 – задается селективный режим пуска, в котором измерение параметров режима происходит по алгоритму уставки «**NалгПуска**» = 1, но их дальнейшая обработка зависит от сигнала «Подтверждение». Если в течение времени «**Тподтв**» от момента появления сигнала «Пуск ОМП» получен сигнал «Подтверждение», то пуск считается подтвержденным, и формируется отчет ОМП. Если сигнал «Подтверждение» поступает после «**Тподтв**», или не поступает, тогда отчет ОМП не формируется. На рисунке 52 приведена временная диаграмма срабатывания, в котором подтверждающий сигнал поступил в течение времени «**Тподтв**». В результате отчет ОМП был сформирован.

В сложных аварийных процессах, например, при изменении вида повреждения и величины тока КЗ, момент измерения параметров аварийного режима может перемещаться в пределах интервала времени протекания тока КЗ. При этом весь аварийный процесс разбивается на интервалы однородности. Приоритет отдается тому интервалу, на котором обеспечивается наиболее уверенный результат ОМП, попадающий в пределы наблюдаемой зоны. На этом интервале происходит измерение аварийных величин. Для примера на рисунке 53 показан аварийный режим, состоящий из двух интервалов. На первом интервале в месте повреждения присутствует переходное сопротивление. На втором интервале переходное сопротивление «выгорает» и ток КЗ увеличивается. Приоритет отдается второму интервалу, поскольку при металлическом КЗ обеспечивается более точный результат ОМП.

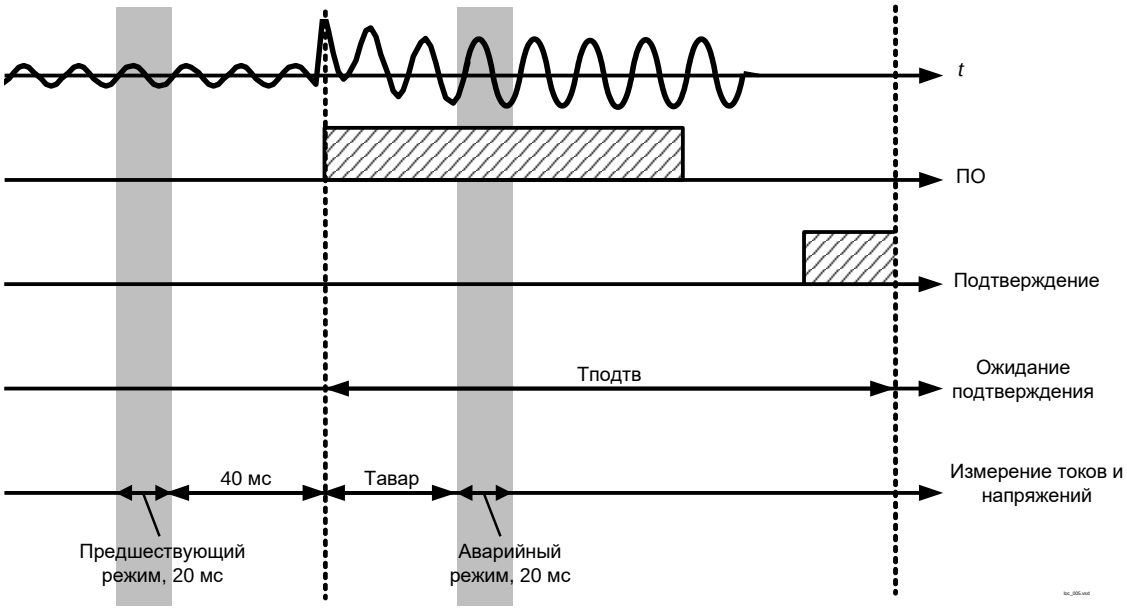


Рисунок 52 – Временная диаграмма пуска в режиме селективного пуска

Выходной сигнал «Процесс КЗ» находится в сработанном состоянии в процессе КЗ. Сигнал появляется в момент появления сигнала «Пуск ОМП», и сбрасывается, если внутренняя

логика функции ОМП фиксирует отключение. Если отключение не наблюдается, то сигнал автоматически сбрасывается через 10 с после срабатывания блока ОМП.

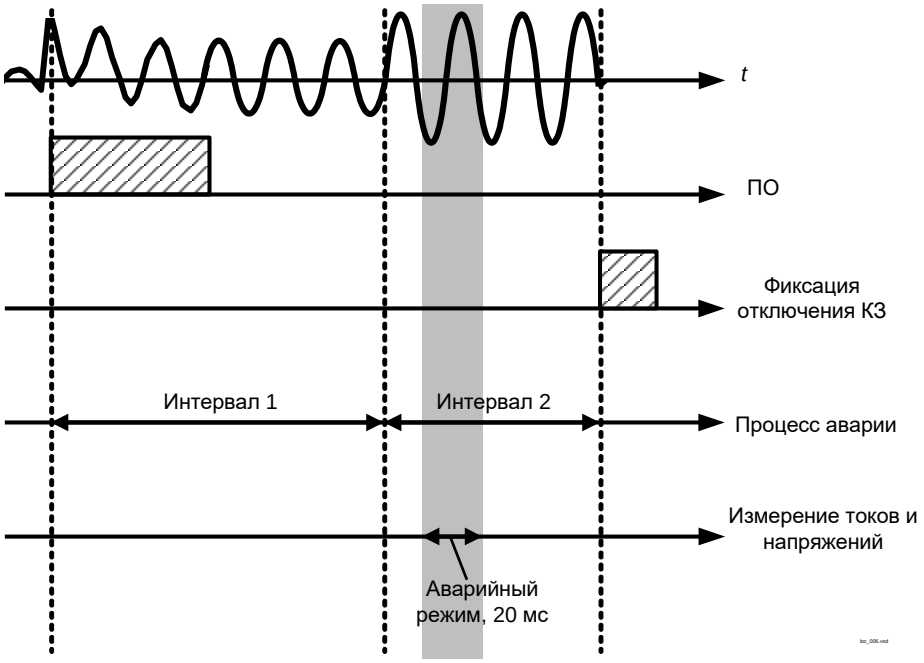


Рисунок 53 – Измерение аварийных величин в сложном аварийном процессе

При успешной фиксации КЗ блок формирует один из сигналов «Однофаз.КЗ (ф)», «Междуфазн.КЗ (ф)», «Двухфазн.КЗ на зем.(ф)» или «Трехфазн.КЗ (ф)», соответствующих различным видам повреждения. Эти сигналы устанавливаются после расчета места повреждения и могут быть сброшены сигналом «Сброс сигн.». Вид КЗ автоматически обновляется при возникновении повторного КЗ. Возможна задержка формирования этих сигналов до нескольких секунд.

Пуск блока ОМП не выполняется в том случае, если терминал переведен в режим теста или выведен.

Длительное существование условий пуска является нежелательным режимом работы устройства, так как препятствует фиксации последующих аварийных процессов. Для выявления такого режима предусмотрена выдержка времени на срабатывание «**ТсрабСДП**», формирующая сигнал «Длительный пуск» ОМП.

Уставки блока ОМП состоят из трех наборов:

- конфигурация функции ОМП (таблица 37);
- параметры наблюдаемой линии (таблица 38).

Таблица 37 – Уставки конфигурации функции ОМП

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Алгоритм регистрации и обработки информации	NалгПуска	0 – сигнал ПО 1 – ПО&подтв. 2 – вывод ОМП	0
Пуск ОМП от МТЗ-1	NпускМТЗ-1	0 – вывод, 1 – ввод	1
Пуск ОМП от МТЗ-2	NпускМТЗ-2	0 – вывод, 1 – ввод	1
Пуск ОМП от МТЗ-3	NпускМТЗ-3	0 – вывод, 1 – ввод	1
Пуск ОМП от ТЗНП-1	NпускТЗНП-1	0 – вывод, 1 – ввод	0
Пуск ОМП от ТЗНП-2	NпускТЗНП-2	0 – вывод, 1 – ввод	0

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Обозначение фаз для индикации	NобознФ	1 – А-В-С-N 2 – А-В-С-0 3 – Ж-З-К-0 4 – Ж-К-З-0 5 – А-В-С 6 – Ж–З-К 7 - Ж-К-З	1
Отстройка для фиксации текущих величин, мс	Тавар	от 0 до 100 (шаг 5)	40
Время ожидания подтверждающего сигнала, мс	Тподтв	от 0 до 10000 (шаг 5)	5000
Выдержка времени на формирование сигнала длительного пуска, мс	ТсрабСДП	от 0 до 30000 (шаг 10)	20000

Формат вывода вида короткого замыкания устанавливается с помощью накладки «**NобознФ**». Предусмотрена возможность использования обозначения поврежденных фаз с помощью букв «А», «В» и «С» или «Ж», «З» и «К» в разных последовательностях.

Название наблюдаемой линии задается с помощью параметра «**Название**». Параметры линии задаются с учетом ее особенностей:

- неоднородность удельных параметров линии по длине (в том числе кабельные участки);
- ответвления с разными режимами заземления нейтрали трансформатора;
- индуктивные связи с параллельными линиями, в том числе с привлечением информации о токе нулевой последовательности параллельной линии.

В функции ОМП предусмотрен учет влияния параллельных линий на участок. Если участок линии индуктивно связан с несколькими линиями, то сначала выбирается та из них, которая оказывает наибольшее влияние на основную. Влияние параллельной линии можно оценить по выражению $X_{0уд,вз} \cdot 3I_{0,п} \cdot l$, где $X_{0уд,вз}$ – удельное взаимное реактивное сопротивление нулевой последовательности основной и параллельной линий, $3I_{0,п}$ – утроенный ток нулевой последовательности параллельной линии, l – длина участка основной линии, индуктивно связанного с рассматриваемой параллельной линией. Учет влияния остальных параллельных линии производится косвенно, изменением параметров основной линии на том же участке.

Описание наблюдаемой линии включает в себя разбиение линии на характерные однородные участки. Максимальное число участков – 6.

Различают участки четырех типов:

- 1 – участок линии (включая кабельный),
- 2 – ответвление,
- 3 – нагрузка (конечный участок линии),
- 4 – участок линии, индуктивно связанный с параллельной линией.

Описание участка подразумевает задание наименования участка (параметр «**Название**»), его типа (параметр «Тип») и соответствующих этому типу параметров.

В таблице 38представлены 11 параметров, составляющих описание участка. Семь из них (1–7) задаются независимо от типа: его длина и удельные параметры, эти параметры характеризуют участок основной линии или линии, соединяющей основную линию с ответвительной подстанцией. Остальные четыре (8–11) параметра задаются в зависимости от типа участка.

Для начального участка типа 1 параметры 8–11 описывают параметры системы слева (системы «за спиной» терминала). В последующих участках типа 1 параметры 8–11 следует принять равными 0,01.

Для участка типа 2 параметры 8–11 задают суммарное сопротивление ответвления, учитывая схему соединения обмоток силового трансформатора и сопротивление нагрузки ответвления.

Для участка типа 3 параметры 8–11 описывают сопротивление системы справа (удаленной системы). Участок типа 3 используется однократно – при задании конечного участка линии. Для задания промежуточных участков используются другие типы участков.

Для участка типа 4 параметры 8–11 задают параметры индуктивной связи. Параметры 8, 9 несут информацию о сопротивлении всей параллельной линии, т.е. учитывают сопротивление всех ее участков, а также сопротивления систем слева и справа. Параметры 10, 11 несут информацию о взаимной индукции между основной линией и параллельной.

Таблица 38 – Параметры участков линии

Номер пара-метра	Тип 1 (простая линия)	Тип 2 (ответвление)	Тип 3 (нагрузка)	Тип 4 (индуктивная связь)
1	Длина участка «**Длина**»			
2	Удельное активное сопротивление ПП «**R10**»			
3	Удельное реактивное сопротивление ПП «**X10**»			
4	Удельное активное сопротивление НП «**R00**»			
5	Удельное реактивное сопротивление НП «**X00**»			
6	Удельная реактивная проводимость ПП «**B10**»			
7	Удельная реактивная проводимость НП «**B00**»			
8	Активное сопротивление ПП системы слева «**R1s**»	Активное сопротивление ПП ответвления «**R1отв**», Ом	Активное сопротивление ПП системы справа «**R1r**», Ом	Активное сопротивление НП параллельной линии «**R0п**», Ом
9	Реактивное сопротивление ПП системы слева «**X1s**», Ом	Реактивное сопротивление ПП ответвления «**X1отв**», Ом	Реактивное сопротивление ПП системы справа «**X1r**», Ом	Реактивное сопротивление НП параллельной линии «**X0п**», Ом
10	Активное сопротивление НП системы слева «**R0s**», Ом	Активное сопротивление НП ответвления «**R0отв**», Ом	Активное сопротивление НП системы справа «**R0r**», Ом	Удельное взаимное активное сопротивление НП «**R0вз**», Ом/км
11	Реактивное сопротивление НП системы слева «**X0s**», Ом	Реактивное сопротивление НП ответвления «**R0отв**», Ом	Реактивное сопротивление НП системы справа «**X0r**», Ом	Удельное взаимное реактивное сопротивление НП «**X0вз**», Ом/км
Примечание – В таблице приняты следующие обозначения: ПП – прямая последовательность, НП – нулевая последовательность.				

В таблице 39 приведены диапазоны и значения параметров линии по умолчанию.

Таблица 39 – Параметры линии блока ОМП

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Название линии	Название	не более 10 символов	ВЛ Хвойная
Параметры участка линии			
Название участка	Название	не более 10 символов	Хвойная 1
Тип участка	Тип участка	1 – линия 2 – ответвл. 3 – нагрузка 4 – инд.связь	1 – линия

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Длина участка	Длина	от 0,01 до 999 (шаг 0,01)	5
Удельное активное сопротивление ПП, Ом/км	R10	от 0 до 1 (шаг 0,001)	0,198
Удельное реактивное сопротивление ПП, Ом/км	X10	от 0,01 до 0,6 (шаг 0,001)	0,479
Удельное активное сопротивление НП, Ом/км	R00	от 0 до 2 (шаг 0,001)	0,346
Удельное реактивное сопротивление НП, Ом/км	X00	от 0,01 до 3 (шаг 0,001)	1,256
Удельная реактивная проводимость ПП, мкСм/км	B10	от 0 до 100 (шаг 0,001)	0
Удельная реактивная проводимость НП, мкСм/км	B00	от 0 до 100 (шаг 0,001)	0
Параметры системы за спиной (участок типа 1)			
Активное сопротивление ПП системы слева, Ом	R1s	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	0,01
Реактивное сопротивление ПП системы слева (для первого участка линии), Ом	X1s	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	6,05
Активное сопротивление НП системы слева (для первого участка линии), Ом	R0s	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	0,01
Реактивное сопротивление НП системы слева (для первого участка линии), Ом	X0s	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	2,85
Параметры отпайки (участок типа 2)			
Активное сопротивление ПП ответвления (для каждого ответвления), Ом	R1отв	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	1E6
Реактивное сопротивление ПП ответвления (для каждого ответвления), Ом	X1отв	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	1E6
Активное сопротивление НП ответвления (для каждого ответвления), Ом	R0отв	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	1E6
Реактивное сопротивление НП ответвления (для каждого ответвления), Ом	X0отв	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	1E6
Параметры удаленной системы (участок типа 3)			
Активное сопротивление ПП системы справа, Ом	R1r	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	0,01
Реактивное сопротивление ПП системы справа, Ом	X1r	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	33,2
Активное сопротивление НП системы справа, Ом	R0r	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	0,01
Реактивное сопротивление НП системы справа, Ом	X0r	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	27,55
Параметры взаимоиндукции (участка типа 4)			
Активное сопротивление НП параллельной линии, Ом	R0п	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	40
Реактивное сопротивление НП параллельной линии, Ом	X0п	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	150
Удельное взаимное активное сопротивление НП, Ом/км	R0вз	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	0,15
Удельное взаимное реактивное сопротивление НП, Ом/км	X0вз	от 0,01 до 10^6 (шаг 0,001)	1

В таблице 40 приведен пример описания линии ПС1-ПС3, представленной на рисунке 54, которую предлагается разбить на три участка: ПС1-ПС2 (тип 1), ПС2 (тип 2) и ПС2-ПС3 (тип 3). При необходимости задать условия изолированной нейтрали соответствующий параметр сопротивления принимается равным 1000000.

Таблица 40 – Параметры участков линии с отпайкой

Номер участка	1	2	3
Тип участка	1	2	3
Длина, км	4,00	9,30	7,00
Название участка	Уч.ПС1-ПС2	Участок ПС2	Уч.ПС2-ПС3
R10, Ом/км	0,182	0,182	0,182
X10, Ом/км	0,431	0,332	0,446
R00, Ом/км	0,392	0,392	0,392
X00, Ом/км	1,257	1,364	1,257
B10, мкСм/км	2,806	2,806	2,806
B00 мкСм/км	1,423	1,423	1,423
R1s/R1отв/R1r, Ом	0,60	500	1000
X1s/X1отв/X1r, Ом	4,56	1000	2000
R0s/R0отв/R0r, Ом	0,26	1000000	1000000
X0s/X0отв/X0r, Ом	3,03	1000000	1000000

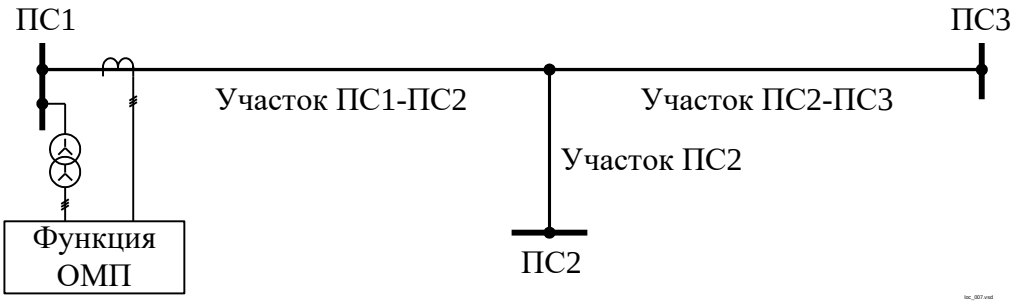


Рисунок 54 – Пример наблюдаемой линии с отпайкой

На рисунке 55 приведен пример электропередачи с двумя индуктивно связанными линиями. Начальный участок линии должен предусматривать одновременное задание системы слева, что соответствует типу 1, и параллельной линии, что соответствует типу 4. Чтобы выполнить это условие, начальный участок разбивают на два: первый имеет тип 1 и минимальную длину (0,01 км), а второй – тип 4 и учитывает всю длину начального участка. Описание основной линии представлено в таблице 41.

Таблица 41 – Параметры участков линии с отпайкой и взаимоиндукцией

Номер участка	1	2	3	4	5	6	7
Тип участка	1	4	1	2	1	4	3
Длина, км	0,01	4,00	2,30	9,30	11,60	5,30	7,00
Название участка	Участок ПС1	Уч.ПС1-ПС2-1	Уч.ПС1-ПС2-2	Участок ПС2	Уч.ПС2-ПС3-1	Уч.ПС2-ПС3-2	Уч.ПС2-ПС3-3
R10, Ом/км	0,182	0,182	0,182	0,178	0,178	0,178	0,178
X10, Ом/км	0,431	0,431	0,431	0,412	0,412	0,412	0,412
R00, Ом/км	0,392	0,392	0,392	0,387	0,387	0,387	0,387
X00, Ом/км	1,257	1,257	1,257	1,356	1,356	1,356	1,356
B10, мкСм/км	2,806	2,806	2,806	2,806	2,806	2,806	2,806
B00 мкСм/км	1,423	1,423	1,423	1,423	1,423	1,423	1,423
R1s/R0п/-/R1отв/-/R0п/R0r, Ом	0,60	20,9	0,01	500	0,01	20,9	1230,3
X1s/X0п/-/X1отв/-/X0п/X0r, Ом	4,56	40,15	0,01	1000	0,01	40,15	2325,4

Номер участка	1	2	3	4	5	6	7
R0s/R0вз/-/R0отв/-/R0вз/R0r, Ом (Ом/км)	0,26	0,153	0,01	1000000	0,01	0,153	14,70
X0s/X0вз/-/X0отв/-/X0вз/X0r, Ом (Ом/км)	3,03	1,024	0,01	1000000	0,01	1,024	211,00

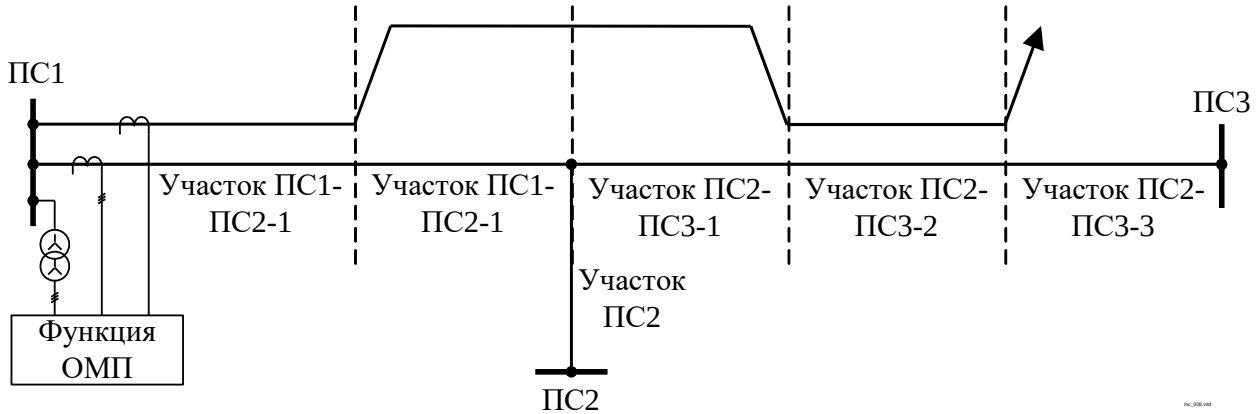


Рисунок 55 – Пример наблюдаемой линии с отпайкой и взаимоиндукцией

Блок ОМП рассчитывает и записывает в отчет ОМП следующие параметры:

- момент возникновения КЗ (год, месяц, день, час, минута, секунда, миллисекунда);
- имя поврежденной линии (задаваемое параметром «**Название**»);
- вид повреждения (в соответствии с выбранной системой обозначений фаз «**NобознФ**»);
- расстояние до места повреждения и переходное сопротивление; на основной линии и ответвлениях;
- длительность существования аварийного режима;
- значения векторов фазных и симметричных составляющих напряжений и токов аварийного и доаварийного режимов.

Для пользователя доступна функция пересчета отчета ОМП с помощью ИЧМ терминала. Пересчет выполняется на основе активной в данный момент группы уставок. В результате формируется новый отчет с пометкой «Расчет: ручной». Оригинальный отчет при этом не удаляется.

Отчеты ОМП доступны для просмотра на ИЧМ и при помощи сервисного программного обеспечения. Инструкция по просмотру и пересчету отчетов ОМП через ИЧМ терминала приведена в АИПБ.656122.025 РЭ1. Отчеты ОМП присоединяются к осциллограммам соответствующего аварийного режима.

Для передачи отчетов ОМП в АСУ в виде сигналов блок ОМП формирует следующие сигналы:

- Расстояние до КЗ;
- Вид КЗ:
  a) 1 – однофазное КЗ на землю фазы А;
  b) 2 – однофазное КЗ на землю фазы В;
  c) 3 – однофазное КЗ на землю фазы С;
  d) 4 – междуфазное КЗ фаз А и В;
  e) 5 – междуфазное КЗ фаз В и С;
  f) 6 – междуфазное КЗ фаз С и А;
  g) 7 – иное;
- Счетчик пусков – число, соответствующее номеру пуска (увеличивается на 1 при каждом пуске ОМП);
- Счетчик срабатываний – число, соответствующее номеру пуска, для которого готов отчет ОМП и установлены соответствующие сигналы «Расстояние до КЗ», «Вид КЗ»;
- Срабатывание – дискретный сигнал, признак готовности отчета ОМП.

Если КЗ не определено в зоне, то «Расстояние до КЗ» принимает значение 0, «Вид КЗ» принимает значение 7.

Выходные аналоговые сигналы «Расстояние до КЗ», «Вид КЗ», «Счетчик срабатываний» сохраняют свое значение до следующего срабатывания ОМП и сбрасываются в ноль при перезагрузке терминала, либо при появлении сигналов «DI Сброс данных АСУ» и «RI Сброс данных АСУ». Сигнал «Счетчик пусков» сохраняет свое значение в том числе после перезагрузки терминала и сбрасывается в 0 при появлении сигнала «Сброс данных АСУ».

Блок ОМП формирует выходные сигналы для АСУ в следующем порядке:

- при возникновении КЗ блок ОМП пускается от входных дискретных сигналов «Пуск ОМП» и «Подтверждение» согласно алгоритму пуска уставки «**NалгПуска**». Значение сигнала «Счетчик пусков» увеличивается на 1. Метку времени этого события следует использовать в АСУ для фиксации момента начала КЗ;
- блок ОМП выполняет расчет места повреждения, время расчета – до 10 с;
- по готовности результата блок ОМП формирует импульс «Срабатывание» длительностью 20 мс, обновляет выходные сигналы «Расстояние до КЗ», «Вид КЗ», «Счетчик срабатываний».

1.2.5.38.2 Погрешность определения расстояния до места повреждения при проверке в лабораторных условиях не превышает 4 % от длины ВЛ при металлических КЗ, известной симметричной нагрузке и соблюдении следующих условий: ток аварийного режима превышает номинальное значение; при симметричном трехфазном замыкании угол между током и напряжением от 40° до 90°; длина ВЛ от 20 до 800 км. При меньшей длине ВЛ погрешность не превышает 0,8 км. Погрешность ОМП на КВЛ нормируется только для воздушной части линии, кабельные вставки пропускаются. Терминал сохраняет точностные параметры при величине кабельной части до 20 % длины линии; при большем соотношении кабельной и воздушной частей КВЛ дополнительная погрешность ОМП не превышает 5 % от длины воздушной части линии.

1.2.5.38.3 Дополнительная погрешность в режимах внутреннего замыкания в конце контролируемой ВЛ с токами до 40 $I_{ном}$ при полной погрешности до 10 % включительно, возникающей вследствие насыщения высоковольтных ТТ, при передаче токов установившегося режима при работе на активную нагрузку не превышает 10 % длины этой ВЛ.

1.2.6 Измерения

1.2.6.1 Измерение фазных токов и междуфазных напряжений

Терминал производит измерение фазных токов и междуфазных напряжений. Погрешности измерений приведены в АИПБ.656122.025 РЭ1. Измерения производятся как в первичных, так и во вторичных величинах, с учётом номинальных данных ИТТ и ИТН, приведенных в таблице 42.

Таблица 42 – Номинальные величины терминала

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Номинальное первичное напряжение ИТН, кВ	Uперв	от 0,1 до 1150 (шаг 0,01)	10
Номинальное вторичное напряжение ИТН, В	Uвтор	100	100
Номинальное первичное напряжение $3U_0$, кВ	3U0перв	от 0,1 до 1150 (шаг 0,01)	10
Номинальное вторичное напряжение $3U_0$, В	3U0втор	от 33,33 до 100 (шаг 0,01)	100
Номинальный первичный ток ИТТ, А	Iперв	от 1 до 10000 (шаг 1)	300
Номинальный вторичный ток ИТТ, А	Iвтор	1; 5	5
Номинальный первичный ток $3I_0$, А	3I0перв	от 1 до 10000 (шаг 0,1)	30
Номинальный вторичный ток $3I_0$, А	3I0втор	0,2; 1; 5	1

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Коэффициент возврата	Квозв	от 0,8 до 0,95 (шаг 0,01)	0,95

1.2.6.2 Расчетные величины

На основании измеренных значений производится расчет составляющих обратной последовательности по формулам

$$\underline{I}_2 = \frac{1}{3}\left(\underline{I}_a + a^2\underline{I}_b + a\underline{I}_c\right),$$

$$\underline{U}_2 = \frac{1}{3}\left(\underline{U}_{ab} - a\underline{U}_{bc}\right).$$

Расчет фазных напряжений производится по формулам

$$\underline{U}_a = U_0 + \frac{1}{3}\left(\underline{U}_{ab} - U_{ca}\right),$$

$$\underline{U}_b = U_0 + \frac{1}{3}\left(\underline{U}_{bc} - U_{ab}\right),$$

$$\underline{U}_c = U_0 + \frac{1}{3}\left(\underline{U}_{ca} - U_{bc}\right).$$

Предусмотрена возможность расчета тока обратной последовательности при двухфазном подключении токовых цепей терминала. Выбор варианта расчета осуществляется накладкой «**NрежI2**» (таблица 43). В двухфазном режиме расчет осуществляется по формуле

$$\underline{I}_2 = \frac{1}{\sqrt{3}}\left(\underline{I}_a e^{\frac{j\pi}{6}} + \underline{I}_c e^{\frac{j\pi}{2}}\right).$$

На основании значений измеренных фазных токов осуществляется расчет тока нулевой последовательности по формуле

$$3\underline{I}_0 = \underline{I}_a + \underline{I}_b + \underline{I}_c.$$

При трехфазном подключении токовых цепей и отсутствии ТТНП данное значение может использоваться для работы ТНЗНП.

Таблица 43 – Уставки расчетных величин

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Режим расчета I2	NрежI2	0 – трехфаз., 1 – двухфаз.	0

1.2.6.3 Измерение мощности и коэффициента мощности

Терминал производит измерение полной, активной и реактивной мощностей, а также коэффициента мощности. Расчет мощности производится по двухэлементной схеме с учетом междуфазных напряжений U_{ab}, U_{bc} и фазных токов I_a и I_c по формулам

$$\underline{S} = \underline{U}_{ab}\overset{*}{\underline{I}}_a - \underline{U}_{bc}\overset{*}{\underline{I}}_c,$$

$$P = \mathrm{Re}\left(\underline{U}_{ab}\overset{*}{\underline{I}}_a - \underline{U}_{bc}\overset{*}{\underline{I}}_c\right),$$

$$Q = \mathrm{Im}\left(\underline{U}_{ab}\overset{*}{\underline{I}}_a - \underline{U}_{bc}\overset{*}{\underline{I}}_c\right).$$

Для отображения мощности в первичных необходимо задать коэффициенты масштабирования, приведенные в таблице 44.

Таблица 44 – Уставки масштабирования мощности

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Коэффициент масштабирования	Кмб	от 0,001 до 1000000 (шаг 0,01)	1

1.2.6.4 Учет электроэнергии

Терминал производит учет активной энергии в прямом и обратном направлениях, реактивной энергии в прямом и обратном направлениях на основе вычисленных значений активной и реактивной мощности.

Терминал обеспечивает отображение накопленных значений энергии на ИЧМ, преобразование значений для протоколов связи и их сохранение при перерывах питания. Накопление значения энергии происходит один раз в 200 мс. При превышении каждым значением энергии величины 99 999 999 999 кВт·ч (квар·ч) его накопление начинается заново.

Расчет мощности и электроэнергии постоянно введен в работу. Блокировка расчета осуществляется при понижении входного значения тока ниже 0,5 % и напряжения ниже 10 % от выбранного номинала (таблица 42).

При выводе функции из работы дискретным сигналом «DI_Сброс энергии» (по умолчанию в резерве) накопленные значения электроэнергии могут быть сброшены. При повторном вводе расчет начинается с нуля.

1.2.7 Дистанционное управление

В терминале имеется возможность выполнения команд управления выключателем и коммутационными аппаратами, оперативного ввода/вывода функций, сброса сигнализации и квитирования, принимаемых от системы АСУ по каналам связи. Команды выполняются только в дистанционном режиме управления. Формат имени команд управления имеет вид «RI_Название команды».

Выбор режима управления осуществляется ключом (дискретный входной сигнал «DI Ключ М/Д») или функциональной кнопкой «МЕСТ/ДИСТ» на лицевой панели терминала. Способ задания дистанционного режима управления определяется положением программной накладки «**NупрМД**» (таблица 45).

Таблица 45 – Уставки выбора режима управления

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Способ задания дистанционного режима	NупрМД	0 – ключ, 1 – ФК	0

1.2.8 Управление группами уставок

В терминале имеется возможность переключения групп уставок. Модуль управления уставками позволяет использовать сигналы активности групп уставок и обеспечить активацию групп посредством логических сигналов. Управление группами уставок выполняется с помощью дискретных входных сигналов «DI Группа уставок 1» – «DI Группа уставок 8», а также команд управления «RI Группа уставок 1» – «RI Группа уставок 8». Команды выполняются только в дистанционном режиме управления.

В терминале также дополнительно имеются три логических сигнала «DI Группа уставок +1», «DI Группа уставок +2», «DI Группа уставок +4» позволяющих формировать номер вводимой группы уставок посредством битового сложения.

1.2.9 Дополнительные блоки

Функциональные схемы терминала с дополнительными блоками приведены в приложении А. Схемы подключения терминала с дополнительными блоками приведены в приложении Б.

1.2.9.1 Блок питания от токовых цепей

Блок обеспечивает питание терминала от токовых цепей (измерительных трансформаторов тока) при отсутствии оперативного питания на подстанциях с переменным оперативным током. Блок имеет два канала питания от токовых цепей (фаз А и С). Технические характеристики блока приведены в АИПБ.656122.025 РЭ1.

В состав блока входят четыре дискретных входа и четыре сигнальных выходных реле, которые могут быть использованы в качестве сигнальных реле.

Терминал определяет источник питания по схеме, приведенной на рисунке 56. Ток питания «**Iпит**» рассчитывается как сумма двух модулей токов, протекающих через обмотки питающих ТТ.

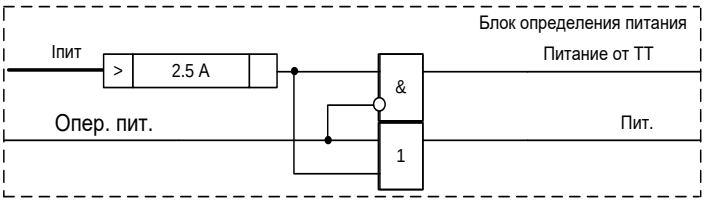


Рисунок 56 – Логическая схема определения источника питания

1.2.9.2 Блок питания от токовых цепей с цепями дешунтирования

Блок обеспечивает питание терминала ТОР 200 от токовых цепей (измерительных трансформаторов тока) при отсутствии оперативного питания на подстанциях с переменным оперативным током и действие на отключение выключателя через встроенное реле дешунтирования.

Блок имеет два канала питания от токовых цепей (фаз А и С). Технические характеристики блока приведены в АИПБ.656122.025 РЭ1. В состав блока входят четыре дискретных входа, четыре сигнальных выходных реле К4.1 – К4.4 и реле дешунтирования К4.5.

При получении команды контакты дешунтирования размыкаются и ток от ТТ протекает через катушку отключения выключателя, обеспечивая его отключение. Конфигурирование команды выполняется с помощью матрицы выходных сигналов (1.2.5.36). Логическая схема формирования команды приведена на рисунке 57.

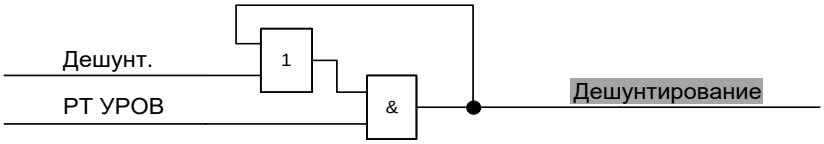


Рисунок 57 – Логическая схема формирования команды дешунтирования

1.2.9.3 Блок питания от токовых цепей с накопительными конденсаторами

Блок предназначен для применения в терминалах ТОР 200, устанавливаемых на подстанциях с переменным оперативным током. Блок обеспечивает питание терминала от токовых цепей (трансформаторов тока присоединения фаз А и С) при отсутствии оперативного питания, а также содержит два накопительных конденсатора С1 и С2 большой ёмкости, обеспечивающие возможность действия на электромагниты отключения (ЭМО) выключателя с использованием энергии предварительно заряженных накопительных конденсаторов. Технические характеристики блока приведены в АИПБ.656122.025 РЭ1.

Блок управления конденсаторами (БУК) управляет зарядом и разрядом конденсаторов, воздействующих на электромагнит отключения, контролирует их уровень заряда, а также два критерия неисправности конденсаторов. Функциональный блок управления конденсаторами приведен на рисунке 58.

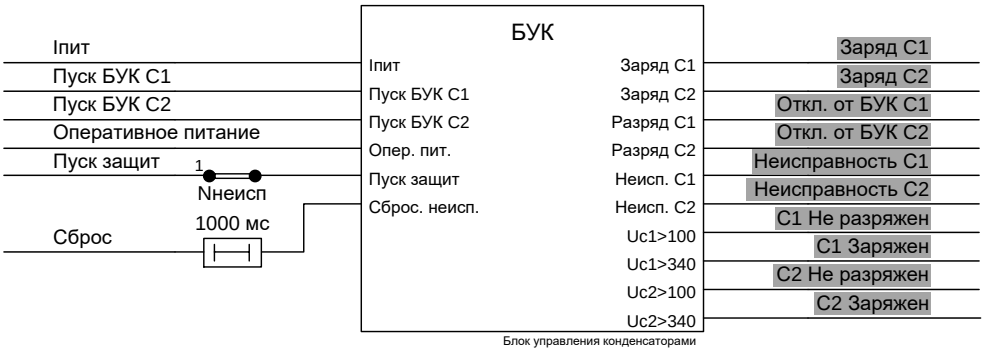


Рисунок 58 – Функциональный блок управления конденсаторами

Управление зарядом, разрядом и выявление неисправностей конденсаторов С1 и С2 вводится в работу программными накладками «**NвводС1**» и «**NвводС2**» соответственно.

В отсутствии неисправностей команда на разряд С1 подаётся при появлении сигнала срабатывания защит «Пуск БУК С1» и заряженном конденсаторе, команда на разряд С2 формируется аналогично. При разряде одного конденсатора, второй конденсатор осуществляет заряд. После разряда конденсатора на ЭМО, осуществляется заряд конденсатора и последующий разряд до тех пор, пока не пропадёт сигнал срабатывания защит. После восьми циклов заряда - разряда подряд разряд конденсатора блокируется на 90 с.

БУК осуществляет диагностику времени заряда и разряда на основания сигналов («С1 Не разряжен», «С2 Не разряжен» и «С1 Заряжен», «С2 Заряжен») с датчиков напряжения 100 В и 340 В соответственно, позволяющих контролировать состояние конденсаторов.

Отсчет времени заряда начинается с момента появления команды на заряд («Заряд С1», «Заряд С2») до появления сигнала («С1 Заряжен», «С2 Заряжен»), информирующего о достижении уровня 340 В, соответствующего конденсатора. Время заряда зависит от типа питания терминала. При питании от оперативных цепей время заряда конденсатора составляет не более 2 с. В режиме питания терминала от токовых цепей, время заряда зависит от уровня суммарного тока по модулю, протекающего через питающие трансформаторы тока. При протекании минимального суммарного тока 3 А, достаточного для заряда конденсаторов, время заряда не превышает 10 с. С увеличением токов время заряда уменьшается и не превышает 2 с при токах более 5 А, 1 с при токах более 10 А. В случае превышения установленного времени заряда формируется сигнал неисправности соответствующего конденсатора («Неисправность С1», «Неисправность С2»).

Время разряда оценивается с момента появлении команды на разряд («Откл. от БУК С1», «Откл. от БУК С2») до пропадания сигнала («С1 Не разряжен», «С2 Не разряжен»), информирующего о превышении уровня 100 В, соответствующего конденсатора. Время разряда конденсатора на ЭМО составляет не более 1 с. Превышение времени разряда позволяет идентифицировать нарушение цепи отключения соответствующего конденсатора («Неисправность С1», «Неисправность С2»).

При отсутствии сигнала «Питание» или появлении одного из сигналов «Неисправность С1», «Неисправность С2» формируется неисправность блока управления конденсаторами «Неисправность БУК».

В отсутствии неисправностей заряд конденсаторов осуществляется при наличии питания от оперативного напряжения, либо при питании терминала суммарным током более 3 А. При отсутствии сигналов срабатывания «Пуск БУК С1» и «Пуск БУК С2» осуществляется постоянный подзаряд конденсаторов С1 и С2 соответственно.

При определении неисправности одного из конденсаторов:

- заряжается только исправный конденсатор, когда в работу введены оба конденсатора;
- в случае, когда в работу введен один конденсатор, и он определен как неисправный, заряд конденсатора происходит при появлении сигнала «Пуск защит» и введенной программной накладке «**Nнеисп**».

При определении неисправности двух конденсаторов, заряд конденсаторов не осуществляется до тех пор, пока не появится сигнал «Пуск защит» при введенной программной накладке «**Nнеисп**».

В случае неисправности конденсатора:

- при питании от оперативного тока, пуском команды на разряд служит команда на заряд, подаваемая с ВВС 3 с, при наличии сигнала срабатывания защит;
- при питании от токовых цепей, пуском команды на разряд служит команда на заряд, подаваемая с ВВС 11 с, при наличии сигнала срабатывания защит.

Таблица 46 – Уставки блока управления конденсаторами

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Управление конденсатором С1	NвводС1	0 – вывод, 1 – ввод	1

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Управление конденсатором С2	NвводС2	0 – вывод, 1 – ввод	0
Работа при неисправности двух конденсаторов	Nнеисп	0 – вывод, 1 – ввод	1

Управление разрядом конденсаторов С1 и С2 на катушки отключения осуществляется выходными реле К4.1 и К4.2 соответственно.

Импульс отключения потенциальных выходов имеет амплитуду напряжения не менее 350 В и начальную энергию не менее 10 Дж.

2 Рекомендации по проверке

2.1 Общие указания

Общие указания по эксплуатационным ограничениям при подготовке терминала к использованию и работе с ним, порядку внешнего осмотра, установке, подключению и вводу в эксплуатацию, настройке и работе с интерфейсом пользователя, техническому обслуживанию, хранению и утилизации приведены в АИПБ.656122.025 РЭ1.

2.2 Меры по безопасности

2.2.1 При эксплуатации и техническом обслуживании устройства необходимо руководствоваться «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», а также требованиями настоящего РЭ.

2.2.2 Монтаж, обслуживание и эксплуатацию устройства разрешается производить лицам, прошедшим обучение и имеющим соответствующий допуск к работам.

2.2.3 Выемку блоков из терминала и их установку, а также работы на разъемах терминала следует производить при обесточенном состоянии.

2.2.4 Перед включением и во время работы устройство должно быть надежно заземлено через заземляющий винт, расположенный на задней панели с контуром заземления (корпусом ячейки, шкафа) медным проводником сечением не менее 4 мм^2 наиболее коротким путем.

Приложение А (обязательное)
Функциональные схемы

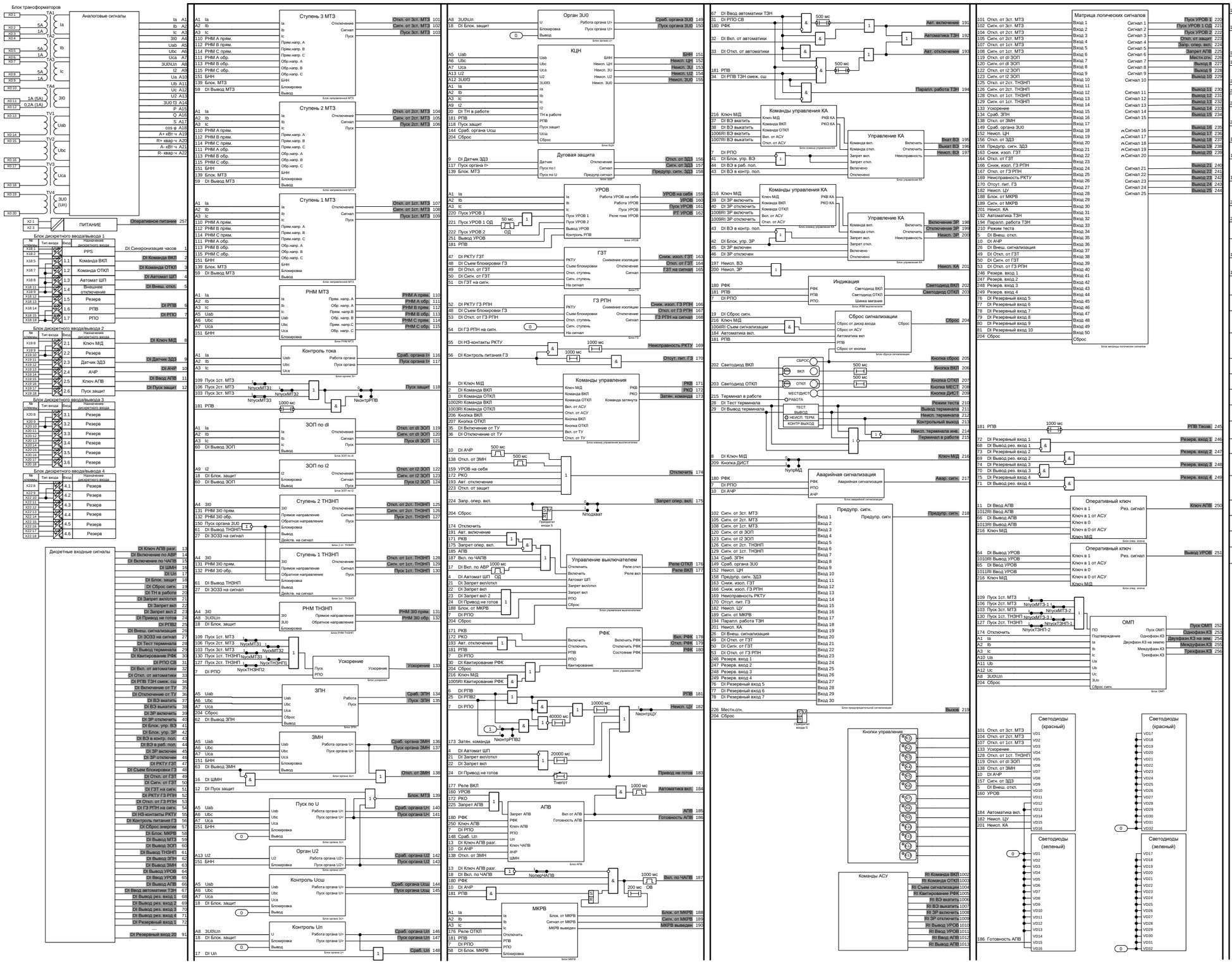


Рисунок А.1 – Функциональная схема терминала «ТОР 200 Л 22 XXXX-16 И1» («ТОР 200 Л 62 XXXX-16 И1»)

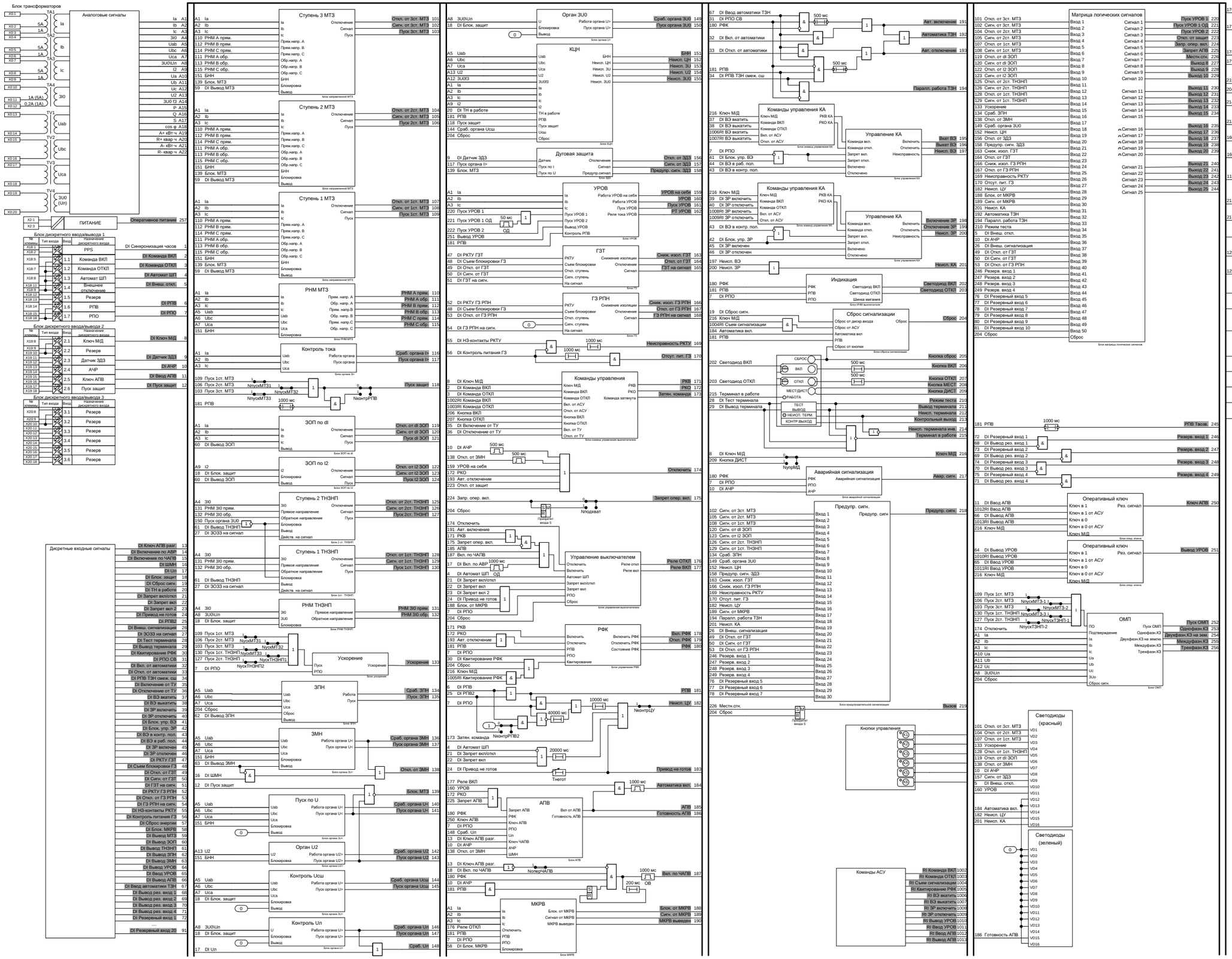


Рисунок А.2 – Функциональная схема терминала «ТОР 200 Л 22 XXXX-16К И3» («ТОР 200 Л 62 XXXX-16К И3»)

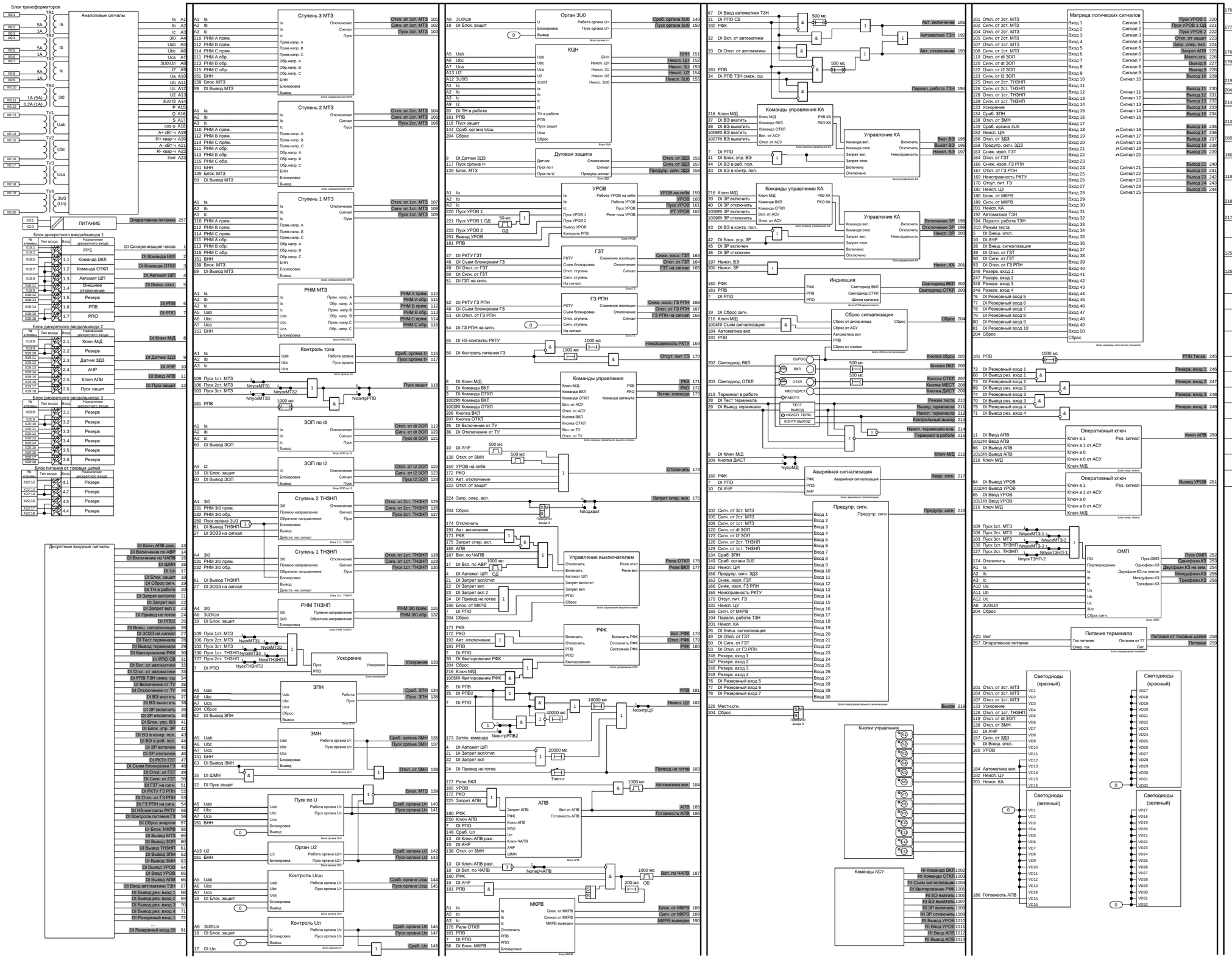


Рисунок А.3 – Функциональная схема терминала «ТОР 200 Л 22 XXXX-16 И1» («ТОР 200 Л 62 XXXX-16 И1») с блоком питания от токовых цепей

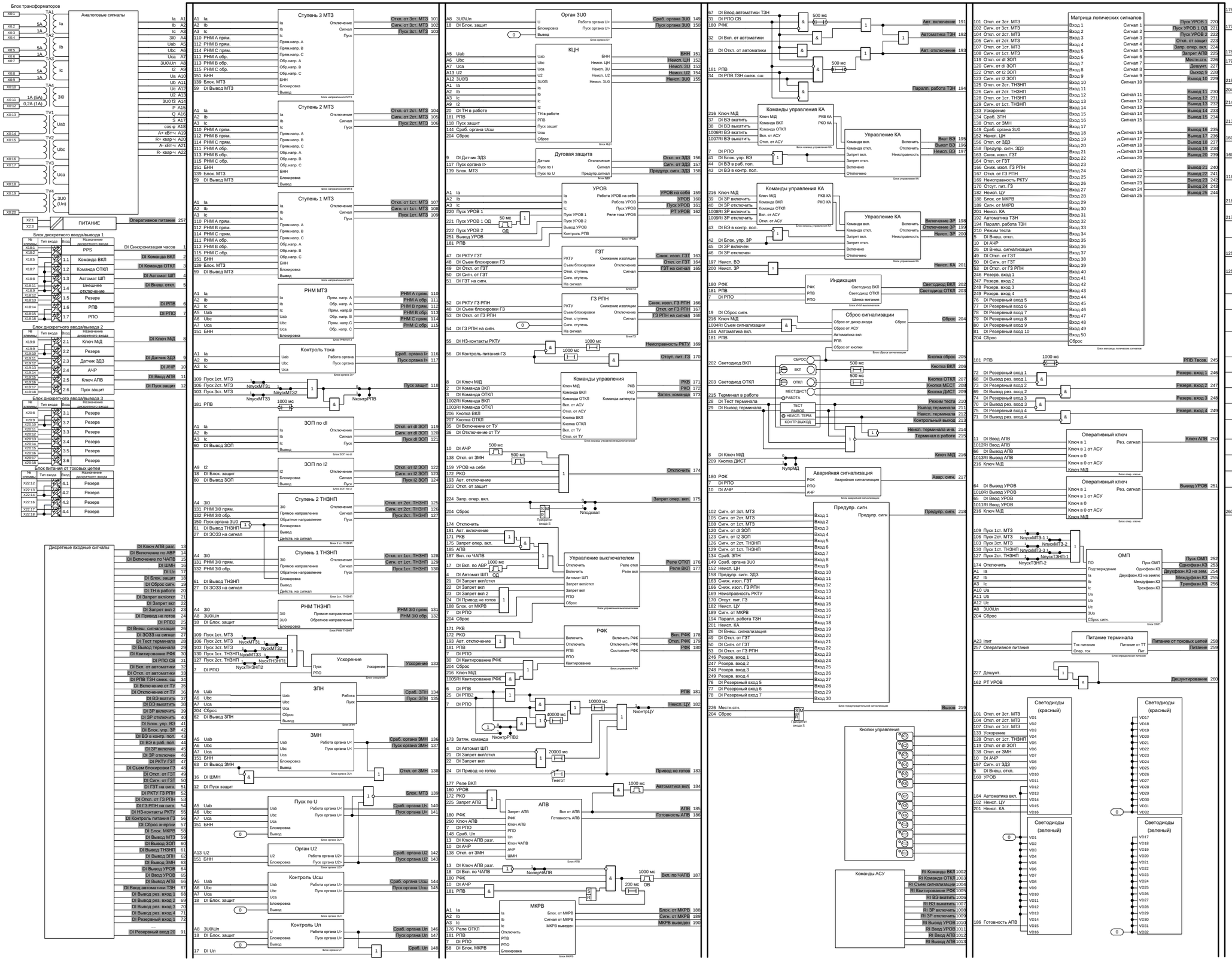


Рисунок А.4 – Функциональная схема терминала «ТОР 200 Л 22 XXXX-16 И1» («ТОР 200 Л 62 XXXX-16 И1») с блоком питания от токовых цепей и цепями дешунтирования

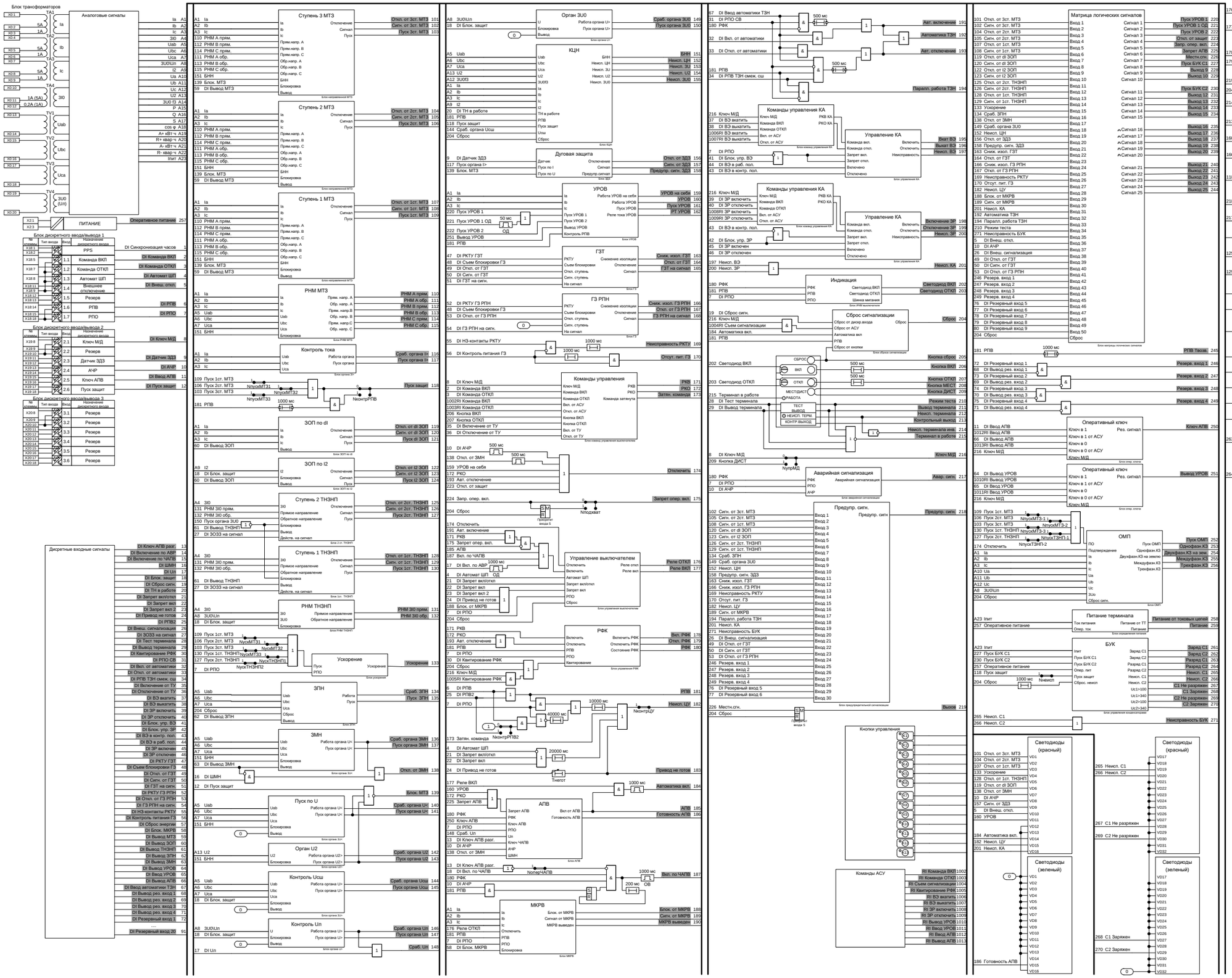


Рисунок А.5 – Функциональная схема терминала «ТОР 200 Л 22 XXXX-16 И1» («ТОР 200 Л 62 XXXX-16 И1») с блоком питания от токовых цепей и блоком заряда конденсаторов

Приложение Б
(справочное)
Схемы подключения терминала

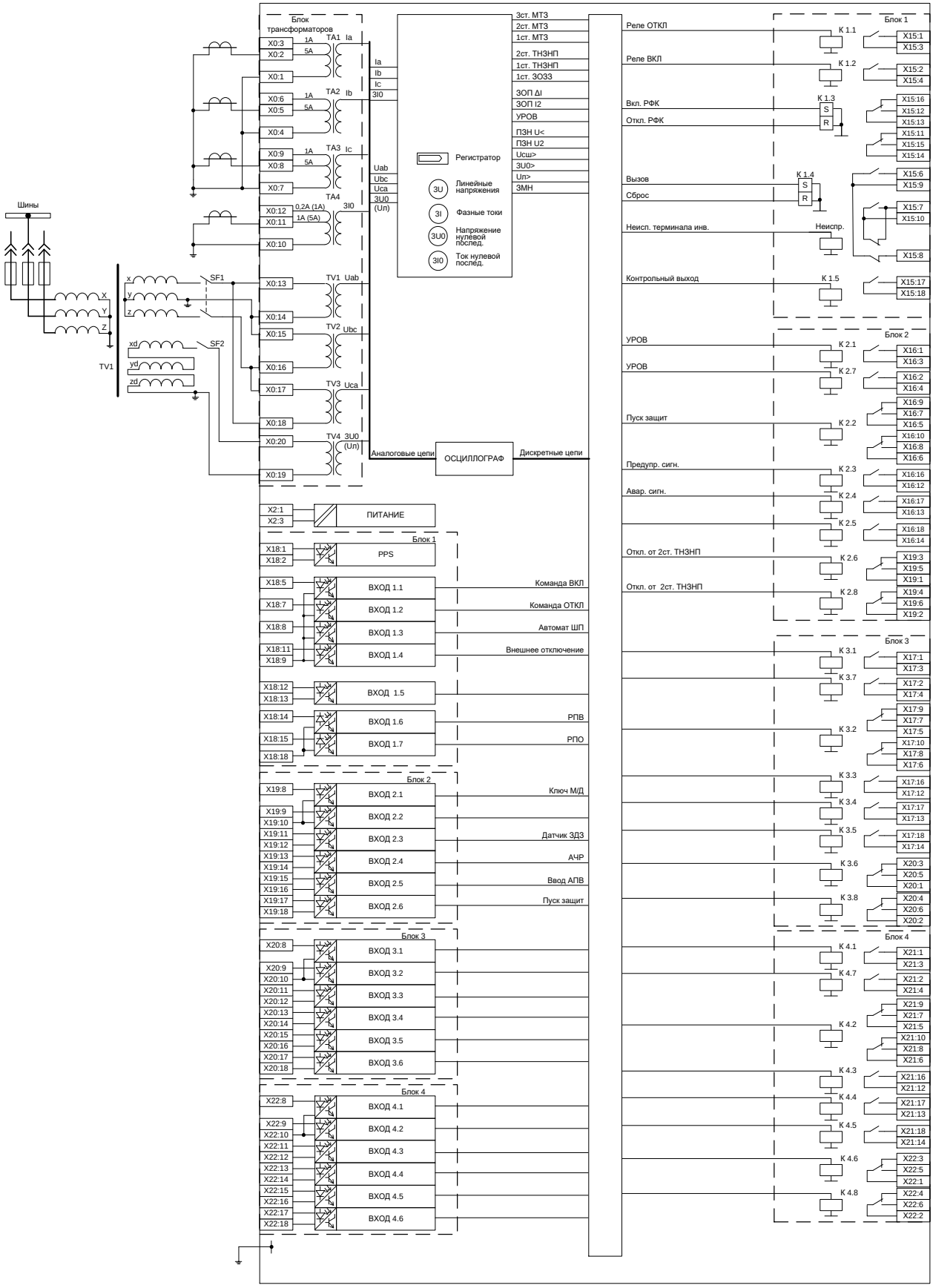
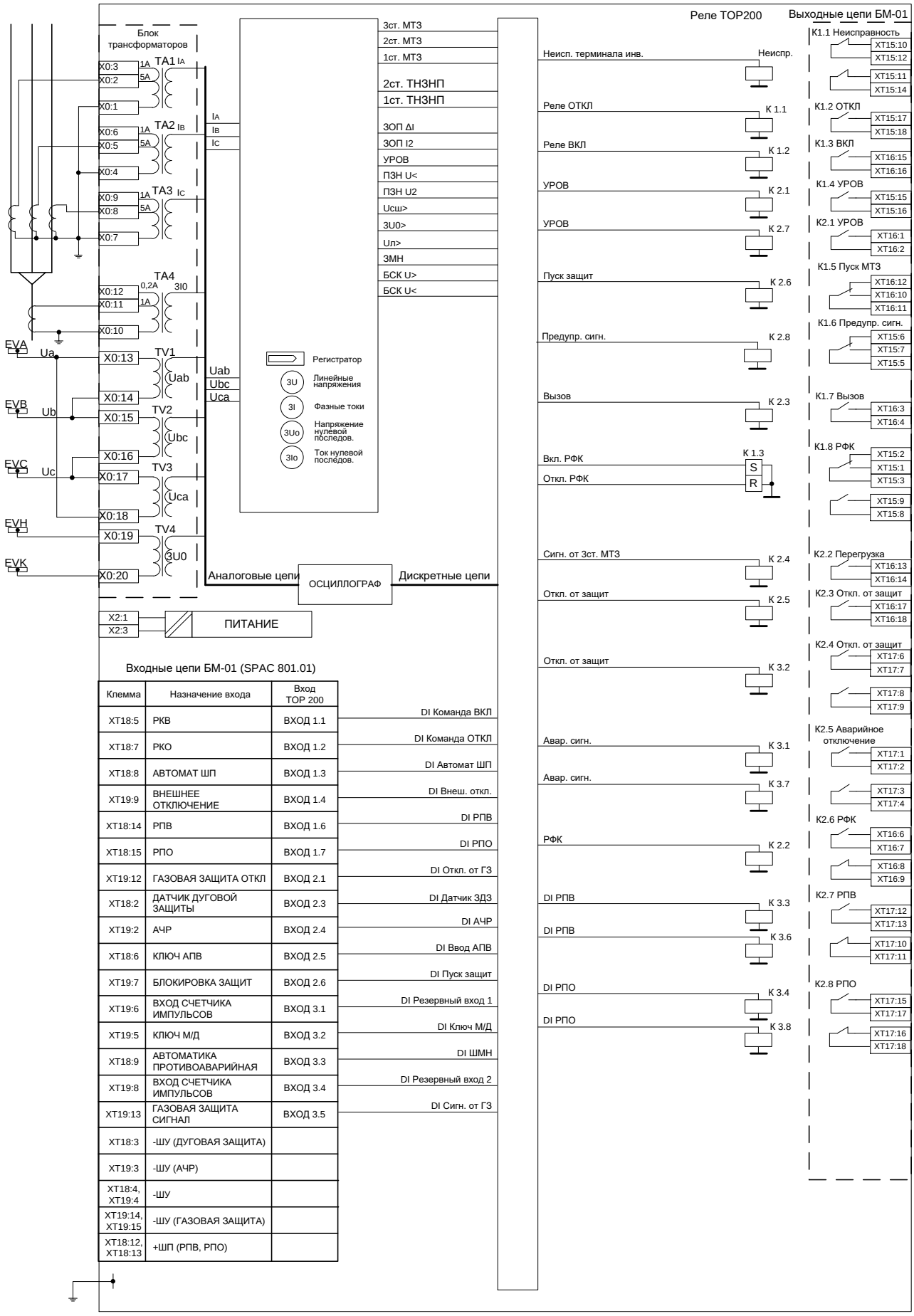


Рисунок Б.1 – Схема подключения терминала «ТОР 200 Л 22» («ТОР 200 Л 62»)



Входные цепи БМ-01 (SPAC 801.01)

Клемма	Назначение входа	Вход ТОР 200
XT18:5	РКВ	ВХОД 1.1
XT18:7	РКО	ВХОД 1.2
XT18:8	АВТОМАТ ШП	ВХОД 1.3
XT19:9	ВНЕШНЕЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ	ВХОД 1.4
XT18:14	РПВ	ВХОД 1.6
XT18:15	РПО	ВХОД 1.7
XT19:12	ГАЗОВАЯ ЗАЩИТА ОТКЛ	ВХОД 2.1
XT18:2	ДАТЧИК ДУГОВОЙ ЗАЩИТЫ	ВХОД 2.3
XT19:2	АЧР	ВХОД 2.4
XT18:6	КЛЮЧ АПВ	ВХОД 2.5
XT19:7	БЛОКИРОВКА ЗАЩИТ	ВХОД 2.6
XT19:6	ВХОД СЧЕТЧИКА ИМПУЛЬСОВ	ВХОД 3.1
XT19:5	КЛЮЧ М/Д	ВХОД 3.2
XT18:9	АВТОМАТИКА ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ	ВХОД 3.3
XT19:8	ВХОД СЧЕТЧИКА ИМПУЛЬСОВ	ВХОД 3.4
XT19:13	ГАЗОВАЯ ЗАЩИТА СИГНАЛ	ВХОД 3.5
XT18:3	-ШУ (ДУГОВАЯ ЗАЩИТА)	
XT19:3	-ШУ (АЧР)	
XT18:4, XT19:4	-ШУ	
XT19:14, XT19:15	-ШУ (ГАЗОВАЯ ЗАЩИТА)	
XT18:12, XT18:13	+ШП (РПВ, РПО)	

Рисунок Б.2 – Схема подключения стандартного терминала для замены SPAC 800 «ТОР 200 Л 22 XXXX-16S»

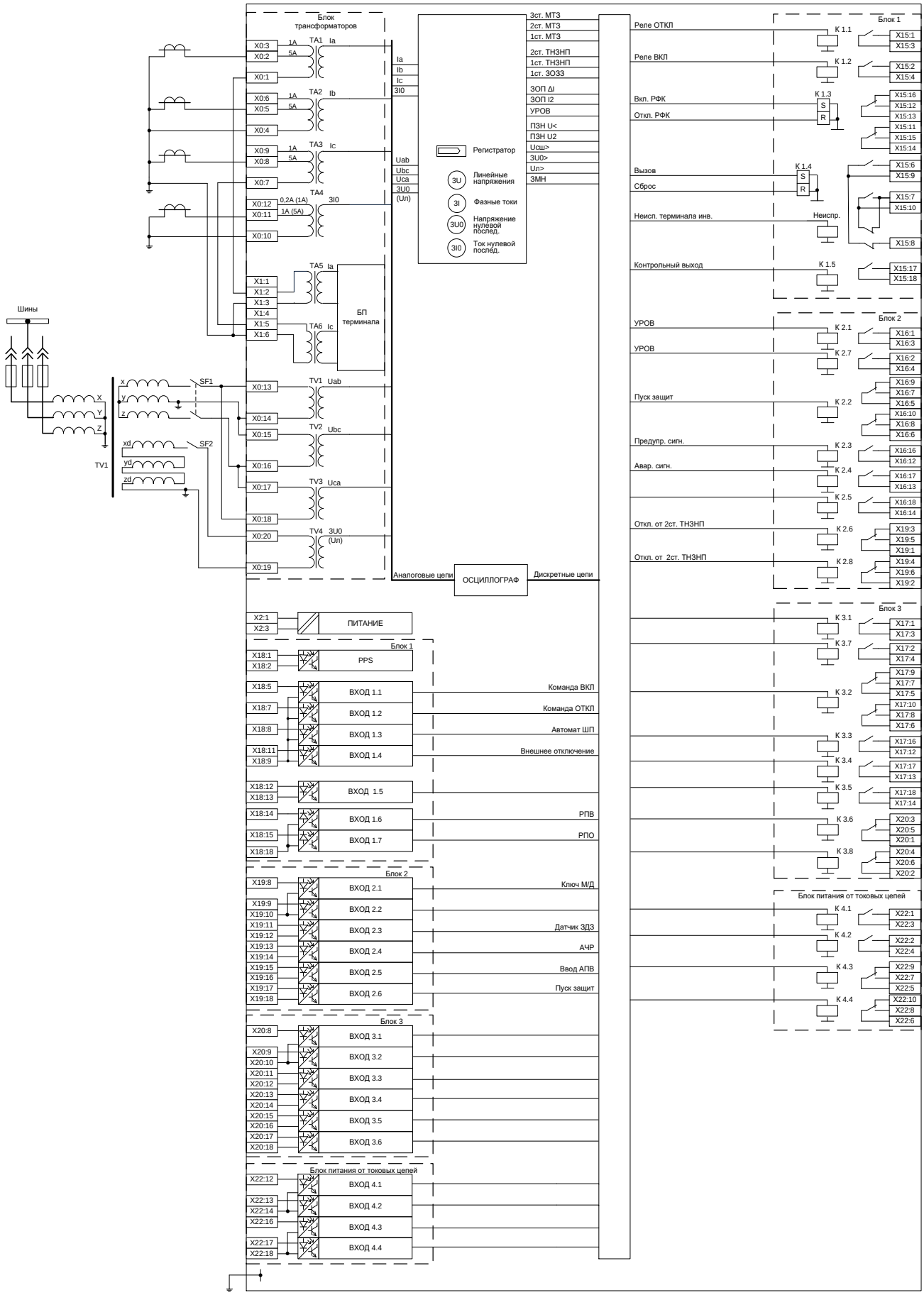


Рисунок Б.3 – Схема подключения терминала «ТОР 200 Л 22» («ТОР 200 Л 62») с питанием от токовых цепей

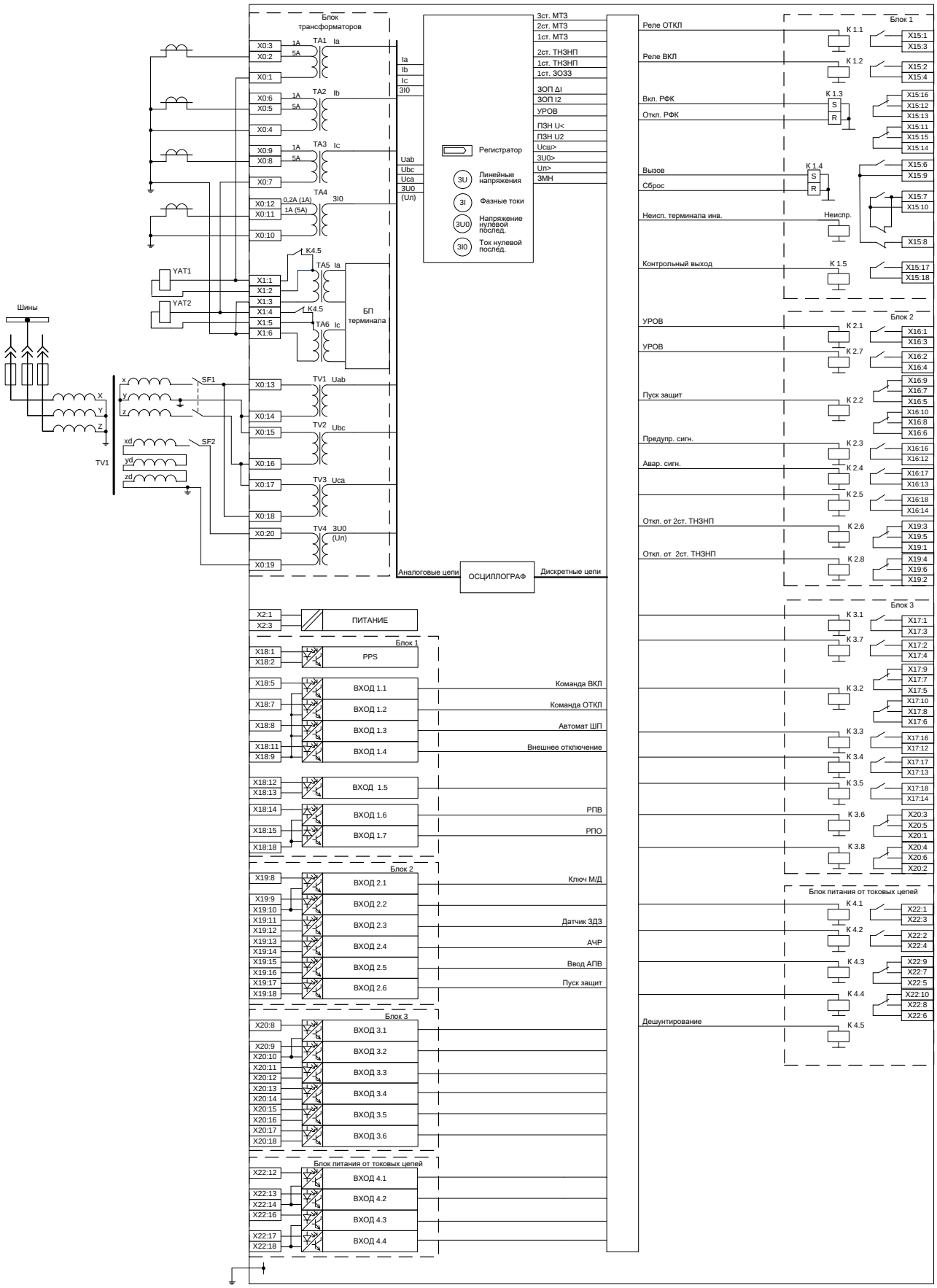


Рисунок Б.4 – Схема подключения терминала «ТОР 200 Л 22» («ТОР 200 Л 62») с питанием от токовых цепей и цепями дешунтирования

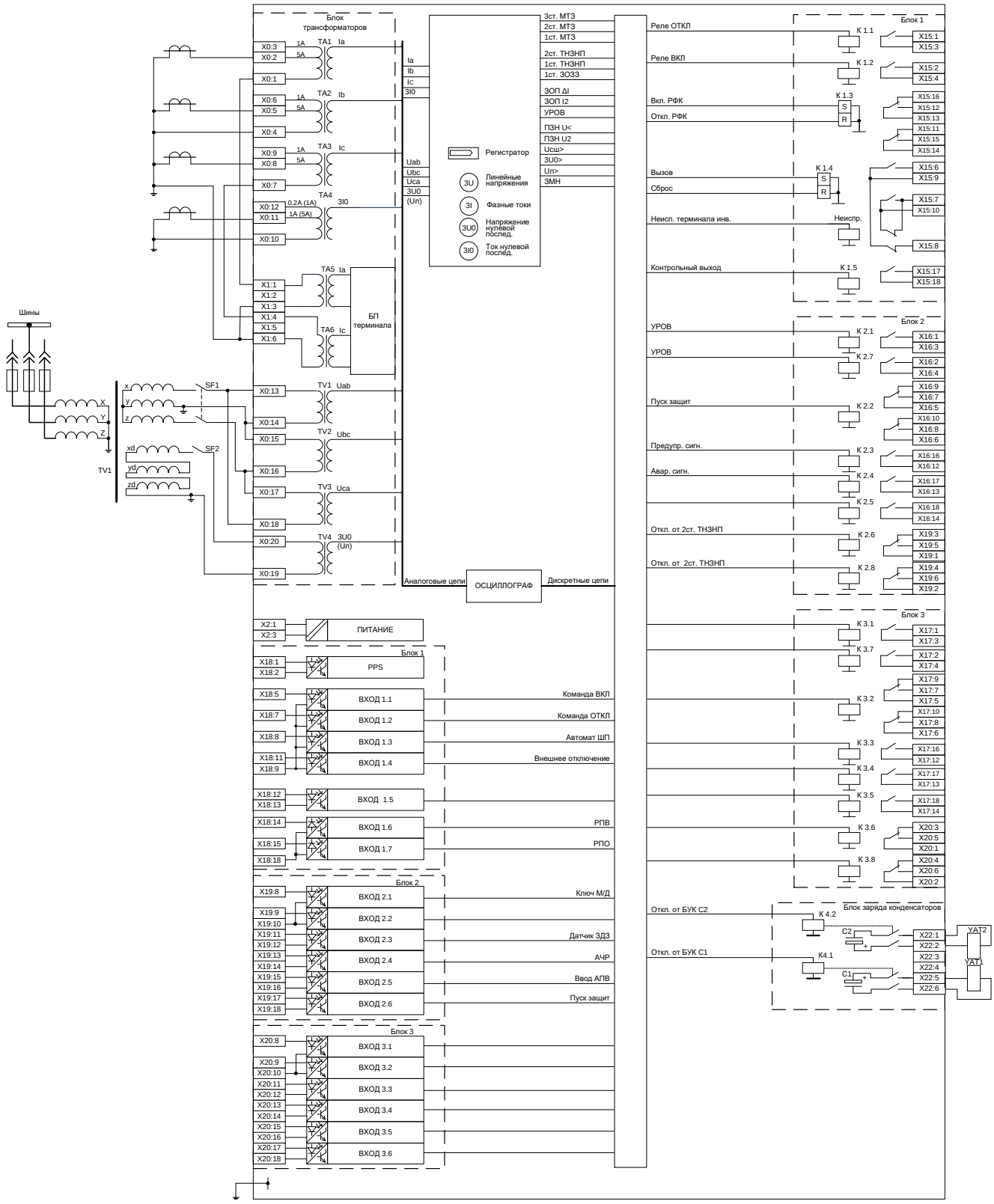


Рисунок Б.5 – Схема подключения терминала «ТОР 200 Л 22» («ТОР 200 Л 62») с питанием от токовых цепей и блоком заряда конденсатора

Приложение В
(справочное)
Обозначение разъемов терминала

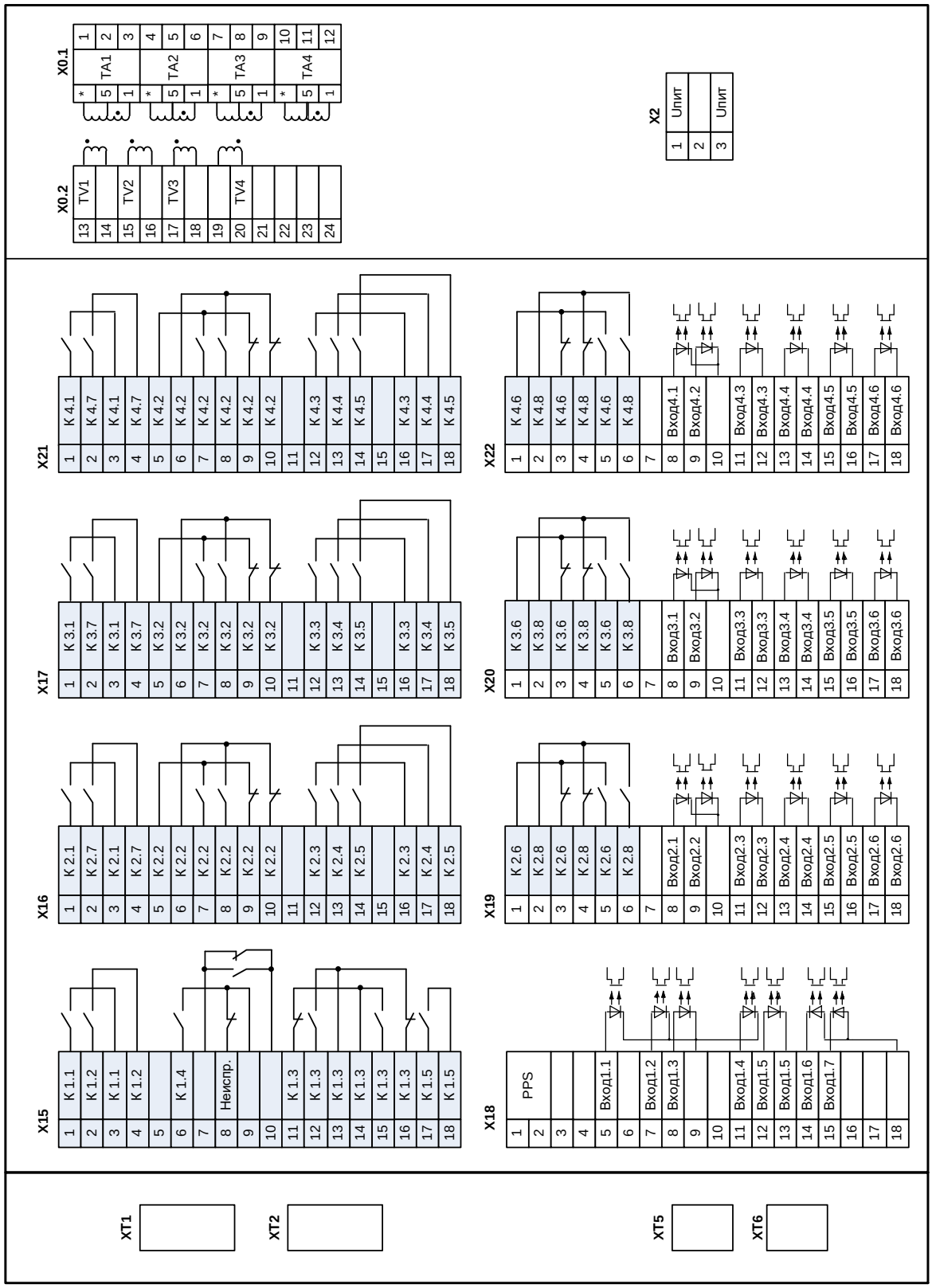


Рисунок В.1 – Обозначение разъемов стандартного терминала «ТОР 200 Л 62», вид сзади

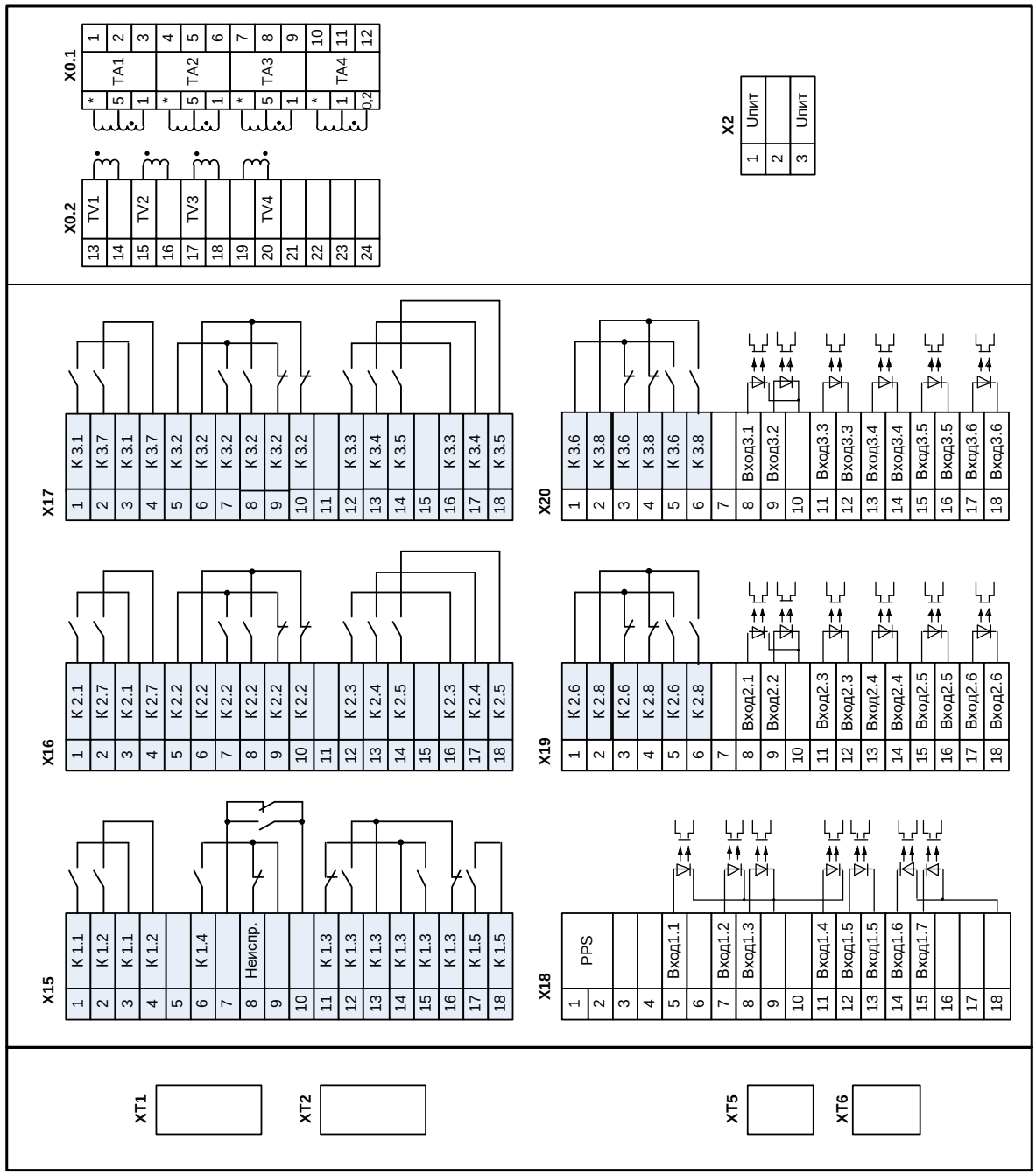


Рисунок В.2 – Обозначение разъемов компактного терминала «ТОР 200 Л 22 XXXX-16К», вид сзади

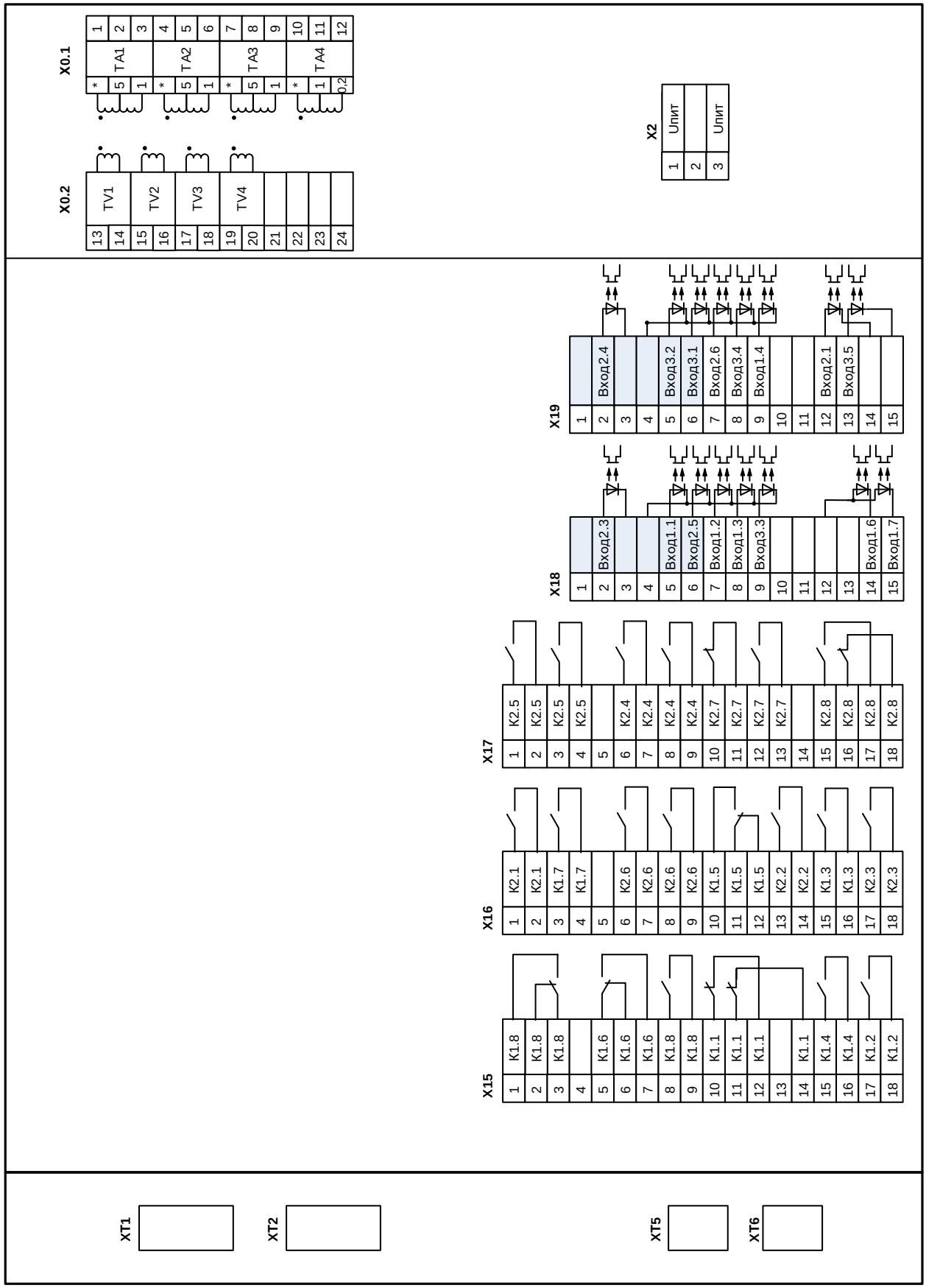


Рисунок В.3 – Обозначение разъемов стандартного терминала для замены SPAC 800 «ТОР 200 Л XX XXXX-16S», вид сзади

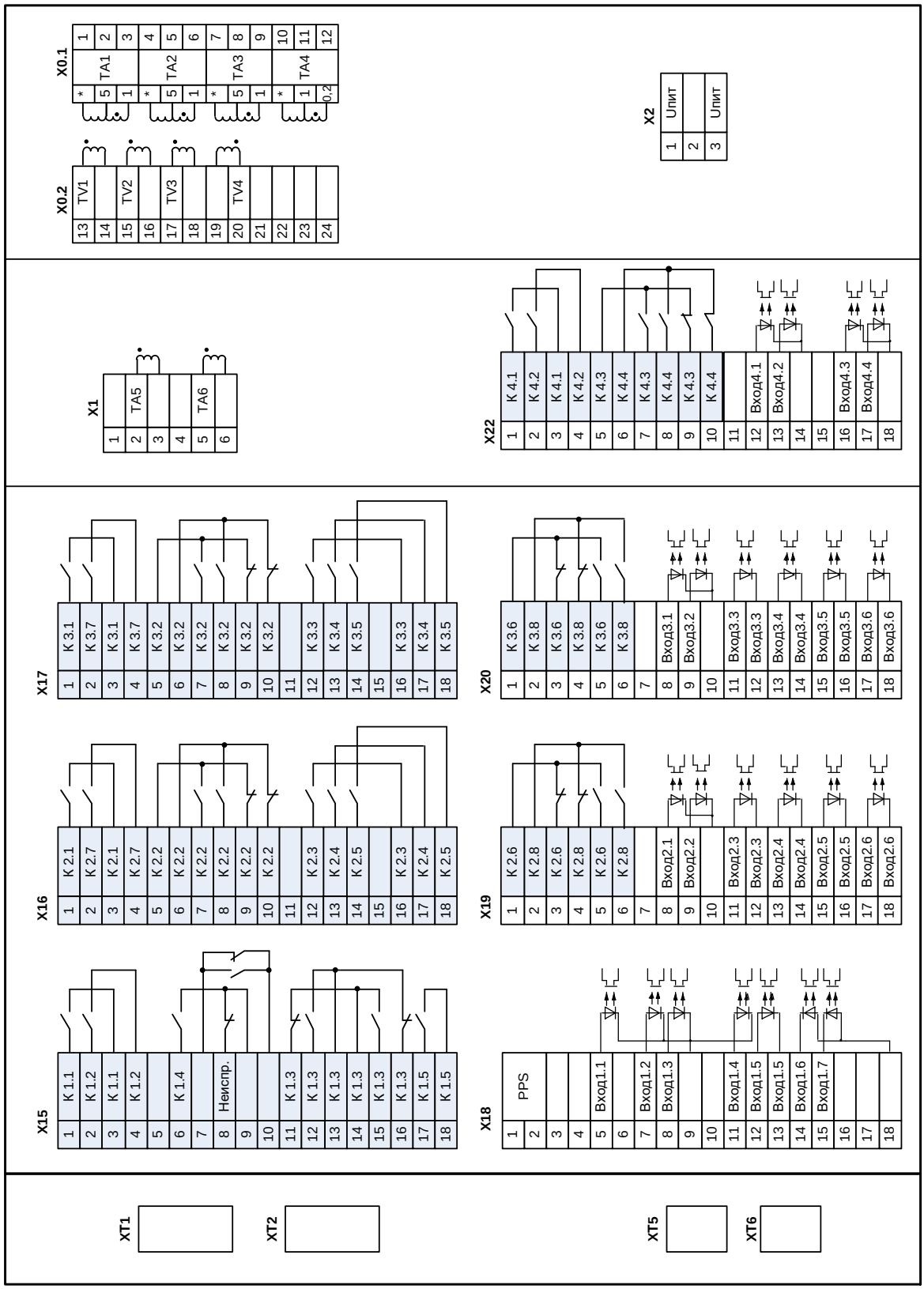


Рисунок В.4 – Обозначение разъемов терминала «ТОР 200 Л 22» с блоком питания от токовых цепей

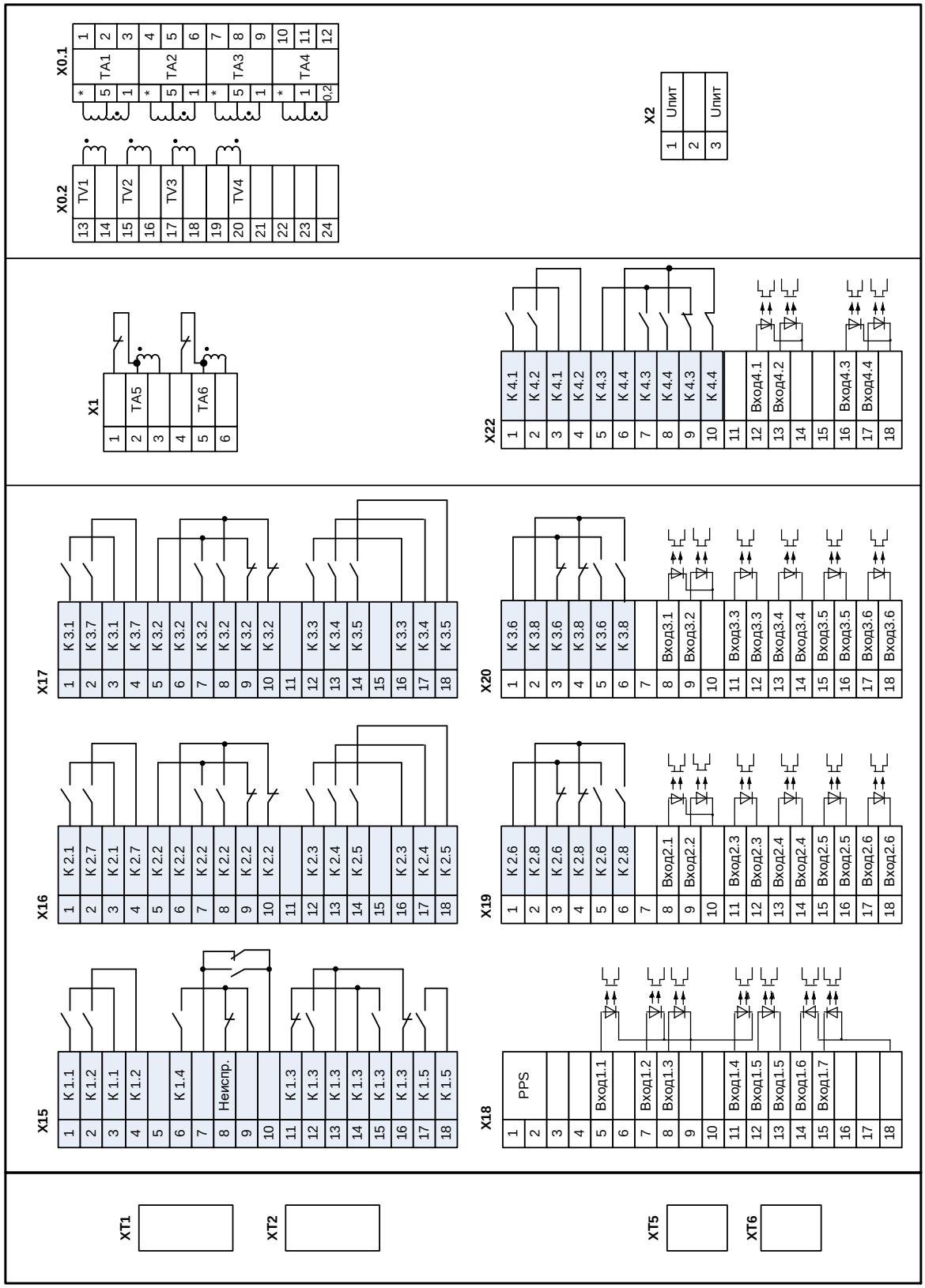


Рисунок В.5 – Обозначение разъемов терминала «ТОР 200 Л 22» с блоком питания от токовых цепей и цепями дешунтирования, вид сзади

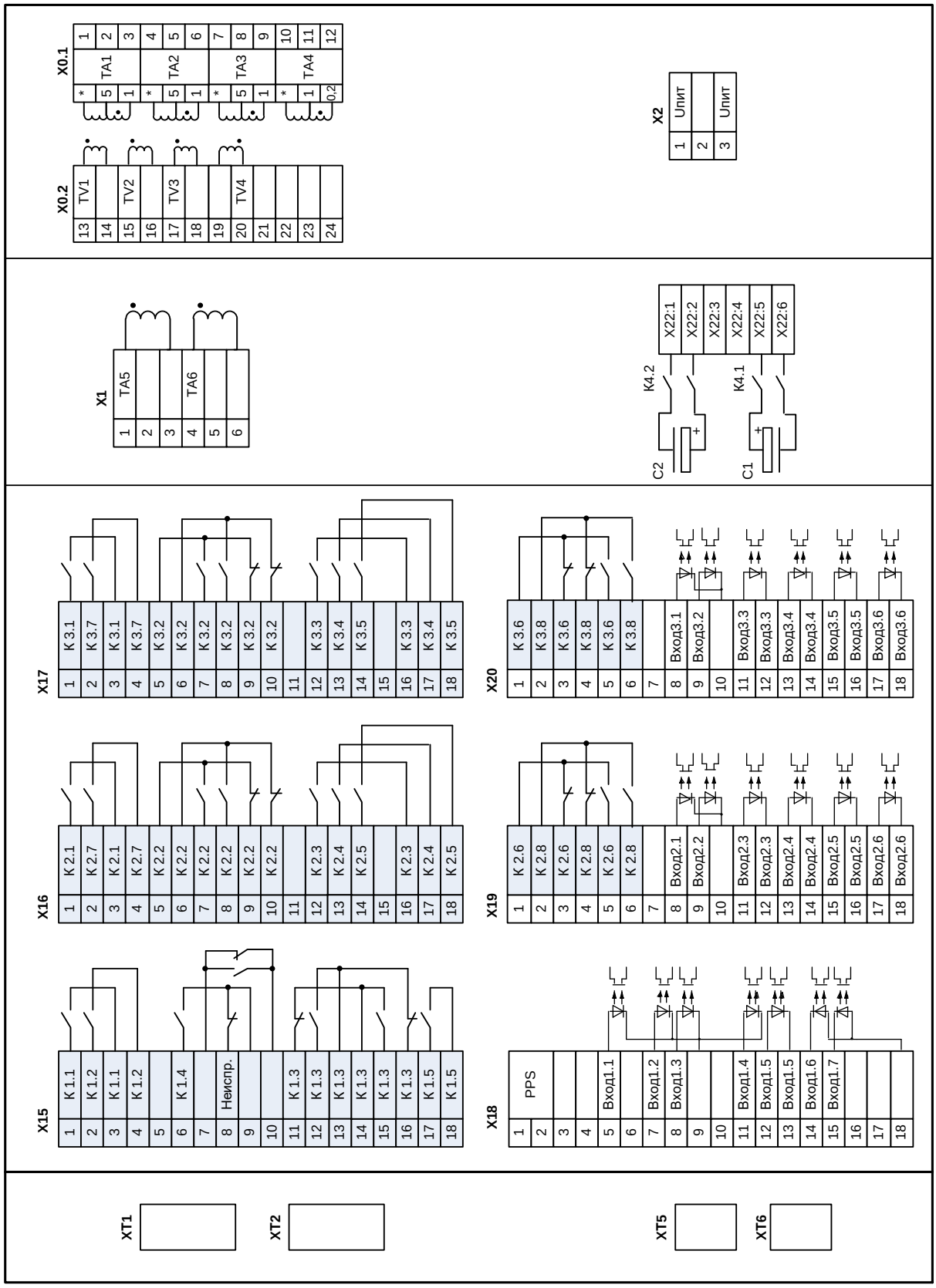
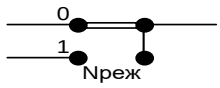
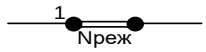
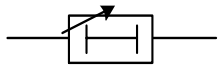
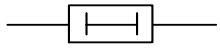
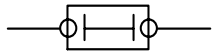
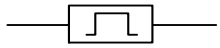
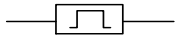
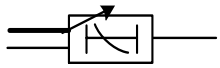
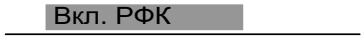


Рисунок В.6 – Обозначение разъемов терминала «ТОР 200 Л 22» с блоком питания от токовых цепей и накопительными конденсаторами, вид сзади

Приложение Г
(справочное)
Элементы функциональных логических схем

Обозначение	Полное название
> РТ а) < РН б)	«**Пороговый орган**», в котором на входе аналоговая величина, на выходе логический сигнал. Примеры: а) орган максимального тока РТ; б) орган минимального напряжения РН
S M R	«**Триггер**», в котором: S – вход установки; R – вход сброса; M – запоминание в энергонезависимую память. Элемент имеет один или два выхода (прямой и инверсный). Пример: RS-триггер с запоминанием, с приоритетом на сброс и двумя выходами
C M R	«**Счетчик**», в котором: C – счетный вход; R – вход сброса; M – запоминание в энергонезависимую память. Выходной логический сигнал устанавливается при достижении уставки счетчика. Элемент имеет один или два выхода (прямой и инверсный). Пример: счетчик с запоминанием и двумя выходами
1 а) =1 б) & в) 1 г) 1 д) & е) = ж)	«**Логический элемент**» имеет от 1 до 16 входов и один выход, каждый из которых может быть инвертирован. Обозначения логических операций: - логическое «И» (&); - логическое «ИЛИ» (1); - равно (=). Примеры: а) элемент логического «ИЛИ». Выходной сигнал равен логической единице, если хотя бы на одном входе присутствует логическая единица. И только когда на всех входах логические нули, тогда на выходе – логический нуль; б) элемент «исключающее ИЛИ». Выходной сигнал равен логической единице, когда на входе – нечетное количество единиц. И только когда на входе четное количество единиц, на выходе – логический нуль; в) элемент логического «И». Выходной сигнал равен логической единице, если на всех входах присутствует логическая единица. А если хотя бы на одном входе логический нуль, то на выходе – логический нуль; г) элемент логического «НЕ» или инвертор. Если входной сигнал имеет уровень логического нуля, то выходной сигнал – логическая единица, и наоборот; д) элемент логического «ИЛИ-НЕ». Представляет собой последовательное соединение элементов «ИЛИ» и «НЕ». Если хотя бы на одном входе логическая единица, то на выходе элемента – логический нуль. Если на всех входах логические нули, тогда на выходе – логическая единица; е) элемент логического «И-НЕ». Представляет собой последовательное соединение элементов «И» и «НЕ». Если на всех входах логические единицы, тогда на выходе – логический нуль. А если хотя бы на одном входе

Обозначение	Полное название
	логический нуль, то на выходе элемента – логическая единица; ж) элемент равенства. Выходной сигнал равен логической единице, если входные сигналы равны
 а)  б)	Программная накладка выбора режима работы. Применяется два варианта условного графического изображения элемента: 1) на рисунке а) положение накладки определяет путь прохождения сигнала; 2) на рисунке б) значение накладки логическая единица определяет ввод сигнала. При выводе накладки на схему подается логический нуль. Буквенное обозначение накладки – N. Примечание – Обозначения положений накладок: 0 – вывод (нет), 1 – ввод (да)
 а) 10000 мс  б) 100 мс  в) 20 мс  г) 50 мс  д)  е)	«**Выдержка времени**» применяется для обозначения в схеме таймеров. Элемент может быть с фиксированным или задаваемым пользователем значением. Разновидности: элемент с задержкой на срабатывание, с задержкой на возврат и формирования импульса, элемент с обратнозависимой характеристикой. Примеры: а) элемент времени с регулируемой выдержкой времени на срабатывание «**Тоткл**»; б) элемент времени с фиксированной выдержкой времени на срабатывание 10000 мс; в) элемент времени на возврат с фиксированной выдержкой времени на возврат 100 мс; г) элемент формирования импульса длительностью 20 мс; д) элемент времени с регулируемой выдержкой времени на ограничение длительности 50 мс; е) элемент с обратнозависимой характеристикой. Элемент имеет два входа: - входной ток; - сигнал пуска реле. Расчет выдержки времени «**Тоткл**» осуществляется в зависимости от выбранной характеристики срабатывания и величины тока. Буквенное обозначение элемента времени – Т. Примечание – Над элементом «**Выдержка времени**» указывается значение выдержки времени, под элементом – позиционное обозначение
	«**Функциональный блок**» используется для обозначения на схеме блоков, функциональность которых пояснена в настоящем РЭ. Пример: на рисунке приведен функциональный блок МТЗ
	«**Переменная**» используется для обозначения на схеме сигналов, которые могут быть выведены на выходные реле, сигнальные светодиоды или осциллограф. Пример: на рисунке приведена переменная дискретного сигнала «Вкл. РФК»

Приложение Д
(обязательное)
Графики обратнозависимых времятоковых характеристик

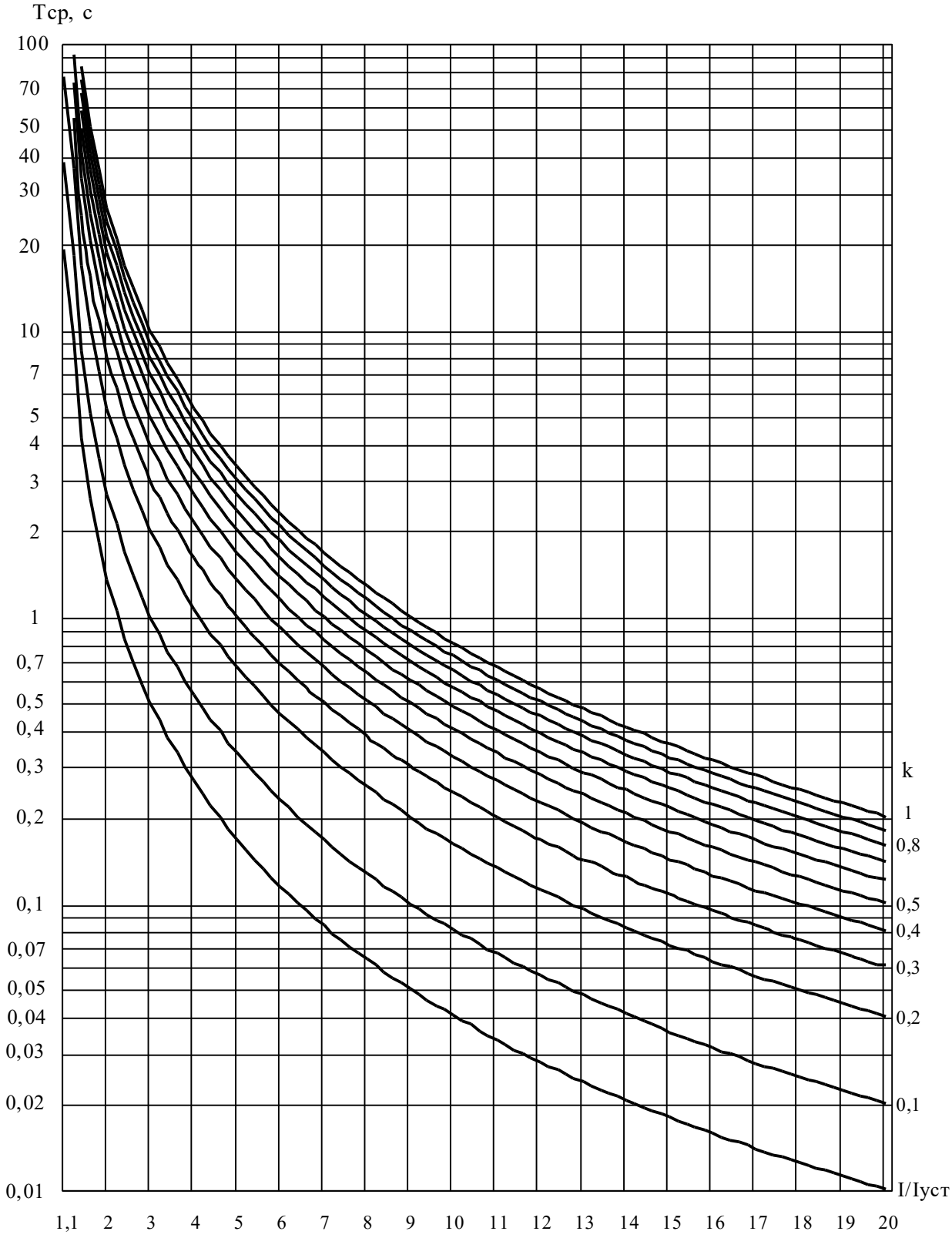


Рисунок Д.1 – Чрезвычайно инверсная характеристика

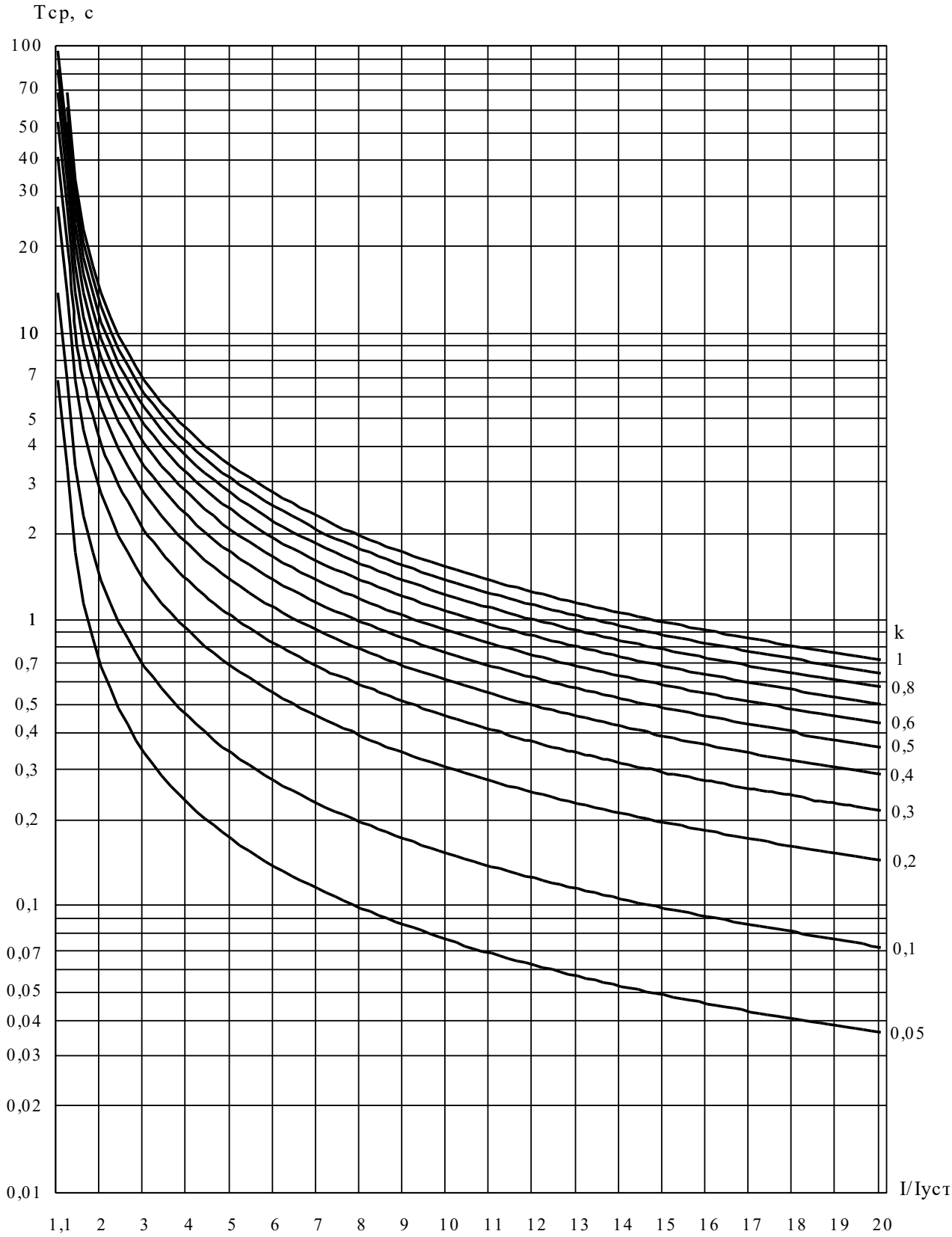


Рисунок Д.2 – Сильно инверсная характеристика

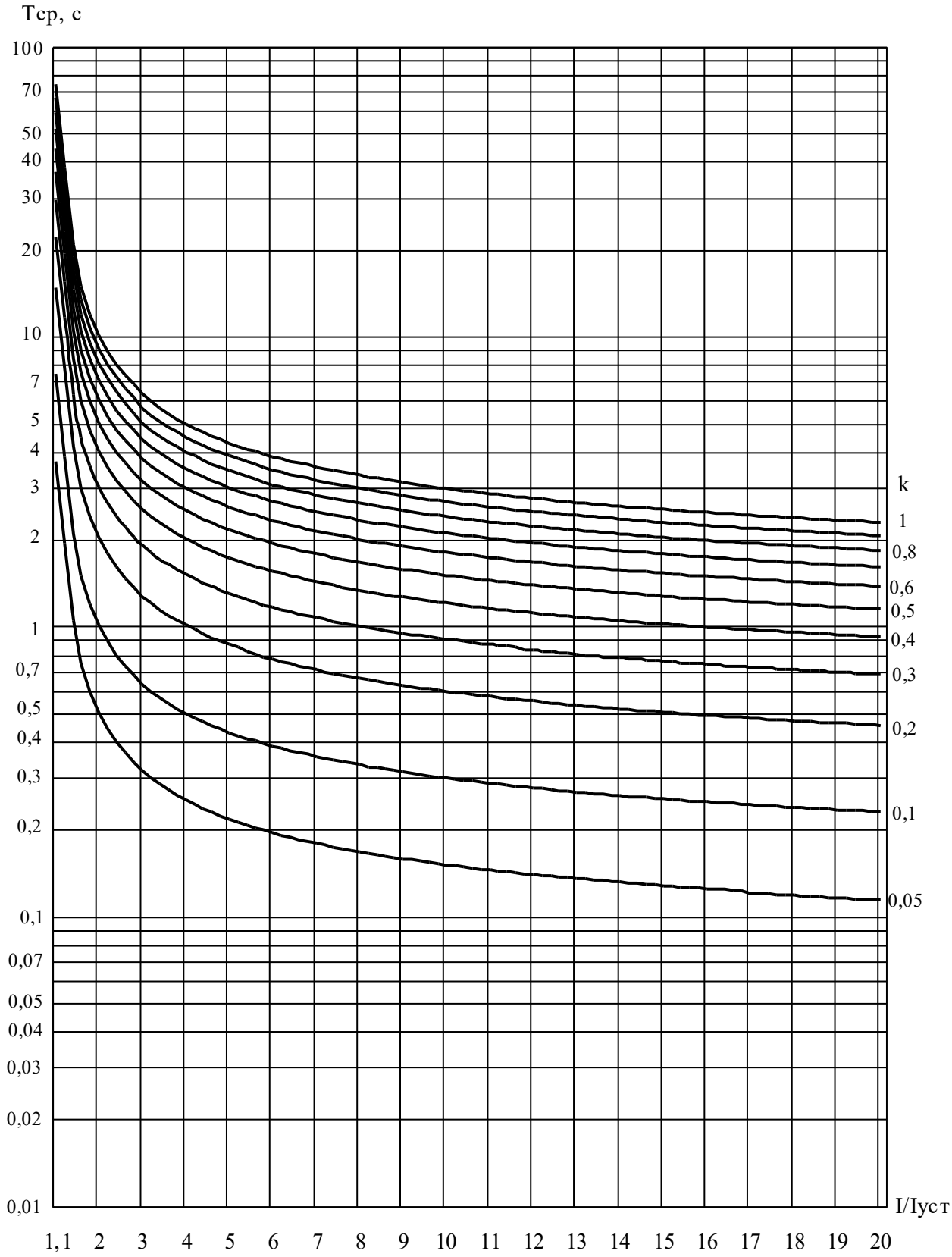


Рисунок Д.3 – Нормально инверсная характеристика

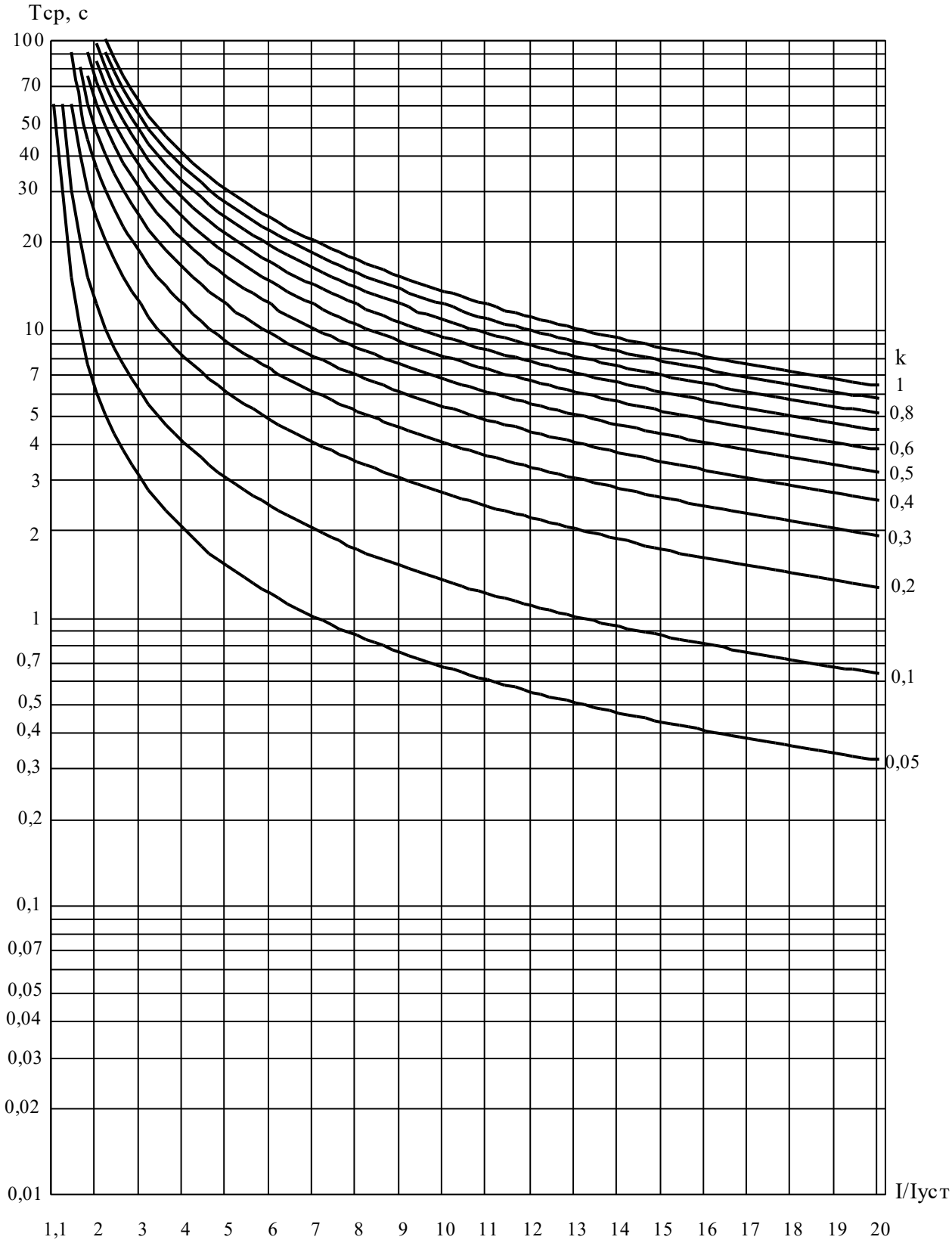


Рисунок Д.4 – Длительно инверсная характеристика

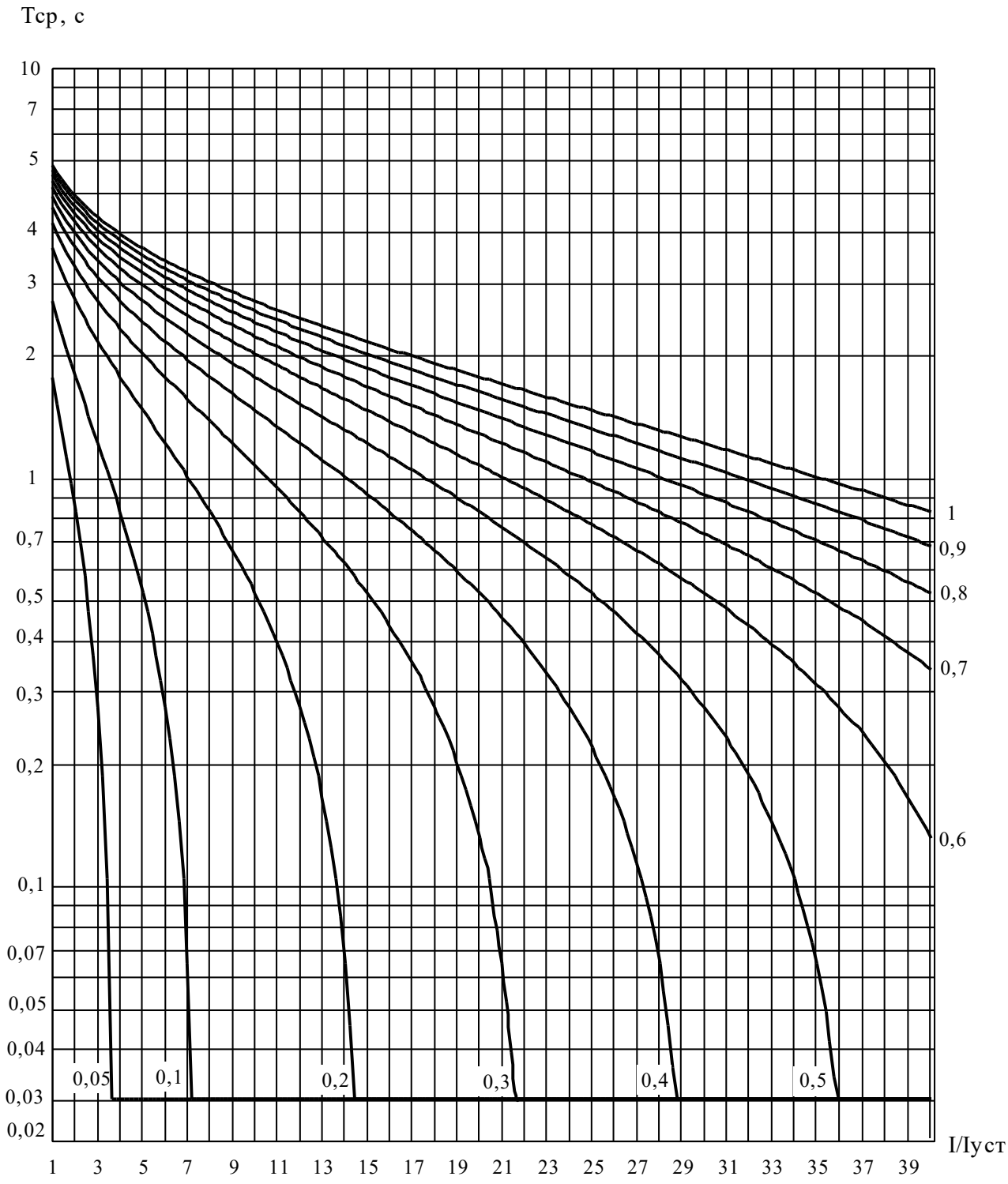


Рисунок Д.5 – Характеристика RXIDG-типа

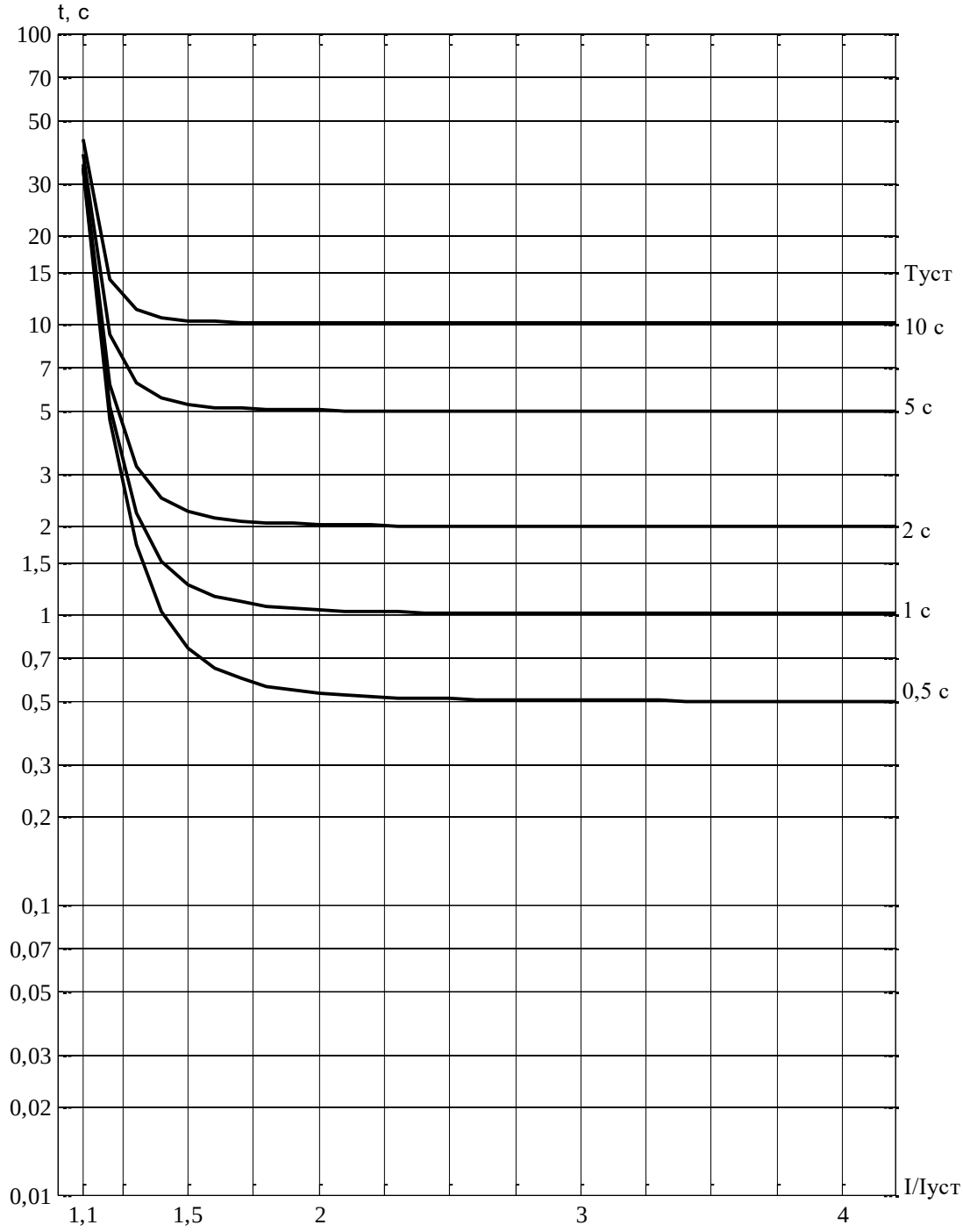


Рисунок Д.6 – Характеристика типа РТВ-I

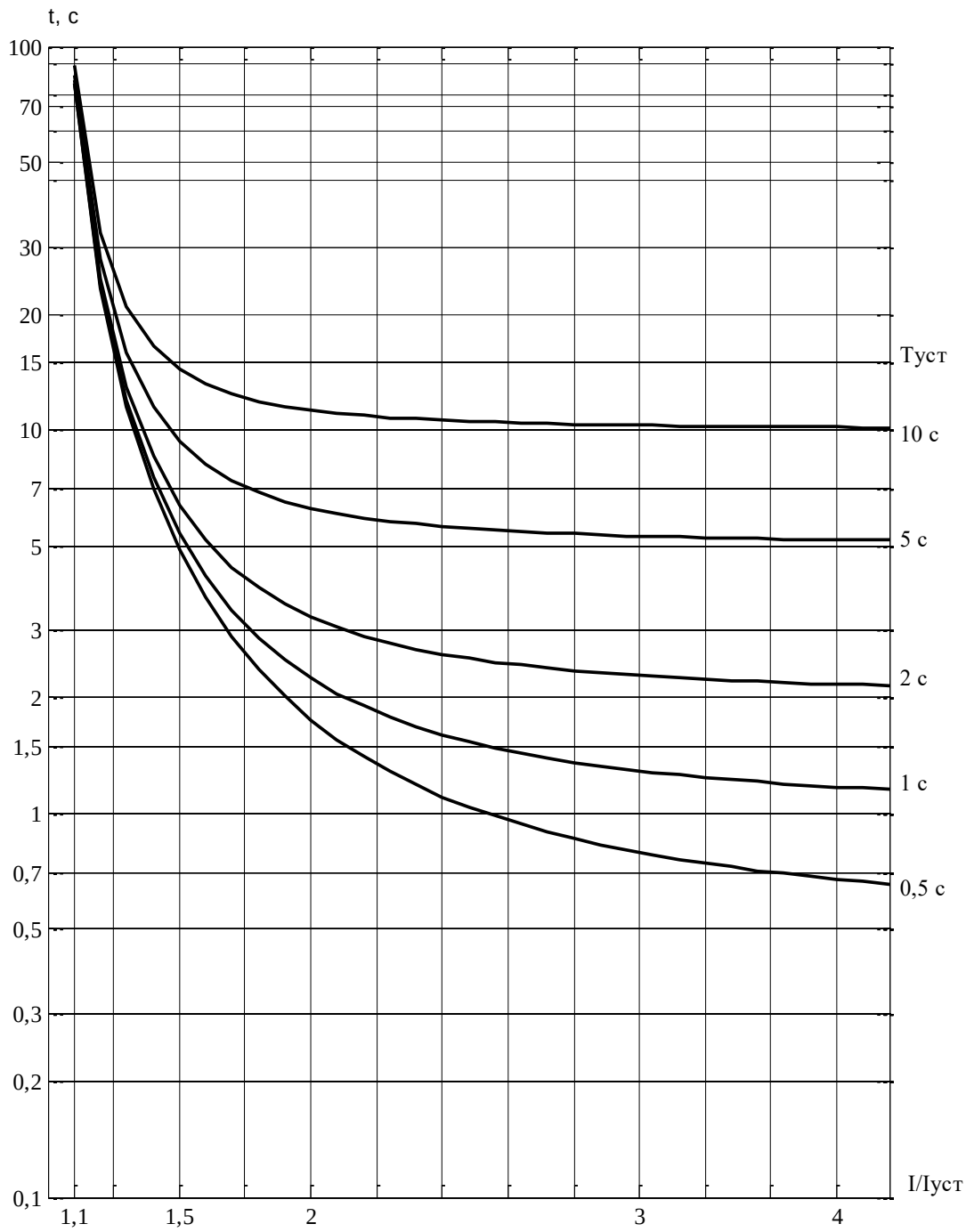


Рисунок Д.7 – Характеристика типа РТ-80 (РТВ-IV)

Приложение Е
(справочное)
Перечень сигналов

Номер сигнала	Короткое наименование сигнала (на дисплее)	Длинное наименование сигнала (в функциональной логической схеме)	Регистрация	
			в осцил-лограмме	в списке событий
A1	Ia	Ia	+	
A2	Ib	Ib	+	
A3	Ic	Ic	+	
A4	3I0	3I0	+	
A5	Uab	Uab	+	
A6	Ubc	Ubc	+	
A7	Uca	Uca	+	
A8	3U0\Uл	3U0\Uл	+	
A9	I2	I2		
A10	Ua	Ua		
A11	Ub	Ub		
A12	Uc	Uc		
A13	U2	U2		
A14	3U0 f3	3U0 f3		
A15	P	P		
A16	Q	Q		
A17	S	S		
A18	Cos ф	Cos ф		
A19	A+ кВт·ч	A+ кВт·ч		
A20	R+ квар·ч	R+ квар·ч		
A21	A- кВт·ч	A- кВт·ч		
A22	R- квар·ч	R- квар·ч		
2	Команда ВКЛ	DI Команда ВКЛ	+	
3	Команда ОТКЛ	DI Команда ОТКЛ	+	
4	Автомат ШП	DI Автомат ШП	+	+
5	Внеш. откл.	DI Внеш. откл.	+	+
6	РПВ	DI РПВ	+	
7	РПО	DI РПО	+	
8	Ключ М/Д	DI Ключ М/Д	+	
9	Датчик ЗДЗ	DI Датчик ЗДЗ	+	
10	АЧР	DI АЧР	+	+
11	Ввод АПВ	DI Ввод АПВ	+	
12	Пуск защит	DI Пуск защит	+	
13	Ключ АПВ разг.	DI Ключ АПВ разг.		
14	Вкл. по АВР	DI Включение по АВР		
15	Вкл. по ЧАПВ	DI Включение по ЧАПВ		
16	ШМН	DI ШМН		+
17	Uл	DI Uл		
18	Блок. защит	DI Блок. защит		
19	Сброс сигн.	DI Сброс сигн.		
20	ТН в работе	DI ТН в работе		

Номер сигнала	Короткое наименование сигнала (на дисплее)	Длинное наименование сигнала (в функциональной логической схеме)	Регистрация	
			в осцил-лограмме	в списке событий
21	Запрет вкл/откл	DI Запрет вкл/откл		+
22	Запрет вкл.	DI Запрет вкл.		+
23	Запрет вкл. 2	DI Запрет вкл. 2		+
24	Привод не гот.	DI Привод не готов		
25	РПВ2	DI РПВ2		
26	Внеш. сигн.	DI Внеш. сигнализация		+
27	ЗОЗЗ на сигнал	DI ЗОЗЗ на сигнал		
28	Тест терминала	DI Тест терминала		
29	Вывод терминала	DI Вывод терминала		
30	Квитирование РФК	DI Квитирование РФК		
31	РПО СВ	DI РПО СВ		
32	Вкл. от авт.	DI Вкл. от автоматики		
33	Откл. от авт.	DI Откл. от автоматики		
34	РПВ ТЗН смеж. сш	DI РПВ ТЗН смеж. сш		
35	Вкл. от ТУ	DI Включение от ТУ		
36	Откл. от ТУ	DI Отключение от ТУ		
37	ВЭ вкатить	DI ВЭ вкатить		
38	ВЭ выкатить	DI ВЭ выкатить		
39	ЗР включить	DI ЗР включить		
40	ЗР отключить	DI ЗР отключить		
41	Блок. упр. ВЭ	DI Блок. упр. ВЭ		
42	Блок. упр. ЗР	DI Блок. упр. ЗР		
43	ВЭ в контр. пол.	DI ВЭ в контр. пол.		
44	ВЭ в раб. пол.	DI ВЭ в раб. пол.		
45	ЗР отключен	DI ЗР отключен		
46	ЗР включен	DI ЗР включен		
47	РКТУ ГЗТ	DI РКТУ ГЗТ		
48	Съем блок. ГЗ	DI Съем блокировки ГЗ		
49	Откл. от ГЗТ	DI Откл. от ГЗТ		
50	Сигн. от ГЗТ	DI Сигн. от ГЗТ		
51	ГЗТ на сигн.	DI ГЗТ на сигн.		
52	РКТУ ГЗ РПН	DI РКТУ ГЗ РПН		
53	Откл. от ГЗ РПН	DI Откл. от ГЗ РПН		
54	ГЗ РПН на сигн.	DI ГЗ РПН на сигн.		
55	НЗ кнт. РКТУ	DI НЗ-контакты РКТУ		
56	Контр. пит. ГЗ	DI Контроль питания ГЗ		
57	Сброс энерг.	DI Сброс энергии		
58	Блок. МКРВ	DI Блок. МКРВ		
59	Вывод МТЗ	DI Вывод МТЗ		
60	Вывод ЗОП	DI Вывод ЗОП		
61	Вывод ТНЗНП	DI Вывод ТНЗНП		
62	Вывод ЗПН	DI Вывод ЗПН		
63	Вывод ЗМН	DI Вывод ЗМН		
64	Вывод УРОВ	DI Вывод УРОВ		

Номер сигнала	Короткое наименование сигнала (на дисплее)	Длинное наименование сигнала (в функциональной логической схеме)	Регистрация	
			в осцил-лограмме	в списке событий
65	Ввод УРОВ	DI Ввод УРОВ		
66	Вывод АПВ	DI Вывод АПВ		
67	Ввод авт. ТЗН	DI Ввод автоматики ТЗН		
68	Выв. рез. вход 1	DI Вывод рез. вход 1		
69	Выв. рез. вход 2	DI Вывод рез. вход 2		
70	Выв. рез. вход 3	DI Вывод рез. вход 3		
71	Выв. рез. вход 4	DI Вывод рез. вход 4		
72	Рез. вход 1	DI Резервный вход 1		
73	Рез. вход 2	DI Резервный вход 2		
74	Рез. вход 3	DI Резервный вход 3		
75	Рез. вход 4	DI Резервный вход 4		
76	Рез. вход 5	DI Резервный вход 5		
77	Рез. вход 6	DI Резервный вход 6		
78	Рез. вход 7	DI Резервный вход 7		
79	Рез. вход 8	DI Резервный вход 8		
80	Рез. вход 9	DI Резервный вход 9		
81	Рез. вход 10	DI Резервный вход 10		
82	Рез. вход 11	DI Резервный вход 11		
83	Рез. вход 12	DI Резервный вход 12		
84	Рез. вход 13	DI Резервный вход 13		
85	Рез. вход 14	DI Резервный вход 14		
86	Рез. вход 15	DI Резервный вход 15		
87	Рез. вход 16	DI Резервный вход 16		
88	Рез. вход 17	DI Резервный вход 17		
89	Рез. вход 18	DI Резервный вход 18		
90	Рез. вход 19	DI Резервный вход 19		
91	Рез. вход 20	DI Резервный вход 20		
101	Откл. 3ст. МТЗ	Откл. от 3ст. МТЗ	+	+
102	Сигн. 3ст. МТЗ	Сигн. от 3ст. МТЗ	+	+
103	Пуск 3ст. МТЗ	Пуск 3ст. МТЗ	+	
104	Откл. 2ст. МТЗ	Откл. от 2ст. МТЗ	+	+
105	Сигн. 2ст. МТЗ	Сигн. от 2ст. МТЗ	+	+
106	Пуск 2ст. МТЗ	Пуск 2ст. МТЗ	+	
107	Откл. 1ст. МТЗ	Откл. от 1ст. МТЗ	+	+
108	Сигн. 1ст. МТЗ	Сигн. от 1ст. МТЗ	+	+
109	Пуск 1ст. МТЗ	Пуск 1ст. МТЗ	+	
110	РНМ А прям	РНМ А прям.		
111	РНМ А обр	РНМ А обр.		
112	РНМ В прям	РНМ В прям.		
113	РНМ В обр	РНМ В обр.		
114	РНМ С прям	РНМ С прям.		
115	РНМ С обр	РНМ С обр.		
116	Сраб. орг. I>	Сраб. органа I>		
117	Пуск орг. I>	Пуск органа I>		

Номер сигнала	Короткое наименование сигнала (на дисплее)	Длинное наименование сигнала (в функциональной логической схеме)	Регистрация	
			в осцил-лограмме	в списке событий
118	Пуск защит	Пуск защит		
119	Откл. от dI ЗОП	Откл. от dI ЗОП	+	+
120	Сигн. от dI ЗОП	Сигн. от dI ЗОП	+	+
121	Пуск dI ЗОП	Пуск dI ЗОП		
122	Откл. от I2 ЗОП	Откл. от I2 ЗОП	+	+
123	Сигн. от I2 ЗОП	Сигн. от I2 ЗОП	+	+
124	Пуск I2 ЗОП	Пуск I2 ЗОП		
125	Откл. 2ст. ТНЗНП	Откл. от 2ст. ТНЗНП	+	+
126	Сигн. 2ст. ТНЗНП	Сигн. от 2ст. ТНЗНП	+	+
127	Пуск 2ст. ТНЗНП	Пуск 2ст. ТНЗНП	+	
128	Откл. 1ст. ТНЗНП	Откл. от 1ст. ТНЗНП	+	+
129	Сигн. 1ст. ТНЗНП	Сигн. от 1ст. ТНЗНП	+	+
130	Пуск 1ст. ТНЗНП	Пуск 1ст. ТНЗНП	+	
131	РНМ 3I0 прям	РНМ 3Io прям.		
132	РНМ 3I0 обр	РНМ 3Io обр.		
133	Ускорение	Ускорение	+	+
134	Сраб. ЗПН	Сраб. ЗПН	+	+
135	Пуск ЗПН	Пуск ЗПН	+	
136	Сраб. орг. ЗМН	Сраб. органа ЗМН	+	+
137	Пуск орг. ЗМН	Пуск органа ЗМН	+	
138	Откл. от ЗМН	Откл. от ЗМН		
139	Блок. МТЗ	Блок. МТЗ		
140	Сраб. органа U<	Сраб. органа U<	+	+
141	Пуск органа U<	Пуск органа U<		
142	Сраб. орг. U2	Сраб. органа U2	+	+
143	Пуск орг. U2	Пуск органа U2		
144	Сраб. орг. Uсш	Сраб. органа Uсш	+	+
145	Пуск органа Uсш	Пуск органа Uсш		
146	Сраб. орг. Uл	Сраб. органа Uл	+	+
147	Пуск орг. Uл	Пуск органа Uл		
148	Сраб. Uл	Сраб. Uл		
149	Сраб. орг. 3U0	Сраб. органа 3U0	+	+
150	Пуск орг. 3U0	Пуск органа 3U0	+	
151	БНН	БНН	+	
152	Неисп. ЦН	Неисп. ЦН		
153	Неисп. 3U	Неисп. 3U		+
154	Неисп. U2	Неисп. U2		+
155	Неисп. 3U0	Неисп. 3U0		+
156	Откл. от ЗДЗ	Откл. от ЗДЗ	+	+
157	Сигн. от ЗДЗ	Сигн. от ЗДЗ		
158	Предупр.сигн.ЗДЗ	Предупр. сигн. ЗДЗ	+	+
159	УРОВ на себя	УРОВ на себя	+	+
160	УРОВ	УРОВ	+	+
161	Пуск УРОВ	Пуск УРОВ		

Номер сигнала	Короткое наименование сигнала (на дисплее)	Длинное наименование сигнала (в функциональной логической схеме)	Регистрация	
			в осцил-лограмме	в списке событий
162	РТ УРОВ	РТ УРОВ		
163	Сниж.изол.ГЗТ	Сниж. изол. ГЗТ		
164	Откл. ГЗТ	Откл. от ГЗТ		
165	ГЗТ на сигнал	ГЗТ на сигнал		
166	Сниж.изол.ГЗ РПН	Сниж. изол. ГЗ РПН		
167	Откл. ГЗ РПН	Откл. от ГЗ РПН		
168	ГЗ РПН на сигнал	ГЗ РПН на сигнал		
169	Неисп. РКТУ	Неисправность РКТУ		
170	Отсут.пит.ГЗ	Отсут. пит. ГЗ		
171	РКВ	РКВ		
172	РКО	РКО		
173	Затян. команда	Затян. команда		+
174	Отключить	Отключить		
175	Запрет опер. вкл.	Запрет опер. вкл.		
176	Реле ОТКЛ	Реле ОТКЛ		
177	Реле ВКЛ	Реле ВКЛ		
178	Вкл. РФК	Вкл. РФК		
179	Откл. РФК	Откл. РФК		
180	РФК	РФК		
181	РПВ	РПВ		
182	Неисп. ЦУ	Неисп. ЦУ		+
183	Привод не готов	Привод не готов		+
184	Автоматика вкл.	Автоматика вкл.	+	+
185	АПВ	АПВ		+
186	Готовность АПВ	Готовность АПВ		
187	Вкл. по ЧАПВ	Вкл. по ЧАПВ	+	+
188	Блок.от МКРВ	Блок. от МКРВ		+
189	Сигн. от МКРВ	Сигн. от МКРВ		
190	МКРВ выведен	МКРВ выведен		
191	Авт. включение	Авт. включение		
192	Автоматика ТЗН	Автоматика ТЗН	+	
193	Авт. отключение	Авт. отключение		
194	Паралл. работа ТЗН	Паралл. работа ТЗН		
195	Вкат ВЭ	Вкат ВЭ		
196	Выкат ВЭ	Выкат ВЭ		
197	Неисп. ВЭ	Неисп. ВЭ		
198	Включение ЗР	Включение ЗР		
199	Отключение ЗР	Отключение ЗР		
200	Неисп. ЗР	Неисп. ЗР		
201	Неисп. КА	Неисп. КА		
202	Светодиод ВКЛ	Светодиод ВКЛ		
203	Светодиод ОТКЛ	Светодиод ОТКЛ		
204	Сброс	Сброс		
205	Кнопка сброс	Кнопка сброс		

Номер сигнала	Короткое наименование сигнала (на дисплее)	Длинное наименование сигнала (в функциональной логической схеме)	Регистрация	
			в осцил-лограмме	в списке событий
206	Кнопка ВКЛ	Кнопка ВКЛ		
207	Кнопка ОТКЛ	Кнопка ОТКЛ		
208	Кнопка МЕСТ	Кнопка МЕСТ		
209	Кнопка ДИСТ	Кнопка ДИСТ		
210	Режим теста	Режим теста		
211	Вывод терминала	Вывод терминала		
212	Неисп. терминала	Неисп. терминала		
213	Контр. выход	Контрольный выход		
214	Неисп. терминала инв.	Неисп. терм. инв.		
215	Терминал в работе	Терм в работе		
216	Режим М/Д	Режим М/Д		
217	Авар. сигн.	Авар. сигн.	+	
218	Предупр. сигн.	Предупр. сигн.		
219	Вызов	Вызов		
220	Пуск УРОВ1	Пуск УРОВ1		
221	Пуск УРОВ1 ОД	Пуск УРОВ1 ОД		
222	Пуск УРОВ2	Пуск УРОВ2		
223	Откл. от защит	Откл. от защит		
224	Запр. опер. вкл.	Запр. опер. вкл.		
225	Запрет АПВ	Запрет АПВ		
226	Местн.сгн.	Местн.сгн.		
227	Выход 8/Дешунт./ Пуск БУК С1*	Выход 8/Дешунт./ Пуск БУК С1*		
228	Выход 9	Выход 9		
229	Выход 10	Выход 10		
230	Выход 11/Пуск БУК С2*	Выход 11/Пуск БУК С2*		
231	Выход 12	Выход 12		
232	Выход 13	Выход 13		
233	Выход 14	Выход 14		
234	Выход 15	Выход 15		
235	Выход 16	Выход 16		
236	Выход 17	Выход 17		
237	Выход 18	Выход 18		
238	Выход 19	Выход 19		
239	Выход 20	Выход 20		
241	Выход 21	Выход 21		
242	Выход 22	Выход 22		
243	Выход 23	Выход 23		
244	Выход 24	Выход 24		
245	Выход 25	Выход 25		
246	Резерв. вход 1	Резерв. вход 1		
247	Резерв. вход 2	Резерв. вход 2		
248	Резерв. вход 3	Резерв. вход 3		
249	Резерв. вход 4	Резерв. вход 4		
250	Ключ АПВ	Ключ АПВ		

Номер сигнала	Короткое наименование сигнала (на дисплее)	Длинное наименование сигнала (в функциональной логической схеме)	Регистрация	
			в осцил-лограмме	в списке событий
251	Вывод УРОВ	Вывод УРОВ		
252	Пуск ОМП	Пуск ОМП		
253	Однофазн.КЗ	Однофазн.КЗ		
254	Двухф. КЗ на зем	Двухфазн.КЗ на зем.		
255	Междуфазн.КЗ	Междуфазн.КЗ		
256	Трехфазн.КЗ	Трехфазн.КЗ		
257	Опер. пит.	Оперативное питание		
258	Пит. ток. цеп.	Питание от токовых цепей	+	+
259	Питание	Питание		
260	Дешунтирование	Дешунтирование		
261	Заряд С1	Заряд С1		
262	Заряд С2	Заряд С2		
263	Разряд С1	Разряд С1		
264	Разряд С2	Разряд С2		
265	Неисп. С1	Неисп. С1	+	+
266	Неисп. С2	Неисп. С2	+	+
267	С1 Не разряжен	С1 Не разряжен		
268	С1 Заряжен	С1 Заряжен		
269	С2 Не разряжен	С2 Не разряжен		
270	С2 Заряжен	С2 Заряжен		
271	Неисп. БУК	Неисправность БУК		
*В зависимости от исполнения устройства.				

Приложение Ж
(обязательное)
Список сокращений

АВР	– автоматический ввод резерва
АПВ	– автоматическое повторное включение
АСУ	– автоматизированная система управления
АУВ	– автоматика управления выключателем
АЦП	– аналогово-цифровой преобразователь
АЧР	– автоматическая частотная разгрузка
БНН	– блокировка при неисправности цепей напряжения
БСК	– батарея статических конденсаторов
БУК	– блок управления конденсаторами
ГЗ	– газовая защита
ЗДЗ	– защита от дуговых замыканий
ЗМН	– защита минимального напряжения
ЗОЗЗ	- защита от однофазных замыканий на землю
ЗОП	– защита от обрыва проводника
ЗПН	– защита от повышения напряжения
ИО	– измерительный орган
ИТН	– измерительный трансформатор напряжения
ИТТ	– измерительный трансформатор тока
ИЧМ	– интерфейс «человек-машина»
КА	– коммутационная аппаратура
КЗ	– короткое замыкание
КРВ	– коммутационный ресурс выключателя
КРУ	– комплектное распределительное устройство
КЦН	– контроль исправности цепей напряжения
ЛЗШ	– логическая защита шин
МКРВ	– модуль контроля ресурса выключателя
МРВ	– механический ресурс выключателя
МТЗ	– максимальная токовая защита
МЭК	– международная электротехническая комиссия
н.з.	– нормально замкнутый (контакт)
н.о.	– нормально открытый (контакт)
ОМП	– определение места повреждения
РЗА	– релейная защита и автоматика
РКВ	– реле команды «Включить»
РКО	– реле команды «Отключить»
РН	– реле напряжения
РНМ	– реле направления мощности
РПВ	– реле положения «Включено»
РПО	– реле положения «Отключено»
РТ	– реле тока
РФК	– реле фиксации команд
РЭ	– руководство по эксплуатации
ТЗН	– трансформатор заземления нейтрали
ТН	– трансформатор напряжения
ТНЗНП	– токовая направленная защита нулевой последовательности
ТСН	– трансформатор собственных нужд
ТТ	– трансформатор тока
ТТНП	– трансформатор тока нулевой последовательности
УРОВ	– устройство резервирования отказа выключателя
ЦОС	– цифровая обработка сигналов

ЦУ	– цепи управления
ЧАПВ	– частотное автоматическое повторное включение
ШМН	– шинка защиты минимального напряжения
ШП	– шинка питания

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Подпись	Дата
	изме-ненных	заме-ненных	новых	аннулиро-ванных				
-			все		62	АИПБ.91-2017		03.2017
1		все			61	АИПБ.136-2017		04.2017
2		все			-	АИПБ.192-2017		06.2017
3		все			-	АИПБ.215-2017		06.2017
4		2, 6, 8-62	62		62	АИПБ.289-2017		10.2017
5		7, 42, 43			-	АИПБ.356-2017		10.2017
6		8, 9, 11, 31, 42, 47-53			-	АИПБ.374-2017		11.2017
7		29, 42			-	АИПБ.422-2017		12.2017
8		1-62	63-69		69	АИПБ.137-2018		09.2018
9		все	70-73		73	АИПБ.138-2019		05.2019
10		все			72	АИПБ.175-2020		06.2020
11		1-72	73-84		84	АИПБ.186-2021		05.2021
12		60, 61			84	АИПБ.191-2021		05.2021
13		1-84	85-87		87	АИПБ.201-2022		06.2022
14		1-7, 16, 22, 44, 48, 50-60, 62, 63, 69, 79-85			–	АИПБ.291-2022		10.2022
15		1-6, 47, 48, 60-87	88-99		99	АИПБ.026-2023		01.2023