БЛОК МИКРОПРОЦЕССОРНЫЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ С ТОРМОЖЕНИЕМ ЭСТРА-ДЗТ

Руководство по эксплуатации

27.12.31-121-23566247

(версия 1.10 от 25.10.26)

Содержание

1 НАЗНАЧЕНИЕ 9
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 13
2.1 Климатические условия эксплуатации 13
2.2 Конструктивное исполнение 13
2.3 Электрическая прочность изоляции 14
2.4 Электромагнитная совместимость 14
2.5 Аналоговые входы 15
2.6 Дискретные входы и выходы 16
2.7 Оперативное питание 17
2.8 Габаритные размеры и масса устройства, сроки службы 19
3 РАБОТА УСТРОЙСТВА 20
3.1 Состав изделия и конструктивное исполнение 20
3.2 Работа составных частей устройства 20
3.3 Внешние цепи устройства 26
4 ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ БЛОКА 30
4.1 Описание функций защит 32
4.1.1 Дифференциальная токовая отсечка 33
4.1.2 Дифференциальная защита с торможением 35
4.1.3 Сигнализация небаланса 40
4.1.4 Перегрузка 42
4.1.5 Газовая защита 43
4.1.6 МТЗ 46
4.1.7 ТЗНП 54
4.1.8 Логическая защита шин 55
4.1.9 Логическая защита трансформатора 57
4.1.10 Внешняя дуговая защита 58
4.1.11 Контроль исправности цепей напряжения 60
4.1.12 Токовая защита обратной последовательности 63
4.2 Описание функций автоматики 66
4.2.1 Отключение от внешних защит 66
4.2.2 Автоматическое повторное включение 67
4.2.3 УРОВ 70
4.2.4 Автоматика управления обдувом и ЗПО 73

4.3 Функции управления выключателем 76
4.4 Функции диагностики выключателя 87
4.5 Функции сигнализации 93
4.6 Блокировка РПН 94
4.7 Логика свободно программируемых реле 97
4.8 Группы уставок 100
4.9 Счетчики 101
4.10 Регистратор событий и осциллограф 101
4.11 Регистратор параметров нагрузки 104
4.12 Часы реального времени и синхронизация 104
4.13 Функций телеуправления, телеизмерения и телесигнализации 105
4.14 Учет ресурса выключателя 108
4.15 Функции доступа и самодиагностики 111
5 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ, МАРКИРОВКА, УПАКОВКА 114
5.1 Комплект поставки 114
5.2 Маркировка 114
5.3 Упаковка 114
6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ 115
6.1 Эксплуатационные ограничения 115
6.2 Подготовка устройства к использованию 115
6.2.1 Меры безопасности при подготовке устройства к использованию 115
6.2.2 Размещение и монтаж 116
6.3 Текущий ремонт 116
6.4 Хранение 116
6.5 Транспортирование 117
6.6 Утилизация 117
ПРИЛОЖЕНИЕ А 118
ПРИЛОЖЕНИЕ Б 120
ПРИЛОЖЕНИЕ В 125
ПРИЛОЖЕНИЕ Г 129

Перечень сокращений

АВР	- автоматический ввод резерва;
АПВ	- автоматическое повторное включение;
АСУ	- автоматизированная система управления;
АУВ	- автоматика управления выключателем;
АУО	- автоматика управления обдувом;
АЦП	- аналого-цифровой преобразователь;
АЧР	- автоматическая частотная разгрузка;
БИ	- блок испытательный;
БТН	- бросок тока намагничивания;
ВВ	- высоковольтный выключатель;
ВН	- сторона высшего напряжения;
ВНР	- восстановление нормального режима;
ВО	- внешнее отключение;
ВТХ	- времятоковая характеристика;
ГЗТ	- газовая защита трансформатора;
ГЗТ РПН	- газовая защита РПН;
ДВ	- дискретный вход;
ДЗТ	- дифференциальная защита с торможением;
ДИ	- детектор источника питания;
ДТ	- датчик тока (температуры);
ДТО	- дифференциальная токовая отсечка;
ЗЗ	- земляная защита (от замыканий на землю);
ЗЗ ВГ	- земляная защита по высшим гармоникам;
ЗЗ ДЗ	- земляная защита от двойных замыканий;
ЗММ	- защита максимальной мощности;
ЗМН	- защита минимального напряжения;
ЗНН	- защита от несимметрии напряжений;
ЗНФ	- защита от несимметрии фазных токов;
ЗОМ	- защита от обратной мощности;
ЗП	- защита от перегрузки;
ЗПН	- защита от повышенного напряжения;
ЗПО	- защита от потери охлаждения;
ЗПП	- защита от потери питания;
ЗПЧ	- защита от повышения частоты;
ЗСЧ	- защита от снижения частоты;
ИП	- источник питания;
КС	- контроль синхронизма при включении ВВ;
КЦН	- контроль исправности цепей напряжения;

ЛВ	- линейные выводы реактора, линии, двигателя, генератора;
ЛЗТ	- логическая защита трансформатора;
ЛЗШ	- логическая защита шин;
ЛЭП	- линия электропередач;
МТЗ	- максимальная токовая защита;
МУ	- местное управление;
НВ	- нейтральные выводы реактора, линии, двигателя, генератора;
НМ+	- положительное направление мощности (от шин в линию);
НМ-	- отрицательное направление мощности (к шинам от линии);
НН	- сторона низшего напряжения;
НТО	- номинальный ток отключения выключателя;
НЦН	- неисправность цепей напряжения;
ОЗЗ	- однофазное замыкание на землю;
ОМП	- определение места повреждения;
ОНМ	- орган направления мощности;
ПК	- персональный компьютер;
ПОН	- пусковой орган напряжения;
ПУ	- панель управления и индикации;
РВ	- ручное включение;
РКИ	- реле контроля изоляции;
РМОП	- реле мощности обратной последовательности;
РО	- ручное отключение;
РПВ	- реле положения включено;
РПН	- регулирование под напряжением;
РПО	- реле положения отключено;
СВ	- секционный выключатель;
СН	- сторона среднего напряжения;
СП ОТКЛ	- самопроизвольное отключение выключателя;
ТЗНП	- токовая защита нулевой последовательности;
ТЗОП	- токовая защита обратной последовательности;
ТИ	- телеизмерение;
ТН	- трансформатор напряжения;
ТО	- токовая отсечка;
ТП	- тепловая перегрузка;
ТС	- телесигнализация;
ТТ	- трансформатор тока;
ТТНП	- трансформатор тока нулевой последовательности;
ТУ	- телеуправление;
УД	- уровень доступа;

УМТЗ	- ускорение МТЗ;
УРОВ	- устройство резервирования отказа выключателя;
УС	- улавливание синхронизма при включении ВВ;
ФТНП	- фильтр токов нулевой последовательности;
ХХ	- холостой ход;
ЦВ	- цикл включения выключателя;
ЧАПВ	- частотное автоматическое повторное включение;
ШАОТ	- шкаф автоматики охлаждения трансформатора;
ШП	- шинки питания;
ШСВ	- шиносоединительный выключатель;
ЭД	- электрический двигатель;
ЭМВ	- электромагнит включения;
ЭМО	- электромагнит отключения.

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с техническими данными, конструкцией, устройством, принципом работы и правилами эксплуатации блока микропроцессорного дифференциальной защиты с торможением ЭСТРА-ДЗТ.

Блок разработан в соответствии с требованиями РД 34.35.310-97 «Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем» с соблюдением необходимых требований для применения на подстанциях как с постоянным, так и с переменным (выпрямленным переменным) оперативным током.

К эксплуатации блока допускаются лица, изучившие настоящий документ и имеющие соответствующую группу допуска, и подготовку в области промышленной электроники и микропроцессорной техники.

Предприятие-изготовитель может вносить изменения в устройство, связанные с его усовершенствованием, в целом не ухудшающие его характеристики и не отраженные в данном документе.

Внимание!

Не включать устройство до изучения настоящего руководства по эксплуатации.

Внимание!

Данное руководство предназначено на блоки ДЗТ, устанавливаемые для защиты силовых двух- и трехобмоточных трансформаторов, линий и реакторов.

1 НАЗНАЧЕНИЕ

Блок микропроцессорный дифференциальной защиты с торможением предназначен для использования в качестве основной защиты линий, реакторов, силовых двух- и трехобмоточных трансформаторов напряжением до 110кВ от всех видов повреждений внутри зоны защиты. ЭСТРА-ДЗТ выполняет также функции автоматики, сигнализации и управления высоковольтным выключателем.

Блоки могут включаться в АСУ ТП и информационно-управляющие системы в качестве подсистемы нижнего уровня. Устройство выдает на удаленные рабочие места эксплуатационного и диспетчерского персонала информацию о положении коммутационного аппарата, зарегистрированную информацию аварийных событий, текущую информацию по всем контролируемым параметрам.

Таблица 1.1 – Функции защит и автоматики для защищаемого объекта «трансформатор» или «линия / реактор»

Название	Код ANSI	Кол-во ступеней
ДЗТ	87T	1
ДТО	87T	1
Контроль небаланс в дифференциальной цепи	-	1
Газовая защита трансформатора	63	2
Газовая защита РПН	63	1
Токовая отсечка стороны ВН	50	1
Защита от перегрузки	-	1
МТЗ стороны ВН с возможностью: • выбора зависимой ВТХ • комбинированного пуска по напряжению • ускорения после включения ВВ	50, 51, 51V	2
МТЗ стороны СН с возможностью: • выбора зависимой ВТХ • комбинированного пуска по напряжению • ускорения после включения ВВ	50, 51, 51V	2
МТЗ стороны НН с возможностью: • выбора зависимой ВТХ • комбинированного пуска по напряжению • ускорения после включения ВВ	50, 51, 51V	2
ТЗНП стороны ВН	51N	2
ТЗОП стороны ВН с возможностью выбора направления (ввод в работу РМОП)	46	1
ЛЗШ	-	1
ЛЗТ	-	1
ЗДЗ от внешнего датчика	-	+
Защита от потери охлаждения	49T	3
КЦН	60	+
Отключение от внешних защит	-	4
АПВ	79	2 цикла
УРОВ	50BF	+
Автоматика управления обдувом	49	+
АУВ выключателем стороны ВН	-	+
Диагностика выключателя стороны ВН	-	+
Контроль давления элегаза	-	+

Таблица 1.2 – Функции измерения для защиты «трансформатор» или «линия / реактор»

Измеряемая величина	Обозначение
Фазные токи	Ia1, Iв1, Ic1 Ia2, Iв2, Ic2 Ia3, Iв3, Ic3
Напряжения	Uав1, Uвс1, 3Uo1 Uав2, Uвс2, 3Uo2
Частота питающего напряжения	Fсети
Вычисляемая величина	**Обозначение**
Токи симметричных составляющих	I1_1, I2_1, 3Io_1 I1_2, I2_2, 3Io_2
Уровень несимметрии по токам и напряжениям	Ni1, Ni2, Nu1, Nu2
Линейные напряжения	Uca1, Uca2
Угол между напряжением и током обратной последовательности	(I2_1^U2_1)
Напряжения симметричных составляющих	U1_1, U2_1 U1_2, U2_2

Таблица 1.3 – Счетчики, регистраторы и протоколирование

Название	Количество
Счетчики срабатывания защит	---
Счетчики коммутаций выключателя стороны ВН	---
Счетчики остаточного ресурса ВВ стороны ВН	---
Протоколы изменений уставок	4000
Протоколы событий	8000
Протоколы аварий	1000
Протоколы коммутаций ВВ	8000
Протоколы изменения ресурса ВВ	4000
Регистратор параметров нагрузки	160 часов с шагом 1с
Цифровой осциллограф	100 осциллограмм

Таблица 1.4 – Порты передачи данных

Название	Количество	Поддерживаемые протоколы
RS485-1	1	MODBUS RTU
RS485-2 (PPS)	1	MODBUS RTU
USB	1	Проприетарный
Ethernet	2	MODBUS TCP, МЭК 60870-104

Таблица 1.5 – Сервисные функции

Телеуправление ВВ, телеизмерение, телесигнализация
Свободно программируемые дискретные входы и выходы
Хранение уставок в энергонезависимой памяти
Возможность задания уставок при отсутствии оперативного питания (питание устройства от USB)
Встроенный графический индикатор и клавиатура для задания уставок и просмотра текущих параметров
Редактирование уставок в автономном режиме (без подключения к защите)
Задание названий для внешних защит
Две группы уставок защит и автоматики
Несколько уровней доступа к настройке и конфигурации
Светодиодная индикация сработавших защит
Программируемые светодиоды
Часы реального времени с корректировкой через АСУ
Порт синхронизации времени PPS
Измерение времени коммутации выключателя

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Климатические условия эксплуатации

Условия эксплуатации блока должны исключать воздействие прямого солнечного излучения, прямое попадание атмосферных осадков, конденсацию влаги и наличие агрессивной среды.

Таблица 2.1 – Климатические условия эксплуатации

Климатическое исполнение (по ГОСТ 15150)	УХЛ3.1
Диапазон рабочих значений температуры (предельные значения)	-40° ÷ +55°С
Относительная влажность воздуха (среднегодовое значение)	≤ 80% при 25°С
Тип атмосферы по содержанию на открытом воздухе коррозионно-активных агентов	II
Диапазон рабочих значений атмосферного давления	75 ÷ 106,7кПа
Высота над уровнем моря	≤ 2000м

2.2 Конструктивное исполнение

Клеммные колодки цепей питания, входных и выходных цепей допускают присоединение под винт одного или двух одинаковых проводников общим сечением до 2,5мм^2 включительно и сечением не менее 0,5мм^2 каждый. Клеммные колодки токовых цепей допускают присоединение под винт проводников общим сечением до 4мм^2 включительно.

Таблица 2.2 – Конструктивное исполнение

Группа механического исполнения (ГОСТ 30631-99)	М7
Сейсмостойкость по MSK-64 при уровне установки над нулевой отметкой до 10м (30546.1-98)	≤ 9 баллов
Степень защиты для оболочки блока (ГОСТ 14254-96)	IP40
Степень защиты для разъемных контактов (ГОСТ 14254-96)	IP20
Способ защиты человека от поражения электрическим током (ГОСТ 12.2.007-75)	класс I
Исполнение контактных соединений (ГОСТ 10434-82)	класс 2

2.3 Электрическая прочность изоляции

Блок должен быть обязательно заземлен. На тыльной стороне корпуса блока выведены два винта для подключения защитного заземления к общему контуру заземления. Заземлению подлежат оба винта. Заземляющий провод должен быть не более 2 метров и сечением 4мм^2.

Таблица 2.3 – Электрическая прочность изоляции

Сопротивление изоляции всех независимых цепей устройства относительно корпуса и между собой при 500В (кроме цепей измерения напряжений и цепей передачи данных)	≥ 100МОм
Выдерживаемое испытательное напряжение переменного тока между всеми независимыми цепями относительно корпуса и между собой (кроме портов передачи данных)	2,3кВ;50Гц в течение 1мин
Выдерживаемое испытательное импульсное напряжение между всеми независимыми цепями относительно корпуса и между собой	5кВ;1,2мкс/ /50мкс с интервалом 5с

2.4 Электромагнитная совместимость

Блок при поданном напряжении оперативного тока сохраняет функционирование без нарушений и сбоев при следующих воздействиях.

Таблица 2.4 – Электромагнитная совместимость

Тип помехи	Степень жесткости	Испытательный уровень
Магнитное поле промышленной частоты (IEC 61000-6-2, IEC 61000-4-8)	4	30А/м (непрерывно), 300А/м (1с)
Радиочастотное электромагнитное поле (IEC 61000-4-3)	3	10В/м
Электростатические разряды (IEC 61000-4-2)	3	6кВ (контактный разряд), 8кВ (воздушный разряд)
Микросекундные импульсные помехи большой энергии 1/50мкс, 6,4/16мкс (IEC 61000-4-5)	4	4кВ
Наносекундные импульсные помехи (IEC 61000-4-4)	4	2кВ, 5/50нс
Повторяющиеся колебательные помехи (IEC 61000-4-18)	3	2,5кВ на частоте 1МГц

2.5 Аналоговые входы

Устройство правильно функционирует при изменении частоты входных сигналов в диапазоне 45 – 55Гц. При этом дополнительная погрешность параметров срабатывания измерительных органов устройства не превышает ±5% относительно параметров срабатывания на номинальной частоте.

Таблица 2.5 – Параметры аналоговых входов

Номинальная частота переменного тока		50Гц
Рабочий диапазон частоты переменного тока		45 – 55Гц
Количество входов измерения токов		9
Номинальный переменный ток цепей защиты		5А
Измеряемые токи	группа 1	I_{A1}, I_{B1}, I_{C1}
	группа 2	I_{A2}, I_{B2}, I_{C2}
	группа 3	I_{A3}, I_{B3}, I_{C3}
Диапазон измерения токов фаз при частоте от 45 до 55Гц		0,2 – 200А
Предел допускаемой погрешности измерения фазных токов при частоте сигнала 50±0,5 Гц	от 0,20 А до 3 А	абсолютная ±0,07 А
	от 3 до 200 А	основная относительная ±2 % + 0,01 А
Ток термической стойкости фазных входов	длительно	20А
	1 секунда	500А
Потребляемая мощность входов измерения тока, не бо-		0,1ВА на вход
Измеряемые напряжения	группа 1	U_{AB1}, U_{BC1}, $3Uo_1$
	группа 2	U_{AB2}, U_{BC2}, $3Uo_2$
Номинальное вторичное напряжение		100В
Диапазон измерения напряжений во вторичных величинах при частоте от 45 до 55Гц		2,0 – 160В
Предел допускаемой погрешности измерения напряжения при частоте сигнала 50±0,5 Гц	от 2,0 В до 15,0 В	±0,4 В
	от 15,0 В до 160,0 В	±(2 % от измеренного значения + 0,1 В)
Максимально допустимая непрерывная нагрузка		250В
Потребляемая мощность входа измерения напряжений, не более		0,15ВА на вход
Основная абсолютная погрешность измерения частоты сети (только по цепям напряжения при Uвх = 40 В)		±0,01Гц

2.6 Дискретные входы и выходы

Дискретные входы обеспечивают гальваническое разделение внутренних цепей устройств от внешних цепей, предназначены для работы на постоянном или переменном оперативном токе и имеют пороговый элемент для разграничения уровня срабатывания логической «1» и логического «0». Уровень изоляции между входной цепью относительно корпуса и между остальными цепями – 3750В в течение 1 минуты.

Внимание!

Дискретные входы рассчитаны на подключение к источникам постоянного или переменного напряжения синусоидальной формы с частотой 50Гц. При подключении входов к источникам питания с формой сигнала, отличной от синусоиды, работоспособность дискретных входов не гарантируется.

Таблица 2.6 – Параметры дискретных входов

Количество входов	30
Номинальное напряжение входных сигналов	~/=220В
Уровень напряжения надежного срабатывания на постоянном токе, не менее/не более	158/170В
Уровень напряжения возврата на постоянном токе, не менее/не более	118/138В
Уровень напряжения надежного срабатывания на переменном токе, не менее/не более	145/170В
Уровень напряжения возврата на переменном токе, не менее/не более	115/135В
Длительность входного сигнала, достаточного для срабатывания	20мс
Предельно-допустимое значение напряжения входных сигналов	$1,3U_{ном}$
Количество электричества импульса режекции, не менее	200мкКл
Амплитуда импульса режекции при питании от =220В	50мА
Длительность импульса режекции	5мс
Потребляемая мощность при номинальном напряжении, =220В	0,8Вт

Выходные цепи устройства выполнены с использованием малогабаритных реле, обеспечивающих гальваническое разделение внутренних цепей устройства от

внешних цепей. Номинальное напряжение изоляции – 400В (АС), номинальное ударное напряжение – 4000В (АС). Напряжение пробоя:

- между катушкой и контактами – 4000В (АС);
- контактного зазора – 1000В (АС).

Электрический ресурс при резистивной нагрузке – более 10^5 при 8А, 250В (АС). Механический ресурс – более $2 \cdot 10^7$. Выходные реле не требуют обслуживания в течение всего срока службы устройства.

Таблица 2.7 – Параметры дискретных выходов К1 – К20 (электромеханические)

Количество выходов	20
Коммутируемый постоянный ток напряжением 250В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	0,25А
Коммутируемый переменный ток напряжением 400В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	4А
Коммутируемый переменный ток напряжением 260В при активно-индуктивной нагрузке и постоянной времени до 0,05с	7А
Время срабатывания	≤ 10мс

Таблица 2.8 – Параметры дискретных выходов К21 – К22 (твердотельные)

Количество выходов	2
Коммутируемый постоянный/переменный ток при активной нагрузке	0,14А
Рабочий диапазон переменного напряжения	0 – 280В
Рабочий диапазон постоянного напряжения	0 – 380В
Время срабатывания	≤ 1мс

2.7 Оперативное питание

Устройство предназначено для работы от источника переменного, выпрямленного переменного или постоянного оперативного тока. В цепях питания устройства необходима установка защитного автоматического выключателя с номинальным током 2А и характеристикой срабатывания «С».

Для задания уставок и скачивания протоколов устройство может быть запитано от интерфейса USB.

Внимание!

При питании устройства от порта USB:

1. выходные реле возвращаются в исходное состояние;
2. всё функции защиты и автоматики блокируются;
3. измерение токов и напряжений не производится;
4. при принудительном запуске осциллографа корректность данных в записанной осциллограмме не гарантируется;
5. возможно появление сигналов аппаратной неисправности устройства.

Устройство не повреждается и не срабатывает ложно при включении или отключении источника питания, после перерывов питания любой длительности с последующим восстановлением, при подаче напряжения оперативного тока обратной полярности, при замыканиях на землю в сети оперативного тока.

Таблица 2.9 – Параметры оперативного питания

Номинальное напряжение оперативного тока	~/=220В
Рабочий диапазон частоты переменного тока	45 – 55Гц
Рабочий диапазон напряжения переменного оперативного тока	85 – 265В
Рабочий диапазон напряжения постоянного оперативного тока	120 – 370В
Потребление цепей оперативного тока в состоянии покоя и срабатывания блока защиты, не более	5/10Вт
Время готовности устройства к действию после подачи напряжения оперативного питания, не более	300мс
Допустимый перерыв питания от оперативных цепей (при питании от источника переменного напряжения 220В), при котором блок сохраняет работоспособность, не менее	2с
Потребление тока при питании устройства через разъем USB, при отключенных реле и отсутствии оперативного тока, не более	0,8А

2.8 Габаритные размеры и масса устройства, сроки службы

Габаритные чертежи устройства приведены в ПРИЛОЖЕНИИ Г.

Таблица 2.10 – Габаритные размеры и масса устройства

Модификация блока	Габаритные размеры	Масса
ЭСТРА-ДЗТ	204×173×211мм	≤ 2,5кг

Таблица 2.11 – Сроки службы

Срок службы устройства*	25 лет
Средняя наработка на отказ	125000 часов

(*) – при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию с заменой, при необходимости, материалов и комплектующих, имеющих меньший срок службы.

3 РАБОТА УСТРОЙСТВА

3.1 Состав изделия и конструктивное исполнение

Устройство выпускается в корпусе заднего присоединения (установка с помощью врезки в дверь). При заказе доступны две модификации устройства:

1. Защита силового трансформатора, линии, реактора.

Модификация для защиты силового трансформатора позволяет измерять фазные токи с трех сторон защищаемого объекта. При этом ток нулевой последовательности вычисляется из фазных токов стороны ВН.

2. Защита генератора, двигателя.

Модификация для защиты генератора (двигателя) позволяет измерять фазные токи со стороны линейных и нейтральных выводов. Для реализации чувствительной защиты от ОЗЗ данная модификация имеет отдельный вход для измерения тока нулевой последовательности от ТНП.

Внимание!

Модификации отличаются аппаратным исполнением входов для измерения токов. При заказе обязательно указывайте вариант исполнения устройства!

Блок защиты состоит из нескольких печатных плат, которые содержат выходные разъемы для подключения внешних цепей, микроконтроллер, интерфейсы RS485, USB, Ethernet, малогабаритные выходные реле, дискретные входы и источник питания.

Панель управления устройства предназначена для местного отображения контролируемых параметров, изменения уставок и настроек, просмотра протоколов. ПУ содержит клавиатуру управления, индикатор и светодиоды, отображающие режимы работы блока.

3.2 Работа составных частей устройства

1) Каналы измерения токов.

Устройство содержит промежуточные ТТ, предназначенные для гальванической развязки от первичных трансформаторов тока. Промежуточные трансформаторы тока защиты от междуфазных КЗ рассчитаны на номинальный ток 5А и работают без насыщения при входном токе до 200А. По каждому входу предусмотрены два диапазона измерения, Таблица 3.1:

Таблица 3.1 – Рабочие диапазоны каналов измерения тока

Чувствительный	$0{,}1 \div 5 I_{ном}$
Стандартный	$0{,}1 \div 40 I_{ном}$

1. Защита трансформатора, линии или реактора.

Блок позволяет измерять девять (три группы по три тока) фазных токов:

1 группа - I_{A1}, I_{B1}, I_{C1} (измерение токов ВН);

2 группа - I_{A2}, I_{B2}, I_{C2} (измерение токов СН/НН2);

3 группа - I_{A3}, I_{B3}, I_{C3} (измерение токов НН).

Токи прямой и обратной последовательности по каждой группе измерения вычисляются устройством. Ток нулевой последовательности вычисляется расчетным способом из фазных токов, измеряемых 1 группой (сторона ВН).

2. Защита генератора или двигателя.

Блок позволяет измерять шесть (со стороны линейных и нейтральных выводов) фазных токов и один ток нулевой последовательности:

1 группа - I_{A1}, I_{B1}, I_{C1};

2 группа – $3I_O$;

3 группа - I_{A3}, I_{B3}, I_{C3}.

Токи прямой и обратной последовательности по каждой группе измерения вычисляются устройством. Для реализации защиты от двойных замыканий на землю ток нулевой последовательности вычисляется расчетным способом из фазных токов, измеряемых 1 группой. Для реализации чувствительной защиты от замыкания на землю предусмотрен отдельный вход для измерения тока от ТНП.

2) Каналы измерения напряжений.

Устройство содержит промежуточные оптоэлектронные преобразователи, предназначенные для гальванической развязки от первичных измерительных трансформаторов. Блок позволяет измерять шесть (две группы по три напряжения) напряжений:

1 группа - U_{AB1}, U_{BC1}, $3U_{O1}$;

2 группа - U_{AB2}, U_{BC2}, $3U_{O2}$;

Линейные напряжение U_{AC1} / U_{AC2} и напряжения симметричных составляющих вычисляются устройством. Варианты подключения измерительных цепей тока и напряжения приведены в ПРИЛОЖЕНИИ Б.

3) Дискретные входы.

Устройство позволяет принять от внешних устройств дискретные сигналы переменного или постоянного тока напряжением 220В. Исполнение блока с другим уровнем входного напряжения должно оговариваться при заказе устройства.

Каждый вход выполнен с использованием оптоэлектронного преобразователя, обеспечивающего гальваническое разделение входных цепей от внутренних цепей

устройства с необходимым уровнем изоляции. Если нет необходимости раздельного подключения к источнику оперативного питания, то входы можно выполнить с общей точкой подключения.

Все дискретные входы являются свободно программируемыми. Внутренние сигналы устройства, которые можно назначить на дискретные входы, приведены в ПРИЛОЖЕНИИ В.

Таблица 3.2 – Месторасположение настроек дискретных входов

Главное меню		**Подменю 1**	**Подменю 2**	**Подменю 3**
Дискретные входы	→	Настройка		

4) Дискретные выходы.

Все реле являются свободно программируемыми.

Если устройство применяется в схемах на постоянном оперативном токе, то для предотвращения сваривания контактов выходных реле при коммутации мощной индуктивной нагрузки параллельно ей рекомендуется устанавливать защитный диод. При коммутации ЭМ выключателей в таких цепях, установка промежуточных реле обязательна.

Таблица 3.3 – Месторасположение настроек дискретных входов

Главное меню		**Подменю 1**	**Подменю 2**	**Подменю 3**
Дискретные выходы	→	Настройка		

5) Панель управления и индикации.

Панель управления и индикации состоит из индикатора, кнопок управления и светодиодов, отображающих режимы работы блока. Светодиоды обеспечивают дополнительную сигнализацию исправного состояния устройства и режимы его работы (Таблица 3.6).

По умолчанию на индикаторе отображаются основные текущие параметры защищаемого присоединения. Перемещение по меню, изменение уставок осуществляется с помощью кнопок управления (Таблица 3.7).

При срабатывании защит на сигнал или на отключение на индикаторе устройства будет отображаться соответствующее сообщение о произошедшем событии. Сообщение будет выводиться на индикаторе до тех пор, пока пользователь не произведет квитирование (сброс) защиты.

Внимание!

Квитирование защиты и, соответственно, снятие блокировки ручного включения с кнопки на лицевой панели устройства осуществляется только при отображении на индикаторе аварийного сообщения. Сброс из других меню устройства не производится. Таким образом, нажимая кнопку, пользователь подтверждает, что ознакомлен с произошедшим событием.

Сброс устройства также может быть осуществлен командой «РО» с помощью ключа или кнопки управления. Квитирование в таком случае производится только при отключенном положении выключателя.

При срабатывании подряд нескольких защит, квитирование с помощью кнопки на лицевой панели устройства осуществляется поочередно, для каждого сообщения. Информация обо всех сработавших защитах может быть просмотрена из меню устройства «Протоколы», подменю «Аварий».

Таблица 3.4 – Конфигурационные ключи настроек сброса защиты

Наименование конфигурационного ключа	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
S32 – Квитирование защиты по ДВ РО	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Квитирование по РО

Таблица 3.5 – Месторасположение настроек сброса защиты

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Настройки блока →	Сервисные настройки		

Таблица 3.6 – Светодиодная сигнализация

Название светодиода	Состояние	Расшифровка
Работа	Постоянное свечение зеленым с кратковременным промаргиванием	Исправное состояние устройства
	Постоянное свечение зеленым или не горит	Сбой в работе программы устройства
Неиспр блока	Постоянное свечение красным	Аппаратная неисправность блока
RS485, Ethernet	Мигающий зеленый	Передача данных по каналу связи
У1 У2	Мигающий зеленый	Пуск задержки времени перехода на другую группу уставок
	Постоянное свечение зеленым	В работе группа уставок, соответствующая светодиоду
ДЗТ ввод МТЗ ввод ГЗТ ввод ОЗЗ ввод ТЗОП ввод УРОВ ввод	Не горит	Защита выведена
	Постоянное свечение зеленым	Защита введена в работу
	Постоянное свечение красным	Защита в работе, но заблокирована с помощью ключа управления (кнопки)
ДЗТ сраб МТЗ сраб ГЗТ сраб ОЗЗ ввод ТЗОП ввод УРОВ сраб	Не горит	Срабатывание защиты отсутствует
	Постоянное свечение красным	Защита находится в сработанном состоянии
Местное, дистанционное	Постоянное свечение зеленым	Текущее управление - МУ
	Постоянное свечение зеленым	Текущее управление - ТУ

Таблица 3.7 – Назначение кнопок управления

Обозначение	Название	Назначение
	Ввод	1. Вход в меню 2. Подтверждение ввода уставки или команды
	Отмена	1. Выход из меню 2. Отмена ввода уставки или ко-
	Возврат	Квитирование защит
	Вверх, вниз, влево, вправо	1. Навигация по меню 2. Ввод уставок
	МУ/ТУ	Переключение режима управления: МУ или ТУ
	Группа уставок	Переключение текущей группы уставок
	Горячие кнопки ввода	Кнопки оперативного ввода/вывода функций РЗиА
	Фиксации команды	Кнопка фиксации команды: - ввод/вывод функций РЗиА - переключение МУ/ТУ - переключение групп уставок

Внимание!

При нажатии на кнопки управления «ДЗТ», «МТЗ ВН», «МТЗ НН», «ГЗТ», «ОЗЗ», «ТЗОП», «УРОВ», «УСТ», «МУ» начинает мигать светодиод, находящийся рядом с нажатой кнопкой. Это означает, что устройство ждет подтверждение от пользователя о производимой операции. Подтверждение осуществляется путем нажатия на кнопку фиксации команды.

3.3 Внешние цепи устройства

Внешние цепи устройства приведены в ПРИЛОЖЕНИИ А.

Таблица 3.8 – Внешние цепи устройства

№ клемм	Назначение
Каналы измерения токов	
X1:1	Ток фазы А группы 1 (начало)
X1:2	Ток фазы А группы 1 (конец)
X1:3	Ток фазы В группы 1 (начало)
X1:4	Ток фазы В группы 1 (конец)
X1:5	Ток фазы С группы 1 (начало)
X1:6	Ток фазы С группы 1 (конец)
X1:7	Ток фазы А группы 2 (начало)
X1:8	Ток фазы А группы 2 (конец)
X1:9	Ток фазы В группы 2 (начало)
X1:10	Ток фазы В группы 2 (конец)
X1:11	Ток фазы С группы 2 (начало)
X1:12	Ток фазы С группы 2 (конец)
X1:13	Ток фазы А группы 3 (начало)
X1:14	Ток фазы А группы 3 (конец)
X1:15	Ток фазы В группы 3 (начало)
X1:16	Ток фазы В группы 3 (конец)
X1:17	Ток фазы С группы 3 (начало)
X1:18	Ток фазы С группы 3 (конец)

Таблица 3.8 – Внешние цепи устройства (продолжение)

№ клемм	Назначение
Каналы измерения напряжений	
X2:1	Напряжение Uав группы 1 (начало)
X2:2	Напряжение Uав группы 1 (конец)
X2:3	Напряжение Uвс группы 1 (начало)
X2:4	Напряжение Uвс группы 1 (конец)
X2:5	Напряжение 3Uo группы 1 (начало)
X2:6	Напряжение 3Uo группы 1 (конец)
X2:7	Напряжение Uав группы 2 (начало)
X2:8	Напряжение Uав группы 2 (конец)
X2:9	Напряжение Uвс группы 2 (начало)
X2:10	Напряжение Uвс группы 2 (конец)
X2:11	Напряжение 3Uo группы 2 (начало)
X2:12	Напряжение 3Uo группы 2 (конец)
Цепи интерфейса RS485-2 / PPS	
X3:1	Экран G
X3:2	Линия A
X3:3	Линия B
Цепи интерфейса RS485-1	
X4:1	Экран G
X4:2	Линия A
X4:3	Линия B

Таблица 3.8 – Внешние цепи устройства (продолжение)

№ клемм	Назначение	
Дискретные выходы группа 1		
X5:1-X5:2	К1	ОТКЛ ВН
X5:3-X5:4	К2	ОТКЛ ВН
X5:5-X5:6	К3	ВКЛ ВН
X5:7-X5:8	К4	ОТКЛ НН
X5:9-X5:10	К5	ОТКЛ НН без АВР
X5:11-X5:12	К6	ОТКЛ НН с АВР
X5:13-X5:14	К7	Резерв
X5:15-X5:16	К8	ГЗТ
X5:17-X5:18	К9	Резерв
X5:19-X5:20	К10	Резерв
X5:21-X5:22	К11	Резерв
X5:23-X5:24	К12	УРОВ
Дискретные входы группа 1		
X6:1-X6:2	ДВ1	ВКЛ
X6:1-X6:3	ДВ2	ОТКЛ
X6:4-X3:5	ДВ3	ТУ
X6:4-X3:6	ДВ4	Сброс сигнал
X6:7-X6:8	ДВ5	Уставки 2
X6:7-X6:9	ДВ6	ДВ ОБ
X6:10-X6:11	ДВ7	РПО ВН
X6:10-X6:12	ДВ8	РПВ ВН
X6:13-X6:14	ДВ9	РПО НН
X6:13-X6:15	ДВ10	РПВ НН
X6:16-X6:17	ДВ11	Резерв
X6:16-X6:18	ДВ12	Резерв
X6:19-X6:20	ДВ13	Блок АУВ
X6:19-X6:21	ДВ14	Контроль ВВ
X6:22-X6:23	ДВ15	ДТ срабатывание
X6:22-X6:24	ДВ16	ДТ возврат

Таблица 3.8 – Внешние цепи устройства (продолжение)

№ клемм	Назначение	
Дискретные выходы группа 2		
X7:1-X7:3	К13	Авария
X7:4-X7:6	К14	Неисправность
X7:7-X7:9	К15	Вызов
X7:10-X7:12	К16	Резерв
X7:13-X7:14	К17	Блок работы РПН
X7:15-X7:16	К18	Обдув 1ст
X7:17-X7:18	К19	Обдув 2ст
X7:19-X7:20	К20	Обдув 3ст
X7:21-X7:22	К21	Резерв
X7:23-X7:24	К22	Резерв
Дискретные входы группа 2		
X8:3-X8:4	ДВ17	ДВ ГЗ-1
X8:3-X8:5	ДВ18	РКИ ГЗ-1
X8:6-X8:7	ДВ19	ДВ ГЗ-2
X8:6-X8:8	ДВ20	РКИ ГЗ-2
X8:9-X8:10	ДВ21	ДВ ГЗ РПН
X8:9-X8:11	ДВ22	РКИ ГЗ РПН
X8:12-X8:13	ДВ23	Блок ДЗ
X8:12-X8:14	ДВ24	Блок МТЗ
X8:15-X8:16	ДВ25	Блок АПВ
X8:15-X8:17	ДВ26	Блок УРОВ
X8:18-X8:19	ДВ27	Блок АУО
X8:18-X8:20	ДВ28	Блок ЗПО
X8:21-X8:22	ДВ29	ДТ ЭМО1
X8:23-X8:24	ДВ30	ДТ ЭМВ
Цепи источника питания		
X8:1	Вход оперативного питания	
X8:2	Вход оперативного питания	

4 ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ БЛОКА

Устройство является многофункциональным, обеспечивающим функции защит, управления, сигнализации и автоматики для различных типов защищаемых объектов. Предусмотрено несколько типов объектов для применения, отличающихся функционально различным набором устройств автоматики и некоторых видов защит:

- двухобмоточный понижающий трансформатор («Пониж Т2»);
- двухобмоточный повышающий трансформатор («Повыш Т2»);
- линия;
- реактор;
- трехобмоточный трансформатор («Т3:СН+НН»);
- трехобмоточный трансформатор с расщепленной обмоткой низшего напряжения («Т3:НН1+НН2»).

Для реализации всего набора функций РЗиА и их правильной работы необходимо:

- правильно выбрать модификацию устройства при заказе;
- указать в настройках присоединения тип защищаемого объекта (Таблица 4.1);
- ввести номинальные параметры защищаемого объекта, по которым устройство рассчитывает номинальные токи и осуществляет приведение вторичных сигналов (Таблицы 4.2 – 4.4).

Таблица 4.1 – Месторасположение параметров защищаемого объекта

Главное меню	**Подменю 1**	**Подменю 2**	**Подменю 3**
Параметры объекта →			

Таблица 4.2 – Параметры защищаемого объекта для защиты линии и реактора

Наименование параметра	**Диапазон значений**	**Заводское значение**	**Обозначение в меню**
Номинальный первичный ток, А	20 – 2500	225	Iном
Номинальное напряжение, кВ	0,40 – 120,00	6,40	Uном
Ктт стороны линейных выводов	5 – 4000	45	Ктт лв
Ктт стороны нейтральных выводов	5 – 4000	45	Ктт нв

Таблица 4.3 – Параметры защищаемого объекта для защиты двухобмоточного трансформатора

Наименование параметра	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
Номинальная мощность, МВА	0,10 – 125,0	2,50	Sном
Напряжение стороны ВН, кВ	0,40 – 120,00	6,40	Uном вн
Напряжение стороны НН, кВ	0,40 – 120,00	6,40	Uном нн
Ктт стороны ВН	5 – 4000	45	Ктт вн
Ктт стороны НН	5 – 4000	45	Ктт нн
Соединение обмотки ВН	Звезда / Треугольник	Звезда	Соед. обм. ВН
Соединение обмотки НН		Звезда	Соед. обм. НН

Таблица 4.4 – Параметры защищаемого объекта для защиты трехобмоточного трансформатора

Наименование параметра	Диапазон значений	Заводское значение	Обозначение в меню
Номинальная мощность, МВА	0,10 – 125,0	2,50	Sном
Напряжение стороны ВН, кВ	0,40 – 120,00	6,40	Uном вн
Напряжение стороны НН, кВ	0,40 – 120,00	6,40	Uном нн
Напряжение стороны СН/НН2, кВ	0,40 – 120,00	6,40	Uном сн/нн2
Ктт стороны ВН	5 – 4000	45	Ктт вн
Ктт стороны НН	5 – 4000	45	Ктт нн
Ктт стороны СН/НН2	5 – 4000	45	Ктт сн/нн2
Соединение обмотки ВН	Звезда / Треугольник	Звезда	Соед. обм. ВН
Соединение обмотки НН		Звезда	Соед. обм. НН
Соединение обмотки СН/НН2		Звезда	Соед. обм. СН/НН2

4.1 Описание функций защит

Возможные варианты применения функций защит и автоматики устройства для различных типов защищаемых объектов приведены в таблице ниже:

«Т2» - двухобмоточный повышающий и понижающий трансформатор;

«Т3: СН+НН» - трехобмоточный трансформатор;

«Т3: НН1+НН2» - трехобмоточный трансформатор с расщепленной обмоткой низшего напряжения;

«ЛР» - линия, реактор.

Таблица 4.5 – Варианты применения функций защит и автоматики

Функция РЗиА	Т2	ЛР	Т3: СН+НН	Т3: НН1+НН2
ДТО	V	V	V	V
ДЗТ	V	V	V	V
Небаланс	V	V	V	V
ГЗТ, ГЗТ РПН	V	–	V	V
МТЗ ВН	V	V	V	V
МТЗ НН	V	–	V	V
МТЗ СН/НН2	V	–	V	V
ЗП	V	V	V	V
ТЗНП	V	–	V	V
ТЗОП	V	–	–	–
ЛЗТ	V	–	V	V
ЛЗШ	V	–	V	–
ЗДЗ	V	V	V	V
КЦН	V	V	V	V
АУВ ВН	V	V	V	V
АУВ НН	V	V	–	–
УРОВ	V	V	V	V
АПВ	V	V	V	V

Таблица 4.5 – Варианты применения функций защит и автоматики (продолжение)

Функция РЗиА	Т2	ЛР	Т3: СН+НН	Т3: НН1+НН2
АУО, ЗПО	V	–	V	V
Внеш ОТКЛ	V	V	V	V
Блокировки РПН	V	–	V	V
Диагностика ВВ ВН	V	V	V	V
Диагностика ВВ НН	V	V	–	–
Контроль SF6	V	V	V	V

4.1.1 Дифференциальная токовая отсечка

Отсечка предназначена для резервирования дифференциальной защиты при протекании токов междуфазных КЗ большой кратности, приводящих к насыщению первичных измерительных трансформаторов тока. Данная защита действует без торможения и ее время срабатывания не превышает 20мс. Пусковые органы защиты по току объединены по схеме «**ИЛИ**».

Запуск защиты происходит при превышении дифференциальным током одной из фаз уставки срабатывания пускового органа. Через выдержку времени формируется сигнал «**ДТО**» на отключение защищаемого объекта со всех сторон.

В защите предусмотрена возможность задания выдержки времени. Небольшое замедление токовой отсечки (порядка 40мс) может потребоваться для лучшей отстройки от бросков тока при внешних КЗ и при пуске (самозапуске) электродвигателей.

Предусмотрен оперативный ввод/вывод защиты с помощью:

- кнопки управления **«ДЗТ»** на лицевой панели устройства;
- дискретного входа **«Блок ДЗ»**. Кнопка **«ДЗТ»** в таком случае блокируются;
- дискретного входа **«Блок ДТО».** Кнопка **«ДЗТ»** в таком случае остается в работе.

Технические параметры приведены в Таблице 4.1.2.

Расположение уставок в меню устройства приведено в Таблице 4.1.3.

Таблица 4.1.1 – Конфигурационные ключи ДТО

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
B1 – Ввод в работу ДТО	Выведена Введена	Выведена	ДТО
B2 – Ввод в работу ДТО по мгновенным значениям	Выведена Введена	Выведена	ДТО по амп.Id

Таблица 4.1.2 – Технические параметры ДТО

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Уставка по току, ое	3,00 – 20,00	0,01	6,00	Iср
Коэффициент возврата пусковых органов	–	–	0,95	–
Время срабатывания, с	0,00 – 0,10	0,01	0,02	Tср

Таблица 4.1.3 – Месторасположение уставок ДТО

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки защит →	Уставки 1 / 2 →	Диф. защита →	ДТО

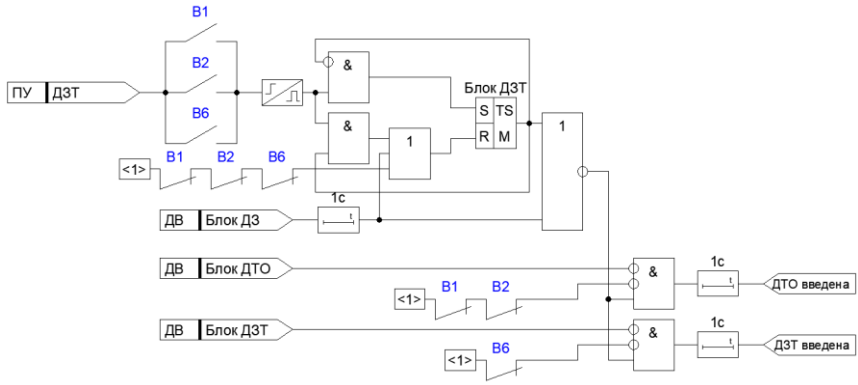


Рисунок 4.1.1 – Функциональная схема оперативного ввода/вывода в работу ДТО и ДЗТ

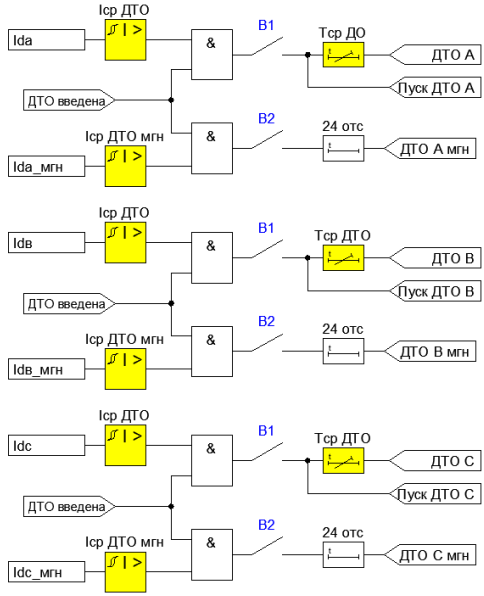


Рисунок 4.1.2 – Функциональная схема ДТО

4.1.2 Дифференциальная защита с торможением

Дифференциальная защита предназначена для селективной защиты двигателя или трансформатора от КЗ с малыми значениями дифференциальных токов (например, от витковых замыканий).

Дифференциальный ток защиты рассчитывается как сумма значений приведенных фазных токов. Приведение осуществляется к стороне, у которой вторичный ток является максимальным. Значение этого тока принимается за базовое. Срабатывание защиты происходит при превышении одним из дифференциальных токов фаз уставки срабатывания пороговых органов в соответствии с характеристикой срабатывания и одновременном отсутствии запрещающего сигнала от блока отстройки от БТН.

Для предотвращения ложного срабатывания защиты в режиме внешних замыканий, а также в режиме с максимальными нагрузочными токами предусмотрено торможение защиты сквозными токами.

Тормозной сигнал определяется как полуразность значений токов плеч. Зависимость тока срабатывания от тормозного сигнала представлена на Рисунке 4.1.4.

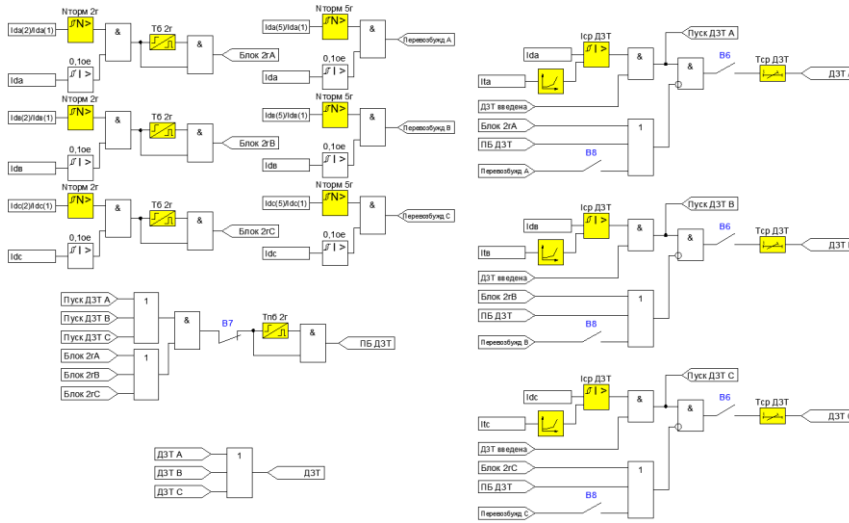


Рисунок 4.1.3 – Функциональная схема ДЗТ

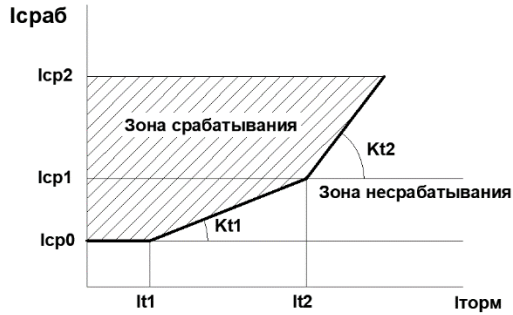


Рисунок 4.1.4 – Характеристика срабатывания ДЗТ

Характеристика ДЗТ состоит из трех участков, первый из которых всегда определяется только начальным током срабатывания, а второй и третий участки – начальными токами торможения и коэффициентами торможения. Начальный ток срабатывания дифференциальной защиты, а также начальные токи торможения задаются в относительных номинальных единицах. Уставка по второй гармонике задается в процентах. Рекомендуемое значение – 20%.

Для исключения срабатывания защиты в режимах перевозбуждения трансформатора предусмотрена блокировка по пятой гармонике дифференциального сигнала. Рекомендуемое значение – 30%.

В устройстве производится компенсация фазового сдвига токов между сторонами защищаемого силового трансформатора с помощью внутренних преобразований сигналов. Рекомендуется производить электрическое соединение вторичных обмоток измерительных трансформаторов тока в звезду. Это снижает нагрузку на ТТ и обеспечивает правильную работу устройства. При невозможности соединения вторичных цепей трансформаторов тока в звезду в настройках блока необходимо указать, что компенсация фазового сдвига производится внешним способом. В таком случае внутренних преобразований сигналов осуществляться не будет.

Для компенсации фазового сдвига между сторонами защищаемого объекта и удаления токов нулевой последовательности необходимо задать группу математического соединения вторичных цепей ТТ (Таблица 4.1.5) для корректного устранения фазового угла между сторонами трансформатора (в соответствии с часовой группой). В зависимости от указанной группы соединения, вторичные токи по формулам приведения будут преобразовываться для устранения фазных сдвигов.

Так как обмотки силового трансформатора могут быть собраны или в звезду, или в треугольник, то выделяют две основные группы соединения:

- звезда/звезда – нулевая группа;
- звезда/треугольник – 11 группа.

Все остальные группы можно получить с помощью изменения полярности обмоток или с помощью перестановки названий обмоток фаз. По Таблице 4.1.6 необходимо выбрать и задать в устройстве группы цифровой сборки токовых цепей. При вводе необходимо также учитывать группу подключения вторичных цепей измерительных трансформаторов тока:

- первичные и вторичные токи сонаправлены – нулевая группа;
- первичные и вторичные токи направлены встречно – шестая группа.

Таблица 4.1.4 – Конфигурационные ключи ДЗТ

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
В6 – Ввод в работу ДЗТ	Выведена Введена	Выведена	ДЗТ
В7 – Перекрестная блокировка	ОТКЛ ВКЛ	ВКЛ	Перекрест. блокировка
В8 – Блокировка при перевозбуждении	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Блок при перевозбужд
S19 – Сборка вторичных цепей ТТ	Программно Внешняя	Программно	Сборка втор. цепей ТТ

Таблица 4.1.5 – Номер групп ТТ и формулы для вычисления приведенных токов

Номер группы ТТ	Фаза А	Фаза В	Фаза С
0	$I'_A = \frac{2I_A - I_B - I_C}{3}$	$I'_B = \frac{2I_B - I_C - I_A}{3}$	$I'_C = \frac{2I_C - I_A - I_B}{3}$
1	$I'_A = \frac{I_A - I_C}{\sqrt{3}}$	$I'_B = \frac{I_B - I_A}{\sqrt{3}}$	$I'_C = \frac{I_C - I_B}{\sqrt{3}}$
5	$I'_A = \frac{I_B - I_A}{\sqrt{3}}$	$I'_B = \frac{I_C - I_B}{\sqrt{3}}$	$I'_C = \frac{I_A - I_C}{\sqrt{3}}$
6	$I'_A = \frac{-2I_A + I_B + I_C}{3}$	$I'_B = \frac{-2I_B + I_C + I_A}{3}$	$I'_C = \frac{-2I_C + I_A + I_B}{3}$
7	$I'_A = \frac{I_C - I_A}{\sqrt{3}}$	$I'_B = \frac{I_A - I_B}{\sqrt{3}}$	$I'_C = \frac{I_B - I_C}{\sqrt{3}}$
11	$I'_A = \frac{I_A - I_B}{\sqrt{3}}$	$I'_B = \frac{I_B - I_C}{\sqrt{3}}$	$I'_C = \frac{I_C - I_A}{\sqrt{3}}$

Предусмотрен оперативный ввод/вывод защиты с помощью:

- кнопки управления **«ДЗТ»** на лицевой панели устройства;
- дискретного входа **«Блок ДЗ»**. Кнопка **«ДЗТ»** в таком случае блокируются;
- дискретного входа **«Блок ДЗТ».** Кнопка **«ДЗТ»** в таком случае остается в работе.

Таблица 4.1.6 – Группы математической сборки токовых цепей

Схема соединения защищаемого трансформатора	**Группа, задаваемая в настройках устройства**			
	Со стороны звезды		**Со стороны треугольника**	
	ТТ 0 группы	**ТТ 6 группы**	**ТТ 0 группы**	**ТТ 6 группы**
Y/Δ-11	5	11	0	6
Y/Δ-1	7	1	0	6
Δ/Y-11	11	5	6	0
Δ/Y-1	1	7	6	0
Схема соединения защищаемого трансформатора	**Со звезды стороны ВН**		**Со звезды стороны НН**	
	ТТ 0 группы	**ТТ 6 группы**	**ТТ 0 группы**	**ТТ 6 группы**
Y/Y-0	6	0	0	6
Y/Y-6	6	0	6	0
Δ/Δ-0	6	0	0	6
Δ/Δ-6	6	0	6	0

Таблица 4.1.7 – Месторасположение уставок ДЗТ

Главное меню	**Подменю 1**	**Подменю 2**	**Подменю 3**
Уставки защит →	Уставки 1 / 2 →	Диф. защита →	ДЗТ
Настройки блока →	Сервисные настройки →		

Таблица 4.1.8 – Технические параметры ДЗТ

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Начальный ток срабатывания, ое	0,20 – 1,50	0,01	0,30	Начальный ток срабатывания
Коэффициент возврата пусковых органов по току	–	–	0,95	–
Ток торможения участка 1, ое	0,50 – 1,49	0,01	1,00	Iторм1
Ток торможения участка 2, ое	1,50 – 3,00	0,01	2,00	Iторм2
Коэффициент торможения на участке 1	0,20 – 0,90	0,01	0,30	Кторм1
Коэффициент торможения на участке 2	0,30 – 0,90	0,01	0,50	Кторм2
Время срабатывания, с	0,00 – 0,50	0,01	0,02	Тср
Уровень блокировки по второй гармоники, %	10 – 80	1	20	Ур. блок по 2 гармонике
Время блокировки по второй гармонике, с	0,00 – 2,00	0,01	0,00	Время блок. по 2 гармонике
Уровень блокировки по пятой гармоники, %	10 – 50	1	30	Ур. блок по 5 гармонике
Время работы перекрёстной блокировки, с	0,10 – 2,00	0,01	0,10	Время перекр. блокировки

4.1.3 Сигнализация небаланса

Функция сигнализации небаланса предназначена для предупреждения обслуживающего персонала об увеличении тока небаланса при неправильном расчете уставок или при неисправностях во вторичных цепях ТТ (Рисунок 4.1.5).

Срабатывание функции действует только на сигнализацию, отключение выключателей не производится.

Таблица 4.1.9 – Конфигурационные ключи функции небаланса

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
В16 – Ввод в работу небаланса	Выведена Введена	Выведена	Контроль небаланса

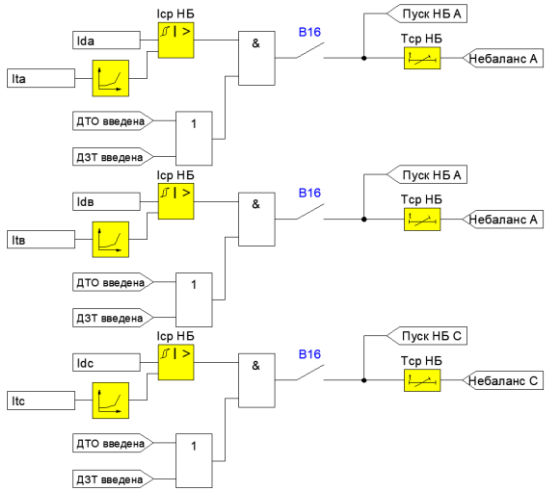


Рисунок 4.1.5 – Функциональная схема сигнализации небаланса

Технические параметры приведены в Таблице 4.1.9.
Расположение уставок в меню устройства приведено в Таблице 4.1.10.

Таблица 4.1.10 – Технические параметры функции небаланса

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Ток срабатывания, ое	0,10 – 2,00	0,01	0,50	Iср
Коэффициент возврата пусковых органов	–	–	0,95	–
Коэффициент торможения	0,20 – 0,90	0,01	0,30	Кторм
Время срабатывания, с	0,00 – 300,00	0,01	10,00	Tср

Таблица 4.1.11 – Месторасположение уставок функции небаланса

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки защит →	Уставки 1 / 2 →	Диф. защита →	Небаланс

4.1.4 Перегрузка

Перегрузка предназначена для запуска разгрузки трансформатора. Пуск осуществляется при превышении током стороны ВН уставки срабатывания по перегрузке.

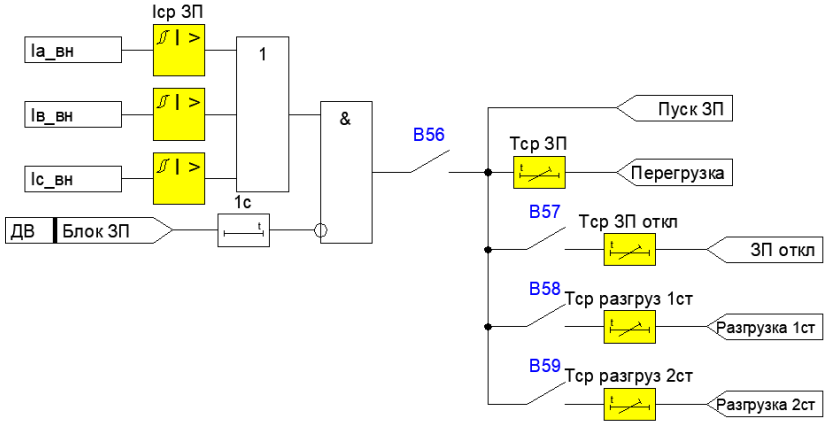


Рисунок 4.1.6 – Функциональная схема перегрузки

Технические параметры приведены в Таблице 4.1.13.

Расположение уставок в меню устройства приведено в Таблице 4.1.14.

Таблица 4.1.12 – Конфигурационные ключи функции перегрузки

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
B56 - Ввод в работу защиты от перегруз.	Выведена Введена	Выведена	ЗП
B57 – Ввод в работу ЗП на отключение		Выведена	ЗП на ОТКЛ
B58 – Ввод в работу разгрузки 1 ст		Выведена	Разгрузка 1ст
B59 – Ввод в работу разгрузки 2 ст		Выведена	Разгрузка 2ст

Таблица 4.1.13 – Технические параметры функции перегрузки

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Ток срабатывания, ое	0,50 – 200,00	0,01	10,00	Iср
Коэффициент возврата пусковых органов	–	–	0,95	–
Время срабатывания, с	0,00 – 300,00	0,01	10,00	Тср ЗП
Время срабатывания на отключение, с	0,00 – 300,00	0,01	60,00	Тср ЗП на ОТКЛ
Время срабатывания разгрузки 1 ступени, с	0,00 – 300,00	0,01	30,00	Тср разгрузка 1ст
Время срабатывания разгрузки 2 ступени, с	0,00 – 300,00	0,01	45,00	Тср разгрузка 2ст

Таблица 4.1.14 – Месторасположение уставок функции перегрузки

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки защит →	Уставки 1 / 2 →	Защита от перегрузки	

4.1.5 Газовая защита

В устройстве предусмотрено три сигнала для подключения дискретных выходов от газовой защиты (Рисунок 4.1.7):

- первая ступень бака трансформатора на сигнал или отключение;
- вторая ступень бака трансформатора с возможностью выбора действия на сигнал или отключение с помощью дискретного входа;
- третья ступень бака РПН с действием на сигнал.

При необходимости первую ступень газовой защиты можно перевести на отключение, для этого необходимо настроить внутренний логический сигнал **«ГЗ-1 на откл»** на дискретный вход устройства и подключить к нему внешний ключ управления.

При необходимости вторую ступень газовой защиты или ГЗ РПН можно перевести с действием на сигнал, для этого необходимо настроить внутренний логический сигнал **«ГЗ-2 на сигн»** или «**ГЗ РПН на сигн**» соответственно на дискретный вход устройства и подключить к нему внешний ключ управления.

Таблица 4.1.15 – Конфигурационные ключи газовой защиты

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
В21 - Ввод в работу ГЗТ-1	Выведена Введена	Выведена	ГЗТ-1
В22 - Ввод в работу ГЗТ-2		Выведена	ГЗТ-2
В23 - Ввод в работу ГЗ РПН		Выведена	ГЗ РПН
В24 – Инверсия входа питания газовых защит	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Инверсия Uпит

Таблица 4.1.16 – Технические параметры газовой защиты

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Уставка по времени срабатывания 1ст, с	0,00 – 300,00	0,01	1,00	Tср ГЗ-1
Уставка по времени срабатывания 2ст, с	0,00 – 300,00	0,01	1,00	Tср ГЗ-2
Уставка по времени срабатывания ГЗ РПН, с	0,00 – 300,00	0,01	1,00	Tср ГЗ РПН
Время срабатывания реле РКИ, с	0,00 – 300,00	0,01	1,00	Tср РКИ

Таблица 4.1.17 – Месторасположение уставок газовой защиты в меню устройства

Главное меню		Подменю 1		Подменю 2		Подменю 3
Уставки защит	→	Уставки 1 / 2	→	Газовая защита	→	Общие настройки
Уставки защит	→	Уставки 1 / 2	→	Газовая защита	→	ГЗТ-1 / 2
Уставки защит	→	Уставки 1 / 2	→	Газовая защита	→	ГЗ РПН

Для блокировки ступеней ГЗ при неисправности изоляции их цепей в устройстве предусмотрены входы **«РКИ ГЗ»**. На данные входы необходимо подключить выходные контакты соответствующих внешних реле контроля изоляции. При срабатывании РКИ ступень газовой защиты выводится из работы до момента квитирования устройства.

Для контроля наличия питания в цепях ГЗ предусмотрен отдельный вход «**Питание ГЗ»**. При пропадании сигнала на данном входе формируется сигнал неисправности цепей ГЗ.

Для оперативного ввода/вывода газовых защит на лицевой панели устройства предусмотрена кнопка управления **«ГЗТ».**

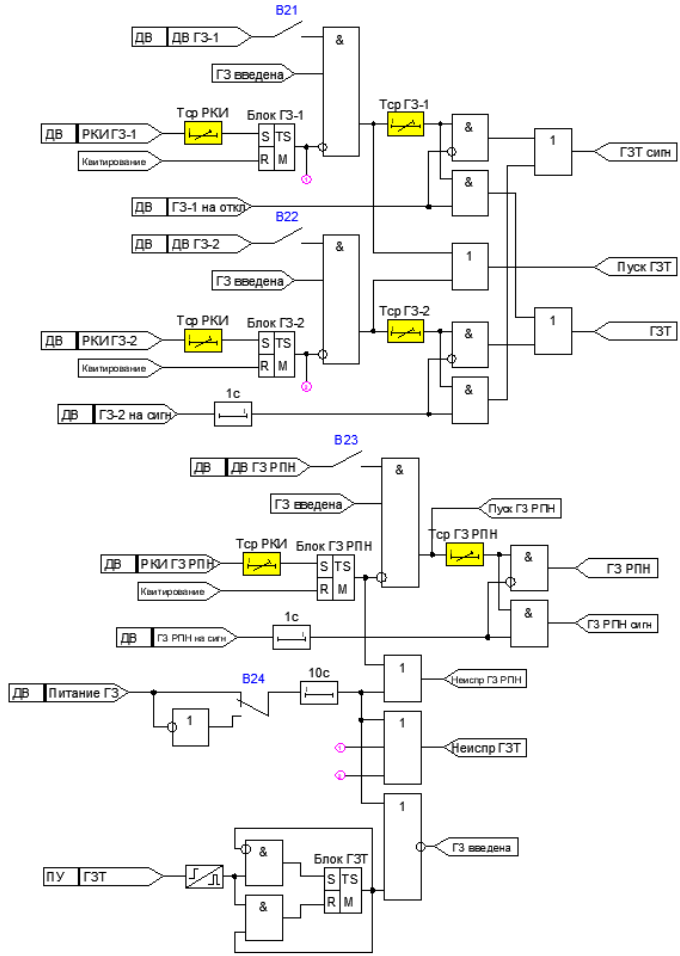


Рисунок 4.1.7 – Функциональная схема газовой защиты

4.1.6 МТЗ

МТЗ предназначены для защиты от междуфазных коротких замыканий, а также выполняют функции резервирования основных защит. Защиты могут быть настроены в следующих конфигурациях (Таблица 4.1.21):

- ненаправленная защита;
- с пуском по напряжению;
- с комбинированным пуском по напряжению;
- с ускорением после включения (по положению сигнала РПО или оперативное).

Функциональные схемы МТЗ ВН, МТЗ НН и МТЗ СН приведены на Рисунке 4.1.9 – 4.1.13.

Для отстройки от пусковых токов нагрузки и повышения чувствительности токовых защит некоторые ступени МТЗ могут быть дополнены пусковыми органами по напряжению (Рисунок 4.1.8). Возможен ввод пускового органа по линейным напряжениям и по напряжению обратной последовательности (комбинированный пуск).

Таблица 4.18 – Применимость ПОН для МТЗ

<table>
<tr><th>Функция РЗиА</th><th>Т2</th><th>ЛР</th><th colspan="2">Т3: СН+НН</th><th>Т3: НН1+НН2</th></tr>
<tr><td>МТЗ-2 ВН</td><td rowspan="2">ПОН НН</td><td rowspan="2">ПОН ВН</td><td colspan="2" rowspan="2">ПОН НН
ПОН СН/НН2</td></tr>
<tr><td>МТЗ-3 ВН</td></tr>
<tr><td>МТЗ-1 НН</td><td rowspan="2">ПОН НН</td><td rowspan="4">-</td><td colspan="2" rowspan="2">ПОН НН</td></tr>
<tr><td>МТЗ-2 НН</td></tr>
<tr><td>МТЗ-1 СН/НН2</td><td rowspan="2">ПОН СН/НН2</td><td colspan="2" rowspan="2">ПОН СН/НН2</td></tr>
<tr><td>МТЗ-2 СН/НН2</td></tr>
</table>

Ступени МТЗ, настроенные с пуском по напряжению, переводятся в токовый режим при следующих условиях:

- выявлена неисправность в измерительных цепях напряжения;
- выключатель стороны, с шин которой осуществляется контроль напряжения, отключен.

Если устройство питается от USB или выявлена аппаратная неисправность измерительных цепей напряжения ДЗТ, то работа ПОН блокируется.

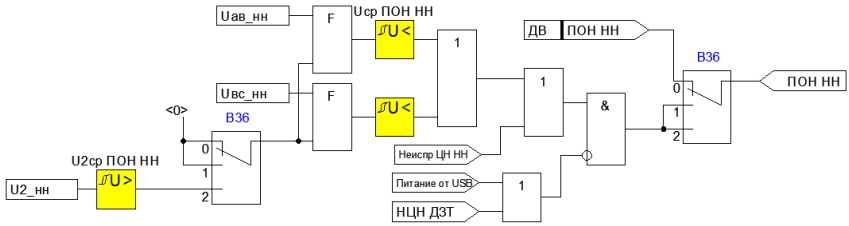


Рисунок 4.1.8 – Функциональная схема ПОН МТЗ

Для ускорения действия защит после оперативного включения выключателя и в циклах АПВ для МТЗ возможно ввести ускорение. УМТЗ вводится после пропадания сигнала **«РПО»** на время **«Тву»** или по дискретному входу оперативного ускорения **«Уск. МТЗ ВН»**. Выдержка времени для ускорения задается уставкой **«Тумтз»**. Время ввода ускорения и время его срабатывания задаются одинаковыми для всех ступеней.

Для исключения срабатывания защиты при появлении однофазных КЗ во внешней сети предусмотрена возможность удаления нулевой последовательности из токов сторон, которые соединены по схеме звезды.

Оперативный ввод/вывод защит МТЗ соответствующей стороны может осуществляться с помощью:

- кнопок управления **«МТЗ ВН»** и **«МТЗ НН»** на лицевой панели устройства;
- дискретного входа **«Блок МТЗ»**. Работа кнопок в таком случае блокируются;
- дискретного входа **«Блок МТЗ ВН».** Кнопка **«МТЗ НН»** в таком случае остается в работе;
- дискретного входа **«Блок МТЗ НН».** Кнопка **«МТЗ ВН»** в таком случае остается в работе;
- дискретного входа **«Блок МТЗ СН/НН2».**

Технические параметры приведены в Таблице 4.1.20.

Расположение уставок в меню устройства приведено в Таблице 4.1.22.

Таблица 4.1.19 – Конфигурационные ключи ПОН МТЗ

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
B36 – Режим работы ПОН НН	ДВ Uл Uл + U2	ДВ	Режим ПОН НН
B37 – Режим работы ПОН СН/НН2		ДВ	Режим ПОН СН/НН2
B49 – Режим работы ПОН ВН		ДВ	Режим ПОН ВН

Таблица 4.1.20 – Технические параметры МТЗ и ПОН

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Ток срабатывания во вторичных величинах, А	0,10 – 200,00	0,01	10,00	Iср
Коэффициент возврата пусковых органов по току	0,50 – 0,99	0,01	0,95	Квозв
Время срабатывания, с	0,00 – 300,00	0,01	0,50	Тср
Время ввода ускорения, с	0,10 – 5,00	0,01	1,00	Тву
Время срабатывания УМТЗ, с	0,00 – 10,00	0,01	0,10	Тумтз
Напряжение срабатывания во вторичных величинах, В	0,2 – 100,0	0,1	50,0	Uср
Напряжение срабатывания обратной последовательности во вторичных величинах, В	0,2 – 100,0	0,1	20,0	U2ср
Коэффициент возврата пусковых органов по напряжению	–	–	1,05	–

Таблица 4.1.21 – Конфигурационные ключи МТЗ

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
B32 - Ввод в работу МТЗ-1 ВН	Выведена Введена	Выведена	МТЗ-1 ВН
B38 - Ввод в работу МТЗ-2 ВН		Выведена	МТЗ-2 ВН
B46 - Ввод в работу МТЗ-3 ВН		Выведена	МТЗ-3 ВН
B61 - Ввод в работу МТЗ-1 НН		Выведена	МТЗ-1 НН
B71 - Ввод в работу МТЗ-2 НН		Выведена	МТЗ-2 НН

Таблица 4.1.21 – Конфигурационные ключи МТЗ (продолжение)

В81 - Ввод в работу МТЗ-1 СН/НН2	Выведена Введена	Выведена	МТЗ-1 СН/НН2
В91 - Ввод в работу МТЗ-2 СН/НН2		Выведена	МТЗ-2 СН/НН2
В39 - Пуск по напряжению МТЗ-2 ВН	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Пуск по U МТЗ-2 ВН
В47 - Пуск по напряжению МТЗ-3 ВН		ОТКЛ	Пуск по U МТЗ-3 ВН
В62 - Пуск по напряжению МТЗ-1 НН		ОТКЛ	Пуск по U МТЗ-1 НН
В72 - Пуск по напряжению МТЗ-2 НН		ОТКЛ	Пуск по U МТЗ-2 НН
В82 - Пуск по напряжению МТЗ-1 СН/НН2		ОТКЛ	Пуск по U МТЗ-1 СН/НН2
В92 - Пуск по напряжению МТЗ-2 СН/НН2		ОТКЛ	Пуск по U МТЗ-2 СН/НН2
В40 – Ускорение МТЗ-2 ВН	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	УМТЗ МТЗ-2 ВН
В48 – Ускорение МТЗ-3 ВН		ОТКЛ	УМТЗ МТЗ-3 ВН
В63 – Ускорение МТЗ-1 НН		ОТКЛ	УМТЗ МТЗ-1 НН
В73 – Ускорение МТЗ-2 НН		ОТКЛ	УМТЗ МТЗ-2 НН
В83 – Ускорение МТЗ-1 СН/НН2		ОТКЛ	УМТЗ МТЗ-1 СН/НН2
В93 – Ускорение МТЗ-2 СН/НН2		ОТКЛ	УМТЗ МТЗ-2 СН/НН2
В31 – Режим работы по току	Фаз. токи Разн. токов	Фазные токи	Режим работы по I

Таблица 4.1.22 – Месторасположение уставок МТЗ и ПОН в меню устройства

Главное меню	**Подменю 1**	**Подменю 2**	**Подменю 3**
Уставки РЗиА →	Уставки 1 / 2 →	Общие МТЗ	
Уставки РЗиА →	Уставки 1 / 2 →	МТЗ ВН, МТЗ НН	
Уставки РЗиА →	Уставки 1 / 2 →	МТЗ СН/НН2	
Уставки РЗиА →	Уставки 1 / 2 →	ПОН МТЗ	

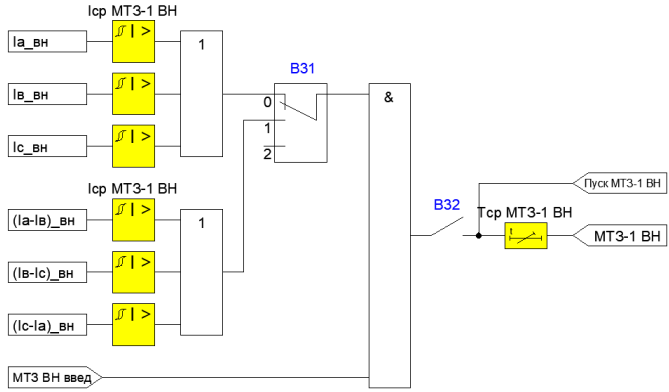


Рисунок 4.1.9 – Функциональная схема МТЗ-1 ВН

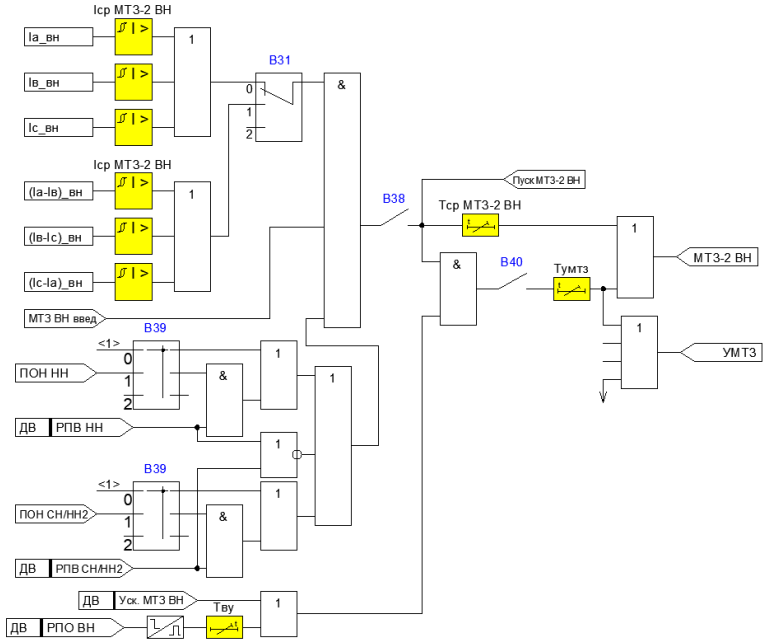


Рисунок 4.1.10 – Функциональная схема МТЗ-2 ВН

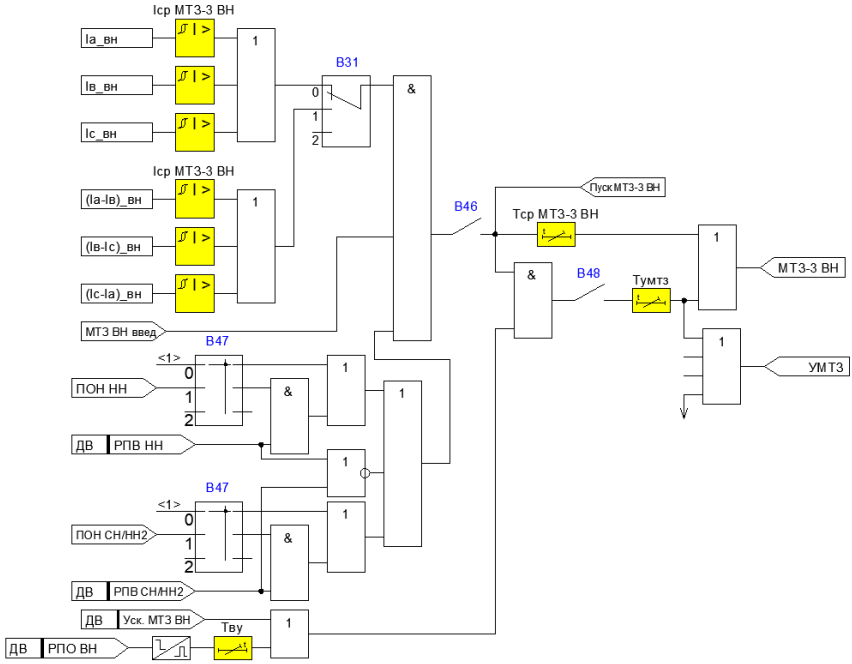


Рисунок 4.1.11 – Функциональная схема МТЗ-3 ВН

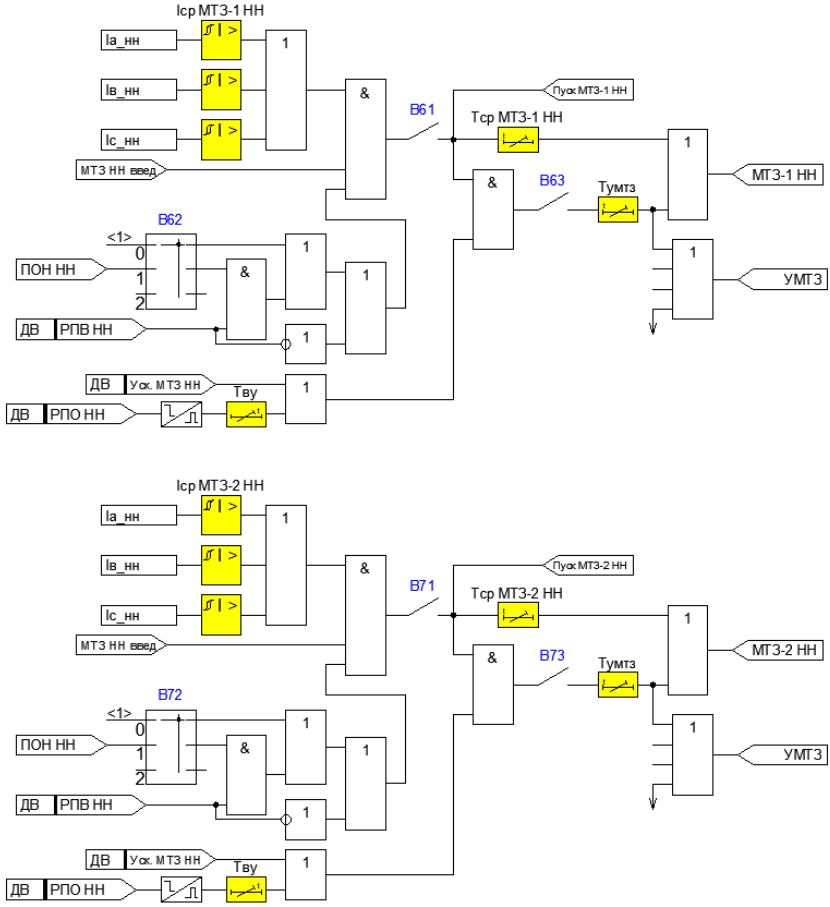


Рисунок 4.1.12 – Функциональная схема МТЗ НН

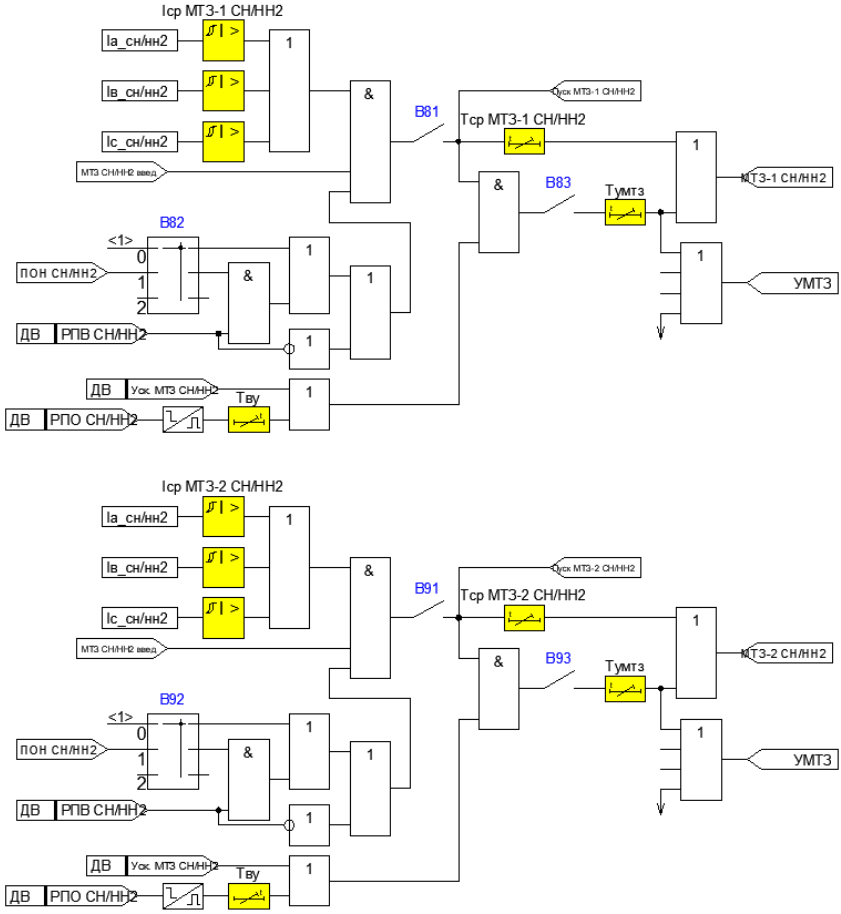


Рисунок 4.1.13 – Функциональная схема МТЗ СН/НН2

4.1.7 ТЗНП

Токовая защита нулевой последовательности обеспечивает защиту на стороне ВН от однофазных КЗ в сети с глухозаземлённой нейтралью. Предусмотрена работа защиты в первичных схемах различной конфигурации с формированием четырех разновременных отключающих сигналов. ТЗНП срабатывает:

1. с выдержкой времени «Тср на Т2», формируя сигнал отключения параллельно работающего трансформатора с разземленной нейтралью.

2. с выдержкой времени «Тср на СВ», формируя сигнал отключения секционного выключателя на стороне ВН.

3. с выдержкой времени «Тср с АПВ», формируя сигнал отключения защищаемого трансформатора со стороны ВН с АПВ.

4. с выдержкой времени «Тср ОТКЛ», формируя сигнал отключения трансформатора со всех сторон и запретом автоматического повторного включения.

Таблица 4.1.23 – Конфигурационные ключи ТЗНП

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
В101 – Ввод в работу ТЗНП-1	Выведена Введена	Выведена	ТЗНП-1
В102 - Ввод в работу ТЗНП-2	Выведена Введена	Выведена	ТЗНП-2

Таблица 4.1.24 – Месторасположение уставок ТЗНП в меню устройства

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки РЗиА →	Уставки 1 / 2 →	ТЗНП	

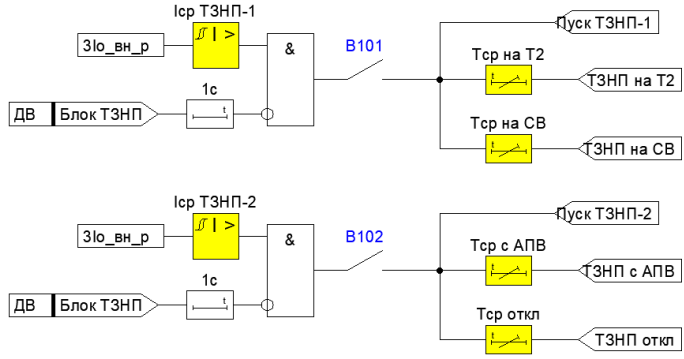


Рисунок 4.1.14 – Функциональная схема ТЗНП

Таблица 4.1.25 – Технические параметры ТЗНП

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Ток срабатывания во вторичных величинах, А	0,10 – 200,00	0,01	10,00	Iср
Коэффициент возврата пусковых органов по току	–	–	0,95	–
Время срабатывания на Т2, с	0,00 – 300,00	0,01	1,00	Tср Т2
Время срабатывания на СВ, с	0,00 – 300,00	0,01	2,00	Tср СВ
Время срабатывания с АПВ, с	0,00 – 300,00	0,01	3,00	Tср АПВ
Время срабатывания на ОТКЛ, с	0,00 – 300,00	0,01	3,00	Tср ОТКЛ

4.1.8 Логическая защита шин

ЛЗШ предназначена для ликвидации КЗ на питающих шинах без выдержки времени. Для этого сигналы от пусковых органов МТЗ нижестоящих присоединений заводятся на дискретные входы вышестоящих защит в качестве входных сигналов «**ДВ ЛЗШ**». В зависимости от типа схемы ЛЗШ данные сигналы (Рисунок 4.1.15):

- блокируют действие ЛЗШ при параллельной схеме;
- разрешают действие защиты при последовательной схеме.

Отключение выключателя стороны НН происходит по истечении времени регулируемой выдержки времени «**Tср лзш**» в случае отсутствии блокировки от устройств отходящих присоединений и выполнении следующих условий:

- наличие сигнала «**Пуск МТЗ-1/2 НН**»;
- срабатывание собственного пускового органа по току ЛЗШ.

При длительном наличии логической единицы на входе для параллельной схемы и отсутствии сигнала для последовательной схемы, формируется сигнал неисправности «**Неиспр ЛЗШ/ЛЗТ**».

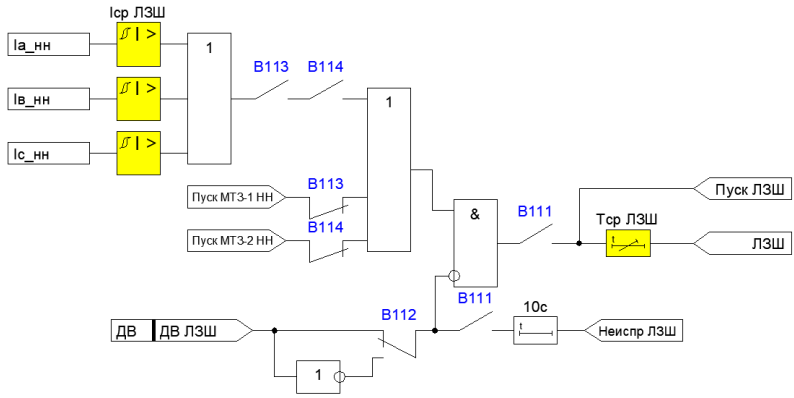


Рисунок 4.1.15 – Функциональная схема ЛЗШ

Описание конфигурационных ключей ЛЗШ приведено в Таблице 4.1.27. Технические параметры защиты приведены в Таблице 4.1.26. Расположение уставок в меню устройства приведено в Таблице 4.1.28.

Таблица 4.1.26 – Технические параметры ЛЗШ

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Ток срабатывания во вторичных величинах, А	0,10 – 200,00	0,01	1,00	Iср
Коэффициент возврата пусковых органов по току	–	–	0,95	–
Время срабатывания, с	0,00 – 10,00	0,01	0,20	Tср

Таблица 4.1.27 – Конфигурационные ключи ЛЗШ

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
В111 - Ввод в работу ЛЗШ	Выведена Введена	Выведена	ЛЗШ
В112 - Тип ЛЗШ	Параллельная Последов-ная	Параллельная	Тип
В113 - Пуск от МТЗ-1	ОТКЛ ВКЛ	ВКЛ	Пуск по МТЗ-1
В114 - Пуск от МТЗ-2		ВКЛ	Пуск по МТЗ-2

Таблица 4.1.28 – Месторасположение уставок ЛЗШ в меню

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки РЗиА →	Уставки 1-2 →	ЛЗШ	

4.1.9 Логическая защита трансформатора

ЛЗТ по своему принципу действия работает аналогично ЛЗШ и предназначена для ликвидации КЗ в понижающих трансформаторах как альтернатива дифференциальной защиты.

Логическая защита срабатывает при пуске от защит МТЗ или от собственного пускового органа и одновременном отсутствии пуска МТЗ стороны НН по дискретному входу **«ДВ ЛЗТ»**. При длительном наличии логической единицы на входе **«ДВ ЛЗТ»** формируется сигнал неисправности «**Неиспр ЛЗШ/ЛЗТ**».

Таблица 4.1.29 – Конфигурационные ключи ЛЗТ

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
В116 - Ввод в работу ЛЗТ	Выведена Введена	Выведена	ЛЗТ
В117 - Пуск от МТЗ-1	ОТКЛ ВКЛ	ВКЛ	Пуск по МТЗ-1
В118 - Пуск от МТЗ-2		ВКЛ	Пуск по МТЗ-2

Таблица 4.1.30 – Технические параметры ЛЗТ

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Ток срабатывания во вторичных величинах, А	0,10 – 200,00	0,01	1,00	Iср ЛЗТ
Коэффициент возврата пусковых органов по току	–	–	0,95	–
Время срабатывания, с	0,00 – 10,00	0,01	0,20	Tср

Таблица 4.1.31 – Месторасположение уставок ЛЗТ в меню

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки РЗиА →	Уставки 1-2 →	ЛЗТ	

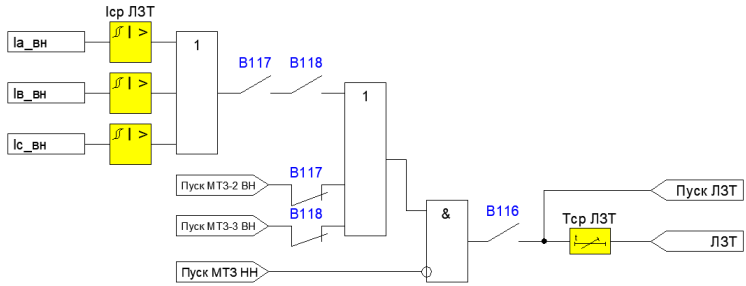


Рисунок 4.1.16 – Функциональная схема ЛЗТ

4.1.10 Внешняя дуговая защита

Дуговая защита предназначена для выявления и ликвидации коротких замыканий в распределительных устройствах, сопровождающихся открытым горением электрической дуги.

Для этого в защите предусмотрен сигнал «**Внеш ДЗ1**» и «**Внеш ДЗ2**», на которые могут быть заведены выходные цепи от внешних устройств дуговой защиты (Рисунок 4.1.17). Для исключения неселективного отключения присоединения при ложном засвечивании датчиков внешних устройств возможен ввод дополнительного контроля по току.

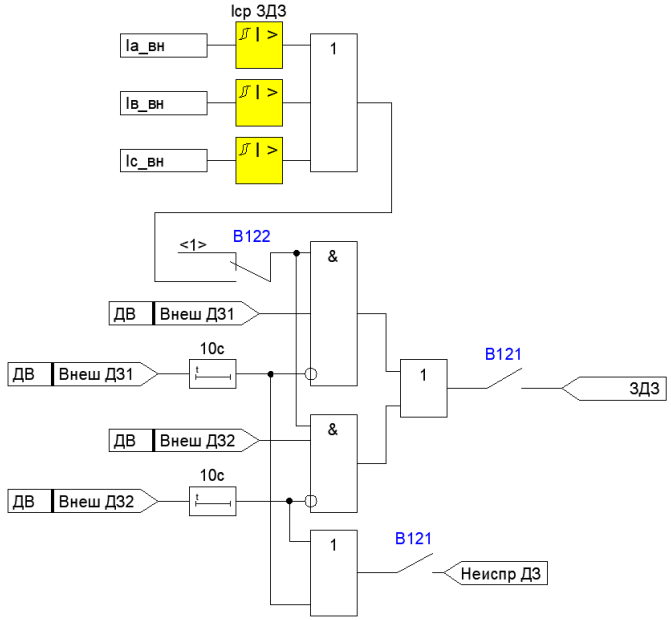


Рисунок 4.1.17 – Функциональная схема ДЗ

При постоянном наличии сигнала «**ЗДЗ**» формируется сигнал неисправности дуговой защиты «**Неиспр ДЗ**», который блокирует срабатывание защиты до момента устранения неисправности.

Описание конфигурационных ключей ЗДЗ приведено в Таблице 4.1.32. Технические параметры защиты приведены в Таблице 4.1.33. Расположение уставок в меню устройства приведено в Таблице 4.1.34.

Таблица 4.1.32 - Конфигурационные ключи ЗДЗ

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
B121 - Ввод в работу ЗДЗ	Выведена Введена	Выведена	ЗДЗ
B122 - Пуск по току	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Пуск по I

Таблица 4.1.33 - Технические параметры ДЗ

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Ток срабатывания во вторичных величинах, А	0,10 – 200,00	0,01	5,00	Iср
Коэффициент возврата пусковых органов	–	–	0,95	–

Таблица 4.1.34 - Месторасположение уставок ДЗ в меню устройства

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки РЗиА →	Уставки 1 / 2 →	ЗДЗ	

4.1.11 Контроль исправности цепей напряжения

Функция контроля цепей напряжения предназначена для выявления неисправностей в цепях напряжения и блокирования функций защит и автоматики, которые в таких режимах могут работать неправильно. Такими неисправностями могут быть:

- отключение автоматического выключателя (автомата) цепей напряжения;
- обрыв цепей напряжения;
- перегорание одного или нескольких предохранителей в первичных цепях измерительного ТН.

Контроль исправности осуществляется следующими способами (Таблица 4.1.36).

1) Контроль положения автомата цепей напряжения через ДВ защиты с использованием его дополнительных блок-контактов.

Отключение автоматического выключателя может произойти при КЗ в цепях напряжения вследствие ошибки обслуживающего персонала или при неисправности самого автомата. Положение автомата контролируется через дискретный вход. При появлении логического нуля на ДВ «**Авт ТН**» сигнал «**Неиспр ЦН**» формируется без выдержки времени.

2) Обрыв цепей напряжения выявляется при одновременном выполнении следующих условий (Рисунок 4.1.18, Рисунок 4.1.19, Рисунок 4.1.20):

- отсутствие всех линейных напряжений;
- отсутствие пусковых сигналов МТЗ;
- наличие токов нагрузки.

3) Перегорание одного или нескольких предохранителей в первичных цепях измерительного трансформатора напряжения приводит к срабатыванию КЦН при выполнении следующих условий:

- отсутствие тока обратной последовательности;
- наличие токов нагрузки;
- наличие напряжения обратной последовательности.

В последних двух случаях сигнал «**Неиспр ЦН**» формируется с выдержкой времени «**Тср НЦН**».

При неисправностях в цепях напряжения, выявленных системой самодиагностики устройства, функция КЦН блокируется. Расположение уставок в меню устройства для КЦН приведено в Таблице 4.1.37.

Таблица 4.1.35 – Конфигурационные ключи КЦН

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
В156 – Ввод в работу контроль ЦН НН	Выведена Введена	Выведена	КЦН НН
В157 – Ввод в работу контроль ЦН СН/НН2		Выведена	КЦН СН/НН2
В158 – Ввод в работу контроль ЦН ВН		Выведена	КЦН ВН

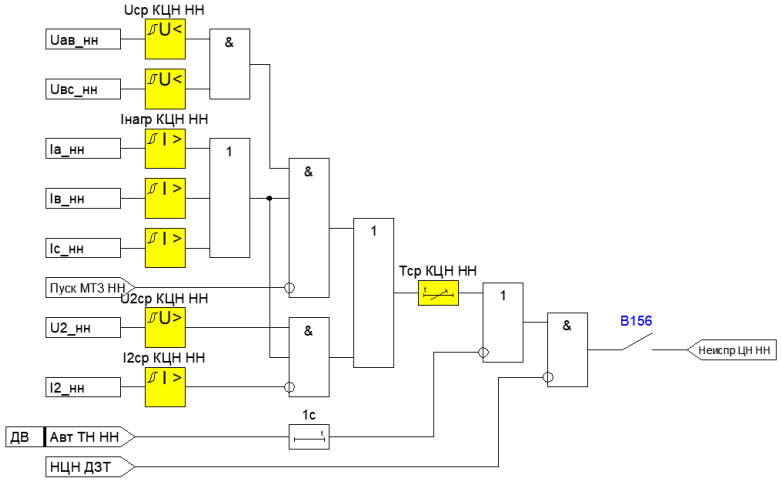


Рисунок 4.1.18 – Функциональная схема контроля ЦН для стороны НН

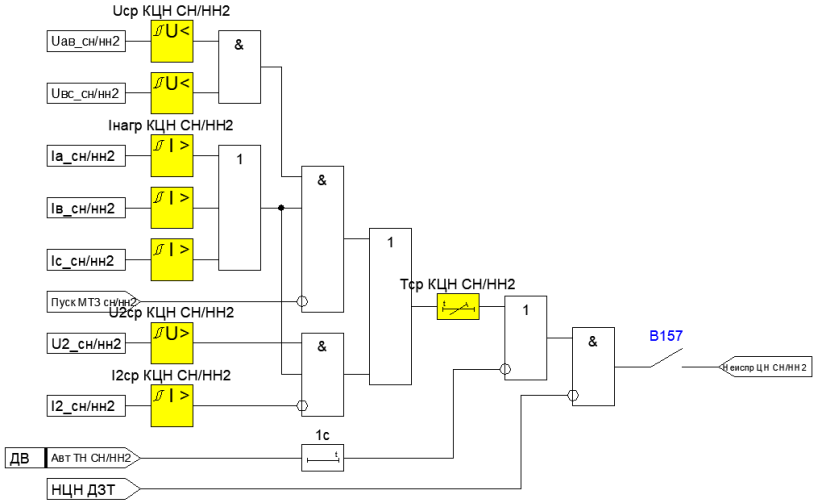


Рисунок 4.1.19 – Функциональная схема контроля ЦН для стороны СН/НН2

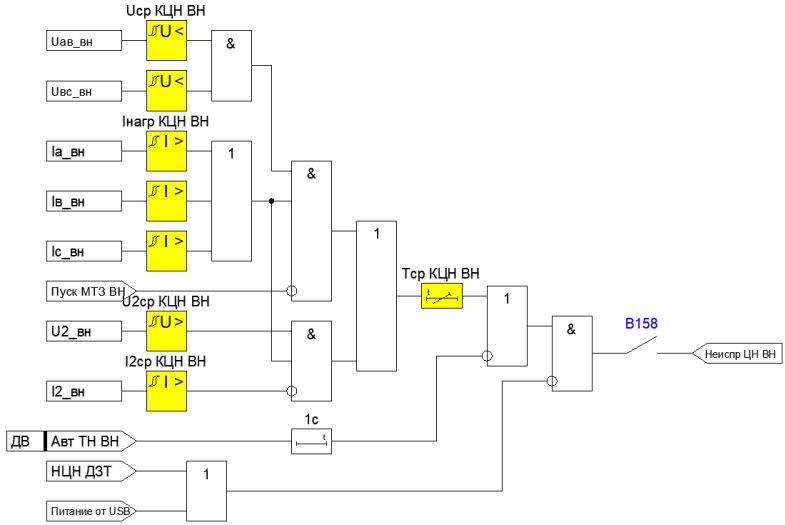


Рисунок 4.1.20 – Функциональная схема контроля ЦН для стороны ВН

Таблица 4.1.36 – Технические параметры КЦН

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Напряжение срабатывания во вторичных величинах, В	0,2 – 100,0	0,1	20,0	Uср
Напряжение срабатывания обратной последовательности во вторичных величинах, В	0,2 – 100,0	0,1	15,0	U2ср
Коэффициент возврата пусковых органов по напряжению	–	–	1,05	–
Ток нагрузки во вторичных величинах, А	0,10 – 200,00	0,01	0,50	Iнагр
Ток срабатывания обратной последовательности во вторичных величинах, А	0,10 – 200,00	0,01	0,50	I2ср
Коэффициент возврата пусковых органов по току	–	–	0,95	–
Время срабатывания, с	1,00 – 300,00	0,01	5,00	Tср

Таблица 4.1.37 – Месторасположение уставок КЦН в меню устройства

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки РЗиА →	Уставки 1 / 2 →	Контроль ЦН	

4.1.12 Токовая защита обратной последовательности

Токовая защита обратной последовательности применяется на повышающих трансформаторах с двусторонним питанием. ТЗОП может быть настроена в следующих конфигурациях:

- ненаправленная защита по току обратной последовательности;
- с органом направления мощности обратной последовательности;
- с действием на сигнал или отключение.

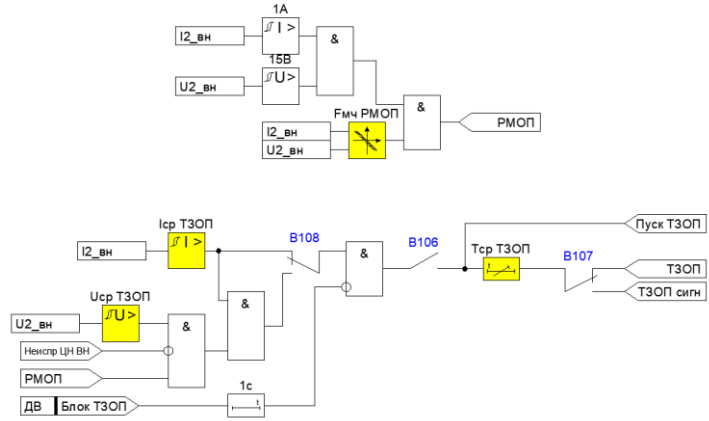


Рисунок 4.1.21 – Функциональная схема ТЗОП

Область срабатывания направленного РМОП задается, как и у МТЗ, углом максимальной чувствительности $\phi_{МЧ}$ (Рисунок 4.1.22). Тогда область срабатывания будет определяться диапазоном $-90^0 \le \phi_{МЧ} \le +90^0$, что составляет 180^0. Отсчет вышеупомянутых углов ведется от оси вектора U2 против часовой стрелки. Определение угла между током и напряжением блокируется при U2 ≤ 15В и I2 ≤ 1А (вторичные значения). При неисправностях в цепях напряжения работа направленной защиты блокируется.

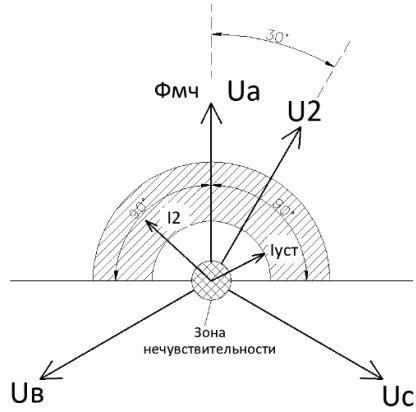


Рисунок 4.1.22 – Определение направления мощности обратной последовательности

Таблица 4.1.38 – Технические параметры ТЗОП

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Ток срабатывания во вторичных величинах, А	0,50 – 200,00	0,01	5,00	Iср
Коэффициент возврата пусковых органов по току	–	–	0,95	–
Уставка по напряжению обратной последовательности во вторичных величинах, В	0,2 – 100,0	0,1	20,0	Uср
Коэффициент возврата пусковых органов по напряжению	–	–	1,05	–
Угол максимальной чувствительности $ф_{мч}$, град	0 – 359,9	0,1	30,0	Fмч РМОП
Время срабатывания, с	0,00 – 300,00	0,01	1,00	Tср

Таблица 4.1.39 – Конфигурационные ключи ТЗОП

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
В106 – Ввод в работу ТЗОП	Выведена Введена	Выведена	ТЗОП
В108 – Способ работы	I2 I2 + РМОП	I2	Тип
В107 - Действие защиты	ОТКЛ Сигнал	ОТКЛ	Действие на

Таблица 4.1.40 – Месторасположение уставок ТЗОП в меню устройства

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки РЗиА →	Уставки 1 / 2 →	ТЗОП	

4.2 Описание функций автоматики

4.2.1 Отключение от внешних защит

Для выполнения команд отключения от внешних устройств предусмотрено четыре сигнала внешнего отключения (Рисунок 4.2.1), которые могут быть настроены:

- с инверсией сигнала от дискретного входа;
- с действием на сигнал или на отключение (Таблица 4.2.1).

Технические параметры защиты приведены в Таблице 4.2.2.

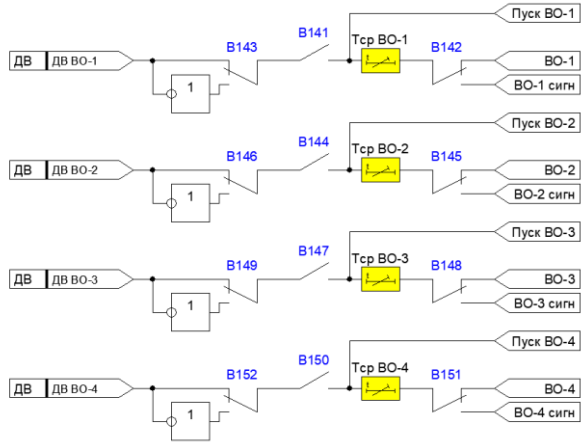


Рисунок 4.2.1 – Функциональная схема отключения от внешних защит

Таблица 4.2.1 – Конфигурационные ключи отключения от внешних защит

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
B141 – Ввод в работу ВО-1	Выведена Введена	Выведена	ВО-1
B144 – Ввод в работу ВО-2		Выведена	ВО-2
B147 – Ввод в работу ВО-3		Выведена	ВО-3
B150 – Ввод в работу ВО-4		Выведена	ВО-4

Таблица 4.2.1 – Конфигурационные ключи отключения от внешних защит (продолжение)

В143 – Инверсия входа ДВ ВО-1	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Инверсия ДВ
В146 – Инверсия входа ДВ ВО-2		ОТКЛ	Инверсия ДВ
В149 – Инверсия входа ДВ ВО-3		ОТКЛ	Инверсия ДВ
В152 – Инверсия входа ДВ ВО-4		ОТКЛ	Инверсия ДВ
В142 – Действие защиты ВО-1	ОТКЛ Сигнал	ОТКЛ	Тип срабат-ия
В145 – Действие защиты ВО-2		ОТКЛ	Тип срабат-ия
В148 – Действие защиты ВО-3		ОТКЛ	Тип срабат-ия
В151 – Действие защиты ВО-4		ОТКЛ	Тип срабат-ия

Таблица 4.2.2 – Технические параметры отключения от внешних защит

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Время срабатывания, с	0,00 – 300,00	0,01	0,10	Tср

Таблица 4.2.3 – Месторасположение уставок ВО в меню устройства

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки РЗиА →	Уставки 1-2 →	Внешнее ОТКЛ	

4.2.2 Автоматическое повторное включение

Устройство позволяет автоматически включать выключатель стороны ВН после его отключения какой-либо из защит до двух раз (двухкратное АПВ). Управляющими сигналами для АПВ являются:

1) «**Запрет АПВ**».

Данный сигнал запрещает действие АПВ по выбранным защитам, при отсутствии разрешающего сигнала от ключа управления (сигнал «**Разр АПВ**»), при неисправностях выключателя и цепей управления, при неисправностях устройства защиты, при выведенном внутреннем программного ключе (Рисунок 4.2.2).

2) «**Готов АПВ**».

Появление данного сигнала разрешает действие АПВ после набора времени готовности, а также сбрасывает АПВ в исходное состояние после успешного включения. Готовность АПВ к работе сбрасывается при перерыве в питании устройства, при квитировании, при отключенном выключателе и при появлении сигнала «**Запрет АПВ**».

3)«**Пуск АПВ**».

Сигнал пуска АПВ запускает работу автоматики повторного включения, если выполнены следующие условия:

- после включения ВВ набрана выдержка времени готовности, появился сигнал готовности и выключатель продолжает оставаться включенным (Рисунок 4.2.3);
- отсутствуют сигналы квитирования и запрета пуска;
- ВВ готов к коммутации;
- выключатель успешно отключился с возвратом сработавшей защиты.

При отсутствии возврата сработавших защит в течение времени «**Тсбр АПВ**» фиксируется неуспешное АПВ, которое запрещает дальнейшую работу автоматики повторного включения.

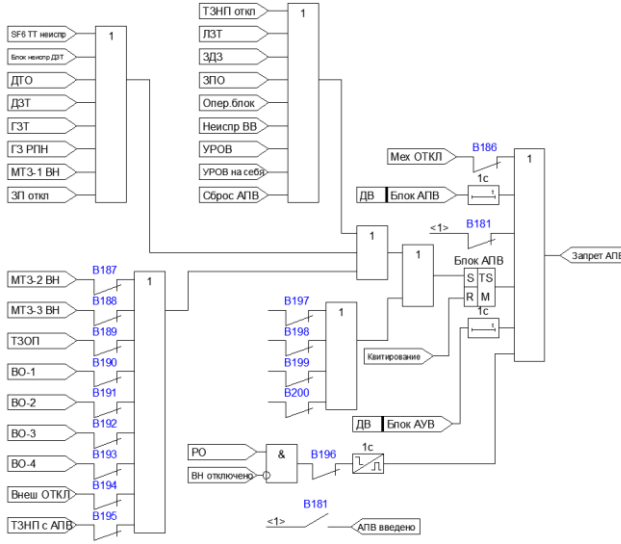


Рисунок 4.2.2 – Функциональная схема формирования сигнала запрета АПВ

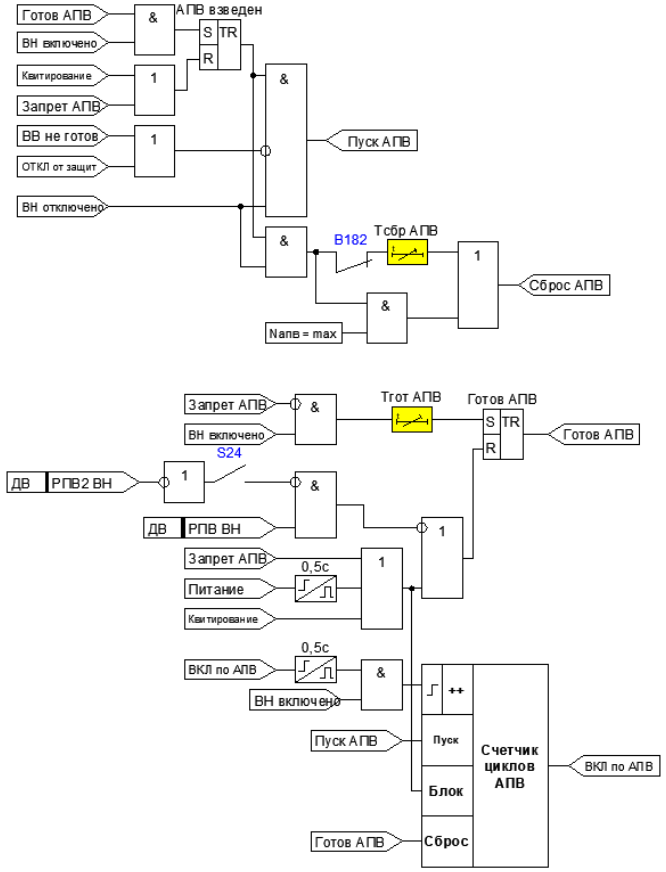


Рисунок 4.2.3 – Функциональная схема АПВ

Технические параметры АПВ приведены в Таблице 4.2.5. Расположение уставок в меню устройства приведено в Таблице 4.2.6.

Таблица 4.2.4 – Конфигурационные ключи АПВ

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
В181 – Ввод в работу АПВ	Выведена Введена	Выведена	АПВ
В182 – Сброс АПВ	ОТКЛ ВКЛ	ВКЛ	Сброс АПВ
В187 – В200 - Запрет АПВ от действия защит	ОТКЛ ВКЛ	ВКЛ	Название защиты

Таблица 4.2.5 – Технические параметры АПВ

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Количество циклов АПВ	1 – 2	1	1	Количество циклов
Временя готовности, с	0,00 – 300,00	0,01	30,00	Тгот
Время сброса, с	0,00 – 300,00	0,01	120,00	Тсбр
Время срабатывания АПВ-1, с	0,00 – 300,00	0,01	0,50	Тср АПВ-1
Время срабатывания АПВ-2, с	0,00 – 300,00	0,01	10,00	Тср АПВ-2

Таблица 4.2.6 – Месторасположение уставок АПВ в меню устройства

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки РЗиА →	Уставки 1 / 2 →	АПВ →	Параметры
Уставки РЗиА →	Уставки 1 / 2 →	АПВ →	Запрет АПВ

4.2.3 УРОВ

УРОВ формирует сигнал на отключение выключателя основного и резервного питания при отказе выключателя собственного присоединения при срабатывании защит. В алгоритме пуска УРОВ некоторые защиты закреплены «жестко», необходимость ввода других сигналов защит определяется обслуживающим персоналом с помощью программируемых ключей (Рисунок 4.2.4).

При срабатывании защит устанавливается триггер **«УРОВ»**, который сбрасывается только при успешном отключении выключателя. Об отказе выключателе будет свидетельствовать наличие сигнала «**Пуск УРОВ по I**», который появляется при протекании тока через выключатель присоединения. При необходимости пуска УРОВ

при отсутствии сигнала **«РПО ВН»** предусмотрен отдельный программный ключ **В169.**

Для реализации УРОВ с автоматической проверкой исправности выключателя предусмотрен сигнал **«Внеш УРОВ»**. При появлении данного сигнала с выдержкой времени **«Тср УРОВ на себя»** производится формирование сигнала **«УРОВ на себя»**, который действует на отключение резервируемого выключателя и позволяет, в том числе, проверить исправность других цепей отключения выключателя.

С помощью ключа **В168** вводится режим с дублированным пуском, который предотвращает излишний пуск УРОВ от внешней защиты в случае вывода ее цепей отключения на время проверки. В таком режиме предотвращается возможность излишнего срабатывания УРОВ, например, при проверке внешней защиты с действием на отключение.

Отдельным программным ключом **В170** при аварийном снижении давлении элегаза выключателя может быть введено ускорение действия УРОВ при блокировке выключателя.

Технические параметры УРОВ приведены в Таблице 4.2.9. Расположение уставок в меню устройства приведено в Таблице 4.2.8.

Таблица 4.2.7 – Конфигурационные ключи УРОВ

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
В166 – Ввод в работу УРОВ	Выведена Введена	Выведена	УРОВ
В167 – Контроль по току для УРОВ на себя	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Пуск по I на себя
В168 – Дублированный пуск	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Дублир. пуск
В169 – Способ пуска	По току / по РПО	По току	Способ пуска
В170 – Пуск при срабатывании функции контроля SF6	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Пуск по SF6
В171 – В174 – Пуск УРОВ от защит	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Название защиты

Таблица 4.2.8 – Месторасположение уставок УРОВ в меню устройства

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки РЗиА →	Уставки 1-2 →	УРОВ	

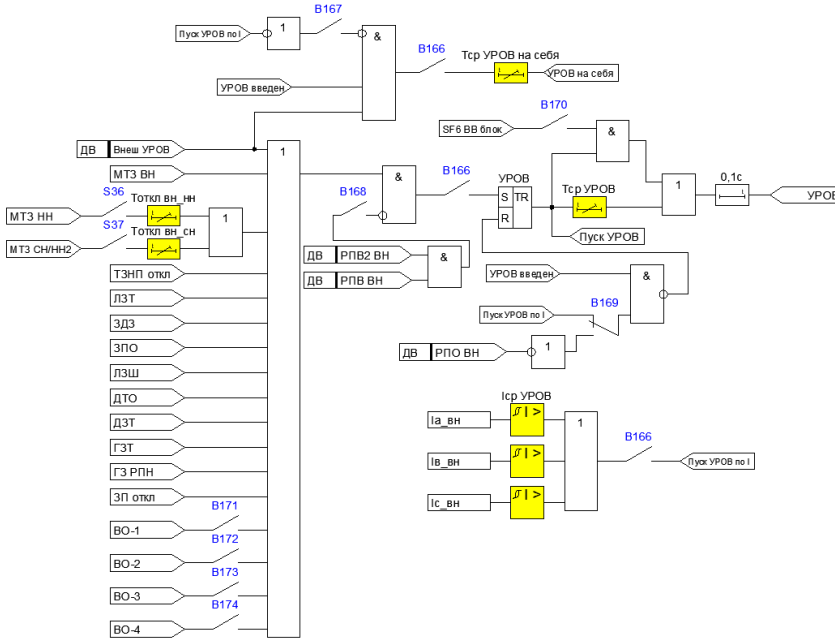


Рисунок 4.2.4 – Функциональная схема УРОВ

Таблица 4.2.9 – Технические параметры УРОВ

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Уставка по току во вторичных величинах, А	0,50 – 200,00	0,01	1,00	Iср
Коэффициент возврата пусковых органов по току	–	–	0,95	–
Время срабатывания, с	0,00 – 300,00	0,01	1,00	Tср
Время срабатывания на себя, с	0,00 – 10,0	0,01	0,50	Tср на себя

4.2.4 Автоматика управления обдувом и ЗПО

Алгоритм пуска охлаждения предназначен для трансформаторов с системами охлаждения **«Д»**, **«ДЦ»** и **«НДЦ».** Автоматическое управление обдувом и защита от потери охлаждения обеспечивают:

- формирование сигналов для пуска обдува;
- защиту от потери охлаждения с выдержкой времени и действием на отключение трансформатора и аварийную сигнализацию;
- прием и обработку сигналов отключения от внешнего шкафа автоматики охлаждения трансформатора.

Для запуска системы обдува и работы ЗПО предусмотрена возможность подключения двух типов датчиков температуры. Выбор типа подключенного датчика температуры осуществляется с помощью ключа **«В126»**:

- с двумя группами контактов – пуск и возврат реле;
- с одним контактом и гистерезисом на срабатывание и возврат по температуре.

Пуск первой ступени **«Обдув-1»** и **«ЗПО-1»** осуществляется при высокой температуре масла (срабатывании датчика температуры) или при срабатывании пусковых органов по току первой ступени.

Пуск второй ступени **«Обдув-2»** и **«ЗПО-2»** осуществляется при высокой температуре масла и при срабатывании пусковых органов по току второй ступени.

Пуск третьей ступени **«Обдув-3»** и **«ЗПО-3»** осуществляется при высокой температуре масла и при срабатывании пусковых органов по току третьей ступени.

Для срабатывания защиты от потери охлаждения необходимо также наличие сигнала **«Отказ охлаждения»** от шкафа ШАОТ. Срабатывание ЗПО приводит к отключению трансформатора со всех сторон. Отключение также производится при появлении входного сигнала **«ОТКЛ от ШАОТ»**, на который подключается выходной сигнал неисправности системы охлаждения трансформатора.

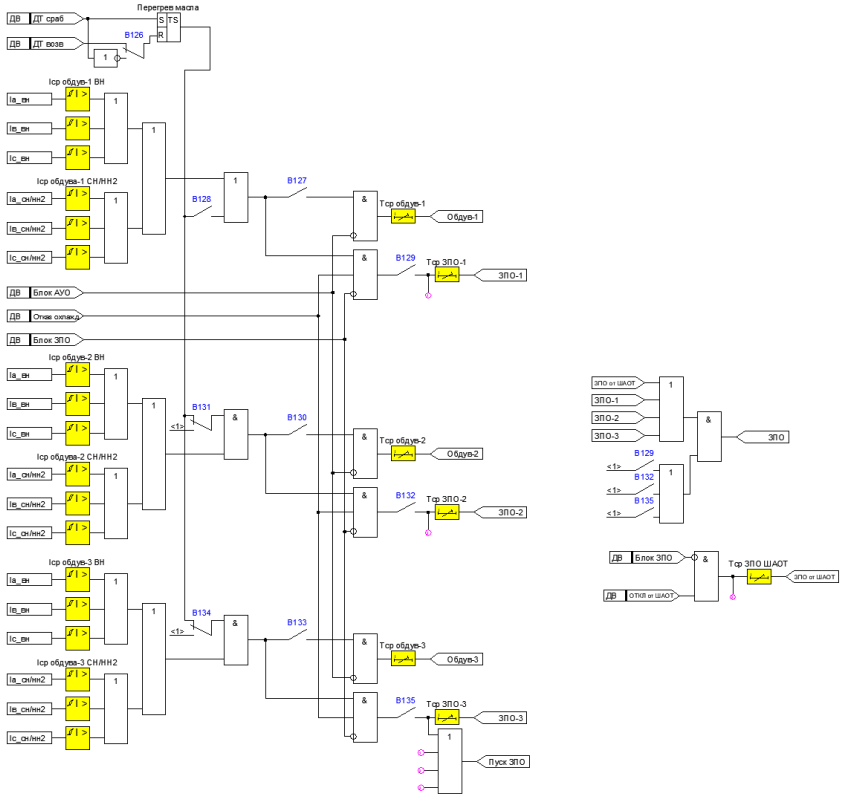


Рисунок 4.2.5 – Функциональная схема АУО и ЗПО

Таблица 4.2.10 – Конфигурационные ключи АУО и ЗПО

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
В126 – Режим работы датчиков температуры	2ДВ 1ДВ	2ДВ	Режим работы ДТ
В127 – Ввод в работу обдува 1 ступени	Выведена Введена	Выведена	Обдув 1ст
В128 – Контроль температуры масла для обдува 1 ступени		Выведена	Контроль Тмасла 1ст
В129 – Ввод в работу ЗПО-1		Выведена	ЗПО-1
В130 – Ввод в работу обдува 2 ступени		Выведена	Обдув 2ст
В131 – Контроль температуры масла для обдува 2 ступени		Введена	Контроль Тмасла 2ст
В132 – Ввод в работу ЗПО-2		Выведена	ЗПО-2
В133 – Ввод в работу обдува 3 ступени		Выведена	Обдув 3ст
В134 – Контроль температуры масла для обдува 3 ступени		Введена	Контроль Тмасла 3ст
В135 – Ввод в работу ЗПО-3		Выведена	ЗПО-3

Таблица 4.2.11 – Месторасположение уставок АУО и ЗПО в меню устройства

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Уставки РЗиА →	Уставки 1 / 2 →	Автоматика охлаждения	

Таблица 4.2.12 – Технические параметры АУО и ЗПО

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Ток срабатывания пуска обдува-1 по стороне ВН во вторичных величинах, А	0,50 – 50,00	0,01	1,00	Iср обдув-1 ВН
Ток срабатывания пуска обдува-1 по стороне СН/НН2 во вторичных величинах, А	0,50 – 50,00	0,01	1,00	Iср обдув-1 СН/НН2
Ток срабатывания пуска обдува-2 по стороне ВН во вторичных величинах, А	0,50 – 50,00	0,01	2,00	Iср обдув-2 ВН
Ток срабатывания пуска обдува-2 по стороне СН/НН2 во вторичных величинах, А	0,50 – 50,00	0,01	2,00	Iср обдув-2 СН/НН2
Ток срабатывания пуска обдува-3 по стороне ВН во вторичных величинах, А	0,50 – 50,00	0,01	5,00	Iср обдув-3 ВН
Ток срабатывания пуска обдува-3 по стороне СН/НН2 во вторичных величинах, А	0,50 – 50,00	0,01	5,00	Iср обдув-3 СН/НН2
Коэффициент возврата пусковых органов по току	–	–	0,95	–
Время срабатывания ЗПО-1/2/3, мин	1 – 120	1	60	Tср ЗПО-1/2/3
Время срабатывания ЗПО от ШАОТ, с	0,00 – 10,00	0,01	1,00	Tср ЗПО ШАОТ
Время срабатывания пуска обдува 1ст/2ст/3ст, с	0,00 – 300,00	0,01	60,00	Tср обдув-1/2/3

4.3 Функции управления выключателем

1) Определение положения выключателя.

Функция отслеживания положения выключателя предназначена для корректной работы автоматики, срабатывания и возврата защит. Контроль положения ВВ сторон защищаемого объекта осуществляется по сигналам «**РПО**» и «**РПВ**» для каждой стороны в отдельности.

Положение выключателя (Рисунок 4.3.1) отображается сигналами «**Включено**» и «**Отключено**». Включенному положению ВВ соответствует комбинация: «**РПО**» – логический «0», «**РПВ**» – логическая «1». Отключенному положению: «**РПО**» – логическая «1», «**РПВ**» – логический «0». При введенном программном ключе **S24** может осуществляется дополнительный контроль положения ВВ ВН по состоянию сигнала **«РПВ 2»**.

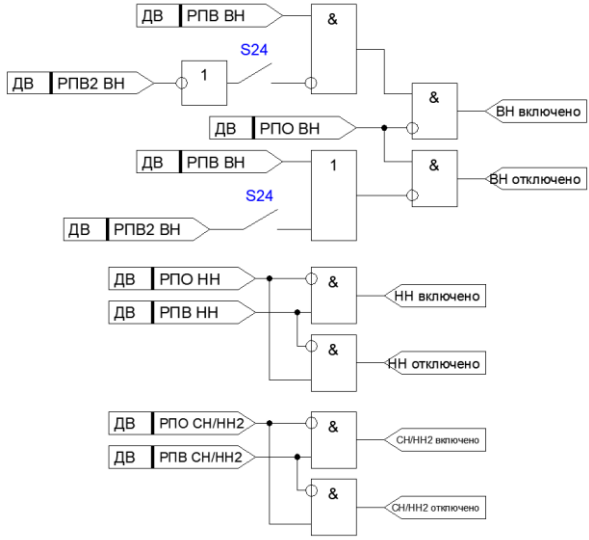


Рисунок 4.3.1 – Функциональная схема определения положения ВВ

Таблица 4.3.1 – Конфигурационный определения положения ВВ

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
S24 – Контроль второго ЭМ отключения	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Контроль ЭМО2

Таблица 4.3.2 – Месторасположение уставок определения положения ВВ

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Выключатель →	Диагностика ВН		

2) Квитирование.

Функция квитирования предназначена для сброса сработавших защит, возврата автоматики в исходное состояние и съема светодиодной сигнализации.

Квитирование может производиться вручную кнопкой с пульта управления (сигнал «**Сброс ПУ**»), командной квитирования через USB (сигнал «**Сброс USB**»), коман-

дой квитирования системы АСУ ТП (сигнал «**Сброс ТУ**»), командой от ключа управления по дискретному входу «**ОТКЛ**» при отключенном выключателе стороны ВН (Рисунок 4.3.2) или по дискретному входу **«Сброс сигнализации»**.

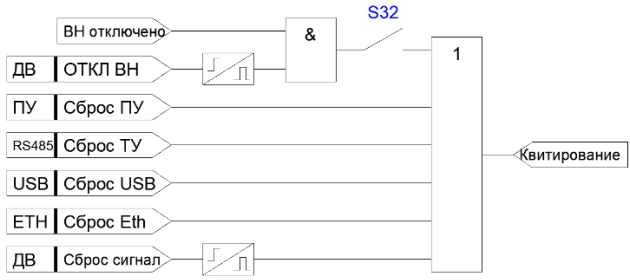


Рисунок 4.3.2 – Функциональная схема квитирования

Таблица 4.3.3 – Конфигурационные ключи настроек квитирования

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
S32 – Сброс по команде РО	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Сброс при РО

Таблица 4.3.4 – Месторасположение настроек квитирования

Главное меню		Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Настройки блока	→	Сервисные настройки		

3) Ручное управление выключателем.

Ручное управление выключателем осуществляется сигналами «**РО**» и «**РВ**». Данные команды могут быть сформированы местно и по телеуправлению. Телеуправление осуществляется через интерфейсы RS485 и Ethernet с помощью АСУ ТП или ПК. В свою очередь местное управление может осуществляться следующими способами (Рисунок 4.3.3):

- от дискретных входов устройства;
- через интерфейс USB с помощью ПК.

В зависимости от настроек дискретного входа «**ТУ**» выполнение команд ручного управления может быть организовано несколькими способами.

а) Вход «**ТУ**» настроен как «Всегда 0».

В таком режиме переключение между режимами управления осуществляется только с помощью кнопки управления на ПУ.

б) Вход «**ТУ**» настроен на дискретный вход.

В таком режиме переключение между режимами управления осуществляется с помощью изменения состояния дискретного входа. Управление с кнопки на ПУ заблокировано.

При введенном программном ключе **S34** команда ручного отключения ВВ может осуществляться независимо от режима управления. При введённой блокировке АУВ прохождение команд ручного управления блокируется.

Таблица 4.3.5 – Конфигурационные ключи настроек ручного управления

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
S34 – РО без контроля режима управления	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	РО без ТУ/МУ

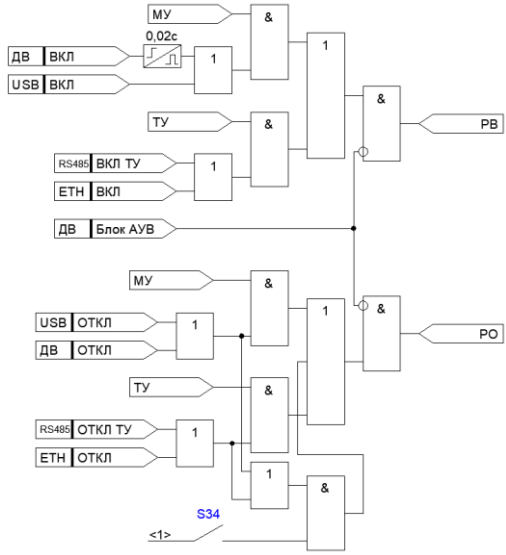


Рисунок 4.3.3 – Функциональная схема ручного управления ВВ

Таблица 4.3.6 – Месторасположение настроек ручного управления

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Выключатель →	Управление ВН		

4) Оперативная блокировка ВВ.

Назначаемый на ДВ сигнал «**ДВ ОБ**» предназначен для блокировки любых команд на включение выключателя. При включенном программном ключе (Таблица 4.3.7) появление сигнала «**ДВ ОБ**» будет приводить к принудительному отключению ВВ и его последующей блокировке включения (сигнал «**ОТКЛ от ОБ**»).

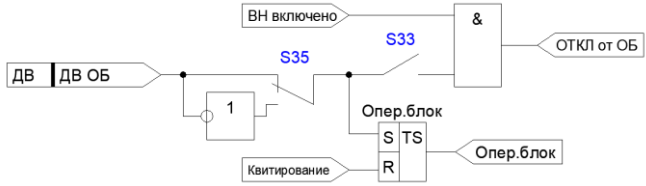


Рисунок 4.3.4 – Функциональная схема внешней блокировки ВВ

Таблица 4.3.7 – Конфигурационный ключ отключения от блокировки

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
S33 - Отключение ВВ от оперативной блокировки	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	ОТКЛ от ОБ
S35 - Инверсия ДВ ОБ		ОТКЛ	Инверсия ДВ ОБ

Таблица 4.3.8 – Месторасположение уставок для настроек управления ВВ

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Настройки блока →	Сервисные настройки		
Выключатель →	Управление ВН		

5) Блокировка включения выключателя от защит.

При срабатывании защит на отключение устанавливается триггер «**Блок от защит**», который блокирует дальнейшее ручное включение ВВ до момента квитирования (Рисунок 4.3.5, Рисунок 4.3.6).

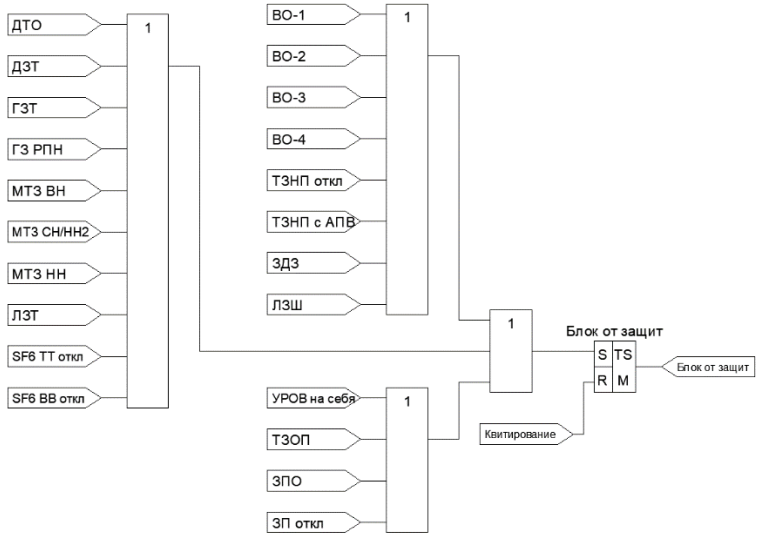


Рисунок 4.3.5 – Функциональная схема формирования сигнала блокировки от защит

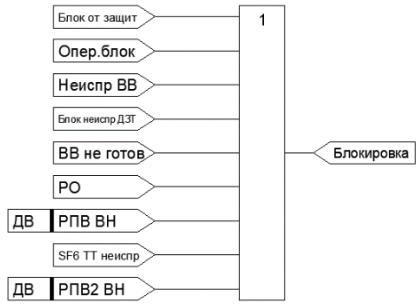


Рисунок 4.3.6 – Функциональная схема формирования сигнала блокировки ручного включения

6) Отключение выключателя.

Сигнал «**ОТКЛ ВВ**» формируется при срабатывании триггера в случае отключения выключателя (Рисунок 4.3.7, Рисунок 4.3.8):

- от основных и резервных защит;
- при ручном отключении;
- при отключении от внешней блокировки или внешнего сигнала.

Управление выходными реле включения и выключения может осуществляться в двух режимах:

- через триггер;
- импульсно.

В первом режиме команда на отключение/включение будет формироваться до момента размыкания силовых контактов выключателя (появляется сигнал «**Отключено**») и отсутствия сигналов от датчиков тока ЭМО. После этого триггер возвращается в исходное состояние, снимая команду «**ОТКЛ ВВ**». Принудительное снятие сигнала отключения возможно с помощью сигнала «**Квитирование**».

В импульсном режиме команда на отключение/включение будет формироваться с заданной пользователем длительностью.

Отключение ВВ будет блокировано, если появится сигнал **«SF6 ВВ блок»** от функции контроля снижения элегаза в отсеке выключателя.

При введённой блокировке АУВ управление выключателем блокируется.

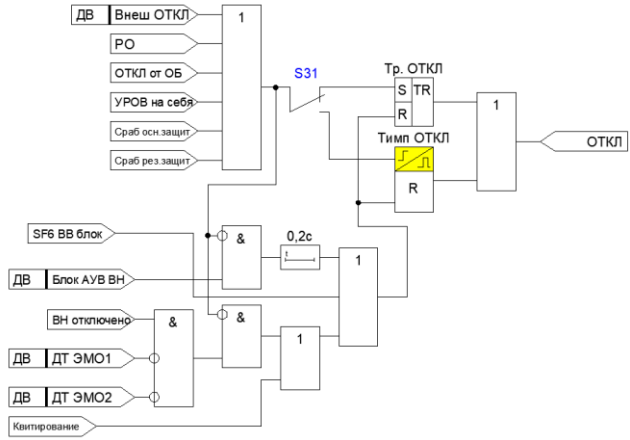


Рисунок 4.3.7 – Функциональная схема формирования сигнала отключения ВВ стороны ВН

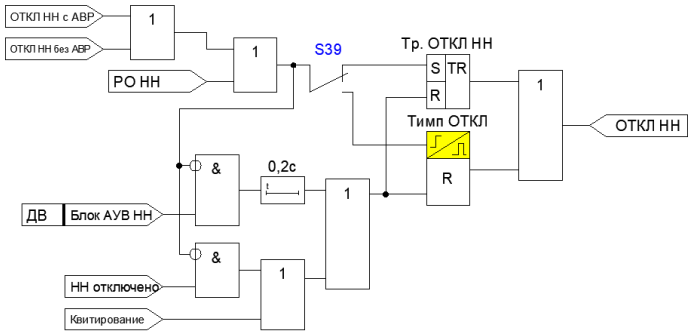


Рисунок 4.3.8 – Функциональная схема формирования сигнала отключения ВВ стороны НН

Таблица 4.3.9 – Конфигурационные ключи настроек управления ВВ

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
S31 – Режим импульсного управления ВВ ВН	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	Импульс.упр. ВВ ВН
S39 – Режим импульсного управления ВВ НН		ОТКЛ	Импульс.упр. ВВ НН
S36 – Отключение стороны ВН от защит МТЗ стороны НН		ОТКЛ	ОТКЛ ВН от МТЗ НН
S37 – Отключение стороны ВН от защит МТЗ стороны СН/НН2		ОТКЛ	ОТКЛ ВН от МТЗ СН/НН2

Таблица 4.3.10 – Месторасположение уставок настройки ручного включения ВВ

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Выключатель →	Управление ВН		
Выключатель →	Управление НН		

Таблица 4.3.11 – Технические параметры управления ВВ

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Время импульса включения ВВ, с	0,00 – 30,00	0,01	1,00	Тимп ВКЛ ВВ
Время импульса отключения ВВ, с	0,00 – 30,00	0,01	0,25	Тимп ОТКЛ ВВ

7) Включение выключателя.

Включение выключателя (сигнал «**ВКЛ ВВ**») может осуществляться при появлении следующих сигналов (Рисунок 4.3.9, Рисунок 4.3.10):

- в цикле АПВ (сигнал «**ВКЛ по АПВ**»);
- при подаче сигнала от внешнего устройства (сигнал «**Внеш ВКЛ**);
- по ручному включению (сигнал «**РВ**»).

Для исключения неправильных действий обслуживающего персонала предусмотрена блокировка ручного включения. Сброс триггера в цепи включения выключателя осуществляется при появлении сигнала «**РПВ**», свидетельствующем об успешном включении, и при отсутствии сигнала от датчика тока ЭМВ.

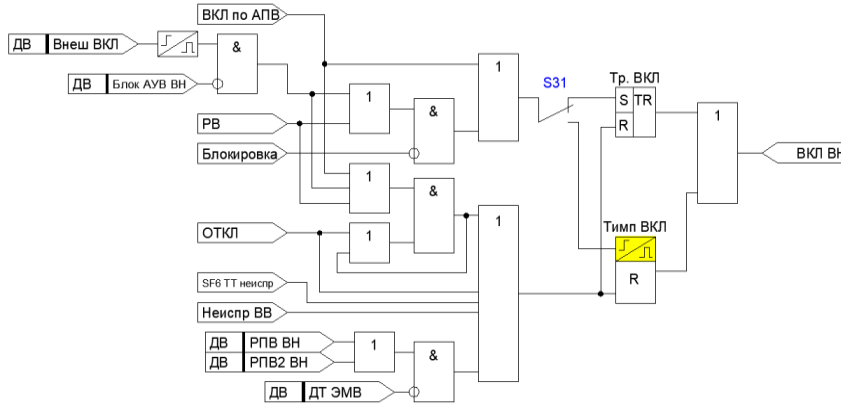


Рисунок 4.3.9 – Функциональная схема формирования сигнала включения ВВ стороны ВН

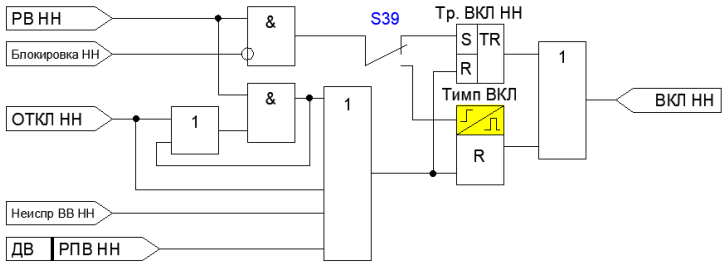


Рисунок 4.3.10 – Функциональная схема формирования сигнала включения ВВ стороны НН

Для предотвращения многократных включений выключателя на устойчивое короткое замыкание предусмотрен логический элемент «И» в цепи сброса триггера, на который поступают сигналы «**РВ**» и «**ОТКЛ ВВ**». При ручном включении в условиях отсутствия блокировки сигнал «**РВ**» поступает на первый вход элемента «И» и устанавливает триггер в сработанное состояние (появляется сигнал «**ВКЛ ВВ**»). Если включение произошло на КЗ, сигнал «**ОТКЛ ВВ**» будет сформирован при отключении выключателя от защит («**ОТКЛ от защит**») и подан на второй вход элемента «И», тем самым образуя сигнал на сброс триггера в цепи включения выключателя. Сформированный сигнал по обратной связи становится на самоподхват и будет существовать до тех пор, пока не исчезнет сигнал «**РВ**». Таким образом обеспечивается однократность включения выключателя на установившееся КЗ при одновременном наличии сигналов «**РВ**» и «**ОТКЛ ВВ**».

При введённой блокировке АУВ управление выключателем блокируется.

8) Сигнализация положения выключателя стороны ВН.

Алгоритм формирования сигналов положения ВВ приведен на рисунках 4.3.11 и 4.3.12.

Сигнал **«ВВ включен»** формируется постоянно при оперативном включении блока или выключателя, либо с частотой 1Гц при:

- включении выключателя от сигнала **«ВКЛ по АПВ»**;
- включении выключателя от дискретного входа **«Внеш ВКЛ»**.

Сброс режима мигания сигнала **«ВВ включен»** осуществляется квитированием, при оперативном включении выключателя или при вводе блокировки АУВ.

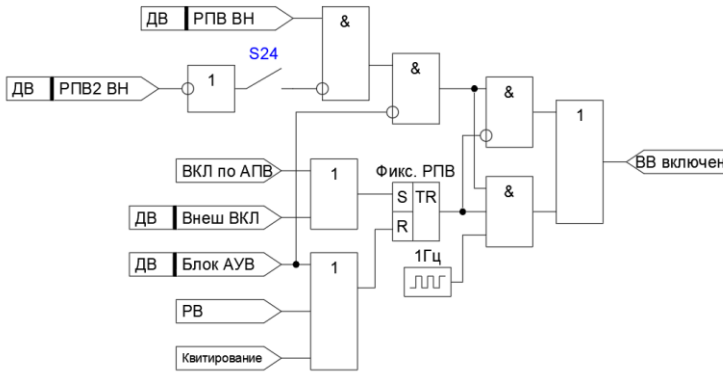


Рисунок 4.3.11 – Алгоритм формирования сигнала «ВВ включен»

Сигнал **«ВВ отключен»** формируется постоянно при оперативном отключении блока или выключателя, либо с частотой 1 Гц при:

- отключении выключателя от функций защит и автоматики;
- отключении выключателя от дискретного входа **«Внеш ОТКЛ»**.

Сброс режима мигания сигнала **«ВВ отключен»** осуществляется квитированием, при оперативном отключении выключателя или при вводе блокировки АУВ.

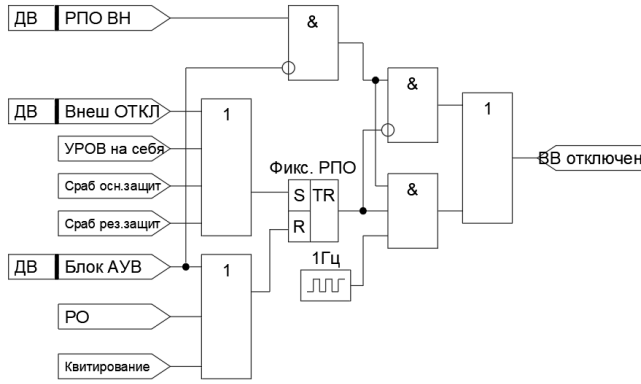


Рисунок 4.3.12 – Алгоритм формирования сигнала «ВВ отключен»

4.4 Функции диагностики выключателя

1) Несоответствие цепей управления и готовность ВВ.

Несоответствие цепей управления устройство фиксирует в случае совпадения сигналов «**РПО**» и «**РПВ**» по истечении выдержки времени «**Тнцу**» (Рисунок 4.4.1, Рисунок 4.4.2).

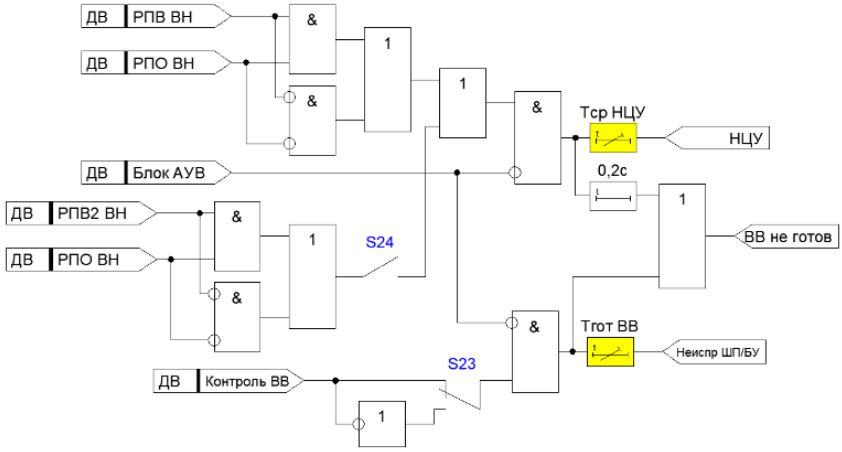


Рисунок 4.4.1 – Функциональная схема формирования сигналов «НЦУ», «Неиспр ШП/БУ» и «ВВ не готов» для выключателя стороны ВН

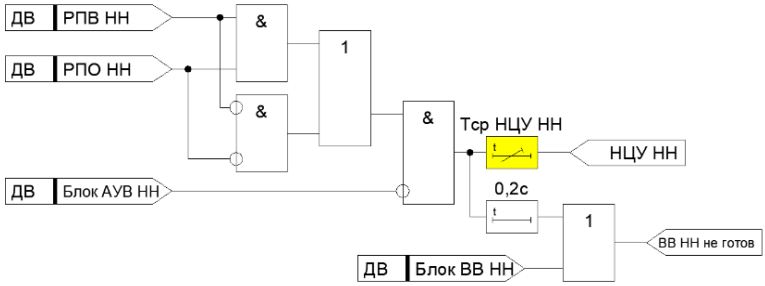


Рисунок 4.4.2 – Функциональная схема формирования сигналов «НЦУ» и «ВВ не готов» для выключателя стороны НН

Таблица 4.4.1 – Технические параметры НЦУ и готовности ВВ

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Уставка по времени срабатывания, с	0,50 – 30,00	0,01	10,00	Тср НЦУ
Время готовности ВВ, с	0,00 – 30,00	0,01	15,00	Тгот ВВ

Таблица 4.4.2 – Месторасположение уставок НЦУ и готовности ВВ в меню устройства

Главное меню		Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Выключатель	→	Диагностика ВН		
Выключатель	→	Управление НН		

Таблица 4.4.3 – Конфигурационные ключи функции «Неиспр ШП/БУ»

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
S23 – Инверсия входа контроля ВВ	прямой инверсный	прямой	Контроль ВВ

В устройстве предусмотрен контроль наличия напряжения на шинках питания электромагнитного или электромоторного привода выключателя (сигнал «**Контроль ВВ**»). При использовании выключателя с блоком управления, на вход «**Контроль ВВ**» рекомендуется завести выход исправности блока управления.

В случае пропадания напряжения на шинках питания устройство формирует сигнал «**Неиспр ШП/БУ**» с выдержкой времени **«Тгот вв»** (Рисунок 4.4.1).

Активное состояние дискретного входа может быть изменено с логического нуля на логическую единицу с помощью программного ключа (Таблица 4.4.3).

2) Отказ выключателя.

В случае продолжительности импульса команды на включение (сигнал «**ВКЛ ВВ**») или на отключение (сигнал «**ОТКЛ ВВ**») более 1 секунды устройство сформирует сигнал «**Отказ ВВ**», который свидетельствует об отказе выполнения выключателем соответствующей команды. При работе выходных реле в импульсном режиме контроль прохождения команд осуществляется по отрицательному фронту команды включения и отключения.

При наличии на дискретных входах сигналов от токовых реле катушек ЭМ формируется сигнал «**Защита ЭМ**», который при необходимости конфигурируется на

выходное реле устройства и действует на независимый расцепитель отключения автоматического выключателя, питающего оперативные цепи ВВ, с целью защиты электромагнитов включения/отключения ВВ и выходных контактов включения/отключения защиты от залипания (Рисунок 4.4.4).

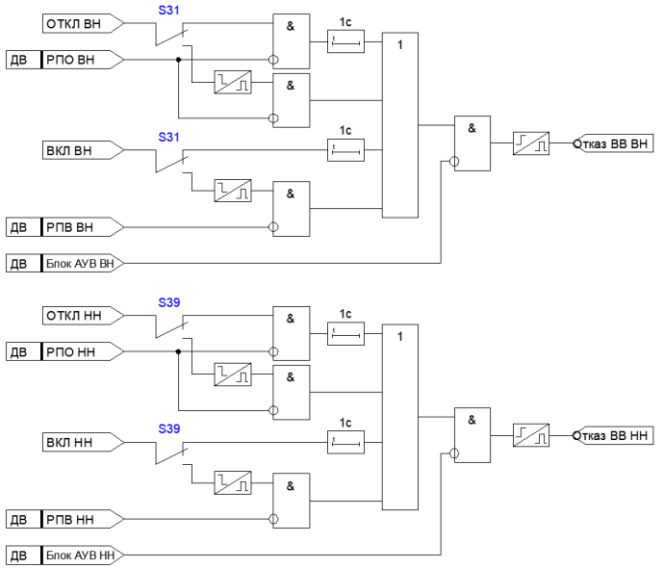


Рисунок 4.4.3 – Функциональная схема формирования сигнала «Отказ ВВ»

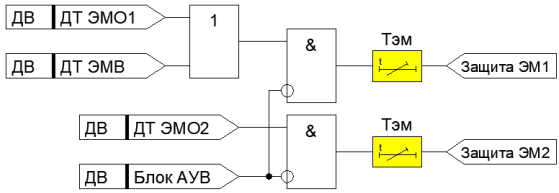


Рисунок 4.4.4 – Функциональная схема формирования сигналов защиты ЭМ

3) Самопроизвольное отключение выключателя стороны ВН.

Самопроизвольным отключением ВВ (сигнал «**СП ОТКЛ**») считается отключение выключателя в обход устройству. Сработанный триггер в логической цепочке «**СП ОТКЛ**» свидетельствует о включенном положении ВВ. Выход триггера связан с первым входом элемента «И» и подает на него сигнал «1». Если на втором входе элемента «И» появится логическая «1» (сигнал «**Отключено**») и при этом триггер не сбросится, то с выдержкой 0,2с устройство сформирует сигнал «**СП ОТКЛ**».

При выведенной функции самопроизвольного отключения аварийный протокол не формируется, а в протоколах отключения ВВ будет сформирован протокол механического отключения.

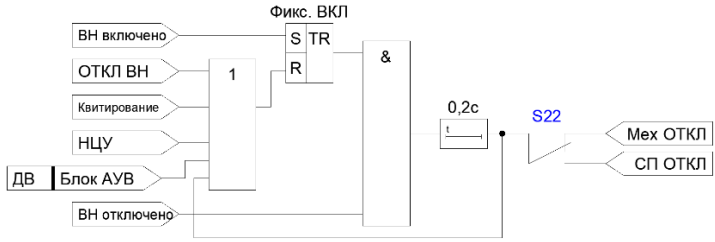


Рисунок 4.4.5 – Функциональная схема формирования сигнала отказа ВВ

Таблица 4.4.4 – Конфигурационные ключи функции СП ОТКЛ

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
S22 - Ввод функции СП ОТКЛ	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	СП ОТКЛ

Таблица 4.4.5 – Месторасположение уставок СП ОТКЛ в меню устройства

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Выключатель →	Диагностика ВН		

4) Неисправность ВВ.

Сигнал **«Неиспр ВВ»** появляется при выявлении устройством любой из вышеуказанных неисправностей. При появлении данного сигнала осуществляется блокировка ручного включения ВВ и блокировка работы функций автоматики до момента их устранения и сброса защиты.

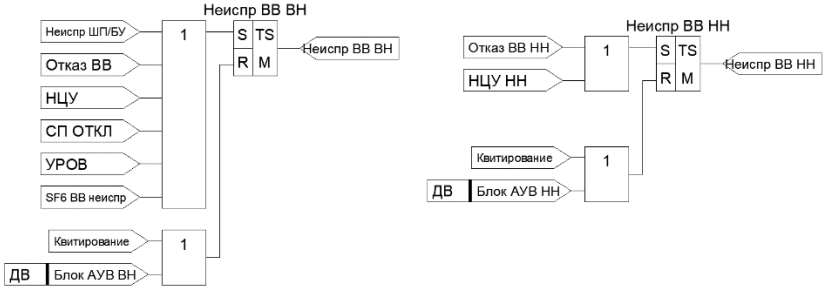


Рисунок 4.4.6 – Функциональная схема формирования сигнала неисправности выключателя

5) Контроль давления элегаза стороны ВН.

Функция защиты элегазового оборудования обеспечивает прием и обработку предупредительных и аварийных сигналов снижения давления элегаза отсека ВВ и отсека трансформаторов тока стороны ВН (Рисунок 4.4.7).

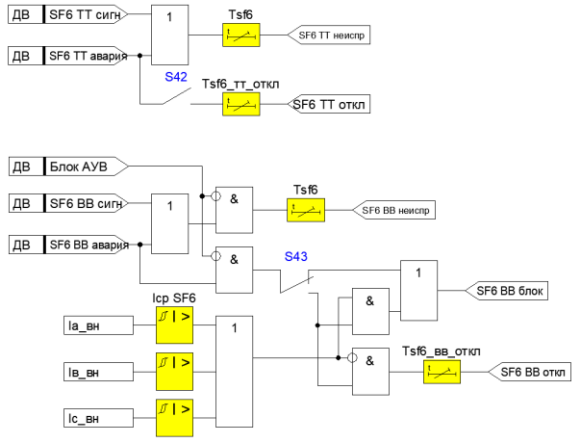


Рисунок 4.4.7 – Функциональная схема функции контроля давления элегаза

При срабатывании предупредительного датчика давления элегаза отсека ТТ или отсека ВВ производится блокирование операции включения ВВ. При введенном ключе **S42** и срабатывании аварийного датчика производится отключения выключателя стороны ВН.

При срабатывании аварийного датчика давления элегаза отсека ВВ блокируется операция включения ВВ. При введенном ключе **S43** в таком режиме производится отключение выключателя стороны ВН, если ток нагрузки ниже уставки блокировки отключения ВВ (Таблица 4.4.6).

Таблица 4.4.6 – Технические параметры функции контроля элегаза

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Ток срабатывания блокировки отключения во вторичных величинах, А	1,00 – 50,00	0,01	5,00	Iср SF6
Коэффициент возврата пусковых органов по току	–	–	0,95	–
Время срабатывания контроля SF6, с	0,00 – 10,00	0,01	1,00	Tср SF6
Время срабатывания SF6 ТТ на отключение, с	0,00 – 10,00	0,01	1,00	Tср SF6 ТТ на ОТКЛ
Время срабатывания SF6 ВВ на отключение, с	0,00 – 10,00	0,01	1,00	Tср SF6 ВВ на ОТКЛ

Таблица 4.4.7 – Месторасположение настроек контроля элегаза

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Выключатель →	Контроль SF6		

Таблица 4.4.8 – Конфигурационные ключи настроек контроля элегаза

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
S41 – Контроль давления элегаза	Выведен Введен	Выведен	Контроль SF6
S42 – Отключение ВВ ВН при снижении SF6 ТТ	ОТКЛ ВКЛ	ОТКЛ	ОТКЛ от SF6 ТТ
S43 – Отключение ВВ ВН при снижении SF6 ВВ		ОТКЛ	ОТКЛ от SF6 ВВ

4.5 Функции сигнализации

Формирование сигналов сигнализации «**Авария**», «**ОТКЛ от защит**», «**Вызов**», «**Неиспр**» можно проследить по функциональной схеме, представленной на Рисунке 4.5.1.

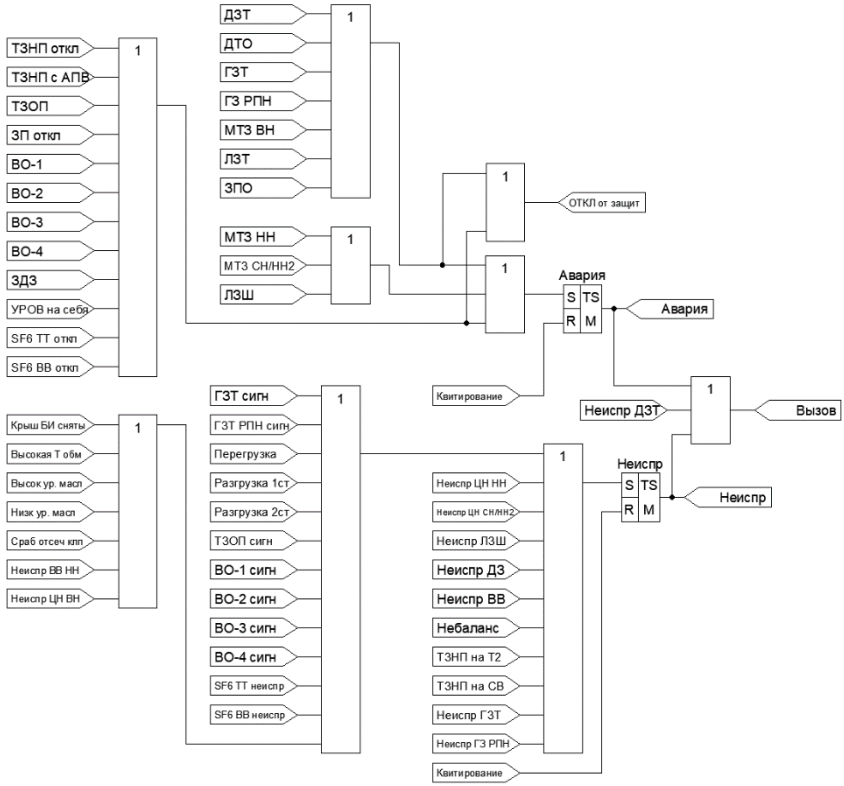


Рисунок 4.5.1 – Функциональная схема формирования сигналов сигнализации

Для приема внешних сигналов от технологических устройств защиты трансформатора предусмотрен ряд логических сигналов (Рисунок 4.5.2), появление которых приводит к формированию сигнала неисправности и срабатыванию вызывной сигнализации.

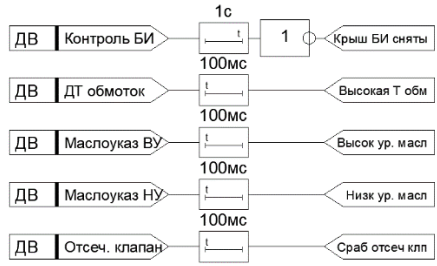


Рисунок 4.5.2 – Функциональная схема формирования сигналов от внешних технологических устройств защиты трансформатора

4.6 Блокировка РПН

Устройство может выдавать блокирующие сигналы для внешнего устройства РПН.

На Рисунке 4.6.1 представлена функциональная схема формирования сигнала блокировки по току. Блокировка формируется, если хотя бы один из токов сторон защищаемого трансформатора превышает уставку срабатывания.

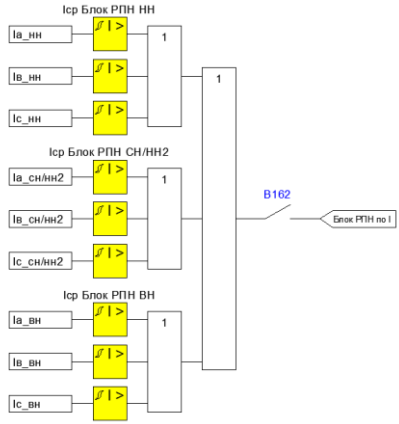


Рисунок 4.6.1 – Функциональная схема формирования сигнала блокировки РПН по току

Для блокировки по напряжению (Рисунок 4.6.2) устройство контролирует линейные напряжения, напряжение обратной и нулевой последовательности на сторонах НН и СН/НН2 силового трансформатора. Блокировка формируется, если хотя

бы одно из напряжений выходит за пределы заданных уставок. Линейные напряжения контролируются с помощью пусковых органов минимального действия, напряжение обратной и нулевой последовательности – с помощью пусков органов максимального действия.

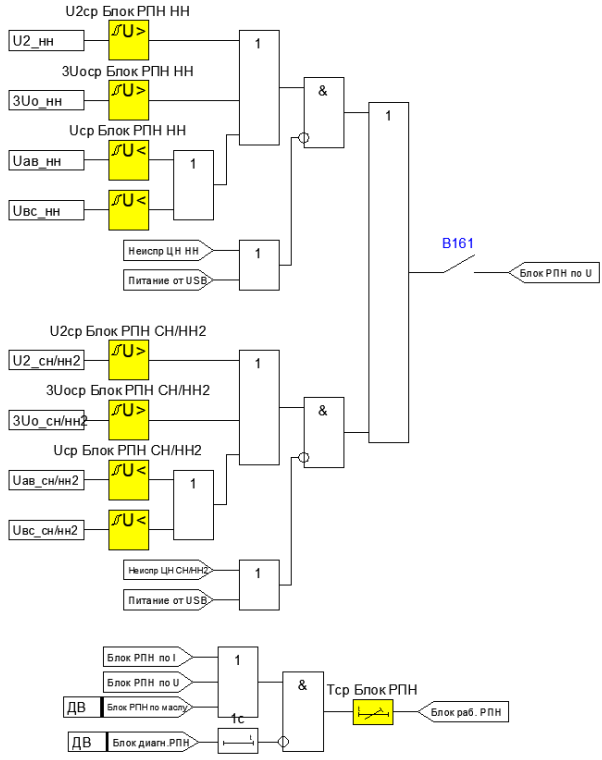


Рисунок 4.6.2 – Функциональная схема формирования сигнала блокировки РПН по напряжению

Предусмотрена блокировка РПН по параметрам масла, которая осуществляется с помощью логического сигнала **«Блок РПН по маслу»**. Оперативный вывод блокировки из работы может осуществляться с помощью сигнала **«Блок диагн. РПН».**

Таблица 4.6.1 – Технические параметры функции блокировки РПН

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Ток срабатывания блокировки по стороне ВН во вторичных величинах, А	0,50 – 50,00	0,01	5,00	Iср ВН
Ток срабатывания блокировки по стороне НН во вторичных величинах, А	0,50 – 50,00	0,01	5,00	Iср НН
Ток срабатывания блокировки по стороне СН/НН2 во вторичных величинах, А	0,50 – 50,00	0,01	5,00	Iср СН/НН2
Коэффициент возврата пусковых органов по току	–	–	0,95	–
Напряжение срабатывания блокировки по U2 ст. НН во вторичных величинах, В	5,0 – 100,0	0,1	20,0	U2 НН
Напряжение срабатывания блокировки по U2 ст. СН/НН2 во вторичных величинах, В	5,0 – 100,0	0,1	20,0	U2 СН/НН2
Напряжение срабатывания блокировки по 3Uo ст. НН во вторичных величинах, В	5,0 – 100,0	0,1	20,0	3Uo НН
Напряжение срабатывания блокировки по 3Uo ст. СН/НН2 во вторичных величинах, В	5,0 – 100,0	0,1	20,0	3Uo СН/НН2
Напряжение срабатывания блокировки по стороне НН во вторичных величинах, В	5,0 – 100,0	0,1	80,0	Uл НН
Напряжение срабатывания блокировки по стороне СН/НН2 во вторичных величинах, В	5,0 – 100,0	0,1	80,0	Uл СН/НН2
Коэффициент возврата пусковых органов по напряжению	–	–	1,05 0,95	–
Время срабатывания блокировки РПН, с	1,00 – 300,00	0,01	10,00	Tср блок РПН

Таблица 4.6.2 – Месторасположение настроек блокировки РПН

Главное меню		Подменю 1		Подменю 2	Подменю 3
Уставки РЗиА	→	Уставки 1 / 2	→	Блокировки РПН	

Таблица 4.6.3 – Конфигурационные ключи настроек блокировки РПН

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
В161 – Блокировка РПН по напряжению	Выведена Введена	Выведена	Блок-ка по напряжению
В162 – Блокировка РПН по току		Выведена	Блок-ка по току

4.7 Логика свободно программируемых реле

Выходные реле могут быть настроены несколькими способами:

- с помощью выбранных стандартных шаблонов;
- с помощью ручного программирования.

Для настройки первым способом пользователю доступны следующие стандартные шаблоны (Таблица 4.7.1).

Для дискретных выходов с нормально открытыми контактами появление какого-либо признака приводит к срабатыванию реле и замыканию его контактов. Для шаблона «Неиспр ДЗТ» условие срабатывания является инверсным, то есть при появлении признака дискретный выход возвращается в исходное состояние.

В режиме ручного программирования устройство позволяет гибко настраивать выходные реле (Рисунок 4.7.1). В зависимости от конфигурации программных ключей выход может работать в импульсном режиме, в режиме без фиксации и с фиксацией. Для этого для каждого реле предусмотрен набор программных ключей и уставок по времени срабатывания (Таблица 4.7.3).

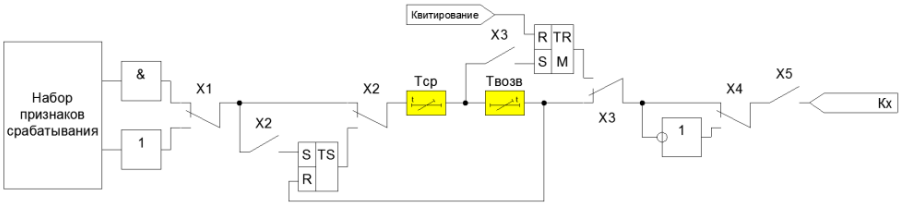


Рисунок 4.7.1 – Функциональная схема логики свободно программируемого реле

Таблица 4.7.1 – Стандартные шаблоны для настройки выходных реле

Название шаблона	Набор признаков срабатывания	Режим работы выхода
ОТКЛ ВН	ОТКЛ ВН	Без фиксации
ОТКЛ НН	ОТКЛ НН	Без фиксации
ОТКЛ НН без АВР	ОТКЛ НН без АВР	Без фиксации
ОТКЛ НН с АВР	ОТКЛ НН с АВР	Без фиксации
ОТКЛ СН/НН2	ОТКЛ СН/НН2	Без фиксации
ВКЛ ВН	ВКЛ ВН	Без фиксации
Авария	Авария	Без фиксации
Вызов	Вызов	Без фиксации
Неиспр	Неиспр	Без фиксации
ГЗТ	ГЗТ и ГЗТ РПН	Без фиксации
Пуск МТЗ ВН	Пуск МТЗ ВН	Без фиксации
Пуск МТЗ НН	Пуск МТЗ НН	Без фиксации
ЗДЗ	ЗДЗ	Без фиксации
Обдув 1 ступени	Обдув 1ст	Без фиксации
Обдув 2 ступени	Обдув 2ст	Без фиксации
Обдув 3 ступени	Обдув 3ст	Без фиксации
Блок работы РПН	Блок раб. РПН	Без фиксации
АПВ введено	АПВ введено	Без фиксации
УРОВ на себя	УРОВ на себя	Без фиксации
УРОВ	УРОВ	Без фиксации
Защита ЭМ	Защита ЭМ1 и Защита ЭМ2	Без фиксации
ВВ включен	ВВ включен	Без фиксации
ВВ отключен	ВВ отключен	Без фиксации
Неиспр ДЗТ	Неиспр ДЗТ	Без фиксации
Защита ЭМО/ЭМВ	Защита ЭМ1	Без фиксации
Защита ЭМО2	Защита ЭМ2	Без фиксации
ВКЛ НН	ВКЛ НН	Без фиксации

Таблица 4.7.2 – Настройки конфигурационных ключей для разных режимов работы выходных реле

Способ срабатывания	Положение ключа		
	X2	X3	X5
Без фиксации	ОТКЛ	ОТКЛ	ВКЛ
Импульсный	ВКЛ	ОТКЛ	ВКЛ
С фиксацией	ОТКЛ	ВКЛ	ВКЛ

Таблица 4.7.3 – Настройки выходных реле

Настройка	Возможные значения	Примечание
Тип логической схемы (ключ X1)	«И» / «ИЛИ»	Данная настройка определяет способ срабатывания выходного реле: 1. «И» - реле срабатывает при появлении всех заданных признаков; 2. «ИЛИ» - реле срабатывает при появлении любого из заданных признаков
Тип логической схемы (ключ X2)	ВКЛ / ОТКЛ	Срабатывание выходного реле по фронту
Выход через триггер (ключ X3)	ВКЛ / ОТКЛ	Работа выходного реле через триггер с памятью. Возврат реле будет происходить при квитировании
Инверсия выхода (ключ X4)	ВКЛ / ОТКЛ	Инверсия состояния выходного реле
Ввод/вывод реле (ключ X5)	Введено Выведено	Ввод/вывод реле из действия
Тср	0 – 300с	Задержка на срабатывание выходного реле
Твозв	0 – 300с	Задержка на возврат выходного реле
Определение битов неинверсных	Набор признаков срабатывания	Задание **неинверсных** признаков (активное состояние признака «**1**»)
Определение битов инверсных	Набор признаков срабатывания	Задание **инверсных** признаков. (активное состояние признака «**0**»)

Для задания определенного режима работы выходного реле необходимо соответствующим образом сконфигурировать ключи, представленные в Таблице 4.7.2.

Выдержки времени на срабатывание и возврат определяются на усмотрение пользователя.

Таблица 4.7.4 – Месторасположение настроек выходных реле в меню устройства

Главное меню		Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Дискретные выходы	→	Состояние		
Дискретные выходы	→	Настройка		
Дискретные выходы	→	Ручное программ-ие		

4.8 Группы уставок

Изменение конфигурации сети обычно приводит к изменению ее параметров, которые, в свою очередь, будут определять уставки защиты и автоматики. Для оперативного изменения текущих уставок в таких случаях в устройстве предусмотрена возможность задания двух независимых групп уставок по всем защитам и функциям автоматики.

По умолчанию в устройстве установлена первая группа уставок. Пользователь может перейти на вторую группу уставок следующими способами (в зависимости от состояния уставки **«Способ выбора гр.уставок»**):

- через дискретные входы;
- через команды по ТУ.

Переход осуществляется через выдержку времени, задаваемую пользователем, при этом должны отсутствовать наборы выдержек времени срабатывания любой из защит и автоматики. Если в момент набора выдержки времени **«Тзад гр.уст»** происходит пуск защиты, то набранное значение выдержки обнуляется. После возврата всех защит происходит повторный набор времени.

Каждая группа уставок отображается на лицевой панели соответствующим светодиодом «**Уставки 2**».

Таблица 4.8.1 – Настройки для задания текущей группы уставок

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
---	Выведен МУ ТУ МУ + ТУ	Выведен	Способ выбора групп уставок

Таблица 4.8.2 – Технические параметры задания группы уставок

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Задержка на смену группы уставок, с	0,10 – 5,00	0,01	2,00	Тзад гр.уст

Таблица 4.8.3 – Месторасположение настроек для групп уставок

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Присоединение →			

4.9 Счетчики

В устройстве предусмотрены следующие счетчики:

- количество срабатываний защит;
- количество включений коммутационного аппарата;
- количество аварийных отключений коммутационного аппарата;
- общее потребление электроэнергии;
- общее время работы объекта;
- общее время работы ЭСТРА-ДЗТ.

В устройстве предусмотрена возможность обнуления каждого счетчика. Для счетчика защит предусмотрена функция фиксации даты и времени последней очистки.

Для очистки счетчиков необходимо иметь соответствующий для этого уровень доступа, который определяется паролем.

4.10 Регистратор событий и осциллограф

Цифровой осциллограф используется для детального изучения изменения параметров сети в аварийном режиме.

Устройство обеспечивает запись осциллограмм всех аналоговых и дискретных сигналов во внутреннюю память. В объем одной осциллограммы входят значения всех аналоговых и дискретных сигналов.

Пуск аварийного осциллографа можно запрограммировать по событиям, представленным в Таблице 4.10.1.

Выбор пускающего сигнала осуществляется в «Маске осциллограмм» через ПО верхнего уровня «UPROG» во вкладке «Осциллограммы» или через ПУ в меню настройки осциллографа. В случае выбора более одного пускающего сигнала устройство будет производить запись осциллограмм при появлении любого из событий.

Длительность осциллограммы фиксированная и составляет порядка 18 секунд. Общее количество возможных записанных осциллограмм составляет 100 штук и не меняется.

Скачивание осциллограмм может осуществляться через терминал по последовательному интерфейсу RS485, Ethernet или через разъем USB. При необходимости, в режиме скачивания, можно в любой момент остановить этот процесс. Уже полученная информация будет сохранена на ПК и доступна для просмотра.

Предусмотрена возможность принудительного пуска записи осциллограммы через терминал на ПК. Пользователь может также указать способ записи состояния дискретных входов – физическое состояние или логическое.

Очистка памяти осциллограмм производится пользователем только с высшим уровнем доступа (сервисный пароль).

Внимание!

Для продления срока службы памяти осциллограмм не рекомендуется настраивать осциллограф на работу по защитам, которые могут работать в режиме частых пусков и возвратов. Постоянная запись данных в память в таком режиме приводит к быстрому снижению ресурса циклов перезаписи микросхемы памяти.

Рекомендуется хотя бы раз в год вручную производить полную очистку памяти осциллограмм.

Таблица 4.10.1 – Настройки осциллографа

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
---	Физ-ое сост. / Лог-ое сост-ие	Физ-ое состояние	Способ осц ДВ
---	Набор используемых защит	---	Маска осциллограмм

Таблица 4.10.2 – Месторасположение настроек осциллографа

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Настройки →	Осциллографа		

Для фиксации данных, используемых при анализе аварий и неисправностей в сети, в устройстве предусмотрен регистратор событий. В зависимости от произошедшего события регистратор формирует соответствующий протокол:

- аварий (срабатывание защит);
- событий;
- изменения уставок;
- коммутаций ВВ стороны ВН;
- изменения ресурса ВВ стороны ВН.

Из-за технических ограничений на отображение информации через панель управления возможен просмотр только аварийных протоколов и протоколов коммутаций ВВ.

Для скачивания и анализа всех протоколов необходимо подключение персонального компьютера к устройству через интерфейс USB, Ethernet или через RS485 с помощью преобразователя USB/RS485.

При заполнении памяти устройство производит запись нового события на место самого раннего. Принудительной очистки пользователем данных регистратора не предусмотрено.

1) Аварийные протоколы (срабатывание защит).

Протокол защит формируется в момент фиксации устройством аварийного признака.

В протоколе отображаются все текущие параметры сети, состояние всех регистров защиты и дискретных входов/выходов с фиксацией даты и времени на момент появления аварийного признака.

2) Протоколы событий (штатные действия).

В протоколе отображаются события с фиксацией способа изменения (например, квитирование через ТУ или очистка счетчика моточасов через ПУ), пароля доступа, даты и времени.

3) Протоколы изменения уставок.

Устройство формирует протокол при изменении любых настроек блока и уставок защит. При этом отображается старое и новое значение уставки, дата и время изменения, способ изменения уставки или настройки (ТУ или ПУ), пароль доступа.

4) Протоколы коммутаций ВВ.

Протокол формируется при любом включении и отключении ВВ с фиксацией причины, по которой произошла коммутация. В протоколе также фиксируется время коммутации выключателя, измеренного устройством защиты.

4.11 Регистратор параметров нагрузки

Для измерения и архивирование данных электрической сети в устройстве предусмотрен регистратор параметров нагрузки. Все измеряемые параметры сохраняются во внутреннюю память устройства, что позволяет в дальнейшем производить анализ стационарных процессов, а также судить об отклонениях в электрической сети.

Запись параметров производится с шагом в одну секунду, позволяя сохранять в устройстве общий объем данных за интервал примерно в 160 часов. В набор регистрируемых сигналов входят:

- фазные токи Ia1, Iв1, Ic1, Ia2, Iв2, Ic2, Ia3, Iв3, Ic3;
- токи прямой, обратной и нулевой последовательности I1, I2, 3Io;
- линейные напряжения Uав1, Uвс1, Uса1, Uав2, Uвс2, Uса2;
- напряжения прямой, обратной и нулевой последовательности U1, U2, 3Uo;
- частота сети f;
- текущее состояние выключателя, команды на включение и отключение выключателя, наличие сигналов аварии или неисправности.

Для скачивания и анализа сохраненной информации необходимо подключение персонального компьютера к устройству через интерфейс USB, Ethernet или через RS485 с помощью преобразователя USB/RS485.

При заполнении памяти устройство производит запись новых данных на место самых ранних. Принудительной очистки пользователем данных регистратора не предусмотрено.

4.12 Часы реального времени и синхронизация

В устройстве находятся энергонезависимые часы реального времени. Для их питания используется конденсатор большой емкости (ионистор), который заряжается при наличии питания на блоке. Полная зарядка осуществляется за несколько часов. При пропадании оперативного напряжения ход часов сохраняется в течение не менее 300 часов. При работе устройства в отрицательных температурах срок работы часов сокращается.

Задание или синхронизация времени в блок может быть осуществлена с помощью:

1. интерфейса USB через ПО верхнего уровня «UPROG»;

2. интерфейса RS485 с помощью широковещательной команды «0x10» по адресу «0»;

3. интерфейса RS485, настроенного на прием синхросигнала точного времени (порт «PPS»);

4. интерфейса Ethernet по протоколу точного времени «NTP» или через ПО верхнего уровня «UPROG».

4.13 Функций телеуправления, телеизмерения и телесигнализации

Устройство может быть интегрировано в локальные системы АСУ ТП как подсистема нижнего уровня через интерфейсы RS485 или Ethernet 10/100 BASE-TX. Устройство позволяет передавать текущие параметры сети, дискретные сигналы, протоколы данных, осциллограммы, информацию о состоянии блока и управлять коммутационным аппаратом.

Таблица 4.13.1 – Настройки интерфейса RS485

Назначение ключа	Диапазон	Завод. значение	Обозначение в меню
Тип протокола по RS485	Modbus RTU	Modbus RTU	Протокол RS485
Скорость работы RS485	115200 57600 38400 19200 9600	38400	Скорость работы RS485
Адрес в сети RS485	1 – 247	1	Адрес в сети RS485
Количество стоповых битов RS485	0,5 бита 1 бит 1,5 бита 2 бита	1 бит	Кол-во стоп бит RS485
Бит четности RS485	Выкл Четный Нечетный	Выкл	Бит четности RS485

Таблица 4.13.2 – Настройки интерфейса Ethernet

Название	Диапазон значений	Заводское значение
Ethernet состояние	ВКЛ / ОТКЛ	ВКЛ
DHCP состояние	ВКЛ / ОТКЛ	ОТКЛ
IP адрес устройства	xxx.xxx.xxx.xxx	192.168.0.91
Маска подсети	xxx.xxx.xxx.xxx	255.255.255.0
Основной шлюз	xxx.xxx.xxx.xxx	192.168.0.1
MAC адрес устройства	xx:xx:xx:xx:xx:xx	70:4D:7B:00:06:0A

Таблица 4.13.3 – Возможности управления и настройки

Вид воздействия	ПУ	Дискретные входы/выходы	ПО «UProg»	АСУ ТП
Включить / отключить ВВ	+	+	+	+
Ввод / вывод защит и автоматики	+	+	+	+
Изменение группы уставок	+	+	+	+
Ввод / вывод режимов телеуправления	+	+	+	+
Смена даты и времени	+	–	+	+
Ввод уставок защит	+	–	+	+
Изменение настроек блока	+	–	+	+
Изменение настроек осциллографа	+	–	+	–
Изменение настроек счетчика ресурса ВВ	+	–	+	–
Изменение настроек регистратора нагрузки	+	–	+	–
Обнуление счетчиков защит	+	–	+	–
Обнуление счетчиков энергии	+	–	+	–
Обнуление счетчиков коммутаций ВВ	+	–	+	–
Обновление прошивки	–	–	+	–

Таблица 4.13.4 – Возможности передачи данных и индикации

Вид воздействия	ПУ	Дискретные входы/выходы	ПО «UProg»	АСУ ТП
Телесигнализация	+	–	+	+
Измерения	+	–	+	+
Счетчики	+	–	+	+
Уставки РЗиА и настройки блока	+	–	+	+
Протоколы аварий	+	–	+	+
Протоколы событий	–	–	+	+
Протоколы изменения уставок	–	–	+	+
Протоколы коммутаций ВВ	+	–	+	+
Протоколы изменения ресурса ВВ	–	–	+	+
Регистратор параметров нагрузки	–	–	+	–

Для связи с блоком защиты через ПК может использоваться интерфейс USB, установленный на лицевой панели пульта. Подключение осуществляется с помощью кабеля «Type-A/Type-B». Настройка всех параметров передачи данных осуществляется через ПО верхнего уровня «UPROG» после подключения к устройству через USB. Через данный порт, в том числе, производится обновление прошивки устройства.

Интерфейс передачи данных RS485 имеет гальваническую развязку и обеспечивает обмен данными по протоколу «Modbus RTU». Связь устроена по принципу «Master-Slave». Блок не инициирует передачу и работает в режиме «Slave» - отвечает только на запросы ведущего устройства.

Для подключения необходимо применять экранированную витую пару. Например, кабель марки «КГПЭфВм 1х2х0,78» или аналогичный сходный по характеристикам. Максимальная длина канала связи при использовании RS485 определяется характеристиками витой пары и скоростью передачи данных. При организации сети на устройствах, расположенных на концах, необходима установка согласующих резисторов 120 Ом.

Для подключения к блоку защиты с помощью компьютера по порту RS485 необходим преобразователь USB/RS485. Перед началом подключения необходимо проверить, что преобразователь подключен к ПК, определен в его операционной системе и ему назначен COM порт. При использовании преобразователей с возможностью переключения режимов RS485/RS422 необходимо проверить, что преобразователь работает именно в режиме RS485.

Таблица адресов данных для опроса устройств в АСУ ТП приведена в карте памяти, которая предоставляется производителем отдельно по запросу заказчика.

Подключение по интерфейсу Ethernet осуществляется по проводной линии связи с четырьмя витыми парами и соединителем «RJ-45». Связь устроена по принципу «Client-Server». Блок защиты является сервером. IP-адрес, маска подсети и шлюз настраивается через «UPROG».

При использовании интерфейса Ethernet устройством поддерживаются следующие протоколы передачи данных:

1. Modbus TCP (RTU over TCP);
2. МЭК 60870-5-104.

Описание форматов передачи и возможностей модуля МЭК 60870-5-104 можно скачать в текстовом формате на ПК из вкладки его настроек.

После введения любых настроек протоколов передачи данных проведение повторных испытаний функций релейной защиты и автоматики не требуется.

При реализации удаленного доступа к устройству возможно применение «ЭСТРА-РОУТЕР». Данное устройство является 4G-роутером и обеспечивает передачу данных в режиме реального времени на диспетчерские пункты через беспроводную сеть.

Поддерживаются протоколы передачи данных как «Modbus RTU», так и «МЭК-60870-5-104» благодаря программному конвертеру, встроенному в роутер TELEOFIS RTU1068 V4. Конвертер позволяет реализовать совместимость устройства защиты с диспетчерскими системами (например, СКД, SCADA).

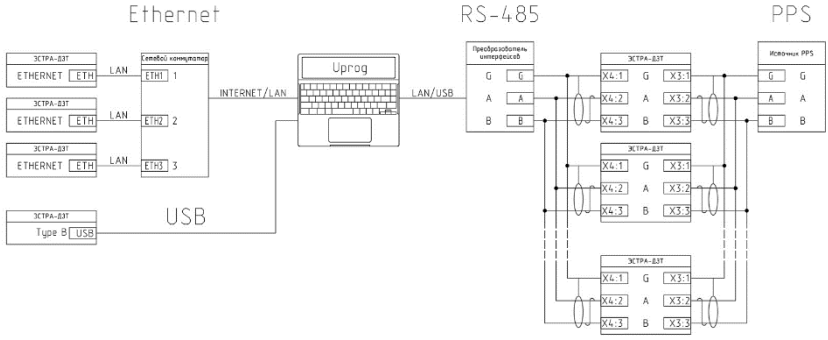


Рисунок 4.13 – Способы подключения устройств ЭСТРА-ДЗТ
в системы передачи данных

4.14 Учет ресурса выключателя

В устройстве предусмотрена функция учета остаточного ресурса высоковольтного выключателя по каждой фазе.

Сработанный ресурс отражает степень износа деталей и узлов конкретной единицы оборудования. При этом под сработанным коммутационным ресурсом выключателя понимают степень износа дугогасительной камеры, а механический ресурс характеризуется числом циклов включение - пауза - отключение, выполняемых без тока в главной цепи. Под остаточным ресурсом понимают остаток ресурса выключателя после определенного периода эксплуатации и числа операций по отключению и включению нагрузочных токов и токов КЗ.

Механический ресурс задается в паспортных данных на выключатель, и, так как его величина характеризует работу выключателя без токовой нагрузки, то нет необходимости учитывать его значение.

Коммутационный ресурс задается в паспортных данных в виде кривых зависимости допустимого числа отключений от величины тока (Рисунок 4.14.1).

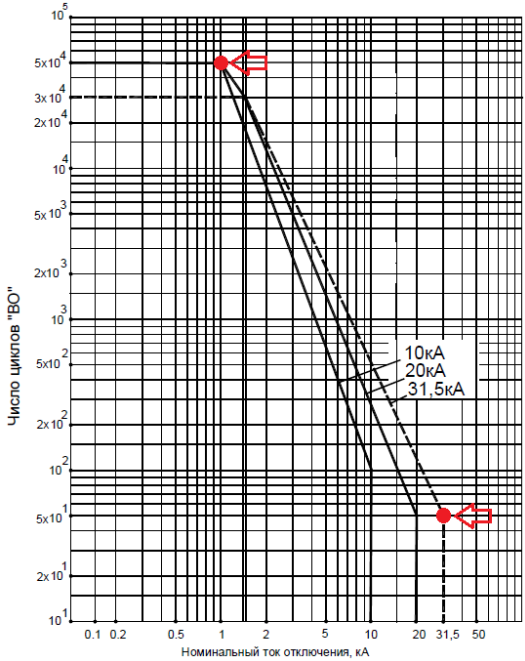


Рисунок 4.14.1 – График зависимости ресурса по коммутационной стойкости (число циклов «В-О») от коммутационного тока выключателя ВВТЭ-М-10

Тогда остаточный ресурс выключателя или критерий вывода в ремонт можно определить по следующему выражению:

$$R_{\text{ост}} = 100\% - \sum_{\text{i}=1}^{\text{N}} \Delta R_i, \qquad (14.1)$$

где:

$R_{ОСТ}$ – остаточный ресурс выключателя;

ΔR_i – расход ресурса за одно отключение;

i – количество отключений.

Для корректной оценки остаточного ресурса необходимо ввести в блок защиты данные о узловых точках характеристики, по которым защита моделирует зависимость ресурса от коммутационного тока (отмечены стрелками на графике). При каждом отключении выключателя защита фиксирует ток отключения, вычисляет расход ресурса по заданной характеристике и формирует протокол ресурса.

В протоколе отображаются:

- дата и время отключения;
- причина отключения;
- ток отключения по каждой фазе;
- расход ресурса по каждой фазе;
- остаточный ресурс выключателя по каждой фазе;
- общий расход ресурса по каждой фазе.

Скачивание протоколов производится с помощью кнопки «Скачать все» в соответствующей области терминала.

Для исключения создания протоколов неинформативного характера, то есть когда отключения выключателя с током нагрузки не приводит к существенному изменению ресурса (сотые и тысячные доли процента), необходимо ввести уставку «**Ток срабатывания протокола ресурса ВВ**». При токе отключения ниже, чем данная уставка, протокол ресурса формироваться не будет. Рекомендуется задавать данную уставку в районе 20% от номинального тока отключения.

Таблица 4.14.1 - Настройки счетчика ресурса ВВ

Наименование параметра	Диапазон	Шаг	Завод. значение	Обозначение в меню
Номинальный ток отключения ВВ в первичных величинах, А	100 – – 30000	1	20000	НТО
Ресурс по коммутационной стойкости ВВ при НТО	1 – 10000	1	100	Ресурс при НТО
Номинальный ток ВВ в первичных величинах, А	100 – – 3000	1	650	Ном. ток ВВ
Механический ресурс ВВ (в тысячах)	1 – 10000	1	50	Мех. ресурс ВВ
Ток формирования протокола ресурса ВВ в первичных величинах, А	100 – – 20000	1	650	Ток форм. прот.

Таблица 4.14.2 - Месторасположение настроек счетчика ресурса ВВ

Главное меню	Подменю 1	Подменю 2	Подменю 3
Выключатель →	Ресурс ВВ		

4.15 Функции доступа и самодиагностики

1) Уровни доступа (УД).

В устройстве предусмотрено три уровня доступа: УД1 - низший, УД2 - средний, УД3 - высший, в зависимости от введенного пароля определяется уровень доступа оператора.

Первый уровень доступа активизируется шестью паролями, второй – пятью паролями, третий уровень доступа активизируется только сервисным паролем. Задание и изменение паролей для активации УД1 и УД2 может быть осуществлено только на третьем уровне доступа.

Информация об измеряемых параметрах и установленных настройках является открытой, ее просмотр осуществляется без ввода паролей.

Если настройка производится через ПУ, то пароль вводится один раз в каждом разделе основного меню при изменении какого-либо параметра данного раздела.

Если настройка производится через терминал, то пароль необходимо ввести один раз, предварительно нажав клавишу «Установить доступ» в верхнем рабочем поле ПО. Устройство автоматически запрещает доступ, если простой программы без работы с ней составляет более двадцати минут.

Внимание!

При работе с устройством через программу на ПК запись уставок и ввод их в работу производится автоматически, буферной записи не предусмотрено. При вводе уставок на рабочем объекте будьте особенно внимательны, так как при вводе неправильной уставки или настройки возможно неселективное отключение выключателя!

Возможности оператора с первым уровнем доступа минимальны:

- задание и изменение уставок защит;
- очистка протоколов защит;
- установка и изменение даты и времени;
- управление выключателем с ПУ.

Для оператора с УД2 кроме возможностей, представленных выше, доступно:

- изменение сервисных настроек;
- изменение настроек осциллографа;
- изменение параметров присоединения;
- изменение настроек дискретных входов и выходов;
- изменение настроек управления выключателем.

На данном третьем уровне (УД3) доступа возможно изменение абсолютно всех параметров и настроек устройства, которые определяются пользователем.

Заводские пароли по умолчанию:

- УД1 – «0001»;
- УД2 – «0002»;
- УД3 (сервисный пароль доступа) – «1234».

Таблица 4.15.1 - Месторасположение настроек паролей доступа

Главное меню	**Подменю 1**	**Подменю 2**	**Подменю 3**
Настройки →	Пароли доступа		

2) Функция самодиагностики.

В процессе работы устройство постоянно выполняет внутреннюю самодиагностику с целью преждевременного выявления ошибок в аппаратной или программной части. В зависимости от внутренней неисправности могут блокироваться алгоритмы устройства и выходные реле.

Внутренняя ошибка отображается в статусе блока, просмотр которого осуществляется в разделе «Самодиагностика» ПУ или во вкладке «Аппаратное состояние» ПО «UPROG».

Кроме внутренних ошибок в статусе ЭСТРА-ДЗТ отображаются информационные биты данных, то есть несущие только информационную нагрузку.

Таблица 4.15.2 - Статусные биты блока ЭСТРА-ДЗТ

№	Наименование	Расшифровка	Последствия	Порядок действий при появлении
1	Ошибка даты / времени	Ошибка формата даты и времени	Неверная дата/время. Фиксация всех событий с ошибочной датой и временем	Задать дату и время
2	Ионистор разряжен	Внутренний источник, необходимый для работы часов, разряжен	При снятии питания время и дата сбрасываются	Выдать на устройство питание и дождаться заряда источника
3	Неисправность FRAM	Неисправность микросхемы памяти	Отказ устройства	Сообщить производителю для замены или ремонта устройства
4	Неисправность NAND	Неисправность микросхемы памяти	Невозможно скачивание и запись осциллограмм и протоколов	
5	Неисправность клавиатуры	Неисправность модуля клавиатуры	Кнопки на клавиатуре управления могут не работать	
6	Неисправность ЦН	Неисправность каналов измерения цепей напряжения	Блокировка защит по напряжению и автоматики	
7	Неисправность АЦП	Неисправность каналов измерения устройства	Неисправность каналов измерения, возможна некорректная работа защит	
8	Неисправность выходов	Неисправность каналов управления выходными реле	Выходные реле могут не работать	
9	Неисправность CRC блока «Уставок»	Ошибка контрольной суммы блоков уставок	Возможна некорректная работа защит	Проверить уставки защит и перезадать их в случае необходимости

5 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ, МАРКИРОВКА, УПАКОВКА

5.1 Комплект поставки

Наименование	Количество
Блок микропроцессорный дифференциальной защиты с торможением ЭСТРА-ДЗТ	1 шт
Ответные части разъемов	1 комплект
USB кабель	1 шт
Паспорт	1 экземпляр
Руководство по эксплуатации	По запросу
Программное обеспечение	По запросу

5.2 Маркировка

1) Маркировка блока выполнена на задней стороне корпуса в соответствии с ГОСТ 18620-86. На маркировке указаны основные данные блока:

- обозначение изделия;
- дата изготовления;
- заводской номер;
- напряжение и частота питающей сети;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- нумерация разъемов и назначение контактов блока;
- обозначение вывода защитного заземления.

2) Маркировка транспортной тары наносится транспортной компанией и содержит основные, дополнительные и информационные надписи, и манипуляционные знаки согласно ГОСТ 14192-96.

5.3 Упаковка

1) Устройство упаковано в коробку, в ней осуществляется транспортирование.

2) Снятие транспортной тары должно производиться с соблюдением манипуляционных знаков.

6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

6.1 Эксплуатационные ограничения

1) Климатические условия эксплуатации устройства указаны в разделе 2 настоящего РЭ, эксплуатационные технические характеристики не должны превышать значений, приведенных в разделе 2.

2) Эксплуатация устройства блока осуществляется в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей» и настоящим «Руководством по эксплуатации».

3) Возможность работы устройства в условиях, отличных от указанных в настоящем «Руководстве по эксплуатации», должна согласовываться с предприятием-изготовителем.

6.2 Подготовка устройства к использованию

6.2.1 Меры безопасности при подготовке устройства к использованию

1) При эксплуатации устройства следует руководствоваться «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок, электрических станций и подстанций», а также настоящим «Руководством по эксплуатации».

2) К эксплуатации и обслуживанию устройства допускаются лица, изучившие настоящее РЭ, паспорт и прошедшие специальную подготовку в области микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики.

3) Опасным фактором при эксплуатации устройства является напряжение оперативного питания 220В. Все работы на зажимах устройства следует производить в обесточенном состоянии.

4) Заземление и защитные меры безопасности должны выполняться в соответствии с требованиями действующих "Правил устройства электроустановок". Для заземления устройства на корпусе блока защиты предусмотрен специальный заземляющий винт, который используется для подключения к заземляющему контуру.

5) Запрещается эксплуатировать устройства в условиях и режимах, отличных от требований настоящих РЭ и ТУ.

6) Запрещается производить смену деталей под напряжением во время ремонта.

7) Лица, допущенные к работе с устройством, должны проходить ежегодную проверку знаний по технике безопасности.

6.2.2 Размещение и монтаж

1) Внешний вид блока защиты, габаритные и установочные размеры приведены в ПРИЛОЖЕНИИ Г.

2) Объем и последовательность монтажа устройства:

- снять упаковку, проверить блок на наличие механических повреждений;
- установить блок защиты в релейный отсек присоединения;
- подключить к блоку внешние цепи, проверить соответствие собранной схемы технической документации на устройство;
- проверить надежность затяжки болтовых соединений.

3) Все работы по монтажу, демонтажу и эксплуатации блока должны выполняться в соответствии с действующими «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок», а также действующими ведомственными инструкциями.

6.3 Текущий ремонт

1) Устройство является восстанавливаемым и ремонтопригодным. Ремонтопригодность устройства обеспечивается:

- модульной конструкцией, позволяющей быстро заменить неисправный блок на исправный на месте установки;
- внутренней самодиагностикой, позволяющей быстро выявлять факт неисправности и определять неисправный элемент;

2) Ремонт устройства в период гарантийной эксплуатации производится заводом-изготовителем. В последующие годы эксплуатации ремонт производится по договору с заводом-изготовителем квалифицированными специалистами, аттестованными на право ремонта микропроцессорных устройств.

6.4 Хранение

1) Устройство до введения в эксплуатацию хранится на складе в упаковке предприятия – изготовителя, условия хранения – 2(С) по ГОСТ 15150. Изделие без упаковки хранится при температуре окружающей среды 0 до 40°С и относительной влажности не более 80% (при температуре 25°С).

2) В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69.

3) Срок хранения устройства в упаковке изготовителя 12 месяцев.

4) При снятии блока с хранения в условиях пониженной температуры необходимо выдержать его в упаковке не менее двух часов при комнатной температуре.

6.5 Транспортирование

1) Изделие транспортируется в крытых железнодорожных вагонах, перевозится автомобильным транспортом с защитой от дождя и снега, а также транспортируется в герметизированных отапливаемых отсеках самолетов. При перевозке в железнодорожных вагонах вид отправки - мелкий, малотоннажный.

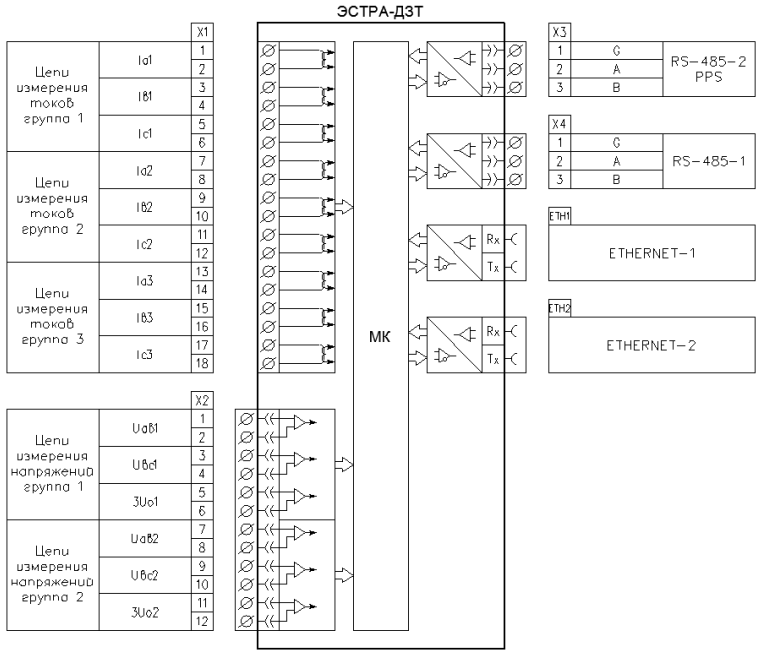
2) Климатические условия транспортирования блока являются такими же, как при хранении.

6.6 Утилизация

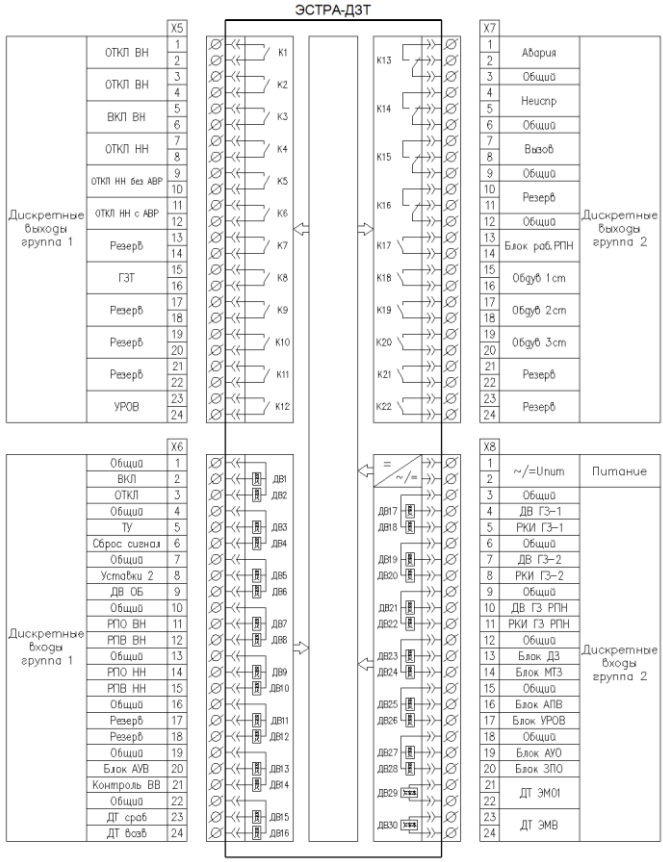
Устройство не содержит веществ и компонентов, вредно влияющих на окружающую среду и здоровье человека, поэтому особых мер по защите при утилизации не требуется.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Внешние цепи ЭСТРА-ДЗТ (аналоговые входы, интерфейсы связи)



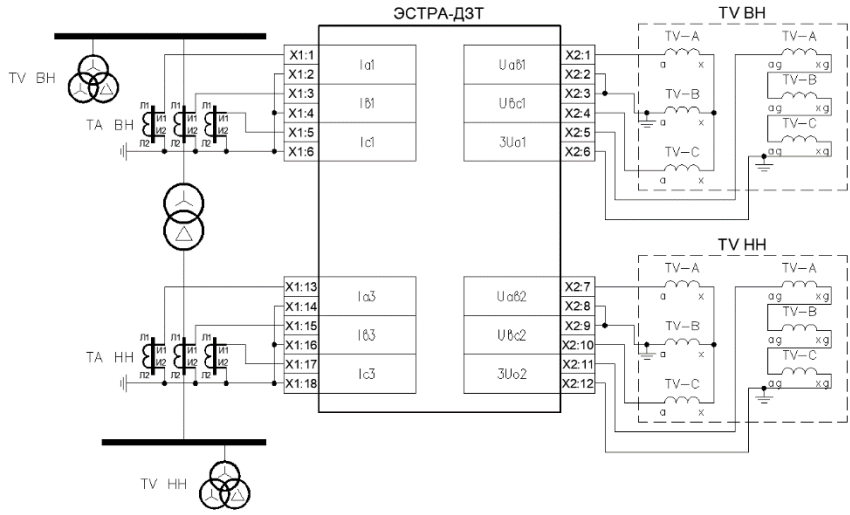
Внешние цепи ЭСТРА-ДЗТ (дискретные входы/выходы, питание)



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

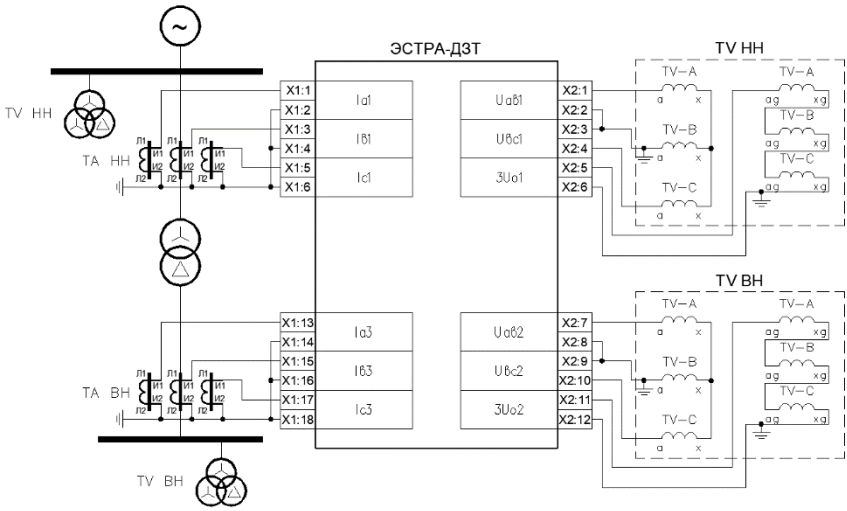
Подключение измерительных цепей к блоку ДЗТ

Защита двухобмоточного понижающего трансформатора



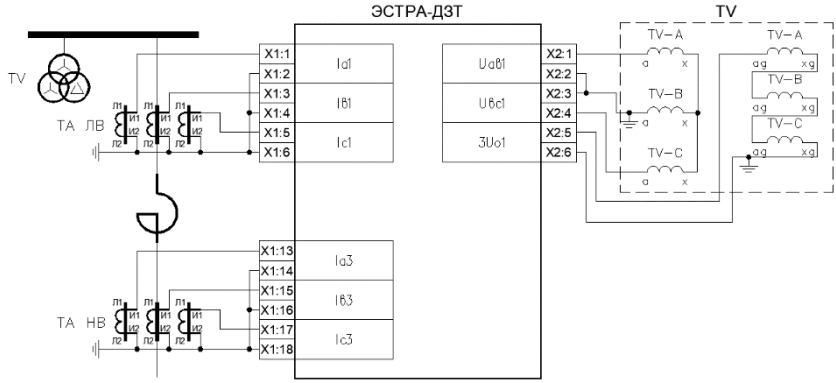
Подключение измерительных цепей к блоку ДЗТ

Защита двухобмоточного повышающего трансформатора



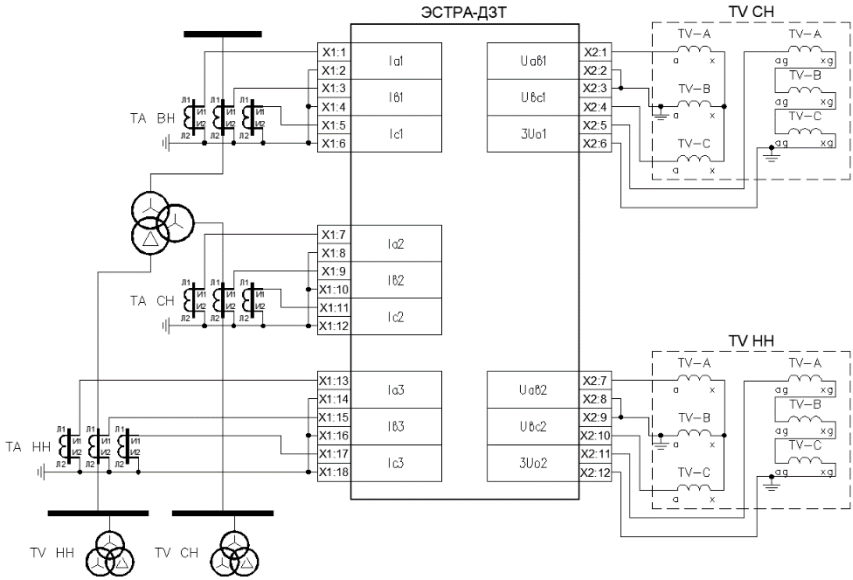
Подключение измерительных цепей к блоку ДЗТ

Защита реактора или линии



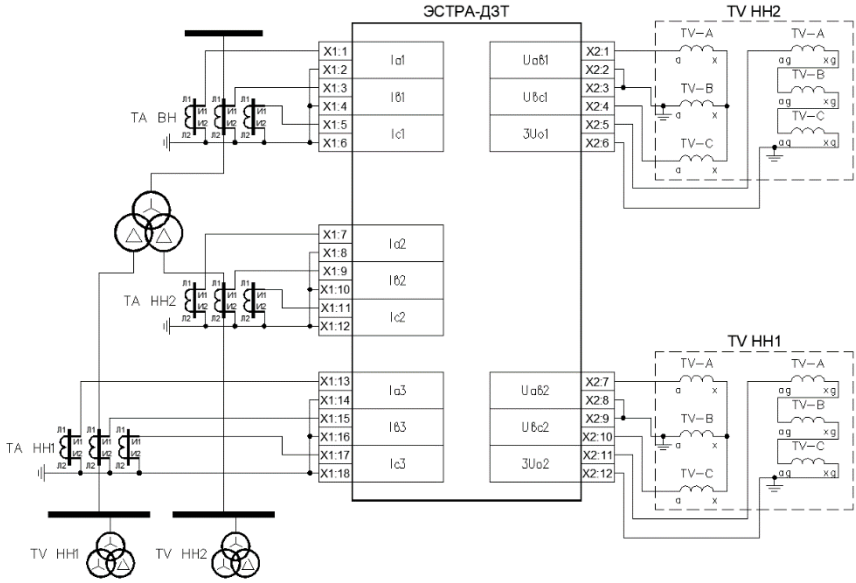
Подключение измерительных цепей к блоку ДЗТ

Защита трехобмоточного понижающего трансформатора



Подключение измерительных цепей к блоку ДЗТ

Защита понижающего трансформатора с расщепленной обмоткой



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Список внутренних сигналов, назначаемых на дискретные входы

Наименование сигнала, группа 1	Расшифровка сигнала
Блок ДТО	Блокировка дифференциальной токовой отсечки
Блок ДЗТ	Блокировка дифференциальной защиты с торможением
Блок ДЗ	Блокировка ДТО и ДЗТ
Блок МТЗ ВН	Блокировка МТЗ стороны ВН
Блок МТЗ НН	Блокировка МТЗ стороны НН
Блок МТЗ СН/НН2	Блокировка МТЗ стороны СН/НН2
Блок МТЗ	Блокировка всех МТЗ
Блок ЗП	Блокировка защиты от перегрузки
Блок ТЗНП	Блокировка токовой защиты нулевой последовательности
Блок ТЗОП	Блокировка токовой защиты обратной последовательности
Блок АУО	Блокировка автоматики управления обдувом
Блок ЗПО	Блокировка защиты от потери охлаждения
Блок диагн.РПН	Блокировка диагностики РПН
Блок УРОВ	Блокировка УРОВ
Блок АПВ	Блокировка АПВ
Блок АУВ ВН	Блокировка автоматики управления выключателем стороны ВН

Наименование сигнала, группа 2	Расшифровка сигнала
ВКЛ	Прием сигнала включения выключателя стороны ВН
ОТКЛ	Прием сигнала отключения выключателя стороны ВН
РПО ВН	Сигнал РПО выключателя стороны ВН
РПВ ВН	Сигнал РПВ выключателя стороны ВН
РПО НН	Сигнал РПО выключателя стороны НН
РПВ НН	Сигнал РПВ выключателя стороны НН
РПО СН/НН2	Сигнал РПО выключателя стороны СН/НН2
РПВ СН/НН2	Сигнал РПВ выключателя стороны СН/НН2
РПВ2 ВН	Сигнал РПВ2 выключателя стороны ВН
ДТ ЭМВ	Датчик тока электромагнита включения
ДТ ЭМО1	Датчик тока электромагнита отключения 1
ДТ ЭМО2	Датчик тока электромагнита отключения 2
SF6 ВВ сигнал	Датчик элегаза отсека ВВ на сигнал
SF6 ВВ авария	Датчик элегаза отсека ВВ на отключение
SF6 ТТ сигнал	Датчик элегаза отсека ТТ на сигнал
SF6 ТТ авария	Датчик элегаза отсека ТТ на отключение

Наименование сигнала, группа 3	Расшифровка сигнала
ДВ ГЗ-1	Вход газовой защиты трансформатора на сигнал
ДВ ГЗ-2	Вход ГЗ трансформатора на отключение
ДВ ГЗ РПН	Вход газовой защиты РПН на отключение
ГЗ-1 на откл	Перевод газовой защиты 1 ступени на отключение
ГЗ-2 на сигн	Перевод газовой защиты 2 ступени на сигнал
ГЗ РПН на сигн	Перевод газовой защиты РПН на сигнал
РКИ ГЗ-1	Реле контроля изоляции 1 ступени ГЗ
РКИ ГЗ-2	Реле контроля изоляции 2 ступени ГЗ
РКИ ГЗ РПН	Реле контроля изоляции ГЗ РПН
Питание ГЗ	Контроль питания цепей газовой защиты
ДТ сраб	Срабатывания датчика температуры масла
ДТ возв	Возврат датчика температуры масла
ОТКЛ от ШАОТ	Сигнал отключения ВВ стороны ВН от ШАОТа
Отказ охлажд	Отказ системы охлаждения трансформатора
Блок РПН по маслу	Вход блокировки РПН по уровню масла
Внеш УРОВ	Вход внешнего отключения от УРОВ

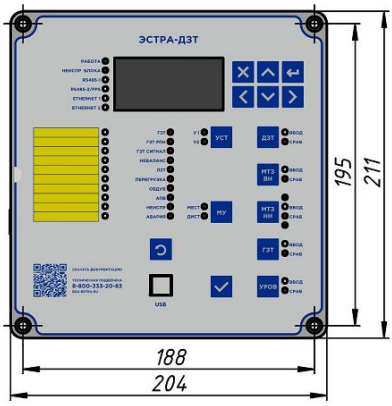
Наименование сигнала, группа 4	Расшифровка сигнала
ПОН НН	Пуск по напряжению стороны НН
ПОН СН/НН2	Пуск по напряжению стороны СН/НН2
Авт ТН НН	Автомат цепей напряжения стороны НН
Авт ТН СН/НН2	Автомат цепей напряжения стороны СН/НН2
Уск МТЗ ВН	Оперативное ускорение МТЗ ВН
Уск МТЗ НН	Оперативное ускорение МТЗ НН
Уск МТЗ СН/НН2	Оперативное ускорение МТЗ СН/НН2
ДВ ВО-1	Вход внешнего отключения 1
ДВ ВО-2	Вход внешнего отключения 2
ДВ ВО-3	Вход внешнего отключения 3
ДВ ВО-4	Вход внешнего отключения 4
ДВ ЛЗШ	Вход блокировки ЛЗШ
ПОН ВН	Пуск по напряжению стороны ВН
Авт ТН ВН	Автомат цепей напряжения стороны ВН
Внеш ОТКЛ	Вход внешнего отключения ВВ
Внеш ВКЛ	Вход внешнего включения ВВ

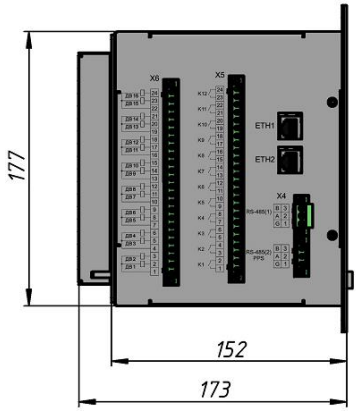
Наименование сигнала, группа 5	Расшифровка сигнала
ДВ ОБ	Вход оперативной блокировки включения ВВ
ТУ	Выбор режима ТУ
Уставки 1	Выбор группы уставок 1
Уставки 2	Выбор группы уставок 2
Сброс сигнал	Сброс сигнализации
Контроль ВВ	Контроль исправности выключателя
Внеш ДЗ1	Вход отключения от внешней ДЗ1
Внеш ДЗ2	Вход отключения от внешней ДЗ1
ПМ не готов	Контроль взвода пружин привода выключателя
Контроль БИ	Контроль положения крышек БИ
Вывод терм	Вывод терминал из работы
ДТ обмоток	Срабатывания датчика температуры обмоток
Маслоуказ ВУ	Верхний уровень масла в баке трансформатора
Маслоуказ НУ	Нижний уровень масла в баке трансформатора
Отсеч клапан	Срабатывание отсечного клапана бака
Блок ВВ НН	Вход блокировки управления выключателем стороны НН

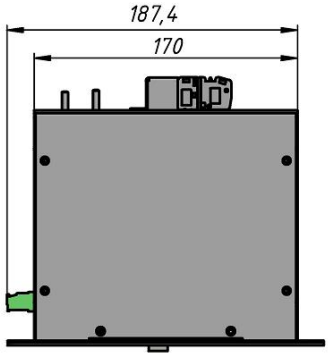
Наименование сигнала, группа 6	Расшифровка сигнала
ВКЛ НН	Прием сигнала включения выключателя стороны НН
ОТКЛ НН	Прием сигнала отключения выключателя стороны НН
Блок АУВ НН	Блокировка автоматики управления выключателем стороны НН

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

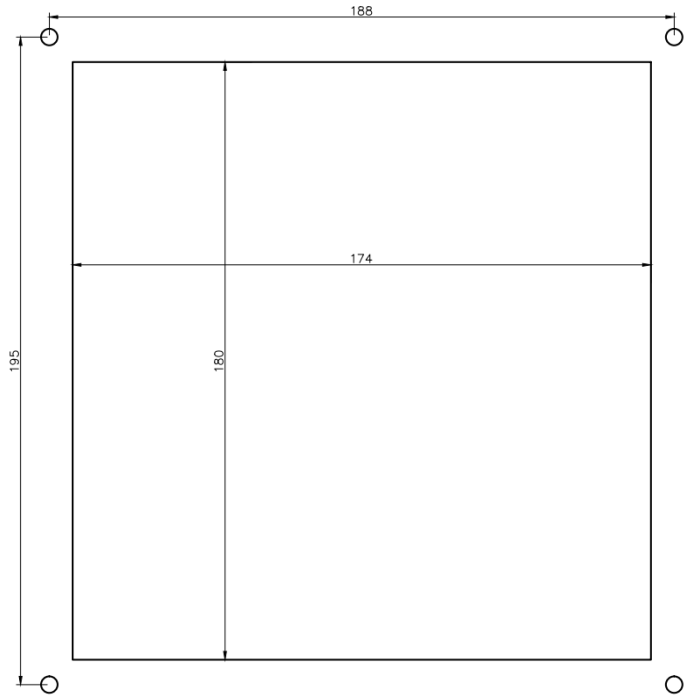
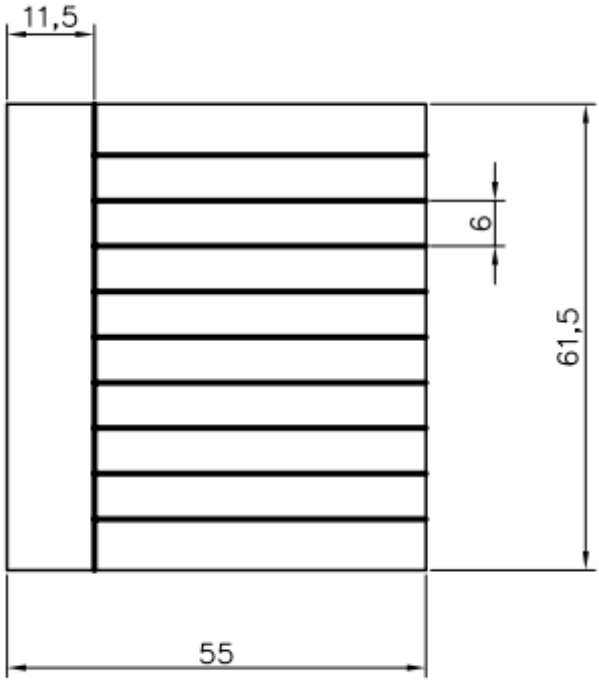
Габаритный чертеж корпуса блоков ЭСТРА-ДЗТ







Размеры выреза под корпус блока защиты



Размеры вкладыша лицевой панели (масштаб 1:1)