



ПРОГРАММНО ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС "ЧЕРНЫЙ ЯЩИК"

**ТЕРМИНАЛЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ
ОСНОВНОЙ ЗАЩИТЫ ТРЁХОБМОТОЧНОГО
ТРАНСФОРМАТОРА
БИМ ХХХХ Р22
БИМ ХХХХ Р00**

ООО НТЦ "ГОСАН"

Телефон: (495) 132-19-00

E-mail: gosan@gosan.ru

[http: // www.gosan.ru](http://www.gosan.ru)

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

**Москва
2014г.**

ФЮКВ 343300.322РЭ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Техническое описание.....	5
1.1. Обозначение типа терминалов.....	5
1.2. Условия эксплуатации терминала.....	6
1.3. Основные технические характеристики.....	7
1.4. Характеристики защит и автоматики.....	8
1.5. Конструкция терминала.....	9
1.6. Аппаратный состав терминалов.....	13
1.6.1. Аналоговые входы.....	13
1.6.2. Дискретные входы.....	13
1.6.3. Дискретные выходы.....	13
1.6.4. Логические выходы (блинкеры).....	14
1.6.5. Индикация на лицевой панели.....	14
1.6.6. Блок питания.....	14
1.6.7. Интерфейс СЛВС ЧЯ.....	15
1.6.8. Интерфейс КМО.....	15
1.6.9. Интерфейс Ethernet.....	15
1.6.10. панель управления терминалом.....	15
1.6.11. Основные пункты меню.....	15
1.7. Самодиагностика.....	17
1.8. Цифровой осциллограф.....	17
1.9. Работа защит и автоматики.....	19
1.9.1. Управление выключателями.....	19
1.9.2. Сигнализация.....	20
1.9.3. Дифференциальная защита трансформатора.....	21
1.9.4. Учёт положения РПН.....	23
1.9.5. Дифференциальная отсечка.....	24
1.9.6. Газовая защита.....	25
1.9.7. Максимальная токовая защита.....	25
1.9.8. Обдув трансформатора.....	26
1.9.9. Перегрев трансформатора.....	27
1.9.10. Сигнализация уровня масла.....	27
1.9.11. Контроль цепей газовой защиты.....	27
1.9.12. Блокировка АВР секций СН и НН.....	28
1.9.13. Пуск УРОВ ВН, СН и НН.....	28
1.9.14. Блокировка АПВ ВН, СН и НН.....	28
1.9.15. Пуск пожаротушения.....	29
1.9.16. Линии задержки.....	29
1.10. Регистрация работы защит и автоматики.....	29
2. Подключение и настройка.....	33
2.1. Меры безопасности.....	33
2.2. Подключение.....	33
2.2.1. Интерфейсы.....	33
2.2.2. Цепи питания, управления, блокировок, сигнализации.....	34
2.2.3. Цепи управления выключателями.....	34
2.2.4. Аналоговые цепи.....	34
2.2.5. Назначение дискретных переменных по умолчанию.....	35
2.3. Области данных программы «Монитор РЗА».....	39
2.3.1. «Настройки».....	40
2.3.2. «Таблица связей».....	41
2.3.3. «Таблица КМО».....	52
2.4. Настройка защит и автоматики.....	54
2.4.1. Управление выключателями.....	54
2.4.2. Общая сигнализация работы защит и автоматики.....	56
2.4.3. Дифференциальная защита трансформатора.....	57
2.4.4. Учёт положения РПН.....	58
2.4.5. Дифференциальная отсечка.....	59

2.4.6. Газовая защита.....	60
2.4.7. Максимальная токовая защита.....	60
2.4.8. Обдув трансформатора.....	62
2.4.9. Перегрев трансформатора.....	63
2.4.10. Сигнализация уровня масла.....	63
2.4.11. Контроль цепей газовой защиты.....	64
2.4.12. Блокировка АВР секций СН и НН.....	64
2.4.13. Пуск УРОВ ВН, СН и НН.....	65
2.4.14. Блокировка АПВ ВН, СН и НН.....	65
2.4.15. Пуск пожаротушения.....	67
2.4.16. Линии задержки.....	67
2.4.17. Коэффициенты трансформации ТТ.....	68
2.4.18. Телеуправление.....	68
2.5. Рекомендации по расчетам уставок.....	69
2.5.1. Уставки защит и автоматики.....	69
2.5.2. Граничные значения.....	69
2.5.3. Контроль цепей выключателя.....	69
2.5.4. Ускорение при включении.....	69
2.5.5. Дифференциальная защита трансформатора и дифференциальная отсечка.....	69
2.5.6. Пример расчета ДЗТ и ДО.....	72
3. Техническое обслуживание.....	75
3.1. Контроль работоспособности.....	75
3.2. Проверка технического состояния.....	76
3.2.1. Внешний осмотр.....	76
3.2.2. Измерение и испытание изоляции.....	76
3.2.3. Проверка измерения токов.....	76
3.2.4. Проверка часов реального времени.....	77
3.2.5. Проверка дискретных входов и выходов.....	77
3.2.6. Проверка КМО.....	77
3.2.7. Проверка защит и автоматики.....	77
3.3. Исключение терминала из цикла КМО для проверок.....	80
4. Принятые сокращения и обозначения.....	83
5. Литература.....	86
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	87
Логические схемы работы защит и автоматики.....	87
Схемы подключения терминалов P22 и P00.....	93
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	96
Реализация протокола МЭК 61850.....	96

ВВЕДЕНИЕ

Базовые информационные модули БИМ ХХХХ Р22 и БИМ ХХХХ Р00, далее по тексту терминалы Р22 и Р00, применяются в качестве основной защиты трёхобмоточного трансформатора. Функции защит и автоматики распределены между двумя терминалами (Р22, Р00), которые работают как единое целое, обмениваясь между собой значениями токов и дискретными сигналами по цифровому интерфейсу КМО.

Терминалы могут работать как в автономном режиме, так и в составе измерительного информационного комплекса «Черный ящик 2000» (ЧЯ) [2], либо в составе любой АСУТП, поддерживающей протокол МЭК61850.

Функции защит и автоматики:

1. дифференциальная защита (ДЗТ) трёхобмоточного трансформатора;
2. дифференциальная отсечка (ДО) трёхобмоточного трансформатора;
3. блокировка ДЗТ при бросках намагничивающего тока по соотношению токов второй и основной гармоник;
4. торможение ДЗТ от токов плеч;
5. учет положения РПН при расчете дифференциального тока ДЗТ;
6. перерасчет токов в треугольник при соединении трансформаторов тока звезду (группа 11);
7. газовая защита трансформатора и РПН;
8. две ступени резервной максимальной токовой защиты стороны ВН (МТЗ ВН);
9. две ступени резервной максимальной токовой защиты стороны СН (МТЗ СН);
10. две ступени резервной максимальной токовой защиты стороны НН (МТЗ НН);
11. сигнализация перегрева трансформатора;
12. автоматика обдува трансформатора;
13. сигнализация уровня масла трансформатора;
14. контроль цепей газовой защиты трансформатора и РПН;
15. автоматика пуска установки пожаротушения;
16. регистратор работы защиты и автоматики.

Дополнительные функции: *

- мониторинг нагрузочного режима;
- осциллограф аварийных процессов;
- телеуправление.

* – здесь и далее функции и параметры, зависящие от модификации терминала

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1.1. Обозначение типа терминалов

Структура условного обозначения типоразмеров терминала:

БИМ ABCD.EF.M/N G

код	параметр	варианты
A	конструкция корпуса	1 – стальной корпус для одностороннего монтажа; 2 – стальной корпус двухстороннего обслуживания средний; 6 – стальной корпус двухстороннего обслуживания большой.
B	символьный дисплей	0 – дисплей отсутствует, 3 индикатора; 1 – дисплей с подсветкой, 13 индикаторов; 3 – дисплей с подсветкой, 24 индикатора.
C	каналы	1 – аналоговые и дискретные входы; 3 – аналоговые каналы, дискретные входы и выходы; 5 – только дискретные входы и выходы.
D	тип дискретных входов	0 – потенциальный вход =220 В (150кОм); 1 – сухой контакт 48 (внутреннее питание = 48 В); 2 – потенциальный вход =110 В; 3 – сухой контакт 12 В (внутреннее питание =12 В); 4 – потенциальный вход ~220 В; 5 – потенциальный вход =220 В (60кОм).
M	количество дискретных входов	16/32шт.
N	количество дискретных выходов	16/32 шт.
E	основной интерфейс	0 – RG6 (протокол BBnet); 3 – ВОЛС (протокол BBnet); 9 – Ethernet Port 802.3U (FTP4).
F	дополнительный интерфейс	0 – отсутствует; 1 – RS 232; 2 – RS 485 (BBnet); 5 – КМО; 9 – Ethernet Port. 802.3U (FTP4).
G	функция	A – аварийный осциллограф; P – защита и автоматика (P00-P99)

Пример обозначения терминала:

БИМ 2130.55 AP22

БИМ 2130.55 AP00

Данная запись соответствует поставке терминала основной защиты трёхобмоточного трансформатора, с встроенным аварийным осциллографом. Конструкция корпуса позволяет устанавливать данное изделие в закрытом помещении путем врезки в шкафы и панели. На лицевой панели терминала установлен символьный дисплей, с клавиатурой и индикаторами в количестве 24 шт. Терминал оборудован аналоговыми входами для подключения к трансформаторам тока и напряжения, 16 дискретными входами для приема сигналов постоянного напряжения 220 В и 16 дискретными выходами. Имеется возможность обмена информацией с другими терминалами по каналам междоульного обмена (КМО).

1.2. Условия эксплуатации терминала

ТАБЛИЦА № 1 УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Вид климатического исполнения по ГОСТ 15543.1-89	УХЛ 3.1
Рабочий диапазон температур окружающей среды	-40 ... +55° С
Температура хранения	-60 ... +70° С
Относительная влажность (не конденсируемая)	до 95% (при 35° С)
Атмосферное давление	от 60 кПа до 107 кПа
Защита от пыли и влаги по ГОСТ 14254-96 (лицевая панель БИМ2XXX/БИМ6XXX)	IP21 (IP51)
Устойчивость к вибрации и ударам по ГОСТ 17516.1-90	группа М4
Требования пожарной безопасности	по ГОСТ 12.1.004-91
Устойчивость к воздействию электростатического разряда по ГОСТ Р 51317.4.2-99 с испытательным напряжением импульса разрядного тока: <ul style="list-style-type: none"> • контактный разряд – 8 кВ • воздушный разряд – 15 кВ 	степень жесткости 4
Устойчивость к воздействию электромагнитного поля напряженностью 10 В/м с полосой частот от 80 до 2000 МГц по ГОСТ Р 51317.4.3-99	степень жесткости 3
Устойчивость к воздействию наносекундных импульсных помех по ГОСТ Р 51317.4.4-99 с заданной амплитудой испытательных импульсов (длительность фронта/длительность импульса): <ul style="list-style-type: none"> • цепи переменного и оперативного тока – 4 кВ, 5/50 нс • приемные и выходные цепи – 2 кВ, 5/50 нс 	степень жесткости 4
Устойчивость к воздействию микросекундных импульсных помех большой энергии по ГОСТ Р 51317.4.5-99 длительностью 1/50 и 6.4/16 мкс: <ul style="list-style-type: none"> • цепи выше 40 В по схеме «линия-земля» – 4 кВ • цепи выше 40 В по схеме «линия-линия» – 2 кВ • цепи цифровых каналов – 1кВ 	степень жесткости 4
Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями при воздействии напряжением 10 В с полосой частот от 150 кГц до 80 МГц по ГОСТ Р 51317.4.6-99	степень жесткости 3
Устойчивость в течение 60 с к колебательным затухающим помехам по ГОСТ Р 51317.4.12 с параметрами: <ul style="list-style-type: none"> • напряжение «линия-земля» – 2.5 кВ • напряжение «линия-линия» – 1.0 кВ 	степень жесткости 3
Устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц по ГОСТ Р 51317.4.16-2000: <ul style="list-style-type: none"> • длительная помеха, испытательное напряжение 30 В • кратковременная помеха, испытательное напряжение 100 В 	степень жесткости 4
Устойчивость к пульсациям $\pm 10\%$ от номинальной величины напряжения питания согласно ГОСТ Р 51317.4.17-99	степень жесткости 3
Устойчивость к провалам и перерывам питания по ГОСТ Р 51317.6.5-2006 переменного напряжения, не более: <ul style="list-style-type: none"> • до 30 % • до 60 % • до 100 % 	см.раздел 1.6.6 неограниченно 5 с (~U) / 1 с (=U) 1 с (~U) / 0.5 с (=U)
Устойчивость к воздействию магнитного поля промышленной частоты по ГОСТ Р 50648-94: <ul style="list-style-type: none"> • непрерывного напряжённостью 100 А/м • кратковременного (1 с) напряжённостью 1000 А/м 	степень жесткости 5
Устойчивость к воздействию импульсного магнитного поля с напряженностью 300А/м (молниевые разряды или короткие замыкания в первичной сети) по ГОСТ Р 50649-94	степень жесткости 4
Помехозмиссия от терминалов по ГОСТ Р 51317.6.4-99 относительно 1 мкВ/м на расстоянии 30 м, не более: <ul style="list-style-type: none"> • в полосе частот 30-230 МГц • в полосе частот 230-1000 МГц 	30 дБ 37 дБ

1.3. Основные технические характеристики

ТАБЛИЦА № 2 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Номинальное напряжение цепей оперативного тока (постоянный, выпрямленный, переменный)	220 (110) В $\pm 20\%$
Номинальный ток цепей переменного тока (I_n)	5 А, 1 А
Номинальное напряжение цепей переменного напряжения (U_n)	100 В
Диапазон измерения тока, А	0.01 – 50 I_n
Диапазон измерения напряжения, В	0.05 – 5 U_n
Предел основной погрешности при измерении тока: <ul style="list-style-type: none"> • 0.05 – 1.2 I_n • 0.01 – 0.05 I_n; 1.2 – 50 I_n 	0.5 % 1.5 %
Предел основной погрешности при измерении напряжения: <ul style="list-style-type: none"> • 0.05 – 1.2 U_n • 0.01 – 0.05 U_n; 1.2 – 5 U_n 	0.5 % 0.5 %
Потребление цепей питания, не более: <ul style="list-style-type: none"> • в состоянии покоя • в состоянии срабатывания 	7 Вт 15 Вт
Потребление цепей измерения, не более: <ul style="list-style-type: none"> • при номинальном токе датчика 5А • при номинальном токе датчика 1А • при номинальном напряжении 100 В 	0.25 ВА/вход 0.05 ВА/вход 0.05 ВА/вход
Частота переменного тока и напряжения	45 – 55 Гц
Число выборок аналоговых сигналов за период	32
Уход часов реального времени за 1 сутки при автономной работе, не более:	5 с
Точность синхронизации с системным временем, не более	1 мс (см. [2])
Готовность защиты при подаче напряжения питания, не более	250 мс
Сохранение работоспособности после снятия питания (см. раздел 1.6.6)	до 2.5 с
Сопротивление изоляции между независимыми цепями, между независимыми цепями и корпусом, не менее: <ul style="list-style-type: none"> • при вводе в эксплуатацию • в эксплуатации 	100 МОм 10 МОм
Гальваническая развязка: <ul style="list-style-type: none"> • цепей на напряжение 110-220 В • цепей связи 	2000 В 500 В
Габаритные размеры терминала <ul style="list-style-type: none"> • БИМ 1XXX 16/16 • БИМ 2XXX 16/16 • БИМ 6XXX 32/32 	280x257x107 мм 193x259x148 мм 228x259x148 мм
Вес терминала без упаковки, не более <ul style="list-style-type: none"> • БИМ 1XXX 16/16 • БИМ 2XXX 16/16 • БИМ 6XXX 32/32 	3.7 кг 3.5 кг 3.9 кг

1.4. Характеристики защит и автоматики

Диапазоны уставок и время работы защит и автоматики показаны в таблице № 3, погрешности срабатывания защит – в таблице № 4.

Если нет специальной оговорки, анализ величин токов в функциях защит и автоматики ведётся по составляющей 1-й гармоники.

В базовой модификации для всех защит и автоматики $I_n=5$ А.

ТАБЛИЦА № 3 ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАЩИТ И АВТОМАТИКИ

Дифференциальная защита трансформатора (ДЗТ)	
Диапазон уставки по току	0.1 – 10 А
Шаг изменения уставки по току	0.01 А
Диапазон уставки по времени	0.0 – 300 с
Время срабатывания при нулевой выдержке времени, не более	30 мс
Диапазон коэффициентов возврата токовых органов	0.8 – 0.99
Диапазон изменения коэффициента торможения токами плеч	0.1 – 0.8
Шаг изменения коэффициента торможения токами плеч	0.01
Диапазон уставок блокировки от токов намагничивания	0.1 – 1.0
Шаг изменения уставок блокировки от токов намагничивания	0.01
Дифференциальная отсечка (ДО)	
Диапазон уставки по току	0.1 – 100 А
Шаг изменения уставки по току	0.01 А
Диапазон уставки по времени	0.0 – 300 с
Время срабатывания при нулевой выдержке времени, не более	30 мс
Диапазон коэффициентов возврата токовых органов	0.8 – 0.99
МТЗ ВН, МТЗ СН, МТЗ НН (МТЗ)	
Диапазон уставки по току	0.1 – 200 А
Шаг изменения уставки по току	0.01 А
Диапазон уставки по времени	0.0 – 300 с
Время срабатывания при нулевой выдержке времени, не более	30 мс
Диапазон коэффициентов возврата токовых органов	0.8 – 0.99
Автоматика обдува	
Диапазон уставки по току	0.1 – 200 А
Шаг изменения уставки по току	0.01 А
Диапазон уставки по времени	0.0 – 300 с
Диапазон коэффициентов возврата токовых органов	0.8 – 0.99
Контроль цепей ГЗ и ГЗ РПН	
Диапазон уставки по току	150 – 1500 мкА
Шаг изменения уставки по току	10 мкА
Диапазон уставки по времени	0.0 – 300 с

ТАБЛИЦА № 4 ПОГРЕШНОСТИ СРАБАТЫВАНИЯ ЗАЩИТ

Наименование органов срабатывания	Предел основной погрешности	Предел дополнительной погрешности при изм. температуры в пределах -40...+15, +25...+55°C	Предел дополнительной погрешности при изменении частоты в пределах 45...55 Гц	Предел дополнительной погрешности при наличии гармонических составляющих до 15 гарм. 10%
Токовые защиты	2.0 %	±0.03 %/°C	0.1 %	0.05 %

Контроль цепей ГЗ	5.0 %	$\pm 0.05 \text{ \%}/^{\circ}\text{C}$	–	–
Время	25 мс	–	–	–

1.5. Конструкция терминала

Терминалы выпускаются в стальных корпусах трёх модификаций:

БИМ 1XXX – для одностороннего монтажа на панелях и в шкафах (рис. 2), с количеством дискретных входов и выходов 16/16. Выполнен в виде двух корпусов, соединённых между собой. В меньшем корпусе находится аналоговая часть с преобразователями и клеммными зажимами АХ1-АХ18 (1) для подключения цепей переменного тока, а также цепей питания терминала. На лицевой стороне корпуса находится блок индикации с символьным дисплеем (5) и клавиатурой (4). На боковой стороне корпуса расположены разъёмы дискретных входов Х1-Х2 (2), разъёмы дискретных выходов Х3-Х4 (3), разъёмы интерфейсов (6,7) и винт заземления терминала (8).

БИМ 2XXX – для врезки в панели и дверцы шкафов, с монтажом цепей с тыльной стороны (рис. 3), с количеством дискретных входов и выходов 16/16. Выполнен в едином корпусе. На лицевой стороне корпуса находится блок индикации с символьным дисплеем (5) и клавиатурой (4). На тыльной стороне корпуса расположены блок клеммных зажимов аналоговых цепей и питания АХ1-АХ18 (1), разъёмы дискретных входов Х1-Х2 (2), разъёмы дискретных выходов Х3-Х4 (3), разъёмы интерфейсов (6,7). Винт заземления терминала (8) расположен на нижней стороне корпуса.

БИМ 6XXX – для врезки в панели и дверцы шкафов, с монтажом цепей с тыльной стороны (рис. 4), с количеством дискретных входов и выходов 32/32. Выполнен в едином корпусе. На лицевой стороне корпуса находится блок индикации с символьным дисплеем (5) и клавиатурой (4). На тыльной стороне корпуса расположены блок клеммных зажимов аналоговых цепей и питания АХ1-АХ18 (1), разъёмы дискретных входов Х1-Х2 (2), разъёмы дискретных выходов Х3-Х4 (3), разъёмы интерфейсов (6,7). Винт заземления терминала (8) расположен на нижней стороне корпуса.

Клеммный ряд аналоговых зажимов закрывается крышкой с проушиной (10) для пломбирования, ограничивающего доступ к цепям. Помимо этого, на крепящий винт корпуса терминала ставится пломба завода-изготовителя (9): для модификации БИМ 1XXX на лицевой стороне корпуса, для БИМ 2XXX и БИМ 6XXX – на тыльной стороне.

Внешний вид разъёма подключения дискретных входов и выходов приведён на рис. 1.



Рис. 1 Внешний вид разъёма дискретных входов и выходов

Помимо конструктивных различий все параметры и набор функций модификаций терминалов одинаковы.

На лицевой стороне терминала расположена панель, на которой находятся символьный дисплей, клавиатура и 24 светодиода, предназначенных для представления информации о работе терминала и его функций.

Символьный дисплей – это светодиодная панель размером две строки по 16 символов. Клавиатура на лицевой панели терминала пленочная 6-ти клавишная. Нажатия на клавиши сопровождаются короткими звуковыми сигналами.

Из 24 индикаторных светодиодов 3 имеют постоянное назначение: «РАБОТА», «ОСЦ» (срабатывание аварийного осциллографа) и «НЕИСПР». Остальные 21 пронумерованных индикаторов (1 – 21) предназначены для сигнализации работы функций защит и автоматики.

Терминал основной защиты трёхобмоточного трансформатора

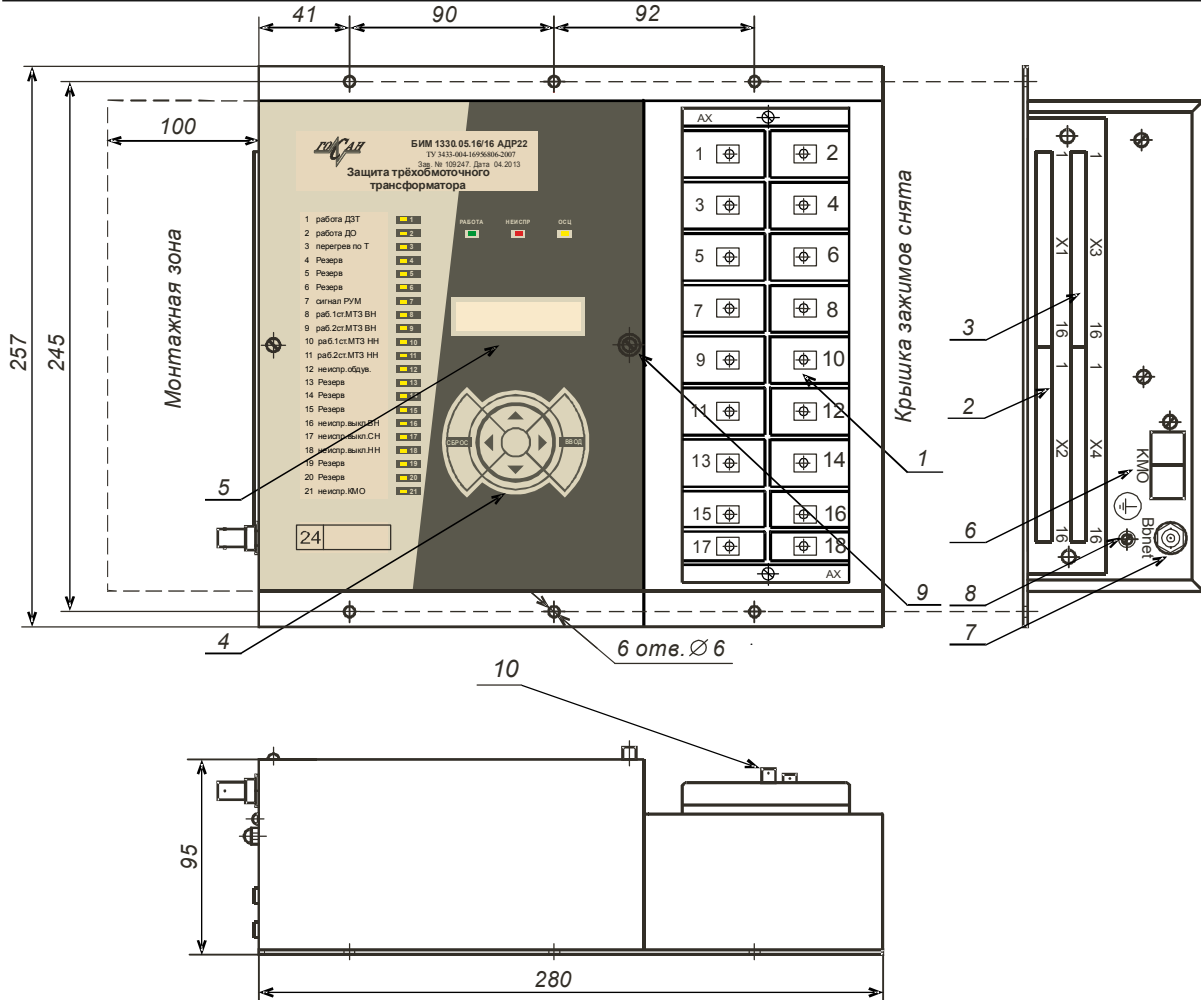


Рис. 2 Общий вид модификации БИМ IXXX – 16 дискр. входов, 16 дискр. выходов

1 – клеммный ряд аналоговых входов и питания терминала (AX); 2 – разъемы дискретных входов (X1, X2); 3 – разъемы дискретных выходов (X3, X4); 4 – клавиатура; 5 – символичный дисплей; 6 – разъемы КМО; 7 – разъем интерфейса Vbnet; 8 – винт заземления терминала; 9 – пломба завода-изготовителя; 10 – проушина для пломбирования.

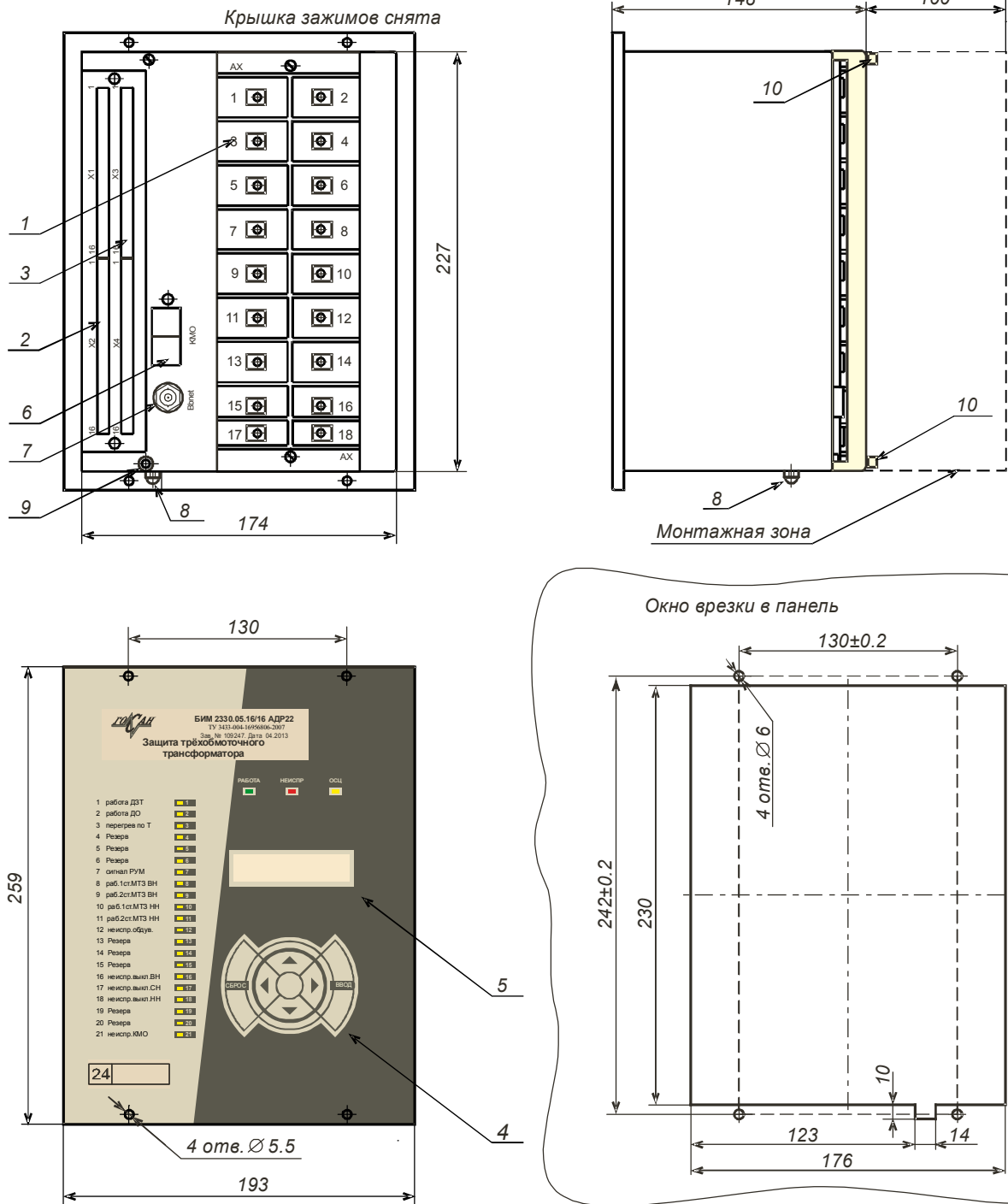


Рис. 3 Общий вид модификации БИМ 2XXX – 16 дискр. входов, 16 дискр. выходов

1 – клеммный ряд аналоговых входов и питания терминала (АХ); 2 – разъемы дискретных входов (X1, X2); 3 – разъемы дискретных выходов (X3, X4); 4 – клавиатура; 5 – символьный дисплей; 6 – разъемы КМО; 7 – разъем интерфейса Bvnet; 8 – винт заземления терминала; 9 – пломба завода-изготовителя; 10 – проушина для пломбирования.

Терминал основной защиты трёхобмоточного трансформатора

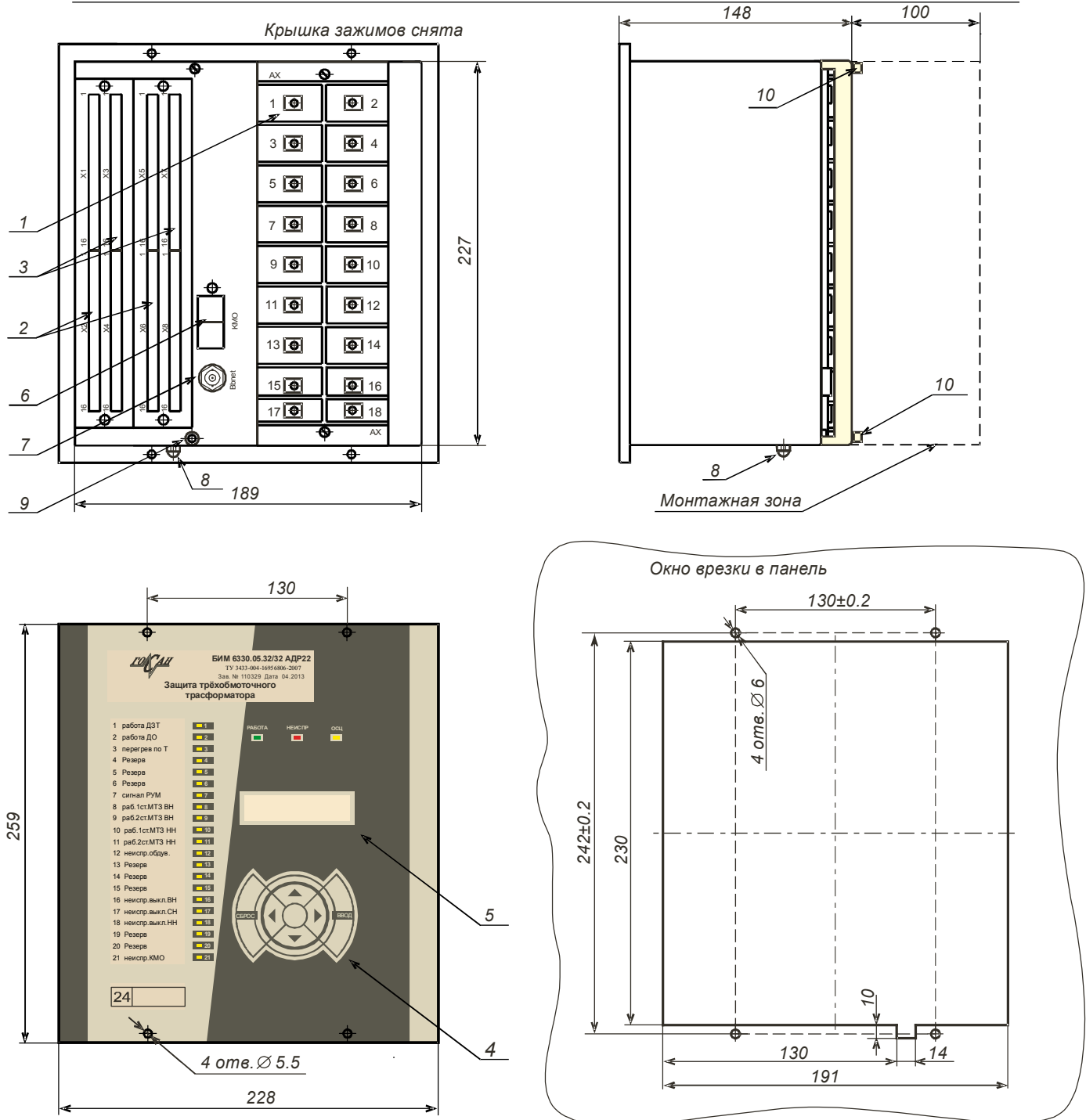


Рис. 4 Общий вид модификации БИМ 6XXX – 32 дискр. входа, 32 дискр. выхода

1 – клемный ряд аналоговых каналов; 2 – разъемы дискретных входов (X1, X2); 3 – разъемы дискретных выходов (X3, X4); 4 – клавиатура; 5 – символьный дисплей; 6 – разъемы КМО; 7 – разъем интерфейса Vbnet; 8 – винт заземления терминала; 9 – пломба завода-изготовителя; 10 – проушина для пломбирования

1.6. Аппаратный состав терминалов

1.6.1. Аналоговые входы

Терминал имеет 8 аналоговых входов. Входы токовых органов защит выполнены с использованием преобразователей (датчиков) тока ТТ-5А или ТТ-1А (по заказу), защиты от замыканий на землю – ТТ-1А, входы органов напряжения – ТН-500В.

Преобразователи тока и напряжения выполнены на основе прецизионных трансформаторов с устойчивыми измерительными характеристиками. Преобразователи осуществляют согласование входного сигнала измерительных цепей с уровнем АЦП и гальваническую развязку входов друг от друга и остальных компонентов терминала. Каждый преобразователь содержит ФНЧ 1-го или 2-го порядка с частотой среза 2000 Гц.

ТАБЛИЦА № 5 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ

Преобразователь (датчик)	Номинальное значение	Термическая стойкость, длительно	Термическая стойкость, в течение 10 с	Термическая стойкость, в течение 1 с	Входное сопротивление
ТН-500В	100 В	500 В	-	750 В	300 кОм
ТТ-5А	5 А	12 А	50 А	320 А	5 мОм
ТТ-1А	1 А	5 А	25 А	150 А	10 мОм

1.6.2. Дискретные входы

Терминалы модификаций БИМ 1XXX и БИМ 2XXX имеет 16 дискретных входов, модификации БИМ 6XXX – 32 дискретных входа. Дискретные входы выпускаются в исполнении 220 В или 110 В (по заказу) для подключения к активным цепям.

Внешний вид разъёмов показан на рис. 6. Один разъём имеет 16 зажимов и рассчитан для подключения 8 дискретных входов (два зажима на каждый вход). Обозначения разъёмов для БИМ 1XXX и БИМ 2XXX – X1 и X2, для БИМ 6XXX – X1, X2, X5 и X6.

При подключении дискретных входов, рассчитанных на постоянное напряжение 220 В, необходимо соблюдать полярность. Положительный полюс «+» подключается к нечётным зажимам разъёма (X1:1, 3, ..., 15, X2:1, 3, ..., 15, X5:1, 3, ..., 15, X6:1, 3, ..., 15), отрицательный полюс «-» – к чётным зажимам (X1:2, 4, ..., 16, X2:2, 4, ..., 16, X5:2, 4, ..., 16, X6:2, 4, ..., 16).

Монтаж разъёмов кабельной части дискретных входов выполняется проводом сечением до 2.5 мм².

ТАБЛИЦА № 6 ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСКРЕТНЫХ ВХОДОВ

Номинальное напряжение (Un)	=220 В	=110 В	~220 В
Напряжение срабатывания	160-170 В	80-85 В	140-150 В
Напряжение возврата	140-150 В	65-75 В	130-140 В
Входное сопротивление, не более	60 кОм	150 кОм	150 кОм
Значение тока после срабатывания входа	30 мА в течение 9 мс	-	-
Входной ток удержания	4 мА	1.5 мА	1.5 мА
Задержка срабатывания	5, 10, 20 мс	5, 10, 20 мс	12 мс
Задержка возврата	12 мс	12 мс	15 мс

1.6.3. Дискретные выходы

Терминалы модификаций БИМ 1XXX и БИМ 2XXX имеет 16 дискретных выходов, модификации БИМ 6XXX – 32 дискретных выхода. Дискретные выходы выполнены на электромеханических реле, которые имеют замыкающие контакты (кроме 16-го).

Внешний вид разъёмов показан на рис. 6. Один разъём имеет 16 зажимов и рассчитан для подключения 8 дискретных выходов (два зажима на каждый выход). Обозначения разъёмов для БИМ 1XXX и БИМ 2XXX – X3 и X4, для БИМ 6XXX – X3, X4, X7 и X8.

Выход 16 (X4:15,16) предназначен для сигнализации неисправности терминалов, имеет размыкающие контакты реле и программно связан с индикатором «НЕИСПР» лицевой панели.

Для модификации терминала со счётчиком технического учёта С1 или С4 счётно-импульсные выходы 1-4 (X3:1,2 – X3:7,8) выполнены на твёрдотельных реле.

ТАБЛИЦА № 7 ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСКРЕТНЫХ ВЫХОДОВ

Типы выходных реле	Электроме- ханические	Твёрдотельные
Максимальный рабочий ток	~/=8 А	~/=100 мА
Ток замыкания: <ul style="list-style-type: none"> • в течение 1 с • в течение 0.2 с • в течение 0.03 с 	~/=10 А ~/=30 А ~/=40 А	-
Ток размыкания при постоянном напряжении =220В индуктивной нагрузки с постоянной времени 50 мс, не более	250 мА	140 мА
Ток размыкания при постоянном напряжении =220В резистивной нагрузки, не более	350 мА	140 мА
Максимальное рабочее напряжение	~/=250 В	=250 В
Пиковое напряжение	~/=400 В	=400 В
Время срабатывания, не более	8 мс	2 мс
Время отпускания, не более	15 мс	0.5 мс

1.6.4. Логические выходы (блинкеры)

В дополнение к физическим дискретным выходам в терминале имеется группа из 16-ти логических выходов (блинкеров) не имеющих реле управления. Используются они для сигнализации управления и работы функций защиты и автоматики через интерфейсы терминала (например, для передачи информации в диспетчерскую службу или для осциллографирования).

Текущее состояние логических блинкеров выводится на символьный дисплей терминала.

1.6.5. Индикация на лицевой панели

Индикатор «РАБОТА» (зеленого цвета) горит, если на терминал подано питание и его программное обеспечение находится в исправном состоянии.

Индикатор «ОСЦ» (желтого цвета), при наличии функции осциллографирования, сигнализирует о наличии в памяти терминала записанных осциллограмм. Индикатор загорается в начале записи осциллограммы и гаснет, когда осциллограмма удалена из памяти терминала (после передачи в сервер (ПК) или по команде с клавиатуры терминала «Сброс записей»).

Индикатор «НЕИСПР» (красного цвета) загорается при наличии сбоев в работе терминала. Кратковременные вспышки индикатора свидетельствуют о сбоях в аналоговом тракте терминала.

21 индикатор (желтого цвета) предназначен для сигнализации работы защит и автоматики терминала. Индикаторы не имеют жёсткой привязки и настраиваются программой «Монитор РЗА» (см. раздел 2.3.2 «Страница «Таблица связей»).

1.6.6. Блок питания

Блок питания (БП) импульсный, способен работать в широком диапазоне напряжений, как постоянного, так и переменного тока. Нечувствителен к входным пульсациям. Обеспечивает набор внутренних напряжений (+5В, ±15В) для питания элементов терминала. Большая емкость конденсаторов на первичной стороне БП обеспечивает нормальную работу терминала при кратковременных (до 2.5 с) пропадающих питающего напряжения.

ТАБЛИЦА № 8 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ БП ТЕРМИНАЛА

	Переменный, выпрямленный ток	Постоянный ток
Диапазоны входных напряжений: <ul style="list-style-type: none"> • ~/=220 В • =110В 	140÷250 В —	150÷350 В 66÷155 В
Допустимая длительность провалов напряжения, не более: <ul style="list-style-type: none"> • до 30 % • до 60 % 	неограниченно 5 с	неограниченно 1 с
Допустимая длительность прерывания напряжения, не более: <ul style="list-style-type: none"> • при включенных: 16 Вых, 16 Вх, 21 Инд 	1 с	0.5 с

• при включенных: 8 Вых, 8 Вх, 10 Инд	2.5 с	1 с
Время готовности к работе при подаче Un, не более	0.25 с	
Потребляемая мощность, не более	15 ВА	
Пиковый потребляемый ток при включении, не более	5 А/5 мс	

1.6.7. Интерфейс СЛВС ЧЯ

Базовым интерфейсом передачи данных терминала является интерфейс СЛВС «Черный ящик» [3]. Это последовательный, гальванически изолированный интерфейс, поддерживающий скорость обмена до 0.4 Мбит/с.

Терминал должен быть подключён к контролеру СЛВС ЧЯ. В качестве контролера выступает сервер СЛВС ЧЯ или универсальный адаптер Vbnet/All при подключении к персональному компьютеру (ПК).

1.6.8. Интерфейс КМО

Интерфейс КМО (канал межмодульного обмена) используется для объединения нескольких терминалов в единую функциональную группу. КМО позволяет обмениваться информацией (аналоговыми и дискретными сигналами) между 32 терминалами.

В терминале, для модификации с интерфейсом КМО, выполнен механизм передачи значений токов фаз и механизм приёма и передачи дискретных команд и сигналов для работы защит, автоматики и сигнализации.

Для настройки КМО необходимо подключение всех настраиваемых терминалов через интерфейс СЛВС ЧЯ (Vbnet) к серверу или к ПК. Подключение к ПК должно производиться с помощью адаптера Vbnet/All. После настройки работа КМО не зависит от соединения терминалов с сервером (ПК) по СЛВС ЧЯ.

Настройка КМО описана в разделе 2.3.3 «Страница «Таблица КМО», настройка».

ТАБЛИЦА № 9 ХАРАКТЕРИСТИКИ КМО

Скорость обмена	2 Мбит/с
Электрический интерфейс	RS-485
Среда передачи	витая пара UTP-4 или ВОЛС
Протокол передачи	кадры: каждый->всем
Скорость передачи информации между терминалами, не менее	32 Кбайт/с
Максимальная задержка доставки информации (для 32 терминалов)	5 мс
Максимальная суммарная длина кабельных связей	250 м
Количество терминалов в группе КМО	до 32

1.6.9. Интерфейс Ethernet





Интерфейс Ethernet применяется как с протоколом Vbnet, так и с протоколами в рамках стандарта МЭК 61850-8-1 (Приложение 2).

1.6.10. Панель управления терминалом

При включении питания терминала на символьном дисплее появляется начальная заставка, где указан производитель, номер версии встроенного ПО и адрес станции, после чего терминал переходит в нормальный режим работы, сопровождающийся постоянным свечением индикатора «РАБОТА».

НТЦ ГОСАН 2009
БИМ v6A adr= XXX

vXX – номер версии программного обеспечения терминала
XXX – представляет адрес терминала в СЛВС (от одного до трех знаков)

В процессе работы терминала на символьном дисплее выводятся текущие значения измеряемых параметров и информация о работе терминала. Выбор типа информации выполняется клавишами  и . Перебор показаний внутри типа осуществляется клавишами  и .

Символьный дисплей имеет подсветку, которая отключается при отсутствии нажатий на клавиши в течение 15 минут.

Набор пунктов меню терминала зависит от имеющегося набора функций, часть пунктов является общей. Примеры изображений показаны ниже, пункты даны в последовательности перебора.

1.6.11. Основные пункты меню

Меню действующих значений сигналов на аналоговых входах

ДЕЙСТВ. ЗНАЧ. К5
4.8639 А

K1-K8 – отражает номер аналогового входа, по которому выдается результат.
«А», «В» – единицы измерения (амперы, вольты).

Меню серийного номера терминала

СЕРИЙНЫЙ НОМЕР
100197 Вер. 6A

Каждый терминал имеет уникальный серийный номер. Дополнительно отображается номер версии программного обеспечения.

Меню защит от несанкционированного доступа

ПАРОЛИ И ЗАЩИТА
Системн. активен

В верхней строке отображается название меню, в нижней – состояние защит функций от несанкционированного доступа (активен, открыт или отключен).

Новый пароль?
0000

При входе в меню отключенной защиты или при вводе правильного пароля при открытой защите на символьном дисплее, появляется надпись «Новый пароль?» и четырехразрядное число ноль.

Ввести пароль?
попыток 5 0000

При входе в меню активной или открытой защиты на символьном дисплее появляются надписи «Ввести пароль?», «попыток 5» и четырехразрядное число ноль.

Меню текущего времени и даты

ДАТА Р Л ВРЕМЯ
23 окт 09 04:38:55

На символьном дисплее выводятся дата и время, отсчитываемое по часам терминала. При работе в составе СЛВС, источником времени служит контроллер СЛВС, периодически синхронизирующий время в терминалах. Символы «Р» («В») – рабочий день (выходной), «З» («Л») – зимнее время (летнее время).

Меню СЛВС

СЛВС ЧЯ: XXXXXX
Адрес=XXX

В верхней строке отображается скорость обмена в сети «Черный ящик», в нижней – уникальный адрес терминала в составе СЛВС ЧЯ.

Меню цифрового осциллографа *

В терминалах содержащих функцию осциллографа на символьном дисплее будет появляться меню записей.

ЗАПИСЕЙ НЕТ

На символьном дисплее по умолчанию выводится сообщение «Записей нет».

ЗАПИСИ пп/мм
12 апр 09 16:45:20

При наличии в памяти терминала сохраненных осциллограмм на символьном дисплее выводятся дата и время pp-ой записи осциллографа из общего числа mm зарегистрированных записей.

ЗАПИСИ
СТЕРЕТЬ ЗАПИСИ?

Нажатие клавиши (сброс) позволяет стереть все записи осциллографа. Стирание выполняется после подтверждения клавишей (ввод).

ЗАПИСИ
ЗАПУСТИТЬ? 1с

Ручной запуск осциллографа. Инициация пуска производится клавишей . Предварительно можно установить длительность регистрации в секундах (от 1 до 120) с помощью клавиш и .

Меню состояния дискретных входов и выходов

ДИСКРЕТНЫЕ ВХОДЫ
..3.....G

Отображается текущее состояние физических и программных дискретных входов и выходов группами по 16. Включенный (замкнутый) выход и вход, на который подается сигнал отражается своим номером (1-9) или буквой (A-G) по аналогии с шестнадцатеричной системой счисления. Отключенный выход/вход, на который не подается сигнал, обозначается точкой. Группы: «дискретные входы», «логические входы», «дискретные вых.» и «программные блинкеры» перебираются клавишами и .

Частота сети основной гармоники

ЧАСТОТА СЕТИ
50.002 Гц

Частота сети основной гармоники в Гц. Для вычисления частоты используется аналоговый вход с максимальной амплитудой основной гармоники. Если значимого сигнала ни на одном входе нет, на индикаторе отображается «??.???».

Меню относительных фаз аналоговых сигналов

ФАЗА К2
-020.00 град

Фаза основной гармоники аналоговых входов К1-К8 относительно фазы первого аналогового входа. Представляется в угловых градусах от -180° до $+179.99^\circ$.

1.7. Самодиагностика

После включения питания терминал проводит полную диагностику своих подсистем. В процессе работы терминал производит постоянную самодиагностику, контролируя исправность аналогового тракта и АЦП, статического ОЗУ и ПЗУ, целостность записанных данных. При неисправности одной из указанных подсистем загорается индикатор «НЕИСПР» и замыкаются контакты реле 16-го дискретного выхода «неиспр.терминала». Выполняется программная блокировка управления дискретными выходами, т.е. при включённом индикаторе «НЕИСПР» дискретные выходы остаются в тех же состояниях, что и в момент получения сигнала о неисправности независимо от состояния программных переменных.

Кратковременные вспышки индикатора «НЕИСПР» свидетельствуют о наличии помех на аналоговых входах терминалов (в цепях переменного тока). Помехи так же могут возникать при коммутации выходными реле терминалов катушек промежуточных реле и соленоидов управления выключателем. Каждая вспышка – это однократный исправимый сбой АЦП. Небольшое количество вспышек 1-2 в минуту допустимо и не влияет на работу терминала, если не происходит срабатывания 16-го дискретного выхода «неиспр.терминала».

Более частые вспышки свидетельствуют либо о недопустимо большом уровне помех (выше уровня заложенного в требованиях на ЭМС), либо о неисправности самого терминала. Большой уровень помех может также наблюдаться при плохом заземлении корпуса терминала.

Эксплуатация терминала с горящим индикатором «НЕИСПР» и замкнутыми контактами 16-го дискретного выхода «неиспр.терминала» запрещается. Терминал должен быть выведен из работы и отправлен в ремонт.

1.8. Цифровой осциллограф

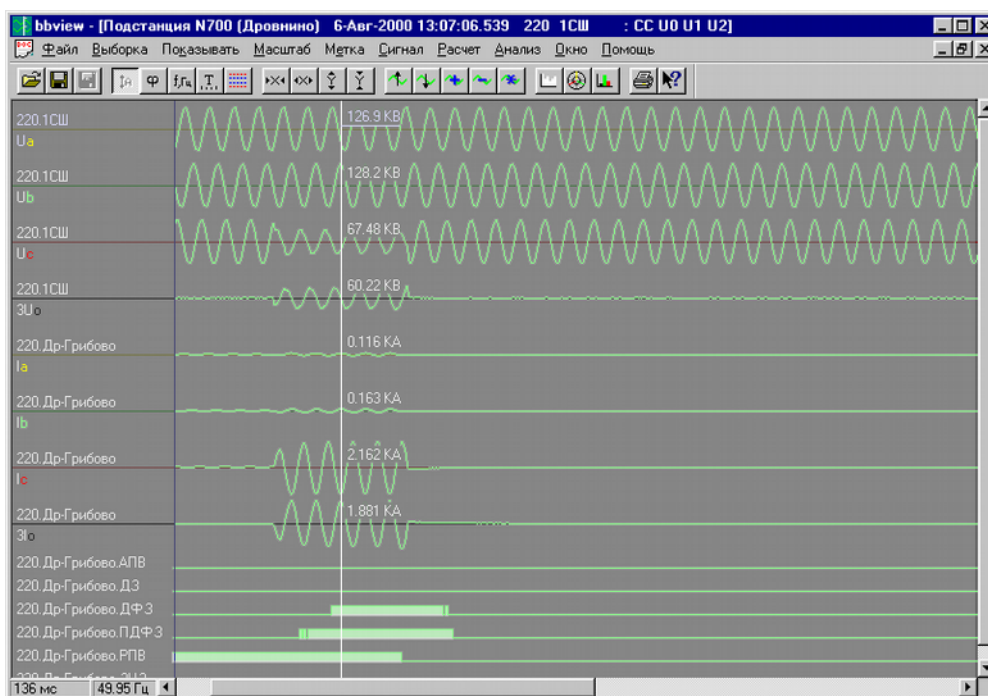


Рис. 5 Осциллограмма в программе Bbview

Цифровой осциллограф предназначен для регистрации переходных и аварийных процессов в электрических цепях переменного тока, а также регистрации состояния дискретных и логических входов и выходов терминала. Осциллограммы, записанные терминалом, считываются, обрабатываются и анализируются с помощью программного обеспечения «Черный ящик 2000» (Программа Bbview [2]) на сервере «ЧЯ» или персональном компьютере.

При подключении терминалов к серверу «ЧЯ» терминалы объединяются в группы для синхронного пуска осциллографов объединённых терминалов. При пуске осциллографа какого-нибудь терминала группы, сервер «ЧЯ» запустит остальные осциллографы этой группы. Сервер считывает записанную информацию и объединит в одну осциллограмму, на которой будет отображена информация о сигналах аналоговых входов, а так же дискретных и логических входов и выходов этих терминалов. Если терминалы подключены к ПК, то единая осциллограмма не создается.

Терминал основной защиты трёхобмоточного трансформатора

Пусковые органы осциллографа позволяют выполнять пуск по действующим значениям аналоговых сигналов и симметричных составляющих 3-х фазной цепи, по любому дискретному сигналу, по команде СЛВС и с лицевой панели терминала. Осциллограф состоит из аналоговой части, дискретной части и пусковых органов. Аналоговая часть функции осциллографа может быть отключена.

Вид записываемой осциллограммы показан на рис. 5.

Настройка конфигурации и записи осциллограмм описана в руководстве пользователя на комплекс «Чёрный ящик» [2].

ТАБЛИЦА № 10. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦИФРОВОГО ОСЦИЛЛОГРАФА

Аналоговые сигналы	
Количество аналоговых входов	8
Частота дискретизации	1600 Гц, равномерная
Разброс частоты дискретизации между терминалами, не более	30 ppm
Разрядность представления сигнала	14 бит, 2 диапазона работы
Относительная погрешность представления амплитуды	согласно таблице № 4 раздела 1.4
Дискретные сигналы	
Количество сигналов:	
• дискретные входы	до 32
• логические входы (ТУ)	32
• дискретные выходы	до 32
• логические выходы (блинкеры)	32
Разрешающая способность по времени	1 мс
Погрешность фиксации изменений состояния по времени, не более	5 мс
Форма записи	массив событий
Максимальное количество событий в осциллограмме	1024 события
Осциллограммы	
Длительность записи одной осциллограммы	до 120 с
Длительность предыстории в составе осциллограммы, не менее	0.1 с
Максимальное количество осциллограмм:	
• хранимое в памяти терминала без подключения к серверу (ПК)	31
• при подключении к серверу (ПК)	ограничено объёмом памяти жёсткого диска сервера (ПК)
Погрешность синхронизации фаз сигналов между входами одного терминала, не более	10 мкс
Погрешность синхронизации фаз сигналов между входами разных терминалов, не более	25 мкс
Относительная погрешность фиксации времени записи, не более	1 мс
Время хранения осциллограмм и уставок в ОЗУ при отключении питания, не менее	7 суток
Пусковые органы	
Виды запуска по аналоговым сигналам	действующие значения сигналов, симметричные составляющие
Виды запуска по дискретным сигналам	изменение состояния сигнала
Другие виды запуска	по команде СЛВС, с клавиатуры
Погрешность срабатывания пусковых органов	0.5-1.5%
Минимальная длительность нарушения уставок по аналоговым сигналам	30 мс

Минимальная длительность устойчивого состояния дискретных входов:	
• для $\sim U$	12 мс
• для $= U$	10 мс

1.9. Работа защит и автоматики

Настройка защит и автоматики с перечислением режимов, уставок, сигнализации описана в разделе 2.4 «Настройка защит и автоматики».

1.9.1. Управление выключателями

В терминалах трёхобмоточного трансформатора предусмотрены механизмы отключения от защит выключателей высшей, средней и низшей сторон трансформатора (ВН, СН и НН). Управление выключателями от ключей управления (КУ) и по каналам телеуправления (ТУ) выполняется терминалом резервной защиты трансформатора (БИМ XXXX P26 [7]) по стороне ВН, и терминалами защиты вводов в секции (БИМ XXXX P08 [9]) по сторонам СН и НН.

Функциональная схема блока отключения выключателя ВН показана на рис. 42 приложения. Схемы блоков отключения выключателей СН и НН аналогичны схеме выключателя ВН, за исключением отсутствия в них схемы управления второго соленоида отключения выключателей СН и НН.

Терминал производит отключение выключателей контактами реле дискретных выходов «ОТКЛ ВН», «ОТКЛ СН» и «ОТКЛ НН» соответственно. При наличии у выключателя стороны ВН двух соленоидов отключения предусмотрена команда «ОТКЛ-2 ВН» для подключения к независимым цепям опертока (см. далее «Отключение ВН по двум соленоидам»).

Сигнал на отключение от внешних защит и автоматики подаётся на дискретные входы и входы КМО «внешн.ОТКЛ1», «внешн.ОТКЛ2», «внешн.ОТКЛ3», от которых терминалы производят одновременное отключение всех трёх выключателей трансформатора (ВН, СН, НН).

Возможно использование дискретного выхода срабатывания защит «ОТКЛ от защит» на выходное реле отключения выключателей или на приводы выключателей с малыми токами коммутации команд управления.

Блокировка отключения выключателей производится внешними сигналами «блок.упр.ВН», «блок.упр.СН» и «блок.упр.НН». При блокировке управления сработает общая сигнализация «блинк.не поднят» и «сигнал вызова» (см. далее главу 1.9.2 «Сигнализация») и сигнализация «сиг.бл.упр.ВН» и «неиспр.выкл.ВН», «сиг.бл.упр.СН» и «неиспр.выкл.СН», «сиг.бл.упр.НН» и «неиспр.выкл.НН» соответственно. Блокировки автоматически снимаются при отключении соответствующих сигналов.

Отключение

Для отключения выключателя, т.е. формирования команды «ОТКЛ ВН» («ОТКЛ СН», «ОТКЛ НН»), необходимо:

- отсутствие внешнего сигнала «РПО ВН» («РПО СН», «РПО НН»);
- отсутствие внешнего сигнала «блок.упр.ВН» («блок.упр.СН», «блок.упр.НН»).

Сброс команды отключения

Возможные варианты сброса команд отключения:

- сигналом положения отключено выключателя («РПО ВН», «РПО СН», «РПО НН»);
- при использовании датчика (реле) контроля токов соленоидов (РКТС);
- автоматически (аварийно) (см. далее «Автоматический сброс команд управления, отключение автоматов питания соленоидов управления»);
- при отключении питания терминалов (аварийно).

При сбрасывании команд управления отключением питания терминала необходимо убедиться в обесточенности соленоидов отключения выключателей, для избежания разрыва контактами реле терминала токов этих соленоидов.

РКТС применяется для сброса команды отключения у выключателей, блок-контакты соленоида включения которых собираются до размыкания блок-контактов соленоида отключения.

При замыкании контактов реле дискретных выходов отключения «ОТКЛ ВН», «ОТКЛ-2 ВН», «ОТКЛ СН» и «ОТКЛ НН» соответствующие контакты «РКТС ВН», «РКТС-2 ВН», «РКТС СН» и «РКТС НН» замыкаются (см. рис. 42 приложения). При появлении сигнала от РКТС блокируется сброс команды отключения сигналом РПО соответствующего выключателя. При завершении коммутации выключателей размыкаются его блок-контакты, и обесточиваются катушки РКТС. После исчезновения сигналов «РКТС

ВН», «РКТС-2 ВН», «РКТС СН» и «РКТС НН» размыкаются контакты дискретных выходов отключения соответствующих выключателей.

При отсутствии РКТС сброс команды отключения происходит по появлению сигнала положения РПО.

Схемы подключения для способа сброса команды отключения сигналами положения выключателей и с применением датчика тока РКТС показаны на рис. 48 и рис. 49 приложения.

Отключение ВН по двум соленоидам

Команды отключения «ОТКЛ ВН» и «ОТКЛ-2 ВН» подаются одновременно при срабатывании защит при отсутствии сигнала «РПО ВН». Сбрасываются команды при появлении сигнала «РПО ВН» или по исчезновению соответствующих сигналов «РКТС ВН» и «РКТС-2 ВН». Контроль цепи отключения «ОТКЛ-2 ВН» выполняется терминалом резервных защит трансформатора (БИМ ХХХХ Р26) по сигналу «РПВ-2 ВН».

Контроль цепей выключателей

Для выявления неисправностей в цепях управления и приводе выключателя, предусмотрен контроль цепей выключателей. Функциональная схема блока контроля цепей управления выключателя ВН приведена на рис. 43 приложения. Схемы блоков контроля выключателей СН и НН аналогичны схеме выключателя ВН, за исключением отсутствия в них контроля команды отключения второго соленоида отключения «ОТКЛ-2 ВН» и контроля сигнала «РКТС-2 ВН».

Контроль цепей выключателей ВН, СН и НН производится по трём направлениям:

- по оценке времени несбрасывания команд отключения «ОТКЛ ВН», «ОТКЛ-2 ВН», «ОТКЛ СН» и «ОТКЛ НН»;
- по оценке времени несбрасывания сигналов «РКТС ВН», «РКТС-2 ВН», «РКТС СН» и «РКТС НН»;
- по оценке времени отключения аварийных токов после срабатывания защит: ДЗТ, ДО и МТЗ.

При превышении временем одного из этих событий значения уставки «Вр.контр.ВН», «Вр.контр.СН» и «Вр.контр.НН» соответствующего выключателя срабатывает сигнализация «неиспр.выкл.ВН», «неиспр.выкл.СН», «неиспр.выкл.НН», общая сигнализация («сигнал вызова», «блнкер не поднят») и производится пуск регистратора.

Сигнализация «неиспр.выкл.ВН», «неиспр.выкл.СН», «неиспр.выкл.НН» так же сработает без выдержки времени при появлении сигналов блокировки управления «блок.упр.ВН», «блок.упр.СН» и «блок.упр.НН».

При выставлении уставки времени «Вр.контр.ВН», «Вр.контр.СН», «Вр.контр.НН» нулевым значением, режим контроля цепей соответствующего выключателя выводится из работы.

Автоматический сброс команд управления, отключение автоматов питания соленоидов управления

При отключении выключателя с неисправным приводом или цепями управления соленоиды отключения могут длительно оказаться под напряжением и выйти из строя. Для обесточивания соленоидов в этом случае используются автоматический сброс команд управления и (или) автоматическое отключение автомата питания цепей управления выключателя.

Отключение питания соленоидов управления выключателя производится:

- при несбрасывании («подвисании») команд отключения «ОТКЛ ВН», «ОТКЛ-2 ВН», «ОТКЛ СН», «ОТКЛ НН»;
- при длительном протекании токов через соленоиды управления, при контроле этих токов с помощью датчиков тока РКТС (сигналы «РКТС ВН», «РКТС-2 ВН», «РКТС СН», «РКТС НН»).

Отключение соответствующих автоматов производится командами «откл.упр.ВН», «откл.упр.ВН-2», «откл.упр.СН», «откл.упр.ВН» после срабатывания сигнала неисправности цепей соответствующего выключателя. Команды подаются на независимые расцепители автоматов питания соленоидов управления выключателей. Команды отключения автоматов автоматически сбросятся через 1 с после появления.

При использовании реле-повторителей команд управления выключателями предусмотрены режимы автоматического сбрасывания команд управления – «Авт.сброс упр.ВН», «Авт.сброс упр.СН», «Авт.сброс упр.НН». Сброс «подвисшей» команды произойдёт после возникновения сигнала неисправности цепей выключателя.

1.9.2. Сигнализация

Сигнализация аварийного отключения выключателей выполнена в терминалах резервной защиты трансформатора (БИМ ХХХХ Р26 [7]) по стороне ВН, и защиты вводов в секции (БИМ ХХХХ Р08 [9]) по сторонам СН и НН.

Общая предупредительная сигнализация

Для организации предупредительной сигнализации в терминале предусмотрена общая сигнализация работы защит и автоматики, выполненная в виде двух сигналов: «сигнал вызова» и «блнк.не поднят». Сигналы подаются при срабатывании защит и автоматики, помимо собственной сигнализации срабатывания защит и автоматики. Сбрасываются сигналы:

- «блнк.не поднят» – по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» только при возврате органов контроля параметров защит и автоматики;
- «сигнал вызова» – автоматически через 1 секунду после срабатывания.

Сигнал «сигнал вызова» предусмотрен для работы на указательное реле или шинку звуковой предупредительной сигнализации. Сигнал «блнк.не поднят» – для работы на лампу или табло световой сигнализации срабатывания защит и автоматики.

Рабочая сигнализация

Для защит выполняется два вида сигнализации:

- сигнализация работы органов контроля параметров защиты – название переменной начинается словом «пуск» (например «пуск ДЗТ»); сигнал формируется только на время работы органа защиты, и автоматически сбрасывается при его возврате;
- сигнализация срабатывания защиты – название переменной начинается словом «работа» (например «работа ДЗТ»); формируется через установленную выдержку времени работы защиты, сбрасывается командами сброса сигнализации «сброс сигнала» или «сброс сигн.по ТУ» при возврате органов контроля параметров защиты.

Сигнализация положений выключателей

Для размножения и передачи другим терминалам сигналов «РПО ВН», «РПО СН» и «РПО НН» применяются сигналы-повторители «повтор.РПО ВН», «повтор.РПО СН» и «повтор.РПО НН».

Сигнализация неисправности терминалов

Шестнадцатый (16) дискретный выход жёстко настроен на сигнализацию неисправности (отказа) в работе терминала и сигнализацию исчезновения напряжения питания терминала, с использованием размыкающих контактов реле. При нормальной работе терминала и правильной работе внутреннего программного обеспечения реле включено и контакты разомкнуты. При отказе системы питания терминала или при нарушении в работе основных ресурсов (процессор, память) реле обесточится и замкнёт своими контактами цепь сигнализации «неиспр.терминала», на лицевой панели терминала загорится красный индикатор «НЕИСПР».

1.9.3. Дифференциальная защита трансформатора

Дифференциальная защита трансформатора (ДЗТ) реагирует на повышение дифференциального тока во вторичных цепях трансформаторов тока фаз А, В и С. ДЗТ установлена в терминале Р22, которому от терминала Р00 по КМО передаются комплексные значения токов стороны НН трансформатора.

ДЗТ имеет две группы уставок: «Базовую» и «Неиспр.РПН». Постоянно в работе находится группа «Базовая», при неисправности РПН происходит переход на группу «Неиспр.РПН».

В ДЗТ реализованы следующие функции:

- уравнивание токов плеч защиты;
- торможение токами плеч;
- блокировка от бросков токов намагничивания трансформатора.

Вторичные обмотки трансформаторов тока на сторонах ВН, СН и НН при подключении к терминалам соединяются в звезду, для силового трансформатора с группой соединения обмоток 11. Для правильного расчета дифференциальных токов необходимо включить режимы «ТТвн в треуг.», «ТТсн в треуг.» или «ТТнн в треуг.» для той из сторон трансформатора, на которой силовые обмотки соединены в звезду. Терминал автоматически пересчитает токи от ТТ из звезды в треугольник. Например, для трансформатора со схемой $\Delta/\Delta/\Delta$ должны быть включены режимы пересчёта «ТТвн в треуг.» и «ТТсн в треуг.», а режим «ТТнн в треуг.» – отключён. При расчётах уставок ДЗТ, для сторон с включёнными режимами пересчёта, коэффициент схемы соединения необходимо принимать равным $\sqrt{3}$ (см. пункт 2.5.5 раздела «Рекомендации по расчетам уставок»).

Уравнивание плеч защиты

Уравнивание плеч защиты применяется для устранения двух составляющих тока небаланса дифференциальных защит, вызванных невозможностью точного подбора коэффициентов трансформации трансформаторов тока и наличием небаланса при регулировании напряжения под нагрузкой. Вводится приведение величин вторичных токов от трансформаторов тока сторон низшего и среднего напряжения силового трансформатора к величине вторичного тока трансформаторов тока стороны высшего напряжения. Эти приведения достигаются введением уравнивательных коэффициентов в расчёт дифференциальных токов:

$$I_{\text{диф}} = \left| I_{2ВН} - k_{\text{ур.сн}} I_{2СН} - k_{\text{ур.нн}} I_{2НН} \right|, \quad (1)$$

где $I_{\text{диф}}$ – действующее значение дифференциального тока фазы, в амперах; $I_{2ВН}$ – вектор вторичного тока фазы стороны ВН, в амперах; $I_{2СН}$ – вектор вторичного тока фазы стороны СН, в амперах; $I_{2НН}$ – вектор вторичного тока фазы стороны НН, в амперах; $k_{\text{ур.сн}}$ – уравнивательный коэффициент плеча среднего напряжения защиты; $k_{\text{ур.нн}}$ – уравнивательный коэффициент плеча низшего напряжения защиты.

$$k_{\text{ур.сн}} = k_{1 \text{ ур.сн}} \cdot k_{2 \text{ ур}}, \quad k_{\text{ур.нн}} = k_{1 \text{ ур.нн}} \cdot k_{2 \text{ ур}}, \quad (2)$$

где $k_{1 \text{ ур.сн}}$, $k_{1 \text{ ур.нн}}$ – уравнивательные коэффициенты сторон СН и НН, устраняющие составляющую небаланса, вызванную невозможностью точного подбора коэффициентов трансформации трансформаторов тока, см. выражение (12) и (13); $k_{2 \text{ ур}}$ – уравнивательный коэффициент устраняющий составляющую небаланса вызванную регулированием напряжения под нагрузкой.

Учёт положения РПН

$$k_{2 \text{ ур}} = \frac{100}{100 - s \cdot \frac{n}{c - 1}}, \quad (3)$$

где n – полный диапазон регулирования напряжения под нагрузкой, в процентах, определяется значением заданной режимной переменной «Диапазон рег.» (например, при $\pm 12\%$ – «Диапазон рег.» выставляется значением 24%); c – общее количество ступеней регулирования напряжения под нагрузкой, определяется заданным значением «Кол-во ст.» (при ± 9 выставляется 19); s – счётчик положений РПН, при включенном режиме «учет РПН» принимает отрицательные значения при понижении коэффициента трансформации относительно среднего положения, нулевое значение в среднем положении, и положительные значения при повышении коэффициента трансформации относительно среднего ($-9, 0, +9$).

Значение s увеличивается и уменьшается внешними сигналами «РПН+» и «РПН-» в пределах, заданных режимной переменной «Кол-во ст.».

При использовании терминала БИМ ХХХХ Р33 с функцией АРНТ [8] значение счётчика положений РПН и блокировка режима учёта РПН принимаются по КМО (см. раздел «Страница «Таблица КМО»). Для этого необходимо включить режим «Ст.РПН по КМО».

Контроль за показаниями счётчика РПН и блокировка описаны ниже в пунктах «Сигнализация положения РПН» и «Контроль исправности РПН».

Торможение токами плеч

Для отстройки от внешних коротких замыканий в ДЗТ реализован принцип торможения токами плеч. Он основан на автоматическом увеличении значения тока срабатывания защиты в зависимости от величины вторичных токов плеч в каждой фазе.

$$I_{\text{с.з.}} = I_{\text{с.з. min}}, \quad \text{при } I_{\text{торм}} < I_{\text{торм.нач.}}, \quad (4)$$

$$I_{\text{с.з.}} = k_{\text{торм}} \cdot I_{\text{торм}}, \quad \text{при } I_{\text{торм}} > I_{\text{торм.нач.}}, \quad (5)$$

где $I_{\text{с.з.}}$ – значение тока срабатывания защиты, в амперах; $I_{\text{с.з. min}}$ – уставка срабатывания защиты, в амперах; $I_{\text{торм}}$ – действующее значение тока торможения фазы, в амперах; $k_{\text{торм}}$ – коэффициент торможения, $I_{\text{торм.нач.}}$ – ток начала торможения, высчитываемый терминалом автоматически (см. рис. 6 «Тормозная характеристика ДЗТ»).

Ток торможения в каждой фазе трансформатора рассчитывается терминалом по следующей формуле:

$$I_{\text{торм}} = \left| I_{2ВН} \right| + \left| I_{0ВН} \right| + k_{\text{ур.сн}} \left| I_{2СН} \right| + k_{\text{ур.нн}} \left| I_{2НН} \right|, \quad (6)$$

где $|I_{2ВН}|$, $|I_{2СН}|$, $|I_{2НН}|$ – действующие значения вторичных токов сторон высшего, среднего и низшего напряжений трансформатора в каждой фазе, в амперах; $|I_{0ВН}|$ – действующее значение вторичного тока

нулевой последовательности стороны высшего напряжения трансформатора, в амперах; $k_{ур.сн}$, $k_{ур.нн}$ – уравнивательные коэффициенты плеч защиты, см. выражение (2).

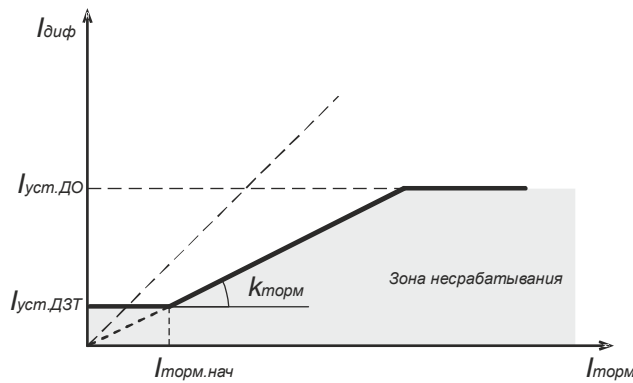


Рис. 6 Тормозная характеристика ДЗТ

Для отстройки от внешних коротких замыканий на землю на стороне ВН производится дополнительное торможение в каждой фазе током нулевой последовательности стороны ВН.

Тормозная характеристика построена в осях $I_{диф}$ и $I_{торм}$ и состоит из горизонтального и прямолинейного наклонного участков. Горизонтальный участок обеспечивает работу защиты без торможения при токах торможения меньших чем ток начала торможения $I_{торм.нач}$.

Коэффициент торможения определяется на прямолинейном наклонном участке характеристики из выражения:

$$k_{торм} = \frac{I_{диф}}{I_{торм}} \quad (7)$$

Блокировка от токов намагничивания

Принцип блокировки действия ДЗТ от бросков токов намагничивания силового трансформатора при его включении выполнен на сравнении величин действующих значений первой и второй гармоник тока каждой из сторон трансформатора. Терминал преобразовывает сигналы от вторичных обмоток трансформаторов тока в каждой фазе в ряд гармонических составляющих и рассчитывает соотношение дифференциальных токов второй и первой гармоник:

$$m_{ВН} = \frac{|I_{ВН(2)}|}{|I_{ВН(1)}|}, m_{СН} = \frac{|I_{СН(2)}|}{|I_{СН(1)}|}, m_{НН} = \frac{|I_{НН(2)}|}{|I_{НН(1)}|} \quad (8)$$

где $m_{ВН}$, $m_{СН}$, $m_{НН}$ – относительные величины токов второй гармоники каждой фазы по сторонам ВН, СН и НН; $I_{ВН(2)}$, $I_{СН(2)}$, $I_{НН(2)}$ – значения токов второй гармоники во вторичных цепях трансформаторов тока высшей, средней и низшей сторон каждой фазы (с учётом пересчёта токов при включённых режимах «ТТвн треуго.», «ТТсн треуго.» и «ТТнн треуго.»); $I_{ВН(1)}$, $I_{СН(1)}$, $I_{НН(1)}$ – значения токов первой гармоники во вторичных цепях трансформаторов тока высшей, средней и низшей сторон каждой фазы.

При равенстве или превышении значения m в одной из фаз величины уставки «Коефф.бл.намагн.» работа дифференциальной защиты трансформатора в данной фазе блокируется.

Работа ДЗТ

Функциональная схема работы ДЗТ показана на рис. 44 приложения.

Срабатывание ДЗТ произойдёт через выдержку времени уставки группы, если значение относительной величины вторичного тока стороны ВН второй гармоники фазы – m (см. выражение (8)) меньше величины уставки «Коефф.бл.намагн.». Подаётся команда на отключение выключателей ВН, СН и НН трансформатора, срабатывает сигнализация «работа ДЗТ» и общая сигнализация («блинк.не поднят», «сигнал вызова») и производится запуск регистратора событий (см. раздел 1.10).

При возникновении неисправности РПН, если включён в работу режим «Учёт РПН», ДЗТ автоматически переходит на группу уставок «Неиспр.РПН». При отключённом режиме «Учёт РПН» ДЗТ всегда работает на группе «Базовая».

Блокировка ДЗТ

Блокировка ДЗТ производится внешним сигналом на дискретный вход «блок.ДЗТ» от оперативного ключа или накладки (см. рис. 44 приложения). Блокировка автоматически снимается при снятии сигнала с дискретного входа. При выполнении инверсии (см. раздел 2.3.2 «Страница «Таблица связей») дискретному входу «блок.ДЗТ» блокировка будет производиться не при наличии сигнала, а при его отсутствии.

При отсутствии связи по КМО с терминалом Р00 также выполняется блокировка работы ДЗТ.

Для сигнализации блокировки ДЗТ внешним сигналом «блок.ДЗТ» и при отсутствии связи по КМО с терминалом Р00 предусмотрен выходной сигнал «сиг.блок.ДЗТ».

1.9.4. Учёт положения РПН

Возможны два варианта получения терминалом Р22 положения РПН для уравнивания небаланса ДЗТ.

Первый, при использовании в качестве АРНТ терминала БИМ ХХХХ Р33 [8], когда положение РПН принимается по КМО, и не требуется дополнительного контроля и сигнализации.

Второй, терминал Р22 использует собственный счётчик положений РПН, который меняет свое значение по дискретным сигналам «РПН+» и «РПН–».

Сигнализация положения РПН

При применении второго варианта с использованием счётчика положения РПН терминала Р22, для правильной работы ДЗТ необходимо контролировать значения счётчика, и сравнивать его показания с действительным положением РПН.

Счетчик положений, а с ним и значение уравнивательного коэффициенты $k_{2ур}$ (см. выражение (3)) изменяются внешними сигналами «РПН+» и «РПН–» от устройства АРНТ трансформатора, или вручную сигналами «ручное РПН+» и «ручное РПН–» на дискретные входы или по ТУ. Ручное переключение предусмотрено для корректировки счётчика терминала с реальным положением РПН, и не приведёт к блокировке режима в случае ошибочного выхода счётчика за границы регулирования «Кол-во.ст.».

Номер ступени РПН по счётчику терминала можно определить в графе внутреннего регистратора «номер.ст.РПН» (см. раздел 1.10 «Регистрация работы защит и автоматики») или на символьном дисплее лицевой панели терминала. Для просмотра номера ступени на дисплее необходимо:

- стрелками «верх»-«вниз» клавиатуры, расположенной на лицевой панели терминала, найти меню «УПРАВЛЕНИЕ»;
- войти в меню «УПРАВЛЕНИЕ», нажав кнопку «ВВОД»;
- под заголовком «положение РПН» высветится номер действующей ступени РПН счётчика терминала;
- возврат в общее меню дисплея осуществляется нажатием кнопки «СБРОС» на лицевой панели терминала.

Контроль исправности РПН

Неисправность цепей РПН определяется в следующих случаях:

- при получении внешнего сигнала «блок.учёт.РПН»;
- при нахождении привода РПН в крайнем верхнем положении (значение счётчика максимально) и получении команды прибавления счётчика положений «РПН+»;
- при нахождении привода РПН в крайнем нижнем положении (значение счётчика «1») и получении команды убавления счётчика положений «РПН–»;
- при одновременном появлении сигналов «РПН+» и «РПН–».

При срабатывании контроля цепей РПН подаётся сигнал «неиспр.РПН» и делается запись в регистратор событий.

При выявлении неисправности цепей РПН происходит отключение режима учёта положений РПН ($k_{2ур}=1$, см. выражение (2)) и перевод ДЗТ и ДО на более грубую группу уставок «Неиспр.РПН». Счётчик положений РПН остаётся в состоянии до блокировки для возможности его корректировки.

Для перевода, после устранения неисправностей РПН, на уставку «Базовая» и включения режима учёта РПН необходимо выставить вручную счётчик РПН в значение соответствующее истинному положению РПН, или при использовании КМО убедиться в соответствии показаний счётчика с истинным положением РПН. Нажатием кнопки сброса сигнализации «сброс сигнала» перевести защиты на уставку «Базовая», должен пропасть сигнал неисправности РПН «неиспр.РПН».

При применении КМО и включённом режиме «учёт по КМО», в случае возникновения неисправности КМО, так же произойдёт отключение режима учёта положений РПН ($k_{2ур}=1$) и перевод ДЗТ на группу уставок «неиспр.РПН». Переход на группу «Базовая» и включение режима учёта положений произойдёт автоматически при восстановлении работы КМО (см. раздел 3.1 «Контроль работоспособности» абзац «Контроль работоспособности КМО»).

1.9.5. Дифференциальная отсечка

Дифференциальная отсечка (ДО) является резервной защитой трансформатора. ДЗТ, при КЗ в зоне срабатывания, может работать с замедлением из-за искажений формы кривой вторичного тока в переходном режиме КЗ при насыщении трансформаторов тока (блокировка ДЗТ по соотношению токов второй и первой гармоник). ДО установлена в терминале Р22, которому от терминала Р00 по КМО передаются комплексные значения токов стороны НН трансформатора.

ДО реагирует на повышение дифференциального тока во вторичных цепях трансформаторов тока фаз А, В и С. Ток каждой фазы контролируется отдельно.

ДО имеет одну группу уставок «Базовая».

В дифференциальной отсечке, так же как и в ДЗТ, выполнено уравнивание плеч защиты (см. выражение (1)) и имеется возможность пересчета токов в треугольник при соединении трансформаторов тока в звезду. Положение РПН в расчёте дифференциального тока ДО не учитывается.

Работа ДО

Функциональная схема работы ДО показана на рис. 45 приложения.

Срабатывание ДО произойдёт через уставку выдержку времени, подаётся команда на отключение выключателей ВН, СН и НН трансформатора, срабатывает сигнализация «работа ДО» и общая сигнализация («блинк.не поднят», «сигнал вызова») и производится запуск регистратора событий (см. раздел 1.10).

Блокировка ДО

Блокировка ДО производится внешним сигналом на дискретный вход «блок.ДО» от оперативного ключа или накладки (см. рис. 45 приложения). Блокировка автоматически снимается при снятии сигнала с дискретного входа. При выполнении инверсии (см. раздел 2.3.2 «Страница «Таблица связей») дискретному входу «блок.ДО» блокировка будет производиться не при наличии сигнала, а при его отсутствии.

При отсутствии связи по КМО с терминалом Р00 также выполняется блокировка работы ДО.

Для сигнализации блокировки ДО внешним сигналом «блок.ДО» и при отсутствии связи по КМО с терминалом Р00 предусмотрен выходной сигнал «сиг.блок.ДО».

1.9.6. Газовая защита

Газовая защита (ГЗ) трансформатора и газовая защита РПН используются совместно с газовыми реле, установленными на трансформаторе. Установлены ГЗ трансформатора и ГЗ РПН в терминале Р00. Выполнение контроля цепей газовой защиты трансформатора и РПН описаны в разделе 1.9.11. Функциональная схема работы показана на рис. 46 приложения.

Работа ГЗ

При появлении внешнего сигнала от газового реле трансформатора «ОТКЛ от ГЗ» или газового реле РПН «ОТКЛ от ГЗ РПН» подаётся команда на отключение выключателей ВН, СН и НН, без выдержки времени, срабатывает сигнализация «работа ГЗ» или «работа ГЗ РПН», общая сигнализация («блинк.не поднят», «сигнал вызова») и производится запуск регистратора событий (см. раздел 1.10).

При появлении внешнего сигнала от газового реле трансформатора «сигнал от ГЗ» срабатывает без выдержки времени сигнализация «сигнал ГЗ», общая сигнализация («блинк.не поднят», «сигнал вызова») и производится запуск регистратора событий (см. раздел 1.10).

Перевод ГЗ на сигнал

Перевод на сигнал работы газовой защиты трансформатора и газовой защиты РПН производится внешними сигналами на дискретные входы «ГЗ на сигнал» и «ГЗ РПН на сигнал» соответственно от оперативных ключей или накладок. При наличии сигналов перевода «ГЗ на сигнал» и «ГЗ РПН на сигнал» на дискретных входах и появлении сигналов «ОТКЛ от ГЗ» и «ОТКЛ от ГЗ РПН» соответственно, отключения выключателей не произойдёт, сработает сигнализация «работа ГЗ» или «работа ГЗ РПН» и запустится регистратор событий.

Перевод автоматически снимается при снятии сигнала с дискретного входа. При выполнении инверсии (см. раздел 2.3.2 «Страница «Таблица связей») дискретным входам перевод будет производиться не при наличии сигналов «ГЗ на сигнал» и «ГЗ РПН на сигнал», а при их отсутствии.

1.9.7. Максимальная токовая защита

Максимальные токовые защиты сторон ВН, СН и НН предусмотрены как резервные защиты основных МТЗ, установленных в терминале резервных защит трансформатора БИМ ХХХХ Р26 [7] и терминалах защит вводов в секции БИМ ХХХХ Р08 [9].

Максимальные токовые защиты реагируют на токи фаз А, В и С от ТТ дифференциальной защиты. МТЗ ВН и МТЗ СН установлены в терминале Р22, МТЗ НН – в терминале Р00.

Каждая МТЗ имеет по две ступени и режим ускорения при включении соответствующего выключателя. Режим ускорения при включении вводится в работу на время «Вр.уск.вкл.» после исчезновения сигнала «РПО ВН», «РПО СН», «РПО НН» соответствующего выключателя.

Предусмотрены дополнительные выдержки времени отключения выключателей «Дп.вр.ОТКЛ ВН», «Дп.вр.ОТКЛ СН», «Дп.вр.ОТКЛ НН» для селективной работы МТЗ (см. далее «Работа МТЗ»).

При подключении к терминалу токовых цепей ДЗТ стороны ВН в звезду и необходимости работы МТЗ ВН по схеме соединения треугольник имеется возможность пересчёта, при включении режима «ТТвн в треуго.» (аналогично ДЗТ и ДО).

Работа МТЗ

Функциональная схема работы МТЗ ВН показана на рис. 47 приложения. Схемы работы МТЗ СН и МТЗ НН аналогичны схеме МТЗ ВН.

Срабатывание МТЗ ВН (МТЗ СН, МТЗ НН) произойдёт через уставку выдержки времени, подаётся команда с дополнительной задержкой на отключение выключателей ВН, СН и НН трансформатора (в зависимости от настроек), подаётся команда «ОТКЛ от МТЗ ВН» («ОТКЛ от МТЗ СН», «ОТКЛ от МТЗ НН»), срабатывает сигнализация «работа МТЗ ВН» («работа МТЗ СН», «работа МТЗ НН»), «работа 1ст.МТЗ ВН» («раб.1ст.МТЗ СН», «раб.1ст.МТЗ НН») или «работа 2ст.МТЗ ВН» («раб.2ст.МТЗ СН», «раб.2ст.МТЗ НН»), общая сигнализация («блинк.не поднят», «сигнал вызова») и производится запуск регистратора событий (см. раздел 1.10).

Для селективного отключения выключателей сторон ВН, СН и НН при срабатывании МТЗ предусмотрены дополнительные задержки отключения «Дп.вр.ОТКЛ ВН», «Дп.вр.ОТКЛ СН», «Дп.вр.ОТКЛ НН», позволяющие настроить для каждой МТЗ отключение сначала одного выключателя трансформатора, затем второго и третьего в необходимой последовательности. Кроме этого предусмотрены сигналы «ОТКЛ от МТЗ ВН», «ОТКЛ от МТЗ СН» и «ОТКЛ от МТЗ НН», возникающие при срабатывании МТЗ соответствующей стороны, для отключения секционных выключателей до отключения сторон ВН, СН и НН.

При включении режима «ОТКЛ беззадерж.» 1-я ступень МТЗ работает без учёта дополнительных выдержек на отключение. т.е. отключаются одновременно выключатели ВН, СН и НН, настроенные на отключение от данной МТЗ. При срабатывании 2-й ступени, в этом случае, выключатели будут отключаться с учётом дополнительного времени отключения «Дп.вр.ОТКЛ ВН», «Дп.вр.ОТКЛ СН» и «Дп.вр.ОТКЛ НН».

При срабатывании МТЗ ВН производится отключение выключателей всех сторон трансформатора с настраиваемыми селективными дополнительными задержками отключения соответствующих сторон.

При срабатывании МТЗ СН производится отключение выключателя стороны СН, отключение выключателей ВН и НН – в зависимости от настроек «ОТКЛ ВН» и «ОТКЛ НН», с учётом дополнительных задержек отключения.

При срабатывании МТЗ НН производится отключение выключателя стороны НН, отключение выключателей ВН и СН – в зависимости от настроек «ОТКЛ ВН» и «ОТКЛ СН», с учётом дополнительных задержек отключения.

Ускорение при включении переводит МТЗ на уставку времени «Ускорение», на период времени «Вр.уск.вкл.» после исчезновения сигнала РПО, ступени МТЗ стороны, выключатель которой включился. МТЗ отключит этот выключатель без учёта дополнительного времени отключения. Отключение выключателей, которые не включались, уже были включены, произойдёт с учётом своих дополнительных задержек отключения.

Блокировка МТЗ

Блокировка МТЗ ВН (МТЗ СН, МТЗ НН) и ступеней МТЗ производится внешними сигналами на дискретные входы «блок.МТЗ ВН» («блок.МТЗ СН», «блок.МТЗ НН»), «блок.1ст.МТЗ ВН» («блок.1ст.МТЗ СН», «блок.1ст.МТЗ НН») и «блок.2ст.МТЗ ВН» («блок.2ст.МТЗ СН» «блок.2ст.МТЗ НН») от оперативных ключей или накладок (см. рис. 47 приложения). Блокировки автоматически снимаются при снятии сигнала с соответствующего дискретного входа. При выполнении инверсии дискретному входу (см. раздел 2.3.2 «Страница «Таблица связей») блокировка будет производиться не при наличии сигнала, а при его отсутствии.

Для сигнализации блокировок МТЗ ВН, МТЗ СН, МТЗ НН внешними сигналами предусмотрены соответствующие выходные сигналы «сиг.блок.МТЗ ВН», «сиг.блок.МТЗ СН», «сиг.блок.МТЗ НН».

1.9.8. Обдув трансформатора

Управление вентиляторами обдува трансформатора выполняется по контролю тока фазы А по одной из сторон ВН, СН или НН трансформатора. Предусмотрено управление резервной группой вентиляторов обдува при неисправности систем питания основных групп обдува и от датчика температуры масла трансформатора. Установлена автоматика обдува трансформатора в терминале P00.

Обдув по контролю тока

Контроль тока выполняется по фазе А, и в зависимости от настроек может быть выполнен от одной из сторон трансформатора ВН, СН или НН.

Обдув по контролю тока трансформатора (Обдув по I) имеет три группы уставок: «Группа 1», «Группа 2» и «Группа 3». Каждая группа работает независимо друг от друга и имеет свой управляющий орган включения группы обдува. «Группа 2» и «Группа 3» могут быть заблокированы.

После срабатывания уставки соответствующей группы («Группа 1», «Группа 2», «Группа 3»), через уставку выдержки времени, подаётся команда к включению вентиляторов обдува («обдув гр.1», «обдув гр.2», «обдув гр.3»). Сбрасываются команды «обдув гр.1», «обдув гр.2» и «обдув гр.3» автоматически после возврата токовых органов соответствующей группы.

Обдув по датчику температуры

Управление обдувом (установлен в терминале Р00) происходит при использовании датчика температуры (термосигнализатора) верхних слоёв масла. Возможно применение двух типов датчиков: с двумя выходными управляющими контактами, и с одним управляющим контактом.

Датчик, имеющий два выходных контакта, подключается к дискретным входам «вкл.обдув по t» и «откл.обдув по t». У температурного датчика уставка по температуре для контактов «откл.обдув по t» должна быть ниже уставки контакта «вкл.обдув по t». При увеличении температуры масла сначала появляется сигнал «откл.обдув по t». По появлению сигнала «вкл.обдув по t», через 0.5 с, выдаётся команда «обдув резерв.гр» на включение резервной группы вентиляторов. При снижении температуры масла сначала снимется сигнал «вкл.обдув по t», по исчезновению сигнала «откл.обдув по t» снимется команда «обдув резерв.гр».

Датчик, имеющий один выходной контакт, подключается к дискретному входу «обдув по t». Температурный датчик должен иметь возврат по температуре. При появлении сигнала «обдув по t», через 0.5 с, выдаётся команда «обдув резерв.гр», при исчезновении сигнала «обдув по t» команда «обдув резерв.гр» снимается.

Резервная группа обдува

Резервная группа обдува трансформатора включается по командам от датчика температуры верхних слоёв масла и по внешнему сигналу «вкл.резерв.гр». Сигнал «вкл.резерв.гр» подаётся от блок-контактов выключателей или пускателей питания основных групп обдува в отключённом положении.

По появлению сигнала «вкл.резерв.гр», через время 0.5 с, подаётся команда «обдув резерв.гр» на включение вентиляторов резервной группы. Команда «обдув резерв.гр» автоматически снимется при исчезновении сигнала «вкл.резерв.гр».

Сигнализация неисправности обдува

По появлению сигнала «вкл.обдув по t» при отсутствии сигнала «откл.обдув по t», а так же при появлении сигнала «вкл.резерв.гр» сработает сигнализация «неиспр.обдув» и общая сигнализация («блинк.не поднят», «сигнал вызова»). Сигнал «неиспр.обдув» сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при устранении неисправности.

1.9.9. Перегрев трансформатора

В терминале Р22 предусмотрена сигнализация перегрева трансформатора.

При получении от датчика температуры масла внешнего сигнала «датчик t масла», через 0.5 с, будет подан сигнал «перегрев по t», сработает общая сигнализация («блинк.не поднят», «сигнал вызова»). Сигнал «перегрев по t» сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при исчезновении сигнала «датчик t масла».

1.9.10. Сигнализация уровня масла

В терминале Р22 предусмотрена сигнализация уровня масла трансформатора.

При получении от реле указателя уровня масла (РУМ) внешнего сигнала «РУМ», через 0.5 с, будет подан сигнал «сигнал РУМ», сработает общая сигнализация («блинк.не поднят», «сигнал вызова»). Сигнал «сигнал РУМ» сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при исчезновении сигнала «РУМ».

1.9.11. Контроль цепей газовой защиты

Для сигнализации ухудшения изоляции цепей отключения от газовых защит трансформатора и РПН предусмотрен контроль цепей ГЗ и ГЗ РПН, функциональная схема работы которого показана на рис. 46 приложения. Цепи отключения газовых защит подключаются последовательно через аналоговые датчики терминала Р00 (см. рис. 50 приложения).

Работа контроля основана на измерении тока утечки (мкА) через датчики, и в случае превышения уставки «Уст.Имин», через уставку по времени «Время», сработает сигнализация «цепи ГЗ» или «цепи ГЗ РПН», и общая сигнализация («блинк.не поднят», «сигнал вызова»).

При замыкании контактов газовых реле ток утечки превысит уставку «Уст.Имакс.», и контроль цепей будет автоматически выведен из работы.

Включение режимов «Блок.ГЗ» и «Блок.ГЗ РПН» блокирует отключение от соответствующих газовых защит при срабатывании контроля цепей ГЗ и ГЗ РПН соответственно. Снятие блокировки отключения происходит автоматически при снижении тока утечки ниже уставки «Уст.Имин».

1.9.12. Блокировка АВР секций СН и НН

При отключении выключателей СН или НН от резервных МТЗ к терминалам секционных выключателей БИМ ХХХХ Р02 [10] или БИМ ХХХХ Р07 [11] подаётся сигнал «блок.АВР СН» или «блок.АВР НН».

Сигналы «блок. АВР СН», «блок. АВР НН» подаются при срабатывании 2-й ступени МТЗ ВН, 1-й или 2-й ступеней МТЗ СН терминала Р22, 1-й или 2-й ступеней МТЗ НН терминала Р00, в зависимости от настроек режимов «АВР от 2с.МТЗ ВН», «АВР от 1с.МТЗ СН», «АВР от 2с.МТЗ СН», «АВР от 1с.МТЗ НН», «АВР от 2с.МТЗ НН». Снимаются сигналы автоматически при возврате токовых органов соответствующих МТЗ.

При любых других отключениях выключателей СН и НН сигналы «блок.АВР СН» и «блок.АВР НН» выходить не будут.

При включённом только одном режиме разрешения АВР для 1-й или 2-й ступеней МТЗ, если после срабатывания с дополнительной выдержкой времени ступени с разрешённым АВР сработает ступень с запрещённым АВР (без учёта дополнительной выдержки времени), произойдёт блокировка работы АВР.

1.9.13. Пуск УРОВ ВН, СН и НН

При отключении выключателей ВН, СН или НН от защит терминалов Р22 и Р00, для пуска УРОВ, необходимо передавать сигналы срабатывания защит. К терминалу БИМ ХХХХ Р26 [7], с установленным УРОВ ВН, передаётся сигнал «ОТКЛ от защит ВН», терминалам БИМ ХХХХ Р08 [9] вводов СН и НН – сигналы «ОТКЛ от защит СН» и «ОТКЛ от защит НН» соответственно.

1.9.14. Блокировка АПВ ВН, СН и НН

При отключении выключателей ВН, СН или НН от защит терминалов Р22 и Р00, к терминалам резервной защиты трансформатора БИМ ХХХХ Р26 [7], вводов в секции БИМ ХХХХ Р08 [9] подаются в зависимости от режимов работы АПВ сигналы «блок.АПВ ВН», «блок.АПВ СН» и «блок.АПВ НН» или «пуск АПВ ВН», «пуск АПВ СН» и «пуск АПВ НН». Сигналы «блок.АПВ ВН», «блок.АПВ СН», «блок.АПВ НН» применяется для режима работы АПВ при несоответствии положения выключателя и ключа управления, сигналы «пуск.АПВ ВН», «пуск.АПВ СН», «пуск.АПВ НН» – для режима работы АПВ по срабатыванию защит.

Сигнал «блок.АПВ ВН» подаётся при срабатывании ДЗТ/ДО, 1-й или 2-й ступеней МТЗ ВН, 1-й или 2-й ступеней МТЗ СН терминала Р22, 1-й или 2-й ступеней МТЗ НН терминала Р00, в зависимости от настроек режимов «АПВ от ДЗТ/ДО», «АПВ от 1с.МТЗ ВН», «АПВ от 2с.МТЗ ВН», «АПВ от 1с.МТЗ СН», «АПВ от 2с.МТЗ СН», «АПВ от 1с.МТЗ НН», «АПВ от 2с.МТЗ НН». Сигнал «блок.АПВ ВН» всегда подаётся при срабатывании ГЗ трансформатора и ГЗ РПН, при отключении выключателя ВН по внешним сигналам «внешн.ОТКЛ1», «внешн.ОТКЛ2», «внешн.ОТКЛ3» и «внешн.ОТКЛ ВН», а так же при срабатывании контроля цепей выключателя ВН. Снимается сигнал автоматически при возврате токовых органов соответствующих защит, снятии сигналов срабатывания газовых защит и внешнего отключения и устранения неисправности выключателя.

Сигналы «блок.АПВ СН» и «блок.АПВ НН» подаются при срабатывании 1-й или 2-й ступеней МТЗ ВН, 1-й или 2-й ступеней МТЗ СН терминала Р22, 1-й или 2-й ступеней МТЗ НН терминала Р00, в зависимости от настроек режимов «АПВ от 1с.МТЗ ВН», «АПВ от 2с.МТЗ ВН», «АПВ от 1с.МТЗ СН», «АПВ от 2с.МТЗ СН», «АПВ от 1с.МТЗ НН», «АПВ от 2с.МТЗ НН». Сигналы «блок.АПВ СН» и «блок.АПВ НН» всегда подаются при срабатывании ДЗТ, ДО, ГЗ трансформатора и ГЗ РПН, при отключении выключателей СН и НН внешними сигналами «внешн.ОТКЛ1», «внешн.ОТКЛ2», «внешн.ОТКЛ3», «внешн.ОТКЛ СН» и «внешн.ОТКЛ НН» соответственно, а так же при срабатывании контроля цепей выключателей СН и НН соответственно. Снимаются сигналы автоматически при возврате токовых органов соответствующих защит, снятии сигналов срабатывания газовых защит и внешнего отключения и устранения неисправности выключателей.

При включённом только одном режиме разрешения АПВ для 1-й или 2-й ступеней МТЗ, если после срабатывания с дополнительной выдержкой времени ступени с разрешённым АПВ сработает ступень с запрещённым АПВ (без учёта дополнительной выдержки времени), произойдёт блокирование АПВ.

Сигналы «пуск АПВ ВН», «пуск АПВ СН» и «пуск АПВ НН» подаются при отключении соответствующих выключателей, при отсутствии блокировок (условий возникновения соответствующих сигналов «блок.АПВ ВН», «блок.АПВ СН» и «блок.АПВ НН»). Для режима работы АПВ по пуску защит, в случае срабатывания контроля исправности цепей выключателя после

появления сигналов «пуск.АПВ ВН», «пуск.АПВ СН», «пуск.АПВ НН», блокировки АПВ не произойдет. В этом случае необходимо выполнять блокировку АПВ по сигналам «блок.АПВ ВН», «блок.АПВ СН», «блок.АПВ НН».

1.9.15. Пуск пожаротушения

Для автоматического пуска установки пожаротушения трансформатора при срабатывании дифференциальных и газовых защит трансформатора в терминале P22 предусмотрен сигнал «пуск ПЖТ». Предусмотрены режимы контроля положения выключателей и контроля тока фаз ВН, СН и НН трансформатора. Сигнал «пуск ПЖТ» появляется на 1 секунду после срабатывания ДЗТ и ДО и срабатывания на отключение ГЗ трансформатора и ГЗ РПН. Сигнал срабатывания газовых защит «пуск ПЖТ от ГЗ» от терминала P00 передается в терминал P22 по КМО.

При включенном режиме «Контр.РПО выкл.» выполняется контроль положения выключателей. Сигнал «пуск ПЖТ» будет подан, если в течение 1 секунды после срабатывания дифференциальных и газовых защит трансформатора появятся сигналы отключенного положения выключателей ВН, СН и НН («РПО ВН», «РПО СН», «РПО НН»).

При включенном режиме «Контр.тока» выполняется контроль тока всех фаз сторон ВН, СН и НН. Сигнал «пуск ПЖТ» будет подан, если в течение 1 секунды после срабатывания дифференциальных и газовых защит трансформатора токи сторон ВН, СН и НН снизятся ниже уставки «Уставка».

1.9.16. Линии задержки

В терминалах P22 и P00 предусмотрено по восемь линий задержек сигналов на дискретные входы для выполнения с задержкой по времени управления, размножения сигналов и сигнализации работы внешних устройств.

При получении внешних сигналов «сигнал 1», «сигнал 2», «сигнал 3», «сигнал 4» или «сигнал 5» через время, заданное режимами «Вр.задерж.сигн.1», «Вр.задерж.сигн.2», «Вр.задерж.сигн.3», «Вр.задерж.сигн.4» или «Вр.задерж.сигн.5» соответственно, будут поданы сигналы «повторитель 1», «повторитель 2», «повторитель 3», «повторитель 4» или «повторитель 5». Сбрасываются сигналы автоматически при снятии соответствующего внешнего сигнала.

При получении внешних сигналов «сигнал 6», «сигнал 7» или «сигнал 8» через время, заданное режимами «Вр.задерж.сигн.6», «Вр.задерж.сигн.7» или «Вр.задерж.сигн.8» соответственно, будут поданы сигналы «блинкер 6», «блинкер 7» или «блинкер 8», и сработает общая сигнализация «блинк.не поднят» и «сигнал вызова». Сбрасываются сигналы по командам «сброс сигнала» и «сброс.сиг.по ТУ» после снятия соответствующего внешнего сигнала.

1.10. Регистрация работы защит и автоматики

Регистратор является внутренней функцией алгоритма защит и автоматики. В программе «Монитор РЗА» [1] на странице «Регистратор», представляет собой таблицу, в которой отображаются фиксируемые параметры и значения. В качестве заголовка каждого столбца используется дата регистрации данных параметров. Вид таблицы в программе «Монитор РЗА» показан на рис. 7. Для просмотра регистратора необходимо запустить программу «Монитор РЗА» и открыть редактор защит терминала на странице «Регистратор» (см. раздел 2.3 «Программа «Монитор РЗА»»). Или, если редактор уже открыт, считать с терминала записи регистратора, нажав кнопку с пиктограммой «Перечитать уставки» на панели инструментов программы «Монитор РЗА».

Регистратор представляет собой кольцевой буфер, рассчитанный на 20 записей. По заполнении всего буфера регистратора, следующая новая запись затирает самую раннюю по времени запись.

При регистрации дискретных параметров работы защит и автоматики, в графе сработавших или путившихся элементов терминала отображается «1», в графе неработавших элементов – «0».

При регистрации команды на отключение выключателя (по любой причине) столбец записи параметров момента отключения окрашивается в розовый цвет.

Терминал основной защиты трёхобмоточного трансформатора

Название	20-Apr 11:56:18	20-Apr 11:56:19	20-Apr 11:56:19	20-Apr 11:56:20	20-Apr 11:56:20	20-Apr 11:56:21	20-Apr 11:56:21	20-Apr 12:01:43	20-Apr 12:03:12
отключения	0	1	0	1	0	1	0	0	0
отключения ВН	0	0	0	0	0	1	0	0	0
отключения СН	0	1	0	0	0	0	0	0	0
отключения НН	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Ia ВН	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Ib ВН	634.59	634.59	634.59	634.80	634.59	634.59	634.59	609.13	0.00
Ic ВН	638.64	638.84	638.84	638.64	638.64	638.64	638.64	612.97	0.00
Ia СН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ib СН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ic СН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ia НН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ib НН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ic НН	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ie дифф.	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ie дифф.	634.69	634.70	634.68	634.73	634.61	634.67	634.63	609.17	0.00
Ic дифф.	638.74	638.75	638.76	638.73	638.66	638.62	638.61	612.98	0.00
частота	49.99	49.99	49.99	49.99	49.99	49.99	49.99	49.99	57.05
номер ст.РПН	0	0	0	0	0	0	0	0	0
неисп.РПН	0	0	0	0	0	0	0	0	0
работа ДЗТ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
работа ДО	0	0	0	0	0	0	0	0	0
газ.заш.сигнал	0	0	0	0	0	0	0	0	0
газ.заш.откл.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
работа ГЗ РПН	0	0	0	0	0	0	0	0	0
раб.1 ст.МТЗ ВН	1	1	0	1	0	1	0	1	0
раб.2 ст.МТЗ ВН	0	0	0	0	0	0	0	0	0
раб.1 ст.МТЗ СН	0	0	0	0	0	0	0	0	0
раб.2 ст.МТЗ СН	0	0	0	0	0	0	0	0	0
неисп.выкл.ВН	0	0	0	0	0	0	1	0	0
неисп.выкл.СН	0	0	1	0	0	0	0	0	0
неисп.выкл.НН	0	0	0	0	1	0	0	0	0
ускор.пчи вкл.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
внешнее откл.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
блок.управл.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ручной пуск	0	0	0	0	0	0	0	0	0
зад.неисп.КМО	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Рис. 7 Таблица на странице «Регистратор»

При регистрации аналоговых параметров, если нет специальной оговорки, фиксируются действующие значения основной гармоники этих параметров на момент регистрации, с учетом коэффициентов трансформации трансформаторов тока, вводимых на странице «Настройки» программы «Монитор РЗА» (см. раздел 2.4.17 «Коэффициенты трансформации ТТ»). Значения токов фиксируются в амперах.

Запись регистратором параметров происходит по следующим причинам (в скобках указан терминал, регистратор которого пускается):

- срабатывание ДЗТ (P22);
- срабатывание ДО (P22);
- срабатывание контроля исправности РПН (P22);
- срабатывание МТЗ ВН (P22);
- срабатывание МТЗ СН (P22);
- срабатывание МТЗ НН (P00);
- срабатывание газовой защиты трансформатора на отключение выключателей и на сигнал (P22);
- срабатывание газовой защиты РПН (P22);
- отключение по сигналу от внешней автоматики (P22, P00);
- неисправность цепей управления выключателей (P22, P00);
- неисправность КМО (P22, P00);
- ручной пуск по сигналу «пуск регистр.» (P22).

Полный список регистрируемых параметров терминалов P22 и P00 приведен в таблице № 11. В скобках в столбце «Фиксируемый параметр» указан терминал, в котором фиксируется этот параметр.

ТАБЛИЦА № 11 СПИСОК РЕГИСТРИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ

Фиксируемый параметр	Значения фиксируемого параметра
отключение (P22, P00)	Фиксация факта формирования команд на отключение выключателей.
отключение ВН (P22, P00)	Отключение выключателя стороны высшего напряжения.
отключение СН (P22, P00)	Отключение выключателя стороны среднего напряжения.
отключение НН (P22, P00)	Отключение выключателя стороны низшего напряжения.
Ia ВН (P22)	Действующее значение тока фазы А стороны высшего напряжения силового трансформатора с учётом коэффициента трансформации трансформаторов тока, в амперах.
Ib ВН (P22)	Действующее значение тока фазы В стороны высшего напряжения силового трансформатора с учётом коэффициента трансформации трансформаторов тока, в амперах.
Ic ВН (P22)	Действующее значение тока фазы С стороны высшего напряжения силового трансформатора с учётом коэффициента трансформации трансформаторов тока, в амперах.
Ia СН (P22)	Действующее значение тока фазы А стороны среднего напряжения силового трансформатора с учётом коэффициента трансформации трансформаторов тока, в амперах.
Ib СН (P22)	Действующее значение тока фазы В стороны среднего напряжения силового трансформатора с учётом коэффициента трансформации трансформаторов тока, в амперах.
Ic СН (P22)	Действующее значение тока фазы С стороны среднего напряжения силового трансформатора с учётом коэффициента трансформации трансформаторов тока, в амперах.
Ia НН (P22, P00)	Действующее значение тока фазы А стороны низшего напряжения силового трансформатора с учётом коэффициента трансформации трансформаторов тока, в амперах.
Ib НН (P22, P00)	Действующее значение тока фазы В стороны низшего напряжения силового трансформатора с учётом коэффициента трансформации трансформаторов тока, в амперах.
Ic НН (P22, P00)	Действующее значение тока фазы С стороны низшего напряжения силового трансформатора с учётом коэффициента трансформации трансформаторов тока, в амперах.
Ia дифф (P22)	Действующее значение вторичного дифференциального тока ДЗТ фазы А с учётом уравнивающих коэффициентов, в амперах.
Ib дифф (P22)	Действующее значение вторичного дифференциального тока ДЗТ фазы В с учётом уравнивающих коэффициентов, в амперах.
Ic дифф (P22)	Действующее значение вторичного дифференциального тока ДЗТ фазы С с учётом уравнивающих коэффициентов, в амперах.
частота (P22, P00)	Значение частоты сети, в герцах.
номер ст. РПН (P22)	Показания счётчика положений РПН.
неиспр.РПН (P22)	Срабатывание контроля исправности цепей управления РПН.
работа ДЗТ (P22)	Срабатывание ДЗТ.
работа ДО (P22)	Срабатывание ДО.
газ.защ.сигнал (P22)	Срабатывание газовой защиты на сигнал.
газ.защ.откл (P22)	Срабатывание газовой защиты на отключение.
работа ГЗ РПН (P22)	Срабатывание газовой защиты РПН.
раб.1ст.МТЗ ВН (P22)	Срабатывание 1-й ступени МТЗ ВН.

Терминал основной защиты трёхобмоточного трансформатора

Фиксируемый параметр	Значения фиксируемого параметра
раб.2ст.МТЗ ВН (P22)	Срабатывание 2-й ступени МТЗ ВН.
раб.1ст.МТЗ СН (P22)	Срабатывание 1-й ступени МТЗ СН.
раб.2ст.МТЗ СН (P22)	Срабатывание 2-й ступени МТЗ СН.
раб.1ст.МТЗ НН (P00)	Срабатывание 1-й ступени МТЗ НН.
раб.2ст.МТЗ НН (P00)	Срабатывание 2-й ступени МТЗ НН.
ускор.при вкл. (P22, P00)	Отключение выключателей в интервале времени ускорения при включении.
неиспр.выкл.ВН (P22, P00)	Отказ выключателя ВН или его цепей управления.
неиспр.выкл.СН (P22, P00)	Отказ выключателя СН или его цепей управления.
неиспр.выкл.НН (P22, P00)	Отказ выключателя НН или его цепей управления.
внешнее откл. (P22, P00)	Отключение выключателей от внешних защит.
ручной пуск (P22)	Фиксация ручного пуска регистратора по команде «пуск регистр.».
адр.неиспр.КМО (P22, P00)	Адрес терминала с неисправным КМО, при исправном КМО регистрируется значение «-1».

2. ПОДКЛЮЧЕНИЕ И НАСТРОЙКА

2.1. Меры безопасности

К настройке и подключению терминалов допускается персонал, имеющий соответствующую квалификацию и группу по электробезопасности не ниже третьей.

Запрещается приступать к настройке и подключению терминалов без изучения настоящего руководства по эксплуатации.

Корпус терминалов перед подключением должен быть надёжно заземлён через специальный винт заземления медным проводником сечением не менее 2.5 мм².

Перед подключением терминалов необходимо произвести внешний осмотр на предмет механических повреждений.

2.2. Подключение

2.2.1. Интерфейсы

Интерфейс СЛВС

Терминалы подключаются к серверу СЛВС ЧЯ [4] или к персональному компьютеру (ПК) кабелем RG-6 с помощью разъемов DB-9F или BNC, входящих в поставку, или кабелем ВОЛС с помощью разъёма BNC. К ПК терминалы подключаются через универсальный адаптер Bbnet/All.

При необходимости проведения кабеля СЛВС по ОРУ, рекомендуется использовать кабель ВОЛС.

При установке двух серверов СЛВС ЧЯ с применением автоматики резервирования серверов, интерфейсы СЛВС подключаются к специальному коммутационному блоку.

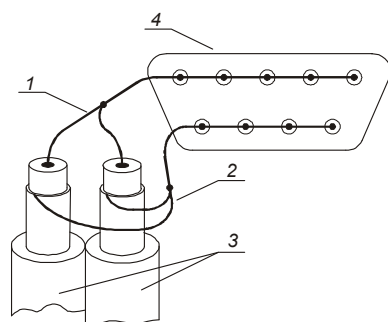


Рис. 8 Подключение кабелей RG-6 к разъёму DB-9F

1 – сигнальные жилы кабелей, 2 – экраны кабелей, 3 – входящий и уходящий кабели RG-6, 4 – разъем DB-9F (9pin).

Подключение кабеля RG-6 к разъёму BNC производится специальным инструментом для обжима BNC. Рекомендуется использовать клещи марки НТ-336i для обжимки разъемов на кабель. Подключение входящего и уходящего кабелей к терминалу показано на рис. 9. На последнем терминале в линии одно гнездо Т-образного тройника остается свободным или используется для согласования параметров кабеля при помощи специальной заглушки.

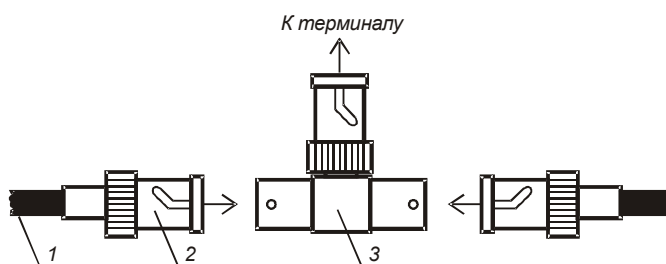


Рис. 9 Подключение разъемов BNC

1 – кабель RG-6, 2 – BNC разъем на кабель, 3 – Т-образный тройник.

Перед подключением разъемов к терминалам, необходимо проверить качество обжимки, а так же выполнить проверку на обрыв и замыкание между собой сигнальной жилы и экрана.

При использовании кабеля ВОЛС, выполнение прокладки и разделки кабеля следует производить согласно техническим условиям для данного типа кабеля.

Интерфейс КМО

Терминалы подключаются кабелем FTP-5 (витая пара 5-й категории) последовательно в непрерывную цепочку. Схема разделки входящего и уходящего кабелей приведена на рис. 10. На крайние терминалы группы устанавливаются согласующие заглушки.

Монтаж разъемов TPS-8P8C, входящих в поставку, на кабель производится специальным инструментом для обжима разъемов такого типа.

Перед обжимом разъема необходимо изолировать экранирующую жилу.

Бело - оранжевый	1
Оранжевый	2
Экран	3
Голубой	4
Бело - голубой	5
Пусто	6
Бело - коричневый	7
Коричневый	8

Рис. 10 Разделка кабеля FTP-5 на разъем (контактами вверх)

2.2.2. Цепи питания, управления, блокировок, сигнализации

Подключение терминалов P22 и P00 выполняется по схеме рис. 50 приложения, в соответствии с настройкой дискретных входов и выходов, значения которых по умолчанию показаны в таблице № 12. При назначении (или переназначении) дискретным входам и выходам дополнительных функциональных переменных необходимо, при подключении, руководствоваться пояснениями, указанными в соответствующих разделах главы 2.4 «Настройка защит и автоматики», а так же пояснениями таблицы № 20 списка логических переменных раздела 2.3.2 «Страница «Таблица связей»».

Если все индикаторы лицевой панели (10 шт.) имеют назначение, и требуется дополнительная сигнализация работы защит и автоматики, то необходимые переменные назначаются дискретным выходам, которые подключаются к световым табло или лампам (см. рис. 50, сигнализация «цепи ГЗ» и «цепи ГЗ РПН»).

Питание терминалов выполняется от шин питания оперативного постоянного или переменного тока через отдельный автомат или предохранители, рассчитанные на номинальный ток 2 А.

При подключении дискретных входов, рассчитанных на постоянное напряжение 220 В, необходимо соблюдать полярность. Положительный полюс «+» подключается к нечётным зажимам разъёма (X1:1, 3, ..., 15, X2:1, 3, ..., 15, X5:1, 3, ..., 15, X6:1, 3, ..., 15), отрицательный полюс «-» – к чётным зажимам (X1:2, 4, ..., 16, X2:2, 4, ..., 16, X5:2, 4, ..., 16, X6:2, 4, ..., 16).

Контакты электромеханических реле дискретных выходов рассчитаны на номинальный ток 8 А. Максимальный постоянный ток разрыва индуктивной нагрузки с постоянной времени 50 мс, на который рассчитаны контакты реле, составляет 250 мА. При необходимости разрыва токов большей величины необходимо использовать промежуточное реле с более мощной контактной системой.

Дискретный выход 16 терминалов P22 и P00 жёстко настроен на сигнализацию неисправности в работе терминала и исчезновение питания, и его реле имеет размыкающий контакт.

2.2.3. Цепи управления выключателями

Цепи отключения выключателей сторон ВН, СН и НН терминалов P22 и P00 подключаются по схеме рис. 48 приложения в цепи управления терминала резервных защит трансформатора БИМ XXXX P26 [7] и терминалов вводов в секции БИМ XXXX P08 [9].

При применении датчиков тока РКТС необходимо дискретным входам терминалов P22 и P00 назначить соответствующие переменные («РКТС ВН», «РКТС СН», «РКТС НН»), т.к. по умолчанию они не назначены. Схема подключения контактов РКТС показана на рис. 49 приложения.

При управлении выключателями через терминал, разрыва токов соленоидов отключения контактами реле не происходит (см. раздел 1.9.1 «Управление выключателями»). При использовании для отключения выключателей команд «ОТКЛ от защит ВН», «ОТКЛ от защит СН» и «ОТКЛ от защит НН» необходимо применять промежуточные реле, если производится коммутация непосредственно цепи соленоидов отключения. Если же действие команд производится на дополнительные блоки управления приводами выключателей с небольшими токами разрыва цепи, то необходимость в промежуточных реле отпадает.

2.2.4. Аналоговые цепи

Схема подключения токовых цепей к аналоговым входам терминалов P22 и P00 показана на рис. 51 приложения. «Входы» зажимов аналоговых цепей терминалов имеют нечётное значение: AX:1,3, ..., 11, «выходы» – чётное значение: AX:2,3, ..., 12.

Провода токовых цепей, подведенные к терминалу, должны собираться в жгут в монтажной зоне клеммных зажимов аналоговых входов для уменьшения вероятности замыкания в случае обрыва.

2.2.5. Назначение дискретных переменных по умолчанию

В таблицах № 12 и № 13 показано назначение по умолчанию логических переменных дискретным входам и выходам (на странице «Таблица связей») терминалов Р22 и Р00. В таблицах № 18 и № 19 показано назначение по умолчанию переменных КМО (на странице «Таблица КМО»). В начале настройки при открытии редактора на странице «Таблица КМО», в столбце «Адрес терминала», каждой переменной автоматически назначается неиспользование («неисп») или адреса терминалов участвующих в цикле КМО.

Неиспользуемые дискретные входы и выходы, выделенные в резерв, имеют назначение «Резерв». Переопределение переменных выполняется с помощью программы «Монитор РЗА» [1] (см. раздел 2.3.2 «Страница «Таблица связей» и раздел 2.3.3 «Страница «Таблица КМО», настройка»).

Программные блинкеры служат для дополнительного осциллографирования и отображения состояния переменных управления и сигнализации. Состояние программных блинкеров отображается только на символьном дисплее терминала.

ТАБЛИЦА № 12 ПЕРЕМЕННЫЕ НА СТРАНИЦЕ «ТАБЛИЦА СВЯЗЕЙ» ТЕРМИНАЛА Р22

№	Тип	Дискретные входы	Номера клемм	№	Тип	Дискретные выходы	Номера клемм
1		датчик Т масла	X1:1,2	1		ОТКЛ ВН	X3:1,2
2		РУМ	X1:3,4	2		ОТКЛ СН	X3:3,4
3		Резерв	X1:5,6	3		ОТКЛ НН	X3:5,6
4		Резерв	X1:7,8	4		Резерв	X3:7,8
5		Резерв	X1:9,10	5		Резерв	X3:9,10
6		Резерв	X1:11,12	6		Резерв	X3:11,12
7		Резерв	X1:13,14	7		Резерв	X3:13,14
8		Резерв	X1:15,16	8		Резерв	X3:15,16
9		РПО ВН	X2:1,2	9		Резерв	X4:1,2
10		РПО СН	X2:3,4	10		Резерв	X4:3,4
11		РПО НН	X2:5,6	11		Резерв	X4:5,6
12		блок.упр.ВН	X2:7,8	12		Резерв	X4:7,8
13		блок.упр.СН	X2:9,10	13		пуск ПЖТ	X4:9,10
14		блок.упр.НН	X2:11,12	14		Резерв	X4:11,12
15		Резерв	X2:13,14	15		сигнал вызова	X4:13,14
16		сброс сигнала	X2:15,16	16		неиспр.терминала	X4:15,16
17		Резерв	X5:1,2	17		Резерв	X7:1,2
...		
24		Резерв	X5:15,16	24		Резерв	X7:15,16
25		Резерв	X6:1,2	25		Резерв	X8:1,2
...		
32		Резерв	X6:15,16	32		Резерв	X8:15,16

ТАБЛИЦА № 13 ПЕРЕМЕННЫЕ НА СТРАНИЦЕ «ТАБЛИЦА СВЯЗЕЙ» ТЕРМИНАЛА P00

№	Тип	Дискретные входы	Номера клемм	№	Тип	Дискретные выходы	Номера клемм
1		ОТКЛ от ГЗ	X1:1,2	1		ОТКЛ ВН	X3:1,2
2		сигнал от ГЗ	X1:3,4	2		ОТКЛ СН	X3:3,4
3		ГЗ на сигнал	X1:5,6	3		ОТКЛ НН	X3:5,6
4		ОТКЛ от ГЗ РПН	X1:7,8	4		Резерв	X3:7,8
5		ГЗ РПН на сигнал	X1:9,10	5		Резерв	X3:9,10
6		вкл.обдув по Т	X1:11,12	6		Резерв	X3:11,12
7		откл.обдув по Т	X1:13,14	7		Резерв	X3:13,14
8		вкл.резерв.гр.	X1:15,16	8		Резерв	X3:15,16
9		РПО ВН	X2:1,2	9		Резерв	X4:1,2
10		РПО СН	X2:3,4	10		Резерв	X4:3,4
11		РПО НН	X2:5,6	11		обдув гр.1	X4:5,6
12		блок.упр.ВН	X2:7,8	12		обдув гр.2	X4:7,8
13		блок.упр.СН	X2:9,10	13		обдув.резерв.гр.	X4:9,10
14		блок.упр.НН	X2:11,12	14		Резерв	X4:11,12
15		Резерв	X2:13,14	15		сигнал вызова	X4:13,14
16		сброс сигнала	X2:15,16	16		неиспр.терминала	X4:15,16
17		Резерв	X5:1,2	17		Резерв	X7:1,2
...		
24		Резерв	X5:15,16	24		Резерв	X7:15,16
25		Резерв	X6:1,2	25		Резерв	X8:1,2
...		
32		Резерв	X6:15,16	32		Резерв	X8:15,16

ТАБЛИЦА № 14 ИНДИКАЦИЯ ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ ТЕРМИНАЛА P22

№	Тип	Дискретные входы	Номера клемм	№	Тип	Дискретные выходы	Номера клемм
				1	Инд	работа ДЗТ	
				2	Инд	работа ДО	
				3	Инд	перегрев по Т	
				4	Инд	Резерв	
				5	Инд	Резерв	
				6	Инд	Резерв	
				7	Инд	сигнал РУМ	
				8	Инд	раб.1ст.МТЗ ВН	
				9	Инд	раб.2ст.МТЗ ВН	
				10	Инд	раб.1ст.МТЗ НН	
				11	Инд	раб.2ст.МТЗ НН	
				12	Инд	неиспр.обдув.	
				13	Инд	Резерв	
				14	Инд	Резерв	
				15	Инд	Резерв	
				16	Инд	неиспр.выкл.ВН	
				17	Инд	неиспр.выкл.СН	
				18	Инд	неиспр.выкл.НН	
				19	Инд	Резерв	
				20	Инд	Резерв	
				21	Инд	неиспр.КМО	

ТАБЛИЦА № 15 ИНДИКАЦИЯ ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ ТЕРМИНАЛА P00

№	Тип	Дискретные входы	Номера клемм	№	Тип	Дискретные выходы	Номера клемм
				1	Инд	цепи ГЗ	
				2	Инд	цепи ГЗ РПН	
				3	Инд	работа ГЗ	
				4	Инд	сигнал ГЗ	
				5	Инд	работа ГЗ РПН	
				6	Инд	неиспр.обдув	
				7	Инд	раб.1ст.МТЗ НН	
				8	Инд	раб.2ст.МТЗ НН	
				9	Инд	Резерв	
				10	Инд	Резерв	
				11	Инд	Резерв	
				12	Инд	Резерв	
				13	Инд	Резерв	
				14	Инд	Резерв	
				15	Инд	Резерв	
				16	Инд	неиспр.выкл.ВН	
				17	Инд	неиспр.выкл.СН	
				18	Инд	неиспр.выкл.НН	
				19	Инд	Резерв	
				20	Инд	Резерв	
				21	Инд	неиспр.КМО	

ТАБЛИЦА № 16 КОМАНДЫ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ И ЛОГИЧЕСКИЕ БЛИНКЕРЫ ТЕРМИНАЛА P22

№	Тип	Дискретные входы	Номера клемм	№	Тип	Дискретные выходы	Номера клемм
1	ТУ	сброс сигн.по ТУ		1	Блинк	квит.от сброса	
2	ТУ	Резерв		2	Блинк	Резерв	
3	ТУ	Резерв		3	Блинк	Резерв	
4	ТУ	Резерв		4	Блинк	Резерв	
5	ТУ	Резерв		5	Блинк	Резерв	
6	ТУ	Резерв		6	Блинк	Резерв	
7	ТУ	Резерв		7	Блинк	Резерв	
8	ТУ	Резерв		8	Блинк	Резерв	
9	ТУ	Резерв		9	Блинк	Резерв	
10	ТУ	Резерв		10	Блинк	Резерв	
11	ТУ	Резерв		11	Блинк	Резерв	
12	ТУ	Резерв		12	Блинк	Резерв	
13	ТУ	Резерв		13	Блинк	Резерв	
14	ТУ	Резерв		14	Блинк	Резерв	
15	ТУ	Резерв		15	Блинк	Резерв	
16	ТУ	Резерв		16	Блинк	Резерв	
				17	Блинк	Резерв	
				
				32	Блинк	Резерв	

ТАБЛИЦА № 17 КОМАНДЫ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ И ЛОГИЧЕСКИЕ БЛИНКЕРЫ ТЕРМИНАЛА Р22

№	Тип	Дискретные входы	Номера клемм	№	Тип	Дискретные выходы	Номера клемм
1	ТУ	сброс сигн.по ТУ		1	Блинк	квит.от сброса	
2	ТУ	Резерв		2	Блинк	Резерв	
3	ТУ	Резерв		3	Блинк	Резерв	
4	ТУ	Резерв		4	Блинк	Резерв	
5	ТУ	Резерв		5	Блинк	Резерв	
6	ТУ	Резерв		6	Блинк	Резерв	
7	ТУ	Резерв		7	Блинк	Резерв	
8	ТУ	Резерв		8	Блинк	Резерв	
9	ТУ	Резерв		9	Блинк	Резерв	
10	ТУ	Резерв		10	Блинк	Резерв	
11	ТУ	Резерв		11	Блинк	Резерв	
12	ТУ	Резерв		12	Блинк	Резерв	
13	ТУ	Резерв		13	Блинк	Резерв	
14	ТУ	Резерв		14	Блинк	Резерв	
15	ТУ	Резерв		15	Блинк	Резерв	
16	ТУ	Резерв		16	Блинк	Резерв	
				17	Блинк	Резерв	
				
				32	Блинк	Резерв	

ТАБЛИЦА № 18 ПЕРЕМЕННЫЕ НА СТРАНИЦЕ «ТАБЛИЦА КМО» ТЕРМИНАЛА Р22

Принимаемые значения				Передаваемые значения		
Тип	Название переменной	Адрес терминала	Номер переменной	№ п/п	Тип	Название переменной
аналог	Аналоговый канал	неисп	0	0	аналог	Действ.ток фазы А
аналог	Аналоговый канал	неисп	2	1	аналог	Действ.ток фазы А
аналог	Аналоговый канал	неисп	4	1	дискр	блок.АВР СН
аналог	Аналоговый канал	неисп	0	2	дискр	блок.АВР НН
дискр	Резерв	неисп	1	3	дискр	ОТКЛ от защит ВН
дискр	Резерв	неисп	2	4	дискр	ОТКЛ от защит СН
дискр	Резерв	неисп	3	5	дискр	ОТКЛ от защит НН
дискр	Резерв	неисп	4	6	дискр	пуск АПВ ВН
дискр	Резерв	неисп	5	7	дискр	пуск АПВ СН
	...			8	дискр	пуск АПВ НН
дискр	Резерв	неисп	1	9	дискр	блок.АПВ ВН
дискр	Резерв	неисп	2	10	дискр	блок.АПВ СН
дискр	Резерв	неисп	3	11	дискр	блок.АПВ НН
дискр	Резерв	неисп	4	12	дискр	Резерв
дискр	Резерв	неисп	5	13	дискр	Резерв
				14	дискр	Резерв
				15	дискр	Резерв
				16	дискр	Резерв

ТАБЛИЦА № 19 ПЕРЕМЕННЫЕ НА СТРАНИЦЕ «ТАБЛИЦА КМО» ТЕРМИНАЛА P00

Принимаемые значения				Передаваемые значения		
Тип	Название переменной	Адрес терминала	Номер переменной	№ п/п	Тип	Название переменной
аналог	Аналоговый канал	неисп	0	0	аналог	Компл.ток фазы А
дискр	Резерв	неисп	1	2	аналог	Компл.ток фазы В
дискр	Резерв	неисп	2	4	аналог	Компл.ток фазы С
дискр	Резерв	неисп	3	1	дискр	блок.АВР СН
дискр	Резерв	неисп	4	2	дискр	блок.АВР НН
дискр	Резерв	неисп	5	3	дискр	ОТКЛ от защит ВН
	...			4	дискр	ОТКЛ от защит СН
дискр	Резерв	неисп	1	5	дискр	ОТКЛ от защит НН
дискр	Резерв	неисп	2	6	дискр	пуск АПВ ВН
дискр	Резерв	неисп	3	7	дискр	пуск АПВ СН
дискр	Резерв	неисп	4	8	дискр	пуск АПВ НН
дискр	Резерв	неисп	5	9	дискр	блок.АПВ ВН
				10	дискр	блок.АПВ СН
				11	дискр	блок.АПВ НН
				12	дискр	Резерв
				13	дискр	Резерв
				14	дискр	Резерв
				15	дискр	Резерв
				16	дискр	Резерв

2.3. Области данных программы «Монитор P3A»

Настройка защит и автоматики, назначение и переназначение дискретных и логических входов и выходов, КМО, индикации лицевых панелей терминалов выполняется с помощью программы «Монитор P3A» [1].

Терминалы должны быть подключены к серверу в составе специализированной локальной вычислительной сети ЧЯ (СЛВС ЧЯ) через разъем DB-9 LAN Vbnet или подключены к ПК через универсальный адаптер Vbnet/All. На сервере (ПК) должно быть установлено базовое ПО «Черный ящик 2000» [2].

После запуска программы «Monitor» и выбора прямого доступа к серверу на экране возникает панель (см. рис. 11), представляющая собой список всех терминалов подключённых к серверу (ПК).

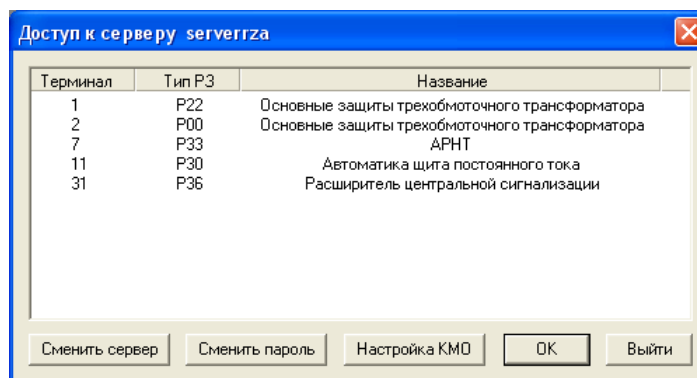


Рис. 11 Панель доступа к серверу

В столбце «Терминал» указан физический адрес терминала в СЛВС ЧЯ, в столбце «Тип P3» – тип релейной защиты терминала, в столбце «Название» – название типа защиты.

Просмотр и редактирование режимов и параметров защит и автоматики производятся в редакторе настроек. Открывается редактор нажатием кнопки «ОК» на панели списка после выделения строки с номером редактируемого терминала или двойным щелчком левой кнопки мыши.

Терминал основной защиты трёхобмоточного трансформатора

Редактор настроек защит и автоматики состоит из 3-х или 4-х страниц: «Настройки», «Регистратор», «Таблица связей» и «Таблица КМО»*. Страница «Таблица КМО» по умолчанию скрыта и открывается при нажатии пиктограммы «КМО» на панели инструментов.

На странице «Настройки» производится ввод параметров защит и автоматики, блокировка неиспользуемых защит или элементов защит. На странице «Таблица связей» и «Таблица КМО» настраиваются дискретные входы и выходы для взаимодействия терминала с внешними устройствами управления, сигнализации, блокировки, а также с другими терминалами. На странице «Регистратор» отображается информация регистратора событий, который настройки не требует (см. раздел 1.10 «Регистрация работы защит и автоматики»).

Ввод величин уставок выполняется в действующих значениях токов и напряжений в пересчете для вторичных цепей трансформаторов тока и напряжения.

После ввода или изменения настроек необходимо выполнить занесение новых данных в память терминала. Для этого нужно нажать кнопку с пиктограммой «Сохранение уставок», расположенную на панели инструментов программы «Монитор РЗА». Независимо от метода доступа к терминалу формируется файл уставок с уникальным именем, в котором отражается информация о порядковом номере терминала и дате текущей коррекции. Файл передаётся в терминал по локальной сети, или по удаленному доступу в сформированном запросе. Файлы уставок располагаются в папке C:\BLACKBOX\регион\объект\RZA.

Запись новых настроек в терминал выполняется при полной остановке работы алгоритмов РЗА (до 1 мс). После возобновления работы обновленные параметры переписываются в энергонезависимую память терминала. Запись параметров видна по миганию индикатора «РАБОТА» на лицевой панели терминала.

2.3.1. «Настройки»

На странице «Настройки» приведена таблица защит и режимов, которая имеет два поля (рис. 12.):

- «Название» – индивидуальное название уставки и режима;
- «Значение» – имеет три состояния: «отключено» – при выведенных из работы защитах и режимах, «введено» – при введённых в работу защитах и режимах, пустое поле – для режимов и настроек, не требующих их специального включения.

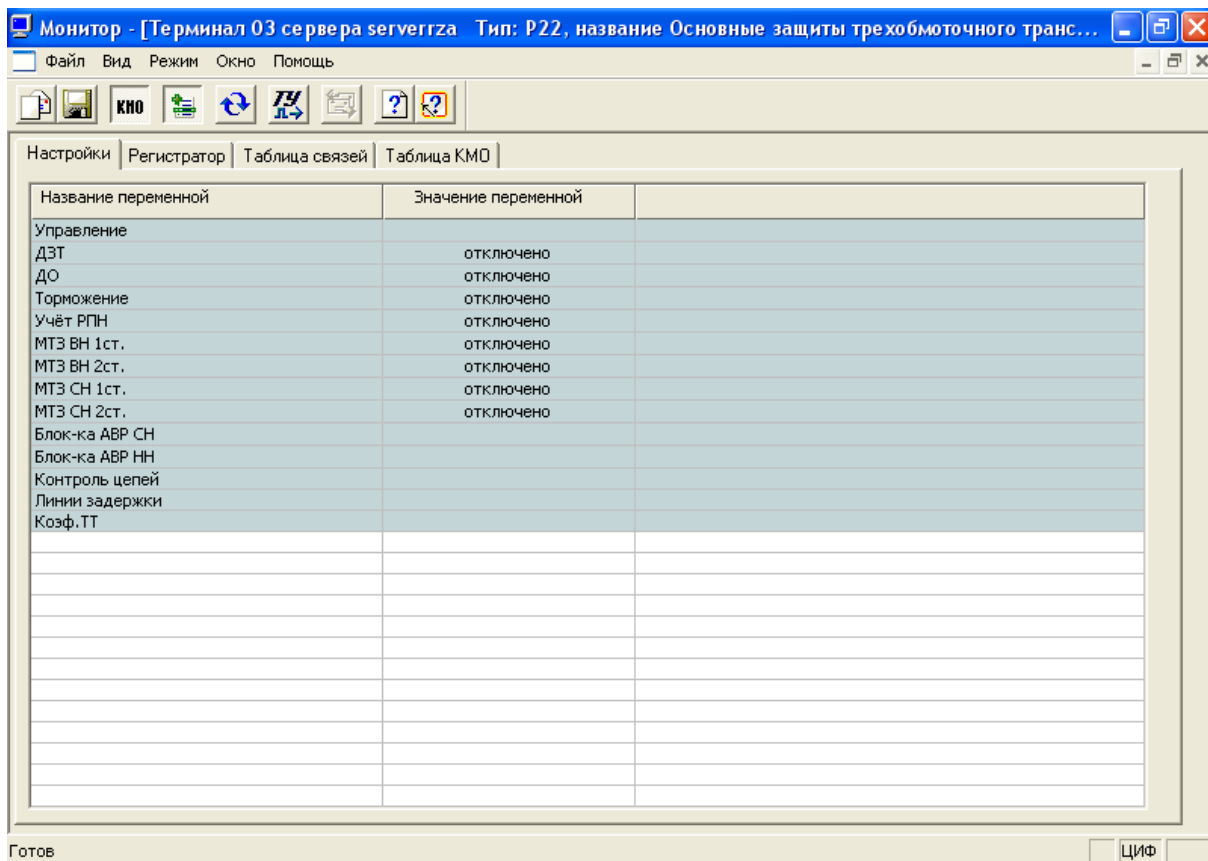


Рис. 12 Страница «Настройки»

Защиты и режимы сгруппированы по типам защит и функциональному назначению, в скобках указан терминал, в котором находится настраиваемая защита или режим:

- «Управление» – режимы управления выключателями высшей, средней и низшей сторон трансформатора (P22, P00);
- «ДЗТ» – дифференциальная защита трансформатора (P22);
- «ДО» – дифференциальная отсечка трансформатора (P22);
- «Торможение» – режим торможения ДЗТ (P22);
- «Учёт РПН» – режим учёта РПН при расчёте дифференциального тока ДЗТ (P22);
- «МТЗ ВН 1 ст.» – 1-я ступень МТЗ высшей стороны трансформатора (P22);
- «МТЗ ВН 2 ст.» – 2-я ступень МТЗ высшей стороны трансформатора (P22);
- «МТЗ СН 1 ст.» – 1-я ступень МТЗ средней стороны трансформатора (P22);
- «МТЗ СН 2 ст.» – 2-я ступень МТЗ средней стороны трансформатора (P22);
- «МТЗ НН 1 ст.» – 1-я ступень МТЗ низшей стороны трансформатора (P00);
- «МТЗ НН 2 ст.» – 2-я ступень МТЗ низшей стороны трансформатора (P00);
- «Обдув по I» – обдув трансформатора по контролю тока (P00);
- «Контроль цепей» – контроль цепей газовых защит трансформатора и РПН (P22);
- «Блок-ка АВР СН» – настройка блокировки АВР секции СН при срабатывании МТЗ (P22, P00);
- «Блок-ка АВР НН» – настройка блокировки АВР секции НН при срабатывании МТЗ (P22, P00);
- «Блок-ка АПВ ВН» – настройка блокировки АПВ выключателя ВН при срабатывании защит (P22, P00);
- «Блок-ка АПВ СН» – настройка блокировки АПВ выключателя СН при срабатывании защит (P22, P00);
- «Блок-ка АПВ НН» – настройка блокировки АПВ выключателя НН при срабатывании защит (P22, P00);
- «Пожаротушение» – настройка пожаротушения при срабатывании дифференциальных и газовых защит трансформатора (P22, P00);
- «Линии задержки» – сигналы-повторители внешних сигналов и команд с выдержкой времени (P22, P00);
- «Коэф.ТТ» – коэффициенты трансформации трансформаторов тока для отображения токов в регистраторе событий в первичных величинах (P22, P00).

Для раскрытия настроек группы необходимо два раза щёлкнуть левой кнопкой мыши на названии группы. В редактируемом окне может быть до трёх областей редактирования (см. раздел 2.4 «Настройка защит и автоматики»):

- уставки защит по группам: ток срабатывания, время срабатывания, коэффициент возврата токового органа, блокировка группы;
- «Режимы» – режимы и уставки относящиеся только к редактируемой защите;
- «Общие режимы» – режимы и уставки относящиеся к двум и более защитами, отображаются в этих защитах одинаково, и при изменении их в окне одной защиты, автоматически изменятся в другой.

Введение в работу или отключение из работы необходимых защит и режимов производится выставлением галочки напротив соответствующего названия путём подведения курсора и нажатия один раз левой клавиши мыши.

Введение значений уставок защит и автоматики производится с помощью клавиатуры сервера или компьютера (ПК).

2.3.2. «Таблица связей»

Страница «Таблица связей» (рис. 13) предназначена для настройки входов и выходов терминала. Выбирается функциональное назначение дискретных входов и выходов, телеуправления, индикации и логических блинкеров для реализации управления и сигнализации используемых защит и автоматики. На рис. 13 показан вид страницы «Таблица связей».

Терминал основной защиты трёхобмоточного трансформатора

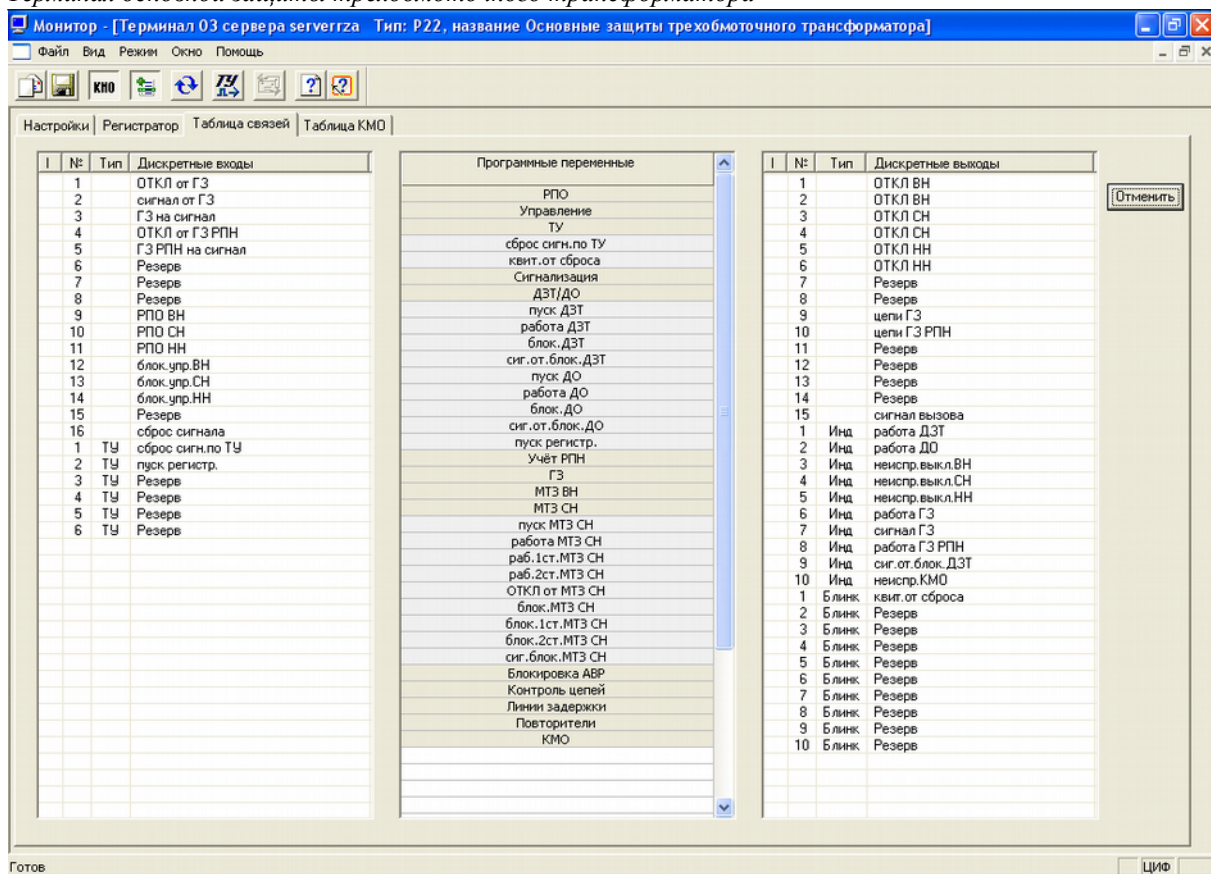


Рис. 13 Страница «Таблица связей»

В левом столбце таблицы связей отображаются физические и логические входы, в правом – выходы терминала. Все входы и выходы пронумерованы в соответствии с их физическим расположением.

В столбцах таблицы приняты следующие обозначения:

- ТУ** – логические входы (команды телеуправления);
- Блинка** – логические выходы (программные блинкеры);
- Инд** – световая индикация на лицевой панели терминала;
- ✓** – инверсия дискретного входа или выхода.

В центральном столбце показан список названий всех программных переменных, предназначенных для присвоения физическим и логическим входам и выходам. Переменные сгруппированы по типам защит и функциональному назначению (в скобках указан терминал, в котором находится группа переменных):

- «**РПО/РПВ**» – команды и сигнализация положений выключателей высшей, средней и низшей сторон трансформатора (P22, P00);
- «**Управление**» – сигналы, команды, блокировки управления выключателей высшей, средней и низшей сторон трансформатора (P22, P00);
- «**Внешнее упр.**» – сигналы, команды, блокировки внешнего управления выключателя (P22, P00);
- «**ТУ команды**» – общие команды и сигналы команд телеуправления (P22, P00);
- «**ТУ квитанции**» – общие квитанции команд телеуправления (P22, P00);
- «**Сигнализация**» – команда сброса и общая сигнализация работы защит и автоматики (P22, P00);
- «**ДЗТ/ДО**» – блокировка и сигнализация работы ДЗТ и ДО (P22);
- «**Учёт РПН**» – команды, блокировка, сигнализация режима учёта РПН при расчёте дифференциального тока ДЗТ (P22);
- «**ГЗ**» – команды, блокировка, сигнализация газовых защит трансформатора и РПН (P00);
- «**МТЗ ВН**» – команды, блокировки, сигнализация резервной максимальной токовой защиты высшей стороны трансформатора (P22);
- «**МТЗ СН**» – команды, блокировки, сигнализация резервной максимальной токовой защиты средней стороны трансформатора (P22);
- «**МТЗ НН**» – команды, блокировки, сигнализация резервной максимальной токовой защиты низшей стороны трансформатора (P00);

- «Обдув» – команды и сигналы автоматики обдува трансформатора (P00);
- «Перегрев по Т» – команды и сигнализация перегрева трансформатора (P22);
- «Уровень масла» – команды и сигнализация контроля уровня масла трансформатора (P22);
- «Контроль цепей» – сигнализация работы контроля цепей газовых защит трансформатора и РПН (P00);
- «Блокировка АВР» – команды блокировки АВР секций СН и НН при срабатывании МТЗ (P22, P00);
- «Блокировка АПВ» – команды пуска и блокировки АПВ ВН, СН и НН при отключении соответствующих выключателей от защит (P22, P00);
- «Пожаротушение» – команды пуска установки пожаротушения при срабатывании дифференциальных и газовых защит трансформатора (P22, P00);
- «Линии задержки» – команды и сигнализация сигналов-повторителей с выдержкой времени (P22, P00);
- «КМО» – сигнализация работы, блокирования и вывода из работы КМО (P22, P00).

Для раскрытия (или скрытия) переменных группы необходимо два раза щёлкнуть левой клавишей мыши на названии группы. При настройках входов или выходов список сортируется, и к присвоению предлагаются переменные, относящиеся только к входам или выходам соответственно.

Настройка входных и выходных дискретных переменных

1. Щелчком левой кнопки мыши выбирается вход или выход из списка в левом или правом столбцах. Если входу (выходу) уже присвоено значение переменной – появляется сообщение, показанное рис. 14;
2. когда переопределяемый вход (выход) выбран, в списке программных переменных остаются переменные, относящиеся только к входам или только к выходам;
3. выбор переменной, которая будет присвоена входу или выходу, производится двойным щелчком левой кнопки мыши на названии переменной центрального столбца;
4. для инвертирования переменных необходимо дважды щелкнуть правой кнопкой мыши на названии входа (выхода).

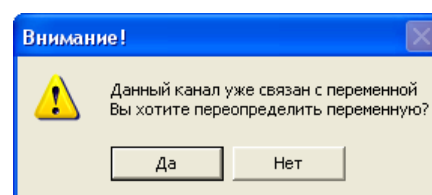


Рис. 14 Предупреждающее сообщение

Запрещается инвертировать команды телеуправления.

Чтобы освободить вход или выход от логической переменной (сделать его пустым, резервным) ему необходимо присвоить переменную значением «Резерв», находящуюся в конце списка предлагаемых программных переменных. Имеется возможность быстрого сброса значения переменной: щелчком левой кнопки мыши на строке входа (выхода) при нажатой клавише «Ctrl» – вход (выход) переводится в состояние «Резерв».

Имеется возможность присвоить одну программную переменную нескольким входам (выходам). При этом терминал будет воспринимать дискретные входы по схеме «ИЛИ», а управлять выходами с дублированием друг друга.

При назначении одной переменной на несколько входов, инверсия либо назначается, либо не назначается на все входы одной переменной. При назначении одной переменной дискретным входам и принимаемым значениям КМО инверсия не назначается. Дискретные выходы, при назначении одной переменной на несколько выходов, могут инвертироваться независимо друг от друга.

В таблице № 20 собраны все логические переменные, обеспечивающие связь терминалов с физическими входами (выходами) для управления, сигнализации, блокировки и т.д., и настраиваемые по необходимости для каждого конкретного случая выполнения защит и автоматики в программе «Монитор РЗА» [1]. В скобках у названия группы переменных указан терминал, в котором имеется данная группа.

ТАБЛИЦА № 20 СПИСОК ЛОГИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ

Наименование логической переменной	Назначение логической переменной	Тип назначаемого входа и выхода
РПО (P22, P00)		
РПО ВН	Внешний сигнал положения «отключено» выключателя стороны высшего напряжения трансформатора.	Вх
РПО СН	Внешний сигнал положения «отключено» выключателя стороны среднего напряжения трансформатора.	Вх
РПО НН	Внешний сигнал положения «отключено» выключателя стороны низшего напряжения трансформатора.	Вх
повтор.РПО ВН	Сигнал-повторитель внешнего сигнала «РПО ВН».	Вых, Инд, Блинк, КМО
повтор.РПО СН	Сигнал-повторитель внешнего сигнала «РПО СН».	Вых, Инд, Блинк, КМО
повтор.РПО НН	Сигнал-повторитель внешнего сигнала «РПО НН».	Вых, Инд, Блинк, КМО
Управление (P22, P00)		
ОТКЛ ВН	Команда на отключение к выключателю стороны высшего напряжения трансформатора. Сбрасывается сигналами «РКТС ВН», «РПО ВН», автоматически, и при отключении питания терминала.	Вых
ОТКЛ-2 ВН	Команда на отключение второго соленоида выключателя стороны высшего напряжения трансформатора. Сбрасывается сигналами «РКТС-2 ВН», «РПО ВН», автоматически, и при отключении питания терминала.	Вых
ОТКЛ СН	Команда на отключение к выключателю стороны среднего напряжения трансформатора. Сбрасывается сигналами «РКТС СН», «РПО СН», автоматически, и при отключении питания терминала.	Вых
ОТКЛ НН	Команда на отключение к выключателю стороны низшего напряжения трансформатора. Сбрасывается сигналами «РКТС НН», «РПО НН», автоматически, и при отключении питания терминала.	Вых
РКТС ВН	Сигнал от контактной группы РКТС ВН.	Вх
РКТС-2 ВН	Сигнал от контактной группы РКТС-2 ВН.	Вх
РКТС СН	Сигнал от контактной группы РКТС СН.	Вх
РКТС НН	Сигнал от контактной группы РКТС НН.	Вх
ОТКЛ от защит	Сигнал срабатывания защит на отключение выключателей ВН, СН и НН. Сбрасывается автоматически при возврате защит.	Вых
ОТКЛ от защит ВН	Сигнал срабатывания защит на отключение выключателя, а также пуска УРОВ стороны ВН. Сбрасывается автоматически при возврате защит.	Вых
ОТКЛ от защит СН	Сигнал срабатывания защит на отключение выключателя, а также пуска УРОВ на вводе стороны СН. Сбрасывается автоматически при возврате защит.	Вых
ОТКЛ от защит НН	Сигнал срабатывания защит на отключение выключателя, а также пуска УРОВ на вводе стороны НН. Сбрасывается автоматически при возврате защит.	Вых
неиспр.выкл.	Общая сигнализация неисправности выключателей сторон ВН, СН и НН трансформатора. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при устранении причин срабатывания.	Вых, Инд, Блинк, КМО
неиспр.выкл.ВН	Сигнализация неисправности выключателя или его цепей стороны высшего напряжения трансформатора. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при устранении причин срабатывания.	Вых, Инд, Блинк, КМО
неиспр.выкл.СН	Сигнализация неисправности выключателя или его цепей	Вых, Инд,

Наименование логической переменной	Назначение логической переменной	Тип назначаемого входа и выхода
	управления стороны среднего напряжения трансформатора. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при устранении причин срабатывания.	Блинк, КМО
неиспр.выкл.НН	Сигнализация неисправности выключателя или его цепей управления стороны низшего напряжения трансформатора. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при устранении причин срабатывания.	Вых, Инд, Блинк, КМО
откл.автом.ВН	Команда отключения к независимому расцепителю автомата питания цепей управления выключателя ВН при «зависании» команды «ОТКЛ ВН». Сбрасывается автоматически через 1 секунду после появления.	Вых
откл.автом.ВН-2	Команда отключения к независимому расцепителю автомата питания 2-го соленоида отключения выключателя ВН при «зависании» команды «ОТКЛ-2 ВН». Сбрасывается автоматически через 1 секунду после появления.	Вых
откл.автом.СН	Команда отключения к независимому расцепителю автомата питания цепей управления выключателя СН при «зависании» команды «ОТКЛ СН». Сбрасывается автоматически через 1 секунду после появления.	Вых
откл.автом.НН	Команда отключения к независимому расцепителю автомата питания цепей управления выключателя НН при «зависании» команды «ОТКЛ НН». Сбрасывается автоматически через 1 секунду после появления.	Вых
Внешнее упр.		
внешн.ОТКЛ1	1-я команда от внешних защит и автоматики на отключение выключателей сторон ВН, СН и НН трансформатора.	Вх, КМО
внешн.ОТКЛ2	2-я команда от внешних защит и автоматики на отключение выключателей сторон ВН, СН и НН трансформатора.	Вх, КМО
внешн.ОТКЛ3	3-я команда от внешних защит и автоматики на отключение выключателей сторон ВН, СН и НН трансформатора.	Вх, КМО
внешн.ОТКЛ ВН	Команда от внешних защит и автоматики на отключение выключателя стороны ВН трансформатора.	Вх, КМО
внешн.ОТКЛ СН	Команда от внешних защит и автоматики на отключение выключателя стороны СН трансформатора.	Вх, КМО
внешн.ОТКЛ НН	Команда от внешних защит и автоматики на отключение выключателя стороны НН трансформатора.	Вх, КМО
блок.упр.ВН	Внешний сигнал блокировки управления (отключения) выключателем ВН. Действует только на время наличия сигнала.	Вх
блок.упр.СН	Внешний сигнал блокировки управления (отключения) выключателем СН. Действует только на время наличия сигнала.	Вх
блок.упр.НН	Внешний сигнал блокировки управления (отключения) выключателем НН. Действует только на время наличия сигнала.	Вх
сигн.внешн.ОТКЛ1	Сигнализация отключения выключателей ВН, СН и НН по команде «внешн.ОТКЛ1». Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии команды «внешн.ОТКЛ1» на входах.	Вых, Инд, Блинк, КМО
сигн.внешн.ОТКЛ2	Сигнализация отключения выключателей ВН, СН и НН по команде «внешн.ОТКЛ2». Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии команды «внешн.ОТКЛ2» на входах.	Вых, Инд, Блинк, КМО
сигн.внешн.ОТКЛ3	Сигнализация отключения выключателей ВН, СН и НН по команде «внешн.ОТКЛ3». Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии команды «внешн.ОТКЛ3» на входах.	Вых, Инд, Блинк, КМО
сиг.внешн.ОТКЛ ВН	Сигнализация отключения выключателя ВН по команде «внешн.ОТКЛ ВН». Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии команды	Вых, Инд, Блинк, КМО

Терминал основной защиты трёхобмоточного трансформатора

Наименование логической переменной	Назначение логической переменной	Тип назначаемого входа и выхода
	«внешн.ОТКЛ ВН» на входах.	
сиг.внешн.ОТКЛ СН	Сигнализация отключения выключателя СН по команде «внешн.ОТКЛ СН». Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии команды «внешн.ОТКЛ СН» на входах.	Вых, Инд, Блинк, КМО
сиг.внешн.ОТКЛ НН	Сигнализация аварийного отключения выключателя НН по команде «внешн.ОТКЛ НН». Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии команды «внешн.ОТКЛ НН» на входах.	Вых, Инд, Блинк, КМО
сиг.бл.упр.ВН	Сигнализация блокировки отключения выключателя ВН. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии сигнала «блок.упр.ВН» на входах.	Вых, Инд, Блинк, КМО
сиг.бл.упр.СН	Сигнализация блокировки отключения выключателя СН. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии сигнала «блок.упр.СН» на входах.	Вых, Инд, Блинк, КМО
сиг.бл.упр.НН	Сигнализация блокировки отключения выключателя НН. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии сигнала «блок.упр.НН» на входах.	Вых, Инд, Блинк, КМО
ТУ команды (P22, P00)		
сброс сигн.по ТУ	Внешняя команда по каналам телеуправления для общего сброса всей сигнализации терминала.	ТУ
пуск регистр.	Внешняя команда по каналам телеуправления для пуска регистратора.	ТУ
ТУ квитанции (P22, P00)		
квит.от сброса	Сигнал подтверждения приема команды телеуправления на сброс сигнализации. При подтверждении меняет свое состояние на противоположное.	Блинк
Сигнализация (P22, P00)		
сигнал вызова	Общий сигнал срабатывания защит и автоматики. Сбрасывается автоматически через 1 секунду после срабатывания.	Вых, Инд, Блинк, КМО
блинк.не поднят	Общий сигнал срабатывания защит и автоматики. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате органов контроля параметров защит и автоматики.	Вых, Инд, Блинк, КМО
сброс сигнала	Внешняя команда на сброс всей сигнализации терминала. При удержании команды происходит тестирование индикаторов лицевой панели терминала.	Вх
ДЗТ/ДО (P22)		
пуск ДЗТ	Сигнал пуска токовых органов ДЗТ. Подаётся на время работы токовых органов, сбрасывается автоматически при исчезновении условий срабатывания токовых органов защиты.	Вых, Инд, Блинк
работа ДЗТ	Сигнал срабатывания ДЗТ. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии условий срабатывания токовых органов защиты.	Вых, Инд, Блинк, КМО
блок.ДЗТ	Внешняя блокировка работы ДЗТ. Действует на время наличия сигнала на входе.	Вх
сиг.от блок.ДЗТ	Сигнализация блокировки ДЗТ по внешней команде «блок.ДЗТ», или при неисправности связи по КМО с терминалом P00. Сбрасывается автоматически при снятии команды «блок.ДЗТ» и восстановлении работы по КМО с терминалом P00.	Вых, Инд, Блинк
блок.ДЗТ ф.А	Внешняя блокировка работы ДЗТ. Действует на время наличия сигнала на входе.	Вх
блок.ДЗТ ф.В	Внешняя блокировка работы ДЗТ. Действует на время наличия сигнала на входе.	Вх
блок.ДЗТ ф.С	Внешняя блокировка работы ДЗТ. Действует на время	Вх

Наименование логической переменной	Назначение логической переменной	Тип назначаемого входа и выхода
	наличия сигнала на входе.	
пуск ДО	Сигнал пуска токовых органов ДО. Подаётся на время работы токовых органов, сбрасывается автоматически при исчезновении условий срабатывания токовых органов защиты.	Вых, Инд, Блинк
работа ДО	Сигнал срабатывания ДО. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии условий срабатывания токовых органов защиты.	Вых, Инд, Блинк, КМО
блок.ДО	Внешняя блокировка работы ДО. Действует на время наличия сигнала на входе.	Вх
сиг.от блок.ДО	Сигнализация блокировки ДО по внешней команде «блок.ДО», или при неисправности связи по КМО с терминалом P00.Сбрасывается автоматически при снятии команды «блок.ДО» и восстановлении работы по КМО с терминалом P00.	Вых, Инд, Блинк
пуск регистр.	Команда ручного пуска регистратора для наблюдения за токами небаланса ДЗТ и ДО.	Вх, ТУ
Учёт РПН (P22)		
РПН +	Внешняя команда на прибавление счетчика положения РПН. В момент появления увеличивает счетчик положения РПН на 1.	Вх
РПН –	Внешняя команда на убавление счетчика положения РПН. В момент появления уменьшает счетчик положения РПН на 1.	Вх
ручное РПН +	Внешняя команда ручного прибавления положения РПН. Применяется для выставления счётчика положений РПН терминала в соответствие с реальным положением РПН.	ТУ
ручное РПН –	Внешняя команда ручного убавления положения РПН. Применяется для выставления счётчика положений РПН терминала в соответствие с реальным положением РПН.	ТУ
блок.учёт.РПН	Внешняя команда на блокирование учёта положения РПН при расчете дифференциального тока ДЗТ и перевод на группу уставок «неиспр.РПН».	Вх
неиспр.РПН	Сигнал блокирования учета положения РПН при расчете дифференциального тока ДЗТ и перевода на группу уставок «неиспр.РПН». Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при устранении неисправностей РПН и при отключении внешних и внутренних блокировок работы учёта РПН.	Вых, Инд, Блинк, КМО
ГЗ (P00)		
ОТКЛ от ГЗ	Сигнал от отключающего контакта газового реле трансформатора, производит отключение при отсутствии сигнала «ГЗ на сигнал».	Вх
сигнал от ГЗ	Сигнал от сигнального контакта газового реле трансформатора.	Вх
ГЗ на сигнал	Внешняя блокировка отключения трансформатора по сигналу «ОТКЛ от ГЗ».	Вх
работа ГЗ	Сигнализация срабатывания отключающего контакта газового реле трансформатора. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии сигнала «ОТКЛ от ГЗ».	Вых, Инд, Блинк, КМО
сигнал ГЗ	Сигнализация срабатывания сигнального контакта газового реле трансформатора. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии сигнала «сигнал от ГЗ».	Вых, Инд, Блинк, КМО
ОТКЛ от ГЗ РПН	Сигнал от газового реле РПН. Производит отключение при отсутствии сигнала «ГЗ РПН на сигнал».	Вх
ГЗ РПН на сигнал	Внешняя блокировка отключения трансформатора по сигналу «ОТКЛ от ГЗ РПН».	Вх

Терминал основной защиты трёхобмоточного трансформатора

Наименование логической переменной	Назначение логической переменной	Тип назначаемого входа и выхода
работа ГЗ РПН	Сигнализация срабатывания газового реле РПН. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии сигнала «ОТКЛ от ГЗ РПН».	Вых, Инд, Блинк, КМО
МТЗ ВН (P22)		
пуск МТЗ ВН	Сигнал пуска токовых органов МТЗ ВН. Подаётся только на время работы токовых органов. Сбрасывается автоматически при возврате защиты.	Вых, Инд, Блинк, КМО
работа МТЗ ВН	Общий сигнал срабатывания МТЗ ВН. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов всех ступеней МТЗ ВН.	Вых, Инд, Блинк, КМО
раб.1ст.МТЗ ВН	Сигнал срабатывания 1-й ступени МТЗ ВН. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов 1-й ступени МТЗ ВН.	Вых, Инд, Блинк, КМО
раб.2ст.МТЗ ВН	Сигнал срабатывания 2-й ступени МТЗ ВН. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов 2-й ступени МТЗ ВН.	Вых, Инд, Блинк, КМО
ОТКЛ от МТЗ ВН	Сигнал срабатывания МТЗ ВН на отключение. Сбрасывается автоматически при возврате МТЗ ВН. Используется для сигнализации, подачи команды «внешнее отключение» к терминалам защит, для отключения выключателей через промежуточное реле или выключателей напрямую, имеющих приводы с малыми токами коммутации команд управления.	Вых
блок.МТЗ ВН	Внешняя блокировка работы всех ступеней МТЗ ВН. Действует на время наличия сигнала на входе.	Вх, КМО
блок.1ст.МТЗ ВН	Внешняя блокировка работы 1-й ступени МТЗ ВН. Действует на время наличия сигнала на входе.	Вх, КМО
блок.2ст.МТЗ ВН	Внешняя блокировка работы 2-й ступени МТЗ ВН. Действует на время наличия сигнала на входе.	Вх, КМО
сиг.блок.МТЗ ВН	Сигнализация блокирования МТЗ ВН одним из внешних сигналов «блок.МТЗ ВН», «блок.1ст.МТЗ ВН» и «блок.2ст.МТЗ ВН». Сбрасывается автоматически при снятии сигналов блокировки с входов.	Вых, Инд, Блинк
МТЗ СН (P22)		
пуск МТЗ СН	Сигнал пуска токовых органов МТЗ СН. Подаётся только на время работы токовых органов. Сбрасывается автоматически при возврате защиты.	Вых, Инд, Блинк, КМО
работа МТЗ СН	Общий сигнал срабатывания МТЗ СН. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов всех ступеней МТЗ СН.	Вых, Инд, Блинк, КМО
раб.1ст.МТЗ СН	Сигнал срабатывания 1-й ступени МТЗ СН. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов 1-й ступени МТЗ СН.	Вых, Инд, Блинк, КМО
раб.2ст.МТЗ СН	Сигнал срабатывания 2-й ступени МТЗ СН. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов 2-й ступени МТЗ СН.	Вых, Инд, Блинк, КМО
ОТКЛ от МТЗ СН	Сигнал срабатывания МТЗ СН на отключение. Сбрасывается автоматически при возврате МТЗ СН. Используется для сигнализации, подачи команды «внешнее отключение» к терминалам защит, для отключения выключателей через промежуточное реле или выключателей напрямую, имеющих приводы с малыми токами коммутации команд управления.	Вых
блок.МТЗ СН	Внешняя блокировка работы всех ступеней МТЗ СН. Действует на время наличия сигнала на входе.	Вх, КМО
блок.1ст.МТЗ СН	Внешняя блокировка работы 1-й ступени МТЗ СН. Действует	Вх, КМО

Наименование логической переменной	Назначение логической переменной	Тип назначаемого входа и выхода
	на время наличия сигнала на входе.	
блок.2ст.МТЗ СН	Внешняя блокировка работы 2-й ступени МТЗ СН. Действует на время наличия сигнала на входе.	Вх, КМО
сиг.блок.МТЗ СН	Сигнализация блокирования МТЗ СН одним из внешних сигналов «блок.МТЗ СН», «блок.1ст.МТЗ СН» и «блок.2ст.МТЗ СН». Сбрасывается автоматически при снятии сигналов блокировки с входов.	Вых, Инд, Блинк
МТЗ НН (P00)		
пуск МТЗ НН	Сигнал пуска токовых органов МТЗ НН. Подаётся только на время работы токовых органов. Сбрасывается автоматически при возврате защиты.	Вых, Инд, Блинк, КМО
работа МТЗ НН	Общий сигнал срабатывания МТЗ НН. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов всех ступеней МТЗ НН.	Вых, Инд, Блинк, КМО
раб.1ст.МТЗ НН	Сигнал срабатывания 1-й ступени МТЗ НН. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов 1-й ступени МТЗ НН.	Вых, Инд, Блинк, КМО
раб.2ст.МТЗ НН	Сигнал срабатывания 2-й ступени МТЗ НН. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов 2-й ступени МТЗ НН.	Вых, Инд, Блинк, КМО
ОТКЛ от МТЗ НН	Сигнал срабатывания МТЗ НН на отключение. Сбрасывается автоматически при возврате МТЗ НН. Используется для сигнализации, подачи команды «внешнее отключение» к терминалам защит, для отключения выключателей через промежуточное реле или выключателей напрямую, имеющих приводы с малыми токами коммутации команд управления.	Вых
блок.МТЗ НН	Внешняя блокировка работы всех ступеней МТЗ НН. Действует на время наличия сигнала на входе.	Вх, КМО
блок.1ст.МТЗ НН	Внешняя блокировка работы 1-й ступени МТЗ НН. Действует на время наличия сигнала на входе.	Вх, КМО
блок.2ст.МТЗ НН	Внешняя блокировка работы 2-й ступени МТЗ НН. Действует на время наличия сигнала на входе.	Вх, КМО
сиг.блок.МТЗ НН	Сигнализация блокирования МТЗ НН одним из внешних сигналов «блок.МТЗ НН», «блок.1ст.МТЗ НН» и «блок.2ст.МТЗ НН». Сбрасывается автоматически при снятии сигналов блокировки с входов.	Вых, Инд, Блинк
Обдув (P00)		
пуск.обдув по I	Сигнал пуска токовых органов трёх групп автоматики обдува по току. Подаётся на время работы токовых органов, сбрасывается автоматически при исчезновении условий срабатывания.	Вых, Инд, Блинк
обдув гр.1	Команда на включение 1-й группы обдува трансформатора по контролю тока нагрузки. Отключается при возврате токового органа «Группы 1».	Вых
обдув гр.2	Команда на включение 2-й группы обдува трансформатора по контролю тока нагрузки. Отключается при возврате токового органа «Группы 2».	Вых
обдув гр.3	Команда на включение 3-й группы обдува трансформатора по контролю тока нагрузки. Отключается при возврате токового органа «Группы 3».	Вых
вкл.обдув по t	Сигнал от двухконтактного датчика температуры масла трансформатора на включение резервной группы обдува при наличии сигнала «откл.обдув по t».	Вх
откл.обдув по t	Сигнал от двухконтактного датчика температуры масла	Вх

Терминал основной защиты трёхобмоточного трансформатора

Наименование логической переменной	Назначение логической переменной	Тип назначаемого входа и выхода
	трансформатора на отключение резервной группы обдува при отсутствии сигнала «вкл.обдув по t».	
обдув по t	Сигнал от одноконтактного датчика температуры масла трансформатора на включение резервной группы обдува, при снятии сигнала происходит отключение резервной группы.	Вх
вкл.резерв.гр.	Сигнал от блок-контактов выключателей основной группы обдува трансформатора на включение резервной группы обдува.	Вх
обдув резерв.гр.	Команда на включение резервной группы обдува трансформатора. Сбрасывается автоматически при снятии сигналов от датчика температуры масла «вкл.обдув по t» и «откл.обдув по t», «обдув по t» и исчезновении сигнала от блок-контактов выключателей «вкл.резерв.гр.».	Вых
неиспр.обдув	Сигнализация неисправности основных групп обдува при появлении сигнала «вкл.резерв.гр.» и неисправности датчика температуры обдува при появлении сигнала «вкл.обдув по t» в отсутствии «откл.обдув по t». Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при устранении причин срабатывания.	Вых, Инд, Блинк, КМО
Перегрев по t (P22)		
датчик t масла	Внешний сигнал перегрева трансформатора от датчика температуры.	Вх
перегрев по t	Сигнализация перегрева трансформатора. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при исчезновении сигнала «датчик t масла».	Вых, Инд, Блинк, КМО
Уровень масла (P22)		
РУМ	Внешний сигнал от датчика уровня масла.	Вх
сигнал РУМ	Сигнализация снижения уровня масла трансформатора. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при исчезновении сигнала «РУМ».	Вых, Инд, Блинк, КМО
Контроль цепей (P00)		
цепи ГЗ	Сигнализация срабатывания контроля цепей газовой защиты трансформатора. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов контроля.	Вых, Инд, Блинк, КМО
цепи ГЗ РПН	Сигнализация срабатывания контроля цепей газовой защиты РПН. Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов контроля.	Вых, Инд, Блинк, КМО
Блокировка АВР (P22, P00)		
блок.АВР СН	Команда блокировки АВР секции СН трансформатора к терминалу секционного выключателя БИМ ХХХХ Р02 или БИМ ХХХХ Р07 при отключении выключателя СН от резервных МТЗ.	Вых, КМО
блок.АВР НН	Команда блокировки АВР секции НН трансформатора к терминалу секционного выключателя БИМ ХХХХ Р02 или БИМ ХХХХ Р07 при отключении выключателя НН от резервных МТЗ.	Вых, КМО
Блокировка АПВ (P22, P00)		
блок.АПВ ВН	Сигнал блокировки АПВ ВН при срабатывании защит на отключение выключателя ВН к терминалу резервной защиты трансформатора БИМ ХХХХ Р26.	Вых, КМО
блок.АПВ СН	Сигнал блокировки АПВ СН при срабатывании защит на отключение выключателя СН к терминалу БИМ ХХХХ Р08 ввода в секцию СН.	Вых, КМО
блок.АПВ НН	Сигнал блокировки АПВ НН при срабатывании защит на	Вых, КМО

Наименование логической переменной	Назначение логической переменной	Тип назначаемого входа и выхода
	отключение выключателя НН к терминалу БИМ ХХХХ Р08 ввода в секцию НН.	
пуск АПВ ВН	Сигнал пуска АПВ ВН при срабатывании защит на отключение выключателя ВН к терминалу резервной защиты трансформатора БИМ ХХХХ Р26.	Вых, КМО
пуск АПВ СН	Сигнал пуска АПВ СН при срабатывании защит на отключение выключателя СН к терминалу БИМ ХХХХ Р08 ввода в секцию СН.	Вых, КМО
пуск АПВ НН	Сигнал пуска АПВ НН при срабатывании защит на отключение выключателя НН к терминалу БИМ ХХХХ Р08 ввода в секцию НН.	Вых, КМО
Пожаротушение (P22, P00)		
пуск ПЖТ	Сигнал пуска установки пожаротушения трансформатора. Появляется при срабатывании ДЗТ и ДО в терминале P22. Сбрасывается при возврате токовых органов дифференциальных защит и снятии сигналов газовых защит.	Вых
пуск ПЖТ от ГЗ	Сигнал пуска установки пожаротушения трансформатора. Появляется при срабатывании на отключение ГЗ трансформатора и ГЗ РПН в терминале P00. Сбрасывается при возврате токовых органов дифференциальных защит и снятии сигналов газовых защит.	Вых
Линии задержки (P22, P00)		
вход 1	Внешний сигнал 1-й линии задержки.	Вх, КМО
вход 2	Внешний сигнал 2-й линии задержки.	Вх, КМО
вход 3	Внешний сигнал 3-й линии задержки.	Вх, КМО
вход 4	Внешний сигнал 4-й линии задержки.	Вх, КМО
вход 5	Внешний сигнал 5-й линии задержки.	Вх, КМО
вход 6	Внешний сигнал 6-й линии задержки.	Вх, КМО
вход 7	Внешний сигнал 7-й линии задержки.	Вх, КМО
вход 8	Внешний сигнал 8-й линии задержки.	Вх, КМО
выход 1	Повторитель входного сигнала «вход 1». Сбрасывается автоматически при снятии сигнала.	Вых, Инд, Блинк, КМО
выход 2	Повторитель входного сигнала «вход 2». Сбрасывается автоматически при снятии сигнала.	Вых, Инд, Блинк, КМО
выход 3	Повторитель входного сигнала «вход 3». Сбрасывается автоматически при снятии сигнала.	Вых, Инд, Блинк, КМО
выход 4	Повторитель входного сигнала «вход 4». Сбрасывается автоматически при снятии сигнала.	Вых, Инд, Блинк, КМО
выход 5	Повторитель входного сигнала «вход 5». Сбрасывается автоматически при снятии сигнала.	Вых, Инд, Блинк, КМО
выход-блинкер 6	Повторитель входного сигнала «вход 6», работающий как «блинкер». Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при снятии сигнала.	Вых, Инд, Блинк, КМО
выход-блинкер 7	Повторитель входного сигнала «вход 7», работающий как «блинкер». Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при снятии сигнала.	Вых, Инд, Блинк, КМО
выход-блинкер 8	Повторитель входного сигнала «вход 8», работающий как «блинкер». Сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при снятии сигнала.	Вых, Инд, Блинк, КМО
КМО (P22, P00)		
работа КМО	Сигнал нормальной работы каналов межмодульного обмена (КМО). Сбрасывается автоматически при нарушении в работе КМО.	Вых, Инд, Блинк

Терминал основной защиты трёхобмоточного трансформатора

Наименование логической переменной	Назначение логической переменной	Тип назначаемого входа и выхода
неиспр.КМО	Сигнал неправильной работы КМО. При кратковременных сбоях (до 0.5 с), вызванных внешними помехами, сбрасывается автоматически. При прекращении приёма информации по КМО (свыше 0.5 с) работает как «блнкер», сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при восстановлении нормальной работы. При выводе терминала из цикла КМО для проверок мигает с периодичностью 1 с.	Вых, Инд, Блнк
(несгруппированные переменные)		
Резерв	Переменная для вывода входа или выхода в резерв.	Вх, ТУ, Вых, Инд, Блнк, КМО

2.3.3. «Таблица КМО»

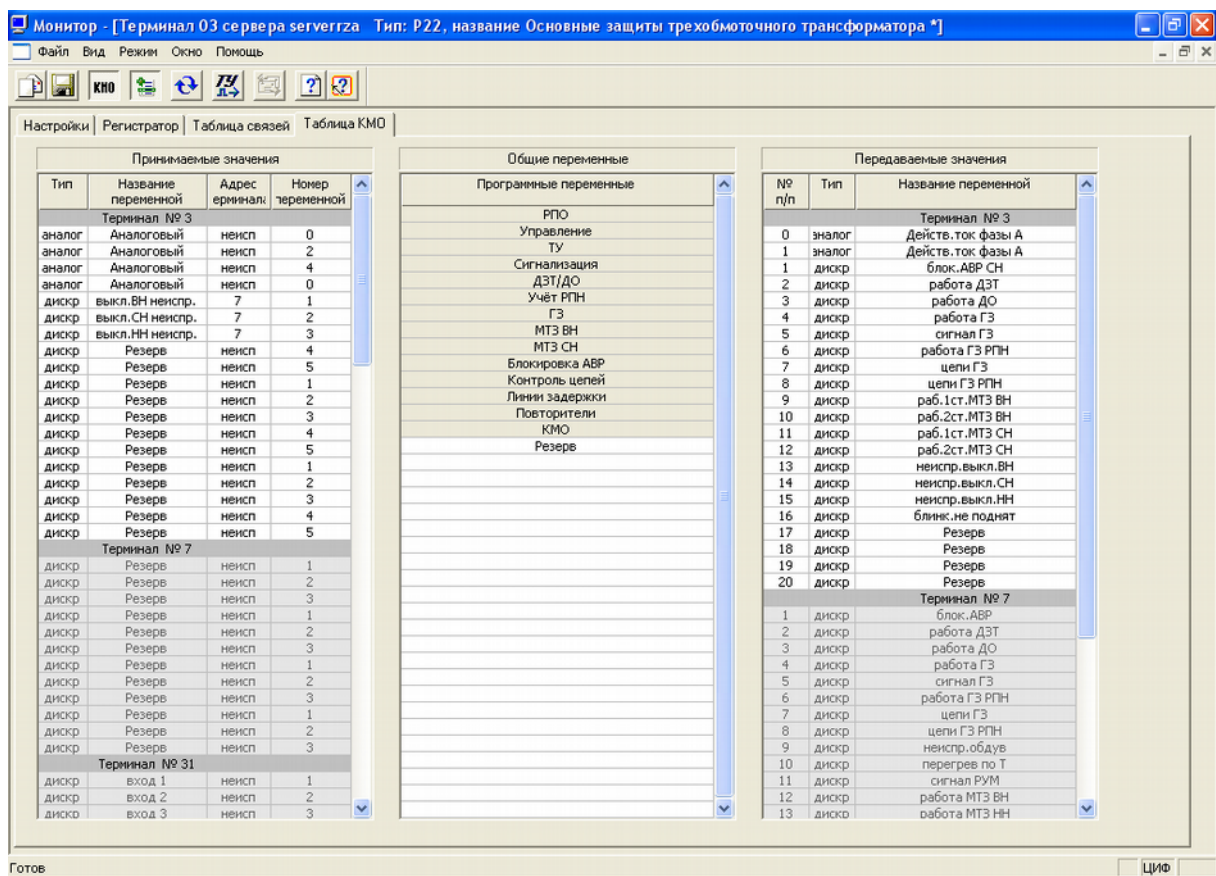


Рис. 15 Страница «Таблица КМО»

Для работы дифференциальной защиты трансформатора (ДЗТ) и дифференциальной отсечки (ДО) необходимо настроить передачу по КМО комплексных значений токов стороны НН от терминала Р00 к терминалу Р22. Также настраивается работа и блокировка автоматики обдува трансформатора, автоматики пуска пожаротушения. Для терминала центральной сигнализации БИМ XXXX Р36 [12] настраивается передача по КМО необходимых сигналов работы защит и автоматики.

Настройка КМО производится программой «Монитор РЗА» [1] на странице «Таблица КМО», показанной на рис. 15. Все терминалы, настраиваемые в цикл КМО, должны быть подключены через интерфейс СЛВС ЧЯ (Vbnet) к серверу или к ПК. Подключение к ПК должно производиться с помощью преобразователя интерфейса (адаптера) Vbnet/All.

Настройка КМО разделяется на три этапа: настройка списка терминалов КМО, настройка приёма и передачи аналоговых и дискретных сигналов каждого терминала (на странице «Таблица КМО»), запуск КМО.

Настройка списка терминалов КМО

Список терминалов КМО – это список адресов терминалов группы, которые настраиваются для обмена информацией по КМО. Групп терминалов КМО может быть несколько. Настройка производится для каждой группы КМО. Терминал может относиться только к одной группе, т.е. группы не могут иметь общие терминалы.

Для настройки КМО необходимо выбрать строку настраиваемого терминала в списке терминалов на панели доступа к серверу (см. рис. 11) и вызвать панель таблицы списка терминалов КМО (рис. 16), нажав кнопку «Настройка КМО». Настройка выполняется для группы КМО, в которую включён настраиваемый терминал, и выполняется один раз для этой группы.

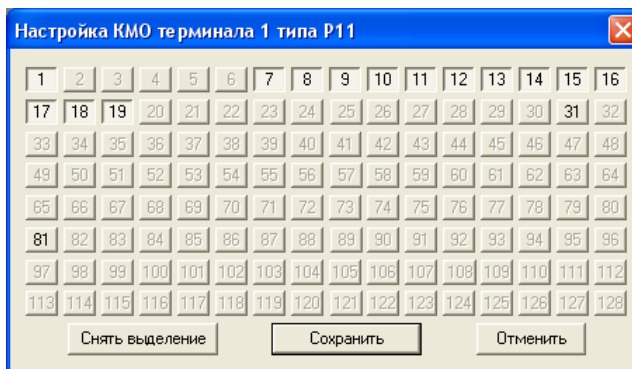


Рис. 16 Таблица списка терминалов КМО

В таблице списка включаются кнопки с адресами терминалов, участвующих в цикле КМО. У каждой нумерованной кнопки есть три возможных состояния:

- включенное – означает, что терминал с данным адресом задействован в группе КМО;
- невключенное – означает, что терминал с данным адресом сейчас не задействован в группе КМО, но может быть в нее включен;
- неактивное – означает, что терминал с таким адресом отсутствует в сети СЛВС или не имеет функции КМО.

При неприменении функций КМО терминала, в списке адресов вносится только собственный адрес терминала.

После настройки списка терминалов КМО производится его запись нажатием кнопки «Сохранить», расположенной на панели таблицы списка терминалов КМО.

Кнопкой «Снять выделение» производится отключение всех кнопок с адресами терминалов списка, и включение всех кнопок с адресами терминалов, включённых в СЛВС ЧЯ и имеющих функции КМО. По умолчанию включены (выделены) кнопки с адресами терминалов 1-32.

Настройка на странице «Таблица КМО»

После сохранения списка терминалов КМО открывается редактор настроек защит и автоматики настраиваемого терминала на странице «Таблица КМО» (рис. 15).

Изначально страница «Таблица КМО» в программе «Монитор РЗА» скрыта для всех терминалов. Для просмотра и настройки «Таблицы КМО» необходимо перед открытием доступа к серверу или непосредственно в редакторе нажать кнопку панели инструментов с пиктограммой «КМО».

На странице «Таблица КМО» отображается полная карта обмена информацией всех терминалов группы КМО. Переменные текущего терминала доступны для редактирования, переменные остальных терминалов группы неактивны (выделены серым цветом), и представлены для справки. Отображаются списки переменных терминалов чьи адреса внесены в список группы КМО на момент открытия редактора уставок и настроек, и которые доступны по СЛВС.

В левом столбце таблицы КМО представлены переменные, принимаемые по КМО, в правом столбце переменные, передаваемые по КМО. Переменные в столбцах сгруппированы по терминалам, и сначала описаны аналоговые, затем дискретные. В центральном столбце находится список всех настраиваемых дискретных переменных (аналогично странице «Таблица связей»), приведённых в таблице № 20.

Настройка на странице «Таблица КМО» принимаемых и передаваемых переменных (каналов) производится в следующей последовательности:

1. щелчком левой кнопки мыши выбирается канал из списка принимаемых или передаваемых каналов (левый или правый столбец);
2. выбор переменной, которая будет присвоена принимаемому или передаваемому каналу производится двойным щелчком левой кнопки мыши на названии переменной; при назначении переменных необходимо соблюдать согласованность в порядковом номере принимаемой переменной («Номер переменной») от терминала с соответствующим адресом в СЛВС («Адрес терминала»), с порядковым номером передаваемой переменной терминала («№ п/п»), от которого эта переменная принимается (см. главу 2.4);
3. незадействованным принимаемым или передаваемым дискретным каналам причисляется переменная «Резерв».

Настройки КМО для реализации работы защит и автоматики описаны в разделах «Каналы КМО» главы 2.4 «Настройка защит и автоматики».

Запуск КМО

Запуск цикла КМО производится в редакторе настроек одного из терминалов группы КМО после настройки передачи аналоговых и дискретный сигналов в каждом терминале. Сначала необходимо перечитать уставки, нажав кнопку с пиктограммой «Перечитать уставки» на панели инструментов редактора «Монитор РЗА», затем в меню «Режим» произвести запуск цикла КМО командой «Запустить цикл КМО».

Нормальная работа КМО по передаче переменных между терминалами (терминалы в цикле КМО) видна по наличию сигнала «работа КМО» или отсутствию сигнала «неиспр.КМО» (см. далее «Сигнализация работы КМО»).

При запуске КМО, в случае отсутствия настройки части терминалов группы, запуск блокируется с выдачей сообщения о номере терминала с ненастроенным КМО (см. рис. 17). В этом случае необходимо у этого терминала сначала перечитать уставки, нажав кнопку с пиктограммой «Перечитать уставки» на панели инструментов программы «Монитор РЗА», затем проверить правильность настроек, внести, в случае необходимости, изменения, произвести сохранение настроек в терминал и повторно произвести запуск цикла КМО.

В эксплуатации, для изменения настроек передачи аналоговых и дискретный сигналов по КМО, или изменения состава терминалов группы КМО, необходимо остановить цикл КМО командой «Остановить цикл КМО» в меню «Режим», а после внесения изменений произвести повторный запуск цикла КМО. При изменении настроек защит и автоматики (уставок, режимов, дискретных входов и выходов), после изменений необходимо производить перезапуск цикла командой «Перезапуск цикла КМО».

Сигнализация работы КМО

В терминале предусмотрена сигнализация работы и неисправности КМО:

- «работа КМО» – сигнал нормальной работы каналов межмодульного обмена (КМО); сбрасывается автоматически при нарушениях и сбоях в работе КМО;
- «неиспр.КМО» – сигнал неправильной работы КМО и вывода терминала из цикла КМО (см. раздел 3.3); при кратковременных сбоях сбрасывается автоматически (промаргивает), при прекращении передачи информации сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при устранении неисправности.

По умолчанию индикации лицевой панели терминала назначена переменная «неиспр.КМО».

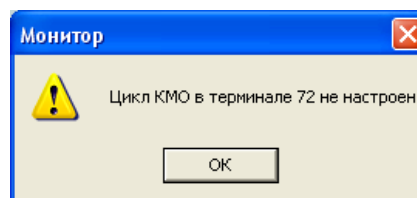


Рис. 17 Сообщение номера терминала с ненастроенным циклом КМО

2.4. Настройка защит и автоматики

Настройка защит и автоматики терминалов P22 и P00 выполняется с помощью программы «Монитор РЗА» (см. раздел 2.3) при подключении терминалов к серверу СЛВС ЧЯ или к персональному компьютеру (ПК) с помощью универсального адаптера Bbnet/All. Настройка подключения к серверу или ПК описана в руководстве пользователя «Комплекс измерительно-информационный и управляющий микропроцессорный «Черный ящик-2000». Базовое программное обеспечение.» [2].

В программе «Монитор РЗА» уставки и режимы вводятся на странице «Настройки», изменение назначения дискретных входов и выходов, индикации, логических блинкеров, телеуправления производится на странице «Таблица связей», каналов межмодульного обмена – на странице «Таблица КМО».

Настройка уставок и режимов, а так же назначение дискретных входов и выходов, индикации, логических блинкеров, телеуправления, КМО производится для каждого конкретного случая в соответствии с необходимым функциональным набором (см. раздел 1.9 «Работа защит и автоматики»), и выполняется эксплуатационным персоналом.

Для уставок и времени срабатывания защит диапазон срабатывания и шаг регулирования указаны в главе 1.4 «Характеристики защит и автоматики».

При описании уставок «Режимов» в скобках показаны значения диапазона, шага регулирования и уставки, выставленной по умолчанию (0.1-100 с, шаг 0.1 с, 10 с). При описании режимов – включенное или отключенное состояние (вкл./откл.).

2.4.1. Управление выключателями

В терминалах P22 и P00 предусмотрен только механизм отключения выключателей сторон ВН, СН и НН трансформатора. Управление выключателем ВН от КУ и по ТУ настраивается в терминале резервных защит трансформатора БИМ XXXX P26 [7], а управление выключателями СН и НН в терминалах защиты вводов в секции БИМ XXXX P08 [9].

При неиспользовании МТЗ НН отключение от терминала Р00 не настраивается и не подключается.

«Режимы» (см. рис. 18):

- «Вр.контр.ВН», «Вр.контр.СН», «Вр.контр.НН» – уставки максимального времени включения-отключения выключателей ВН, СН и НН для контроля исправности цепей выключателей (0-10 с, шаг 0.01 с, 0.1 с); при нулевом значении режим контроля цепей соответствующего выключателя выводится из работы;
- «Авт.сброс упр.ВН», «Авт.сброс упр.СН», «Авт.сброс упр.НН» – режимы автоматического сброса команд управления выключателями ВН, СН и НН при возникновении неисправности цепей выключателей; разрешается использовать данные режимы только при применении реле-повторителей команд «ОТКЛ ВН», «ОТКЛ-2 ВН», «ОТКЛ СН» и «ОТКЛ НН» или при работе этих команд на приводы выключателей с малыми токами коммутации команд управления, позволяющими разрывать эти токи контактами реле терминалов (откл.);
- «Откл-2 ВН» – режим формирования команды отключения 2-го соленоида выключателя ВН «ОТКЛ-2 ВН» (откл.).

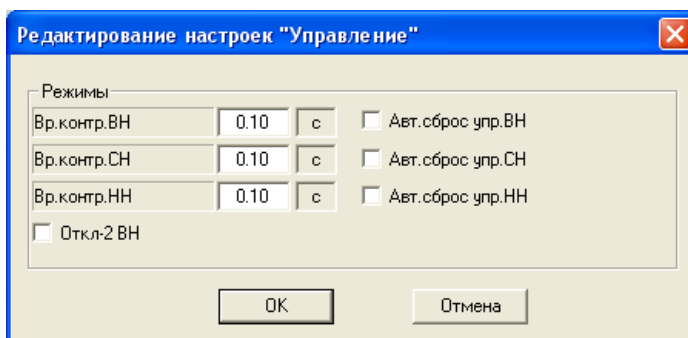


Рис. 18 Редактор настроек «Управление»

Дискретные входы/выходы

По умолчанию назначены переменные дискретным входам Р22 и Р00: «РПО ВН», «РПО СН», «РПО НН», «блок.упр.ВН», «блок.упр.СН», «блок.упр.НН», – дискретным выходам Р22 и Р00: «ОТКЛ ВН», «ОТКЛ СН», «ОТКЛ ВН», – передаваемым значениям КМО Р22 и Р00: «неиспр.выкл.ВН», «неиспр.выкл.СН», «неиспр.выкл.НН», – индикации Р22: «неиспр.выкл.ВН», «неиспр.выкл.СН», «неиспр.выкл.НН».

Входы «РПО»:

- «РПО ВН», «РПО СН», «РПО НН» – внешние сигналы положений «отключено» выключателей сторон высшего, среднего и низшего напряжений трансформатора соответственно.

Выходы, передаваемые значения КМО, индикация, блинкеры «РПО»:

- «повтор.РПО ВН», «повтор.РПО СН», «повтор.РПО НН» – сигналы-повторители внешних сигналов «РПО ВН», «РПО СН» и «РПО НН» соответственно.

Входы «Управление»:

- «РКТС ВН», «РКТС-2 ВН», «РКТС СН», «РКТС НН» – сигналы от контактных групп датчиков РКТС сторон ВН, СН и НН соответственно для сброса команд отключения;
- «внешн.ОТКЛ1», «внешн.ОТКЛ2», «внешн.ОТКЛ3» – команды от внешних защит и автоматики на отключение выключателей сторон ВН, СН и НН;
- «внешн.ОТКЛ ВН», «внешн.ОТКЛ СН», «внешн.ОТКЛ НН» – команды от внешних защит и автоматики на отключение выключателей сторон ВН, СН и НН соответственно;
- «блок.упр.ВН», «блок.упр.СН», «блок.упр.НН» – внешний сигнал блокировки управления (отключения) выключателями ВН, СН и НН соответственно, действуют только на время наличия сигналов.

Выходы «Управление»:

- «ОТКЛ ВН», «ОТКЛ-2 ВН», «ОТКЛ СН», «ОТКЛ ВН» – команды на отключение к выключателям сторон ВН, СН и НН трансформатора соответственно, сбрасываются сигналами РКТС, РПО, автоматически, и при отключении питания терминалов;
- «ОТКЛ от защит» – сигнал срабатывания защит на отключение выключателей ВН, СН и НН;
- «ОТКЛ от защит ВН», «ОТКЛ от защит СН», «ОТКЛ от защит НН» – сигналы срабатывания защит на отключение соответствующих выключателей ВН, СН и НН;
- «откл.упр.ВН», «откл.упр.ВН-2», «откл.упр.СН», «откл.упр.НН» – команды отключения к независимым расцепителям автоматов питания цепей управления выключателей ВН, СН и НН при «зависании» соответствующих команд управления «ВКЛ ВН» и «ОТКЛ ВН», «ОТКЛ-2 ВН», «ВКЛ СН» и «ОТКЛ СН», «ВКЛ НН» и «ОТКЛ НН», сбрасываются автоматически через 1 с после появления.

Выходы, передаваемые значения КМО, индикация, блинкеры «Управление»:

- «сиг.внеш.ОТКЛ1», «сиг.внеш.ОТКЛ2», «сиг.внеш.ОТКЛ3» – сигналы отключения выключателей ВН, СН и НН по командам «внешн.ОТКЛ1», «внешн.ОТКЛ2», «внешн.ОТКЛ3», сбрасываются по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии соответствующих команд на входах;
- «сиг.внеш.ОТКЛ ВН», «сиг.внеш.ОТКЛ СН», «сиг.внеш.ОТКЛ НН» – сигнализация отключения выключателей по командам «внешн.ОТКЛ ВН», «внешн.ОТКЛ СН» и «внешн.ОТКЛ НН», сбрасываются по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии соответствующих команд на входах;
- «сиг.бл.упр.ВН», «сиг.бл.упр.СН», «сиг.бл.упр.НН» – сигнализация блокировки управления (отключения) выключателей по сигналам «блок.упр.ВН», «блок.упр.СН» и «блок.упр.НН», сбрасываются по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии соответствующих сигналов на входах;
- «неиспр.выкл.ВН», «неиспр.выкл.СН», «неиспр.выкл.НН» – сигнализация неисправности выключателей или его цепей сторон ВН, СН и НН трансформатора соответственно.

Настройка КМО

При настройке и подключении механизма отключения от терминала P00 (при использовании МТЗ НН) сигнализацию срабатывания контроля цепей выключателя ретранслируют по КМО в терминал P22 для группирования сигнализации в одном терминале.

В терминале P22, в столбце принимаемых значений, переменным «выкл.ВН неисправ.», «выкл.СН неисправ.» и «выкл.НН неисправ.» назначается адрес терминала P00 и номера переменных в терминале P00 «неиспр.выкл.ВН», «неиспр.выкл.СН», «неиспр.выкл.НН» в столбце передаваемых значений (по умолчанию «1», «2» и «3»).

При срабатывании в терминале P00 сигнализации неисправности выключателей «неиспр.выкл.ВН», «неиспр.выкл.СН», «неиспр.выкл.НН» – зажгутся индикаторы терминала P22 и сработает общая сигнализация работы защит и автоматики.

2.4.2. Общая сигнализация работы защит и автоматики

Дискретным входам по умолчанию терминалов P22 и P00 назначена переменная «сброс сигнала», каналам телеуправления «сброс сигн.по ТУ», логическим блинкерам «квит.от сброса».

Дискретным выходам терминалов P22 и P00 по умолчанию назначен сигнал общей сигнализации срабатывания защит и автоматики «сигнал вызова», который действует на шинку звуковой предупредительной сигнализации терминала БИМ ХХХХ Р35 или на дискретный вход терминала расширителя центральной сигнализации БИМ ХХХХ Р36 [12].

Аварийная сигнализация отключения выключателей ВН, СН и НН выполнена в терминалах, от которых производится управление от КУ и по ТУ (БИМ ХХХХ Р26 [7], БИМ ХХХХ Р08 [9]).

Входы «Сигнализация»:

- «сброс сигнала» – внешняя команда на сброс всей сигнализации терминала, при удерживании команды происходит тестирование индикаторов лицевой панели терминала.

Выходы, передаваемые значения КМО, индикация, блинкеры «Сигнализация»:

- «сигнал вызова» – общий сигнал срабатывания защит и автоматики; сбрасывается автоматически через 1 секунду после срабатывания;
- «блнк.не поднят» – общий сигнал срабатывания защит и автоматики, сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате органов контроля параметров защит и автоматики.

Описания сигнализации работы защит и автоматики даны далее в соответствующих разделах.

2.4.3. Дифференциальная защита трансформатора

Настройка дифференциальной защиты трансформатора (ДЗТ) производится в терминале Р22. ДЗТ имеет две группы уставок «Базовая» и «Неиспр.РПН». Группа уставок «Неиспр.РПН» по умолчанию заблокирована (см. рис. 19).

«Режимы»:

- «ДЗТ» – режим включения в работу дифференциальной защиты трансформатора (откл.);
- «Кэф.бл.намагн.» – уставка коэффициента блокировки от бросков тока намагничивания трансформатора по соотношению токов 1-й и 2-й гармоник (0.1-0.8, шаг 0.1 с, 0.19);
- «Торможение» – режим включения в работу торможения ДЗТ токами сторон трансформатора (откл.);
- «Кэф.торм.» – уставка коэффициента торможения ДЗТ (0.1-0.8, шаг 0.01, 0.3).

«Общие режимы» (для ДЗТ и ДО):

- «Кэф.ур.СН», «Кэф.ур.НН» – значения уравнивающих коэффициентов токов сторон СН и НН (см. выражения (12) и (13)) для выравнивания небаланса, вызванного трансформаторами тока (0.01-10, шаг 0.01, 1);
- «ТТвн в треуг.», «ТТсн в треуг.», «ТТнн в треуг.» – режимы пересчёта вторичных токов трансформаторов тока (ТТ) высшего, среднего и низшего напряжений трансформатора, когда ТТ соединены в звезду, а для правильной работы ДЗТ и ДО необходимо их соединение в треугольник; по умолчанию для трансформатора со схемой $\Delta/\Delta/\Delta$ режимы «ТТвн в треуг.» и «ТТсн в треуг.» – включены, режим «ТТнн в треуг.» – отключен.

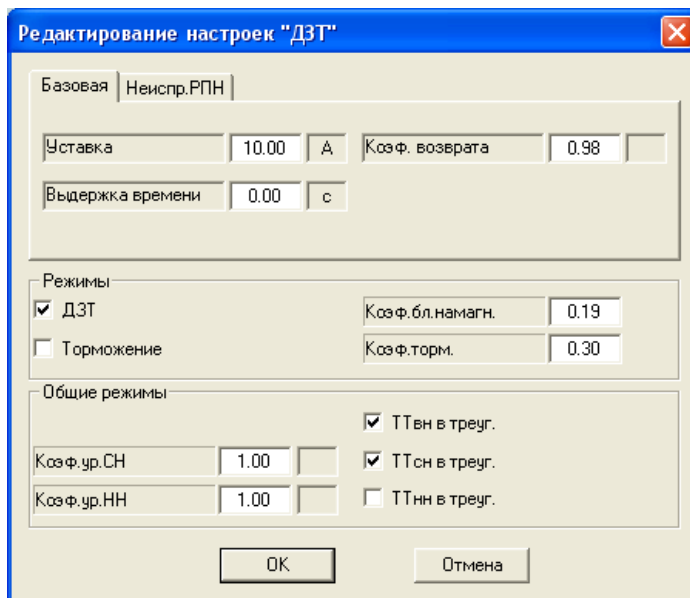


Рис. 19 Редактор настроек «ДЗТ»

Дискретные входы/выходы

По умолчанию в терминале Р22 назначены переменные каналам телеуправления «пуск регистр.», индикации: «работа ДЗТ», «сиг.от блок ДЗТ».

Входы:

- «блок.ДЗТ» – внешняя команда блокировки ДЗТ, действует на время наличия сигнала, при снятии сигнала защита автоматически вводится в работу.

Входы, ТУ:

- «пуск регистр.» – команда ручного пуска регистратора (см. 1.10 «Регистратор работы защит и автоматики») для наблюдения за токами небаланса дифференциальной защиты трансформатора.

Выходы, передаваемые значения КМО, индикация, блинкеры:

- «пуск ДЗТ» – сигнал пуска токовых органов ДЗТ, для проверки тока срабатывания и коэффициента возврата, подаётся на время работы токовых органов, сбрасывается автоматически при исчезновении условий срабатывания;
- «работа ДЗТ» – сигнализация срабатывания ДЗТ, сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии условий срабатывания токовых органов защиты;
- «сиг.от блок ДЗТ» – сигнализация блокировки ДЗТ по внешней команде «блок.ДЗТ» или при неисправности связи по КМО с терминалом Р00, сбрасывается автоматически при снятии команды «блок.ДЗТ» и восстановлении КМО с терминалом Р00.

Настройка КМО

Для работы ДЗТ необходимо настроить приём/передачу комплексных значений токов стороны НН от терминала Р00 к терминалу Р22.

Для терминала Р22, на странице «Таблица КМО», в столбце «Принимаемые значения», переменным «Аналоговый канал» с адресами «0», «2» и «4» назначается адрес терминала Р00. После сохранения и обновления уставок названия должны поменяться на «Комп.ток фазы А», «Комп.ток фазы В» и «Комп.ток фазы С» соответственно.

После включения терминалов в цикл КМО передача токов стороны НН контролируется по сигнализации «сиг.от блок ДЗТ».

При срабатывании сигнализации неисправности КМО (сигнал «неиспр.КМО») работа ДЗТ контролируется по сигналу «сиг.от блок ДЗТ». Если сигнал не появился, выводить из работы ДЗТ не требуется, т.к. приём значений токов стороны НН от терминала Р00 в этом случае не нарушен.

2.4.4. Учёт положения РПН

«Режимы» (см. рис. 20):

- «Учёт РПН» – режим учёта положения РПН в расчёте дифференциального тока ДЗТ (откл.);
- «Ст.РПН по КМО» – режим работы «учёта РПН» по значению положения ступени РПН принимаемому по КМО от терминала БИМ ХХХХ Р33 [8] с функцией АРНТ (вкл.);
- «Кол-во ст.» – уставка общего количества ступеней РПН (см. выражение (3), при ± 9 выставляется 19) (3-49, шаг 2, 5);
- «Диапазон рег.» – задаётся полный диапазон регулирования напряжения при изменении положения РПН (см. выражение (3), при $\pm 12\%$ выставляется 24 %) (5-25 %, шаг 1 %, 5 %).

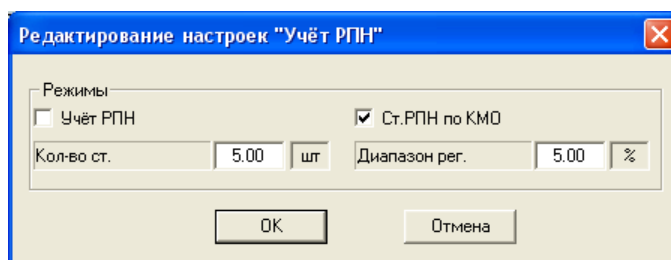


Рис. 20 Редактор настроек «Учёт РПН» ДЗТ

Дискретные входы/выходы

По умолчанию дискретные входы и выходы, а так же индикация лицевой панели терминала для режима учёта РПН не настроены. Для правильной работы, блокировки и сигнализации режима учёта РПН необходимо произвести назначения входам, выходам и индикации необходимых переменных.

Входы:

- «РПН+», «РПН-» – внешние команды от РПН на прибавление и убавление счетчика положения РПН соответственно; не используются при применении в качестве АРНТ терминала БИМ ХХХХ Р33 [8];
- «блок.учёт.РПН» – внешняя команда на блокирование учета положения РПН при расчёте дифференциального тока ДЗТ, и перевод на группу уставок «Неиспр.РПН»; при снятии команды автоматически включается режим учёта, и ДЗТ переводится на группу уставок «Базовая»; подключаются цепи сигнализации неисправности от РПН, а также цепи оперативного ключа (накладки) вывода режима учёта положения РПН из работы.

Выходы, ТУ:

- «ручное РПН+», «ручное РПН-» – команды ручной регулировки счётчика положения РПН к прибавлению и убавлению соответственно; не используются при применении в качестве АРНТ терминала БИМ ХХХХ Р33 [8].

Выходы, передаваемые значения КМО, индикация, блинкеры:

- «неиспр.РПН» – сигнализация блокировки режима учёта положения РПН в расчёте дифтока ДЗТ и переход ДЗТ на группу «Неиспр.РПН»; сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при устранении неисправности.

Настройка КМО

При использовании терминала БИМ ХХХХ Р33 [8] в качестве устройства автоматического регулирования напряжения трансформатора под нагрузкой (АРНТ), настраивается передача номера ступени положения РПН по КМО.

Дискретным входам и выходам назначаются только переменные «блок.учёт.РПН» (для блокировки режима от оперативного ключа или накладки) и «неиспр.РПН».

Для терминала Р22, на странице «Таблица КМО», в столбце «Принимаемые значения», переменной «Аналоговый канал» с адресом переменной «0» назначается адрес терминала Р33.

Резервному дискретному входу КМО назначается переменная «блок.учёт.РПН», адрес терминала Р33 и номер переменной, которая в терминале Р33 называется «сигн.блок.» и по умолчанию назначена на 1-й передаваемый по КМО дискретный выход.

2.4.5. Дифференциальная отсечка

Настройка дифференциальной отсечки трансформатора (ДО) производится в терминале Р22. Дифференциальная отсечка имеет одну группу уставок «Базовая» (см. рис. 21).

«Режимы»:

- «ДО» – режим включения в работу дифференциальной отсечки.

«Общие режимы» (для ДЗТ и ДО):

- «Кэф.ур.СН», «Кэф.ур.НН» – значения уравнивающих коэффициентов токов сторон СН и НН (см. выражения (12) и (13)) для выравнивания небаланса, вызванного трансформаторами тока (0.01-10, шаг 0.01, 1);
- «ТТвн в треуг.», «ТТсн в треуг.», «ТТнн в треуг.» – режимы пересчёта вторичных токов трансформаторов тока (ТТ) высшего, среднего и низшего напряжений трансформатора, когда для правильной работы ДЗТ и ДО необходимо соединение ТТ в треугольник, а они соединены в звезду; по умолчанию для трансформатора со схемой $\Delta/\Delta/\Delta$ режимы «ТТвн в треуг.» и «ТТсн в треуг.» – включены, режим «ТТнн в треуг.» – отключен.

Дискретные входы/выходы

По умолчанию в терминале Р22 назначены переменные: каналам телеуправления – «пуск регистр.», индикации – «работа ДО».

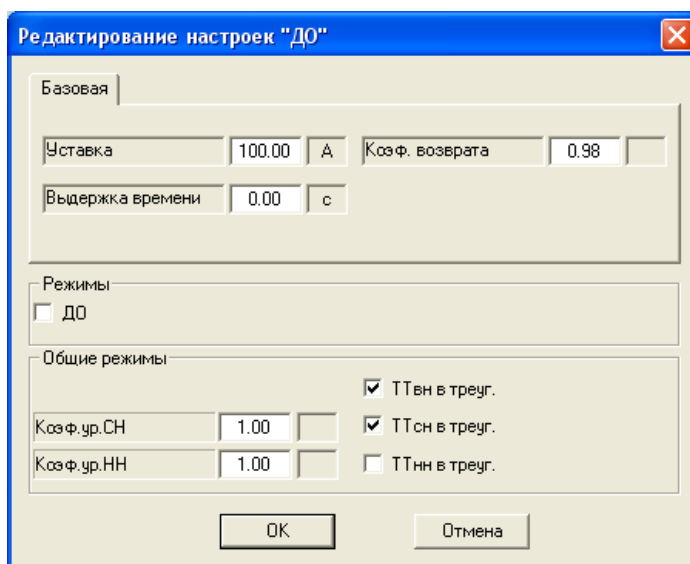


Рис. 21 Редактор настроек «ДО»

Входы:

- «блок.ДО» – внешняя команда блокировки ДО, действует на время наличия сигнала, при снятии сигнала защита автоматически вводится в работу.

Входы, ТУ:

- «пуск регистр.» – команда ручного пуска регистратора (см. 1.10 «Регистратор работы защит и автоматики») для наблюдения за токами небаланса дифференциальной защиты трансформатора.

Выходы, передаваемые значения КМО, индикация, блинкеры:

- «пуск ДО» – сигнал пуска токовых органов ДО, для проверки тока срабатывания и коэффициента возврата, подаётся на время работы токовых органов, сбрасывается автоматически при исчезновении условий срабатывания;
- «работа ДО» – сигнализация срабатывания ДО, сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии условий срабатывания токовых органов защиты;
- «сиг.от блок ДО» – сигнализация блокировки ДО по внешней команде «блок.ДО» или при неисправности связи по КМО с терминалом Р00, сбрасывается автоматически при снятии команды «блок.ДО» и восстановлении КМО с терминалом Р00.

Настройка КМО

Настройка КМО для дифференциальной отсечки описана в 2.4.3 «Дифференциальная защита трансформатора». Т.к. для трёхобмоточных трансформаторов дифференциальная отсечка применяется только вместе с ДЗТ, передачу токов по КМО и блокировку ДО при нарушении КМО достаточно контролировать по сигналу «сиг.от блок ДЗТ».

2.4.6. Газовая защита

Газовая защита (ГЗ) трансформатора и газовая защита РПН (ГЗ РПН) выполнены в терминале Р00. Настройка режима контроля цепей газовой защиты описана в разделе 2.4.11 «Контроль цепей газовой защиты»

Дискретные входы/выходы

По умолчанию в терминале Р00 назначены переменные: дискретным входам – «ОТКЛ от ГЗ», «сигнал от ГЗ», «ГЗ на сигнал», «ОТКЛ от ГЗ РПН», «ГЗ РПН на сигнал», индикации – «работа ГЗ», «сигнал ГЗ», «работа ГЗ РПН».

Входы:

- «ОТКЛ от ГЗ» – сигнал от отключающего контакта газового реле трансформатора, производит отключение (при отсутствии блокировки «ГЗ на сигнал»);
- «сигнал от ГЗ» – сигнал от сигнального контакта газового реле трансформатора;
- «ГЗ на сигнал» – внешняя блокировка отключения трансформатора по сигналу «ОТКЛ от ГЗ»; при наличии блокировки и при срабатывании отключающего контакта «ОТКЛ от ГЗ» отключения не произойдёт, сработает сигнализация «работа ГЗ»;
- «ОТКЛ от ГЗ РПН» – сигнал от газового реле РПН, производит отключение (при отсутствии блокировки «ГЗ РПН на сигнал»);
- «ГЗ РПН на сигнал» – внешняя блокировка отключения трансформатора по сигналу «ОТКЛ от ГЗ РПН»; при наличии блокировки и при срабатывании отключающего контакта «ОТКЛ от ГЗ РПН» отключения не произойдёт, сработает сигнализация «работа ГЗ РПН».

Выходы, передаваемые значения КМО, индикация, блинкеры:

- «работа ГЗ» – сигнализация срабатывания отключающего контакта газового реле трансформатора, сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии сигнала «ОТКЛ от ГЗ»;
- «сигнал ГЗ» – сигнализация срабатывания сигнального контакта газового реле трансформатора, сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии сигнала «сигнал от ГЗ»;
- «работа ГЗ РПН» – сигнализация срабатывания газового реле РПН, сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при отсутствии сигнала «ОТКЛ от ГЗ РПН».

2.4.7. Максимальная токовая защита

В терминале Р22 выполнены резервные МТЗ ВН и МТЗ СН, в терминале Р00 – МТЗ НН, работающие по токам от трансформаторов тока дифференциальных защит трансформатора. МТЗ сторон ВН, СН и НН имеют по 2 ступени каждая с ускорением при включении, которое может быть выведено из работы блокировкой (см. рис. 22)

При срабатывании, МТЗ ВН производит отключение выключателей всех сторон трансформатора с настраиваемыми селективными задержками отключения соответствующих сторон.

В защитах МТЗ СН и МТЗ НН по умолчанию настроено отключение выключателя только своей стороны, но имеется возможность настройки отключения и других двух сторон с селективной задержкой отключения.

Отключение от 1-й ступени каждой МТЗ может быть настроено без дополнительных выдержек времени, а 2-й ступени каждой МТЗ с дополнительными выдержками времени.

«Режимы»:

- «МТЗ ВН 1ст.», «МТЗ ВН 2ст.», «МТЗ СН 1ст.», «МТЗ СН 2ст.», «МТЗ НН 1ст.», «МТЗ НН 2ст.» – режимы включения в работу ступеней резервных МТЗ высшей, средней и низшей сторон трансформатора (откл.).
- «ОТКЛ.без.задерж.» – режим отключения от 1-й ступени каждой МТЗ (ВН, СН и НН) без дополнительных выдержек времени соответствующих сторон трансформатора, настроенных на отключение; от 2-й ступени МТЗ отключения будет производиться с учётом дополнительных задержек (откл.).

«Общие режимы» сгруппированы для 1-й и 2-й ступеней каждой МТЗ:

- «Вр.уск.вкл.» – уставка времени перевода МТЗ на уставку «Ускорение» после включения выключателя соответствующей стороны (исчезновение сигналов «РПО ВН», «РПО СН», «РПО НН»); при нулевой уставке выводится из работы (0-10 с, шаг 0.01 с, 1 с);
- «ТТвн в треуго.» – режим пересчёта для МТЗ ВН вторичных токов трансформаторов тока (ТТ) высшего напряжения трансформатора из треугольника в звезду, при соединении ТТ ВН в звезду (вкл.);
- «ОТКЛ ВН», «ОТКЛ СН», «ОТКЛ НН» – режимы отключения выключателей ВН, СН и НН при срабатывании МТЗ СН и МТЗ НН (откл.);
- «Дп.вр.ОТКЛ ВН», «Дп.вр.ОТКЛ СН», «Дп.вр.ОТКЛ НН» – уставки дополнительного времени селективного отключения выключателей ВН, СН и НН после срабатывания МТЗ (0-50 с, шаг 0.1 с, 0).

Дискретные входы/выходы

По умолчанию дискретным выходам назначены переменные сигнализации работы резервных МТЗ сторон ВН, СН и НН в терминале Р22 – «раб.1ст.МТЗ ВН», «раб.2ст.МТЗ ВН», «раб.1ст.МТЗ СН», «раб.2ст.МТЗ СН», терминале Р00 – «раб.1ст.МТЗ НН», «раб.2ст.МТЗ НН». Дискретные выходы своими контактами зажигают лампы или светодиоды, устанавливаемые на панели защит трансформатора.

Входы:

- «блок.МТЗ ВН», «блок.МТЗ СН», «блок.МТЗ НН» – внешняя блокировка работы обеих ступеней МТЗ ВН, МТЗ СН и МТЗ НН соответственно;
- «блок.1ст.МТЗ ВН», «блок.1ст.МТЗ СН», «блок.1ст.МТЗ НН» – внешняя блокировка работы 1-й ступени МТЗ ВН, МТЗ СН и МТЗ НН соответственно;
- «блок.2ст.МТЗ ВН», «блок.2ст.МТЗ СН», «блок.2ст.МТЗ НН» – внешняя блокировка работы 2-й ступени МТЗ ВН, МТЗ СН и МТЗ НН соответственно.

Выход:

- «ОТКЛ от МТЗ ВН», «ОТКЛ от МТЗ СН», «ОТКЛ от МТЗ НН» – сигналы срабатывания МТЗ ВН, СН и НН соответственно на отключение, сбрасывается автоматически при возврате МТЗ; используется для сигнализации, подачи команды «внешнее отключение» к терминалам защит, для отключения выключателей через промежуточное реле или выключателей напрямую, имеющих приводы с малыми токами коммутации команд управления.

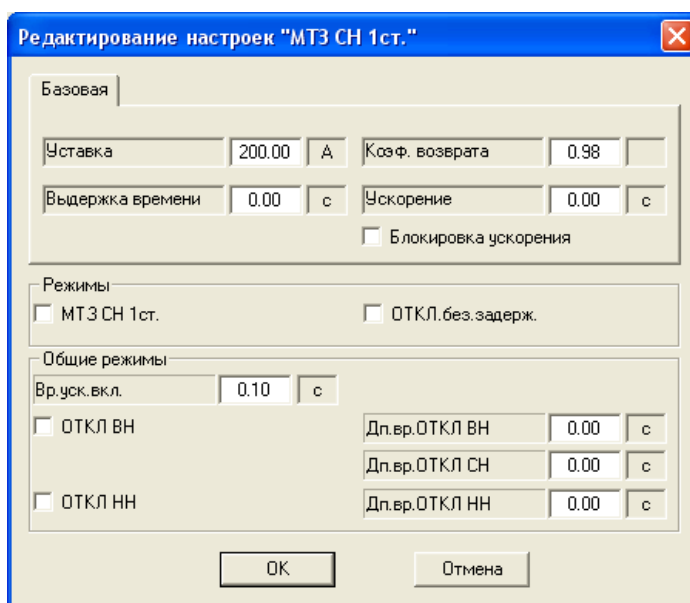


Рис. 22 Редактор настроек «МТЗ СН 1 ст.»

Выходы, передаваемые значения КМО, индикация, блинкеры:

- «пуск МТЗ ВН», «пуск МТЗ СН», «пуск МТЗ НН» – сигналы пуска токовых органов МТЗ ВН, МТЗ СН и МТЗ НН соответственно, для проверки тока срабатывания и коэффициента возврата; подаются на время работы токовых органов, сбрасываются автоматически при исчезновении условий срабатывания соответствующих МТЗ;
- «работа МТЗ ВН», «работа МТЗ СН», «работа МТЗ НН» – общие сигналы срабатывания МТЗ, сбрасываются по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов всех ступеней соответствующей МТЗ;
- «раб.1ст.МТЗ ВН», «раб.1ст.МТЗ СН», «раб.1ст.МТЗ НН» – сигналы срабатывания первых ступеней МТЗ, сбрасываются по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов первых ступеней МТЗ;
- «раб.2ст.МТЗ ВН», «раб.2ст.МТЗ СН», «раб.2ст.МТЗ НН» – сигналы срабатывания вторых ступеней МТЗ, сбрасываются по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов вторых ступеней МТЗ;
- «сиг.блок.МТЗ ВН», «сиг.блок.МТЗ СН», «сиг.блок.МТЗ НН» – сигнализация блокирования соответствующей МТЗ внешними сигналами.

2.4.8. Обдув трансформатора

Настройка автоматики обдува трансформатора производится в терминале Р00 и может выполняться по контролю тока фазы А стороны ВН, СН или НН и от датчика температуры масла трансформатора.

Обдув по контролю тока трансформатора имеет три группы уставок: «Группа 1», «Группа 2» и «Группа 3». «Группа 2» и «Группа 3» могут быть заблокированы (см. рис. 23).

Коэффициенты возврата токовых органов групп по умолчанию выставлены 0.98, и во избежание «прыгания» выходных сигналов управления группами обдува, должны быть уменьшены до 0.8.

«Режимы»:

- «Обдув по I» – режим включения в работу автоматики обдува трансформатора по току нагрузки (откл.);
- «Контроль Inn» – режим работы автоматики обдува по току фазы А стороны НН трансформатора, при отключённом режиме работа производится по току стороны ВН или СН, переданному по КМО (см. далее «Настройка КМО») в терминал Р00 от терминала Р22 (откл.).

Дискретные входы/выходы

По умолчанию в терминале Р00 назначены переменные: дискретным входам – «вкл.обдув по t», «откл.обдув по t», «вкл.резерв.гр.», дискретным выходам – «обдув гр.1», «обдув гр.2», «обдув резерв.гр.», индикации – «неиспр.обдув».

Входы:

- «вкл.обдув по t» – сигнал от двухконтактного датчика температуры масла трансформатора на включение резервной группы обдува при наличии сигнала «откл.обдув по t»;
- «откл.обдув по t» – сигнал от двухконтактного датчика температуры масла трансформатора на отключение резервной группы обдува при отсутствии сигнала «вкл.обдув по t»;
- «обдув по t» – сигнал от одноконтактного датчика температуры масла трансформатора на включение резервной группы обдува, при снятии сигнала происходит отключение резервной группы;
- «вкл.резерв.гр.» – сигнал от блок-контактов выключателей (пускателей) основной группы питания обдува трансформатора на включение резервной группы обдува.

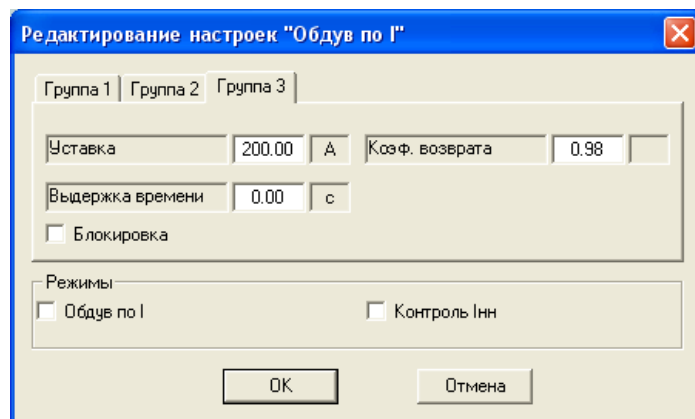


Рис. 23 Редактор настроек «Обдув по I»

Выходы:

- «обдув гр.1» – команда на включение 1-й группы обдува трансформатора по контролю тока нагрузки, отключается при возврате токового органа «Группы 1»;
- «обдув гр.2» – команда на включение 2-й группы обдува трансформатора по контролю тока нагрузки, отключается при возврате токового органа «Группы 2»;
- «обдув гр.3» – команда на включение 3-й группы обдува трансформатора по контролю тока нагрузки, отключается при возврате токового органа «Группы 3»;
- «обдув резерв.гр.» – команда на включение резервной группы обдува трансформатора, сбрасывается автоматически при снятии сигналов от датчика температуры масла «вкл.обдув по t» и «откл.обдув по t», «обдув по t» и исчезновении сигнала «вкл.резерв.гр.».

Выходы, передаваемые значения КМО, индикация, блинкеры:

- «пуск.обдув по I» – сигнал пуска токовых органов трёх групп автоматики обдува по току, для проверки тока срабатывания и коэффициента возврата, подаётся на время работы токовых органов, сбрасывается автоматически при исчезновении условий срабатывания;
- «неиспр.обдув» – сигнализация неисправности основных групп обдува при появлении сигнала «вкл.резерв.гр.» и неисправности датчика температуры обдува при появлении сигнала «вкл.обдув по t» в отсутствии «откл.обдув по t», сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при устранении причин срабатывания.

Настройка КМО

Для работы обдува трансформатора по току стороны ВН или СН трансформатора необходимо настроить передачу действующего значения тока фазы А от терминала P22 к терминалу P00.

Для терминала P00, на странице «Таблица КМО», в столбце «Принимаемые значения», переменной «Аналоговый канал» назначается адрес терминала P22. В графе «Номер переменной» для контроля фазы А стороны ВН выставляется «0» (по умолчанию «0»), фазы А стороны СН – «1». После сохранения и обновления уставок название поменяется на «Действ.ток фазы А».

2.4.9. Перегрев трансформатора

Дискретные входы/выходы

По умолчанию дискретным входам терминала P22 назначена переменная «датчик t масла», индикации терминала – «перегрев по t».

Входы:

- «датчик t масла» – внешний сигнал перегрева трансформатора от датчика температуры масла.

Выходы, передаваемые значения КМО, индикация, блинкеры:

- «перегрев по t» – сигнализация перегрева трансформатора, сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при исчезновении сигнала «датчик t масла».

2.4.10. Сигнализация уровня масла

Дискретные входы/выходы

По умолчанию дискретным входам терминала P22 назначена переменная «РУМ», индикации терминала – «сигнал РУМ».

Входы:

- «РУМ» – внешний сигнал от реле уровня масла (РУМ).

Выходы, передаваемые значения КМО, индикация, блинкеры:

- «сигнал РУМ» – сигнализация снижения уровня масла трансформатора, сбрасывается по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при исчезновении сигнала «РУМ».

2.4.11. Контроль цепей газовой защиты

Настройка контроля цепей газовой защиты трансформатора и цепей газовой защиты РПН производится в терминале P00 (см. рис. 24).

Режимы:

- «Контроль ГЗ», «Контроль ГЗ РПН» – режимы включения в работу контроля токовых цепей газовой защиты трансформатора и цепей газовой защиты РПН соответственно (откл.);
- «Блок.ГЗ», «Блок.ГЗ РПН» – режимы блокировки работы ГЗ и ГЗ РПН на отключение (откл.);
- «Уст.Имин», «Уст.Имакс» – уставки диапазона срабатывания контроля цепей газовых защит (150-500 мкА, шаг 10 мкА, 250 мкА) (500-1500 мкА, шаг 10 мкА, 1500 мкА);
- «Время» – уставка времени срабатывания контроля цепей ГЗ и ГЗ РПН (0-300 с, шаг 0.1 с, 0.5 с);
- «Опер.ток +/-» – режим применения постоянного или переменного оперативного тока цепей газовых защит; при включённом режиме работает фильтр постоянного тока, при отключённом – переменного (вкл.).

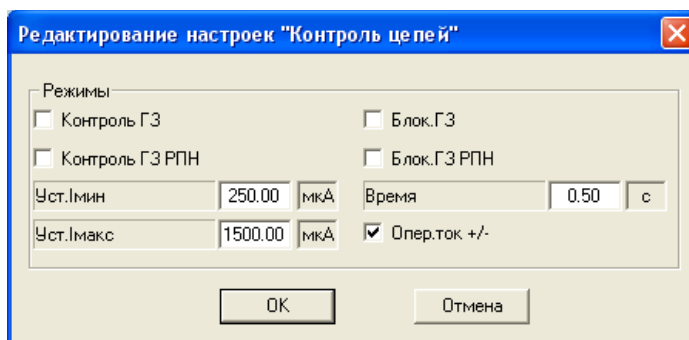


Рис. 24 Редактор настроек «Контроль цепей» ГЗ и ГЗ РПН

Дискретные входы/выходы

По умолчанию дискретным выходам терминала P00 назначены переменные: «цепь ГЗ», «цепи ГЗ РПН».

Выходы, передаваемые значения КМО, индикация, блинкеры:

- «цепь ГЗ», «цепи ГЗ РПН» – сигнализация срабатывания контроля цепей газовой защиты трансформатора и газовой защиты РПН соответственно, сбрасываются сигналы по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при возврате токовых органов контроля.

2.4.12. Блокировка АВР секций СН и НН

При применении резервных МТЗ производится настройка блокировки АВР секций сторон СН и НН трансформатора. Настройка АВР и его блокировка описаны в руководствах по эксплуатации терминалов защит секционного выключателя БИМ XXXX P02 [10] и БИМ XXXX P07 [11].

Режимы «Блок-ка АВР СН», «Блок-ка АВР НН» в терминале P22 (см. рис. 25):

- «АВР от 2с.МТЗ ВН» – режим работы АВР секций СН и НН при срабатывании 2-й ступени МТЗ ВН трансформатора; при отключенном режиме производится блокировка АВР по сигналам «блок.АВР СН» и «блок.АВР НН»; по умолчанию для «Блок-ка АВР СН» – включен, «Блок-ка АВР НН» – отключен;

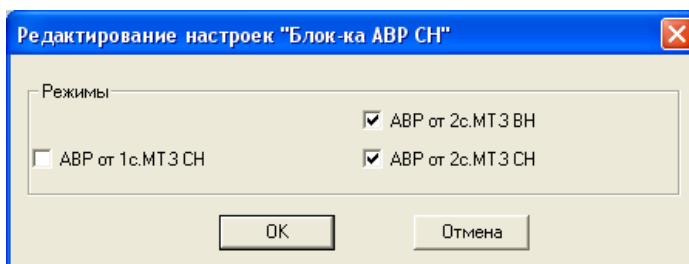


Рис. 25 Редактор настроек «Блок-ка АВР СН» в терминале P22

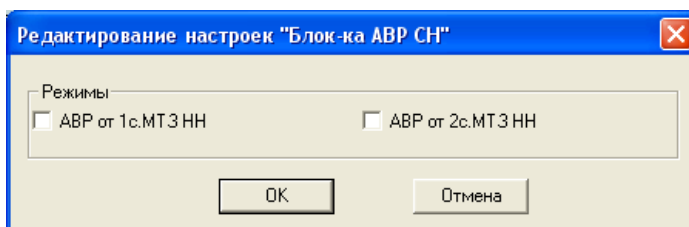


Рис. 26 Редактор настроек «Блок-ка АВР СН» в терминале P00

- «АВР от 1с.МТЗ СН», «АВР от 2с.МТЗ СН» – режимы работы АВР секций СН и НН при срабатывании 1-й или 2-й ступеней МТЗ СН трансформатора; при отключенном режиме производится блокировка АВР по сигналам «блок.АВР СН» и «блок.АВР НН»; по умолчанию для «Блок-ка АВР СН»: «АВР от 1с.МТЗ СН» – отключен, «АВР от 2с.МТЗ СН» – включен; для «Блок-ка АВР НН»: «АВР от 1с.МТЗ СН», «АВР от 2с.МТЗ СН» – отключены.

Режимы «Блок-ка АВР СН», «Блок-ка АВР НН» в терминале P00 (см. рис. 26):

- «АВР от 1с.МТЗ НН», «АВР от 2с.МТЗ НН» – режимы работы АВР секций СН и НН при срабатывании 1-й и 2-й ступеней МТЗ НН трансформатора; при отключенном режиме производится блокировка АВР по сигналам «блок.АВР СН» и «блок.АВР НН»; по умолчанию для «Блок-ка АВР СН»: «АВР от 1с.МТЗ НН», «АВР от 2с.МТЗ НН» – отключены; для «Блок-ка АВР НН»: «АВР от 1с.МТЗ НН» – отключен, «АВР от 2с.МТЗ НН» – включен.

При включённом только одном режиме разрешения АВР для 1-й или 2-й ступеней МТЗ, если после срабатывания с дополнительной выдержкой времени ступени с разрешённым АВР сработает ступень с запрещённым АВР (без учёта дополнительной выдержки времени), произойдёт блокировка работы АВР.

Дискретные входы/выходы

По умолчанию назначены передаваемым значениям КМО терминалов P22 и P00 переменные «блок.АВР СН» и «блок.АВР НН».

Выходы, передаваемые значения КМО:

- «блок.АВР СН» – команда блокировки АВР секции СН трансформатора к терминалу секционного выключателя БИМ ХХХХ P02 или БИМ ХХХХ P07 при отключении выключателя СН от резервных МТЗ;
- «блок.АВР НН» – команда блокировки АВР секции НН трансформатора к терминалу секционного выключателя БИМ ХХХХ P02 или БИМ ХХХХ P07 при отключении выключателя НН от резервных МТЗ.

2.4.13. Пуск УРОВ ВН, СН и НН

Дискретные входы/выходы

По умолчанию назначены передаваемым значениям КМО терминалов P22 и P00 переменные «ОТКЛ от защит ВН», «ОТКЛ от защит СН» и «ОТКЛ от защит НН».

Выходы, передаваемые значения КМО:

- «ОТКЛ от защит ВН», «ОТКЛ от защит СН», «ОТКЛ от защит НН» – сигналы отключения от защит соответствующих выключателей для пуска УРОВ; в терминалах БИМ ХХХХ P26 [7] и БИМ ХХХХ P08 [9] заводятся на дискретный вход или вход КМО «пуск УРОВ».

2.4.14. Блокировка АПВ ВН, СН и НН

Настройка блокировки АПВ выполняется в терминалах P22 и P00.

Режимы «Блок-ка АПВ ВН», «Блок-ка АПВ СН», «Блок-ка АПВ НН» в терминале P22 (см. рис. 27):

- «АПВ от ДЗТ/ДО» – режим работы АПВ ВН при срабатывании дифференциальных защит трансформатора; при отключенном режиме производится блокировка АПВ по сигналу «блок.АПВ ВН», при включённом – пуск по сигналу «пуск АПВ ВН»; по умолчанию для «Блок-ка АПВ ВН» – отключен.

- «АПВ от 1с.МТЗ ВН», «АПВ от 2с.МТЗ ВН» – режим работы АПВ ВН, СН и НН при срабатывании 1-й или 2-й ступеней МТЗ ВН трансформатора; при отключенном режиме производится блокировка АПВ по соответствующим сигналам «блок.АПВ ВН»,

«блок.АПВ СН» и «блок.АПВ НН», при включённом – пуск по сигналам «пуск АПВ ВН», «пуск АПВ СН» и «пуск АПВ НН»; по умолчанию для «Блок-ка АПВ ВН», «Блок-ка АПВ СН», «Блок-ка АПВ НН» – отключены;

- «АПВ от 1с.МТЗ СН», «АПВ от 2с.МТЗ СН» – режим работы АПВ ВН, СН и НН при срабатывании 1-й или 2-й ступеней МТЗ СН трансформатора; при отключенном режиме производится блокировка АПВ по соответствующим сигналам «блок.АПВ ВН», «блок.АПВ СН» и «блок.АПВ НН», при включённом – пуск по сигналам «пуск АПВ ВН», «пуск АПВ СН»

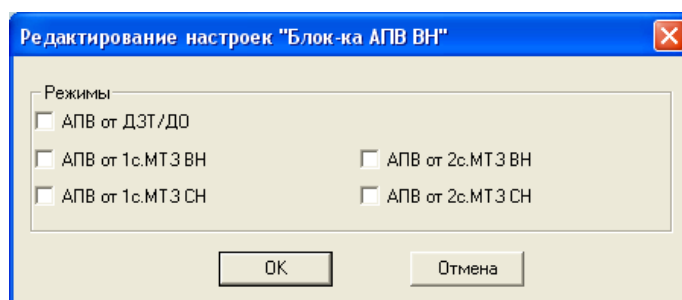


Рис. 27 Редактор настроек «Блок-ка АПВ ВН» в терминале P22

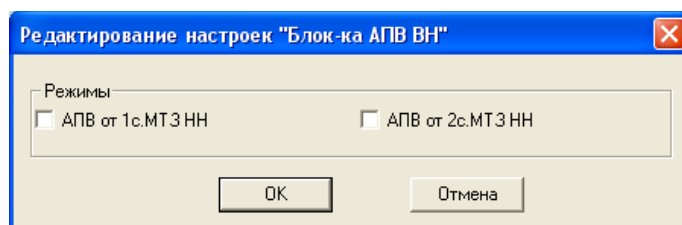


Рис. 28 Редактор настроек «Блок-ка АПВ ВН» в терминале P00

Терминал основной защиты трёхобмоточного трансформатора

и «пуск АПВ НН»; по умолчанию для «Блок-ка АПВ ВН», «Блок-ка АПВ СН», «Блок-ка АПВ НН» – отключены.

Режимы «Блок-ка АПВ ВН», «Блок-ка АПВ СН», «Блок-ка АПВ НН» в терминале P00 (см. рис. 28):

- «АПВ от 1с.МТЗ НН», «АПВ от 2с.МТЗ НН» – режим работы АПВ ВН, СН и НН при срабатывании 1-й или 2-й ступеней МТЗ НН трансформатора; при отключенном режиме производится блокировка АПВ по соответствующим сигналам «блок.АПВ ВН», «блок.АПВ СН» и «блок.АПВ НН», при включенном – пуск по сигналам «пуск АПВ ВН», «пуск АПВ СН» и «пуск АПВ НН»; по умолчанию для «Блок-ка АПВ ВН», «Блок-ка АПВ СН», «Блок-ка АПВ НН» – отключены.

При включенном только одном режиме разрешения АПВ для 1-й или 2-й ступеней МТЗ, если после срабатывания с дополнительной выдержкой времени ступени с разрешенным АПВ сработает ступень с запрещенным АПВ (без учёта дополнительной выдержки времени), произойдёт блокирование АПВ.

Дискретные входы/выходы

По умолчанию назначены передаваемым значениям КМО терминалов P22 и P00 переменные «пуск АПВ ВН», «пуск АПВ СН», «пуск АПВ НН», «блок.АПВ ВН», «блок.АПВ СН» и «блок.АПВ НН».

Выходы, передаваемые значения КМО:

- «блок.АПВ ВН», «блок.АПВ СН», «блок.АПВ НН» – сигналы блокировки АПВ ВН, СН и НН к терминалу резервной защиты трансформатора БИМ ХХХХ P26 и терминалам вводов в секции БИМ ХХХХ P08;
- «пуск АПВ ВН», «пуск АПВ СН», «пуск АПВ НН» – сигналы пуска АПВ ВН, СН и НН при срабатывании защит к терминалу резервной защиты трансформатора БИМ ХХХХ P26 и терминалам вводов в секции БИМ ХХХХ P08.

2.4.15. Пуск пожаротушения

Настройка автоматики пуска устройства пожаротушения выполняется в терминале P22.

Режимы:

- «Контр.РПО выкл.» – режим включения установки пожаротушения с контролем отключенного положения выключателей ВН и НН (наличие сигналов «РПО ВН», «РПО НН»);
- «Контр.тока» – режим включения установки пожаротушения с контролем отсутствия тока в фазах сторон ВН и НН трансформатора;
- «Уставка» – уставка по току срабатывания режима разрешения включения пожаротушения «Контр.тока» (0-20 А, шаг 0.01 А, 0.5 А).

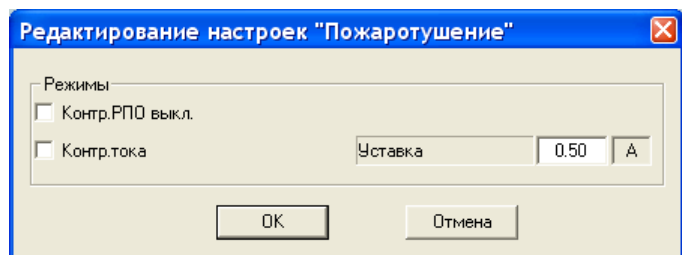


Рис. 29 Редактор настроек «Пожаротушение»

Дискретные входы/выходы

По умолчанию дискретные выходы для режима пуска пожаротушения не настроены.

Выходы:

- «пуск ПЖТ» – сигнал пуска установки пожаротушения трансформатора.

Настройка КМО

Для терминала P22, на странице «Таблица КМО», в столбце «Принимаемые значения», переменной «пуск ПЖТ от ГЗ» назначается адрес терминала P00 и номер одноименной переменной «пуск ПЖТ от ГЗ» в терминале P00.

2.4.16. Линии задержки

Линии задержки представляют собой повторители сигналов, приходящих на дискретные входы и входы КМО. Работают повторители, с настраиваемой выдержкой времени, на дискретные выходы, выходы КМО, индикацию, блинкеры (см. рис. 30).

Режимы:

- «Вр.задерж.1», «Вр.задерж.2», «Вр.задерж.3», «Вр.задерж.4», «Вр.задерж.5», «Вр.задерж.6», «Вр.задерж.7», «Вр.задерж.8» – установки выдержки времени сигналов-повторителей восьми линий задержек соответственно (0-50 с, шаг

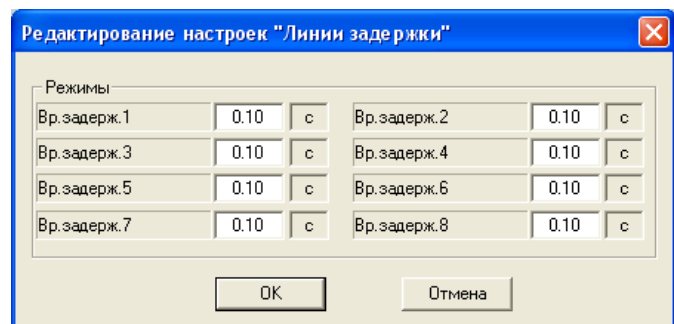


Рис. 30 Редактор настроек «Линии задержки»

0.01 с, 0.1 с).

Дискретные входы/выходы

По умолчанию дискретные входы и выходы, а так же индикация лицевой панели терминала для «линий задержки» не настроены.

Входы:

- «вход 1», «вход 2», «вход 3», «вход 4», «вход 5», «вход 6», «вход 7», «вход 8» – внешние входные сигналы линий задержки.

Выходы, передаваемые значения КМО, индикация, блинкеры:

- «выход 1», «выход 2», «выход 3», «выход 4», «выход 5» – повторители входных сигналов «вход 1», «вход 2», «вход 3», «вход 4» и «вход 5» соответственно; сбрасываются автоматически при снятии сигналов;
- «выход-блинкер 6», «выход-блинкер 7», «выход-блинкер 8» – повторители входных сигналов «вход 6», «вход 7» и «вход 8», работающие как «блинкер»; сбрасываются по командам «сброс сигнала» и «сброс сигн.по ТУ» при снятии сигналов.

2.4.17. Коэффициенты трансформации ТТ

Настройка коэффициентов трансформации трансформаторов тока предусмотрена для отображения в регистраторе событий вторичных токов от ТТ в первичных значениях (см. 1.10 «Регистратор работы защит и автоматики»).

Режимы (см. рис. 31):

- «Коэф.ТТ ВН», «Коэф.ТТ СН», «Коэф.ТТ НН» – уставки коэффициентов трансформации трансформаторов тока дифференциальной защиты трансформатора сторон ВН, СН и НН соответственно (1-500, шаг 1, 1).

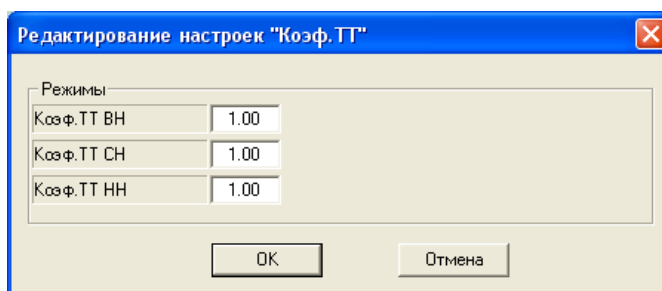


Рис. 31 Редактор настроек «Коэф.ТТ»

2.4.18. Телеуправление

В программе «Монитор РЗА» на странице «Таблица связей» (см. рис. 13) настраиваются таблицы переменных телеуправления (ТУ) и логические блинкеры. По умолчанию логическим входам ТУ настроены команды «сброс сигн.по ТУ» и «пуск регистр.», логическим блинкерам – сигнал квитанция команды сброса сигнализации «квит.от сброса».

Телеуправление «ТУкоманды»:

- «сброс сигн.по ТУ» – внешняя команда по каналам телеуправления для общего сброса всей сигнализации терминала.

Телеуправление «ДЗТ/ДО»:

- «пуск регистр.» – команда ручного пуска регистратора для наблюдения за токами небаланса ДЗТ и ДО.

Блинкеры «ТУ квитанции»:

- «квит.от сброса» – сигнал подтверждения приема команды телеуправления на сброс сигнализации; при подтверждении меняет свое состояние на противоположное.

На сервере комплекса ЧЯ в конфигурации (программа «Vbview» [2]) терминалу должны быть прописаны «логические входы» (телеуправление) и «блинкеры» соответствующие каналам ТУ и «блинкерам» на странице «Таблица связей» программы «Монитор РЗА».

Настройка программы интерфейса между сервером ЧЯ и системой ОИК верхнего уровня описана в руководстве пользователя на соответствующий протокол.

2.5. Рекомендации по расчетам уставок

2.5.1. Уставки защит и автоматики

Расчёт уставок срабатывания защит и автоматики выполняется по действующим правилам и руководствам по выбору уставок защит и автоматики трансформаторов.

2.5.2. Граничные значения

Органы тока

Минимальная уставка по току срабатывания для токовых защит – 0.05 А (50 мА).

Максимальная уставка по току срабатывания для токовых защит – 200 А.

Термическая стойкость токовых датчиков терминала – 320 А в течение 1 с.

Время срабатывания

При расчёте уставок времени срабатывания необходимо учитывать собственное время работы защит и автоматики. Собственное время работы складывается из времени обработки аналоговых и дискретных сигналов и времени работы реле дискретных выходов, и составляет не более 30 мс.

Минимальная ступень уставки по времени токовых защит для селективного отключения защищаемых участков:

$$\Delta t = t_{откл} + t_3, \quad (9)$$

где $t_{откл}$ – максимальное время отключения выключателя защиты нижестоящего участка, t_3 – время запаса $t_3=50$ мс.

2.5.3. Контроль цепей выключателя

Для контроля цепей выключателей уставки «Вр.контр.ВН», «Вр.контр.СН» и «Вр.контр.НН» выбираются в зависимости от типа выключателей. Значение уставки принимается равным:

$$t_{к.в} = t_{выкл} + t_3, \quad (10)$$

где $t_{выкл}$ – время включения выключателя по паспортным данным, t_3 – время запаса 50 мс.

2.5.4. Ускорение при включении

Уставка времени перехода защит на группу «ускор.при ВКЛ» выбирается исходя из времени включения выключателя и времени переходного процесса короткого замыкания.

Минимальная уставка «время уск.вкл.»:

$$t_{min} = t_{вкл} + t_{кз} + t_{уст.уск} + t_3, \quad (11)$$

где $t_{вкл}$ – максимальное время включения выключателя, $t_{кз}$ – время от возникновения трёхфазного короткого замыкания (КЗ) до установившегося процесса КЗ, $t_{уст.уск}$ – уставка по времени срабатывания защиты для ускорения при включении; t_3 – время запаса 50 мс.

2.5.5. Дифференциальная защита трансформатора и дифференциальная отсечка

Выбор уставок защит сводится к расчету уравнильных коэффициентов, уставки срабатывания ДЗТ, определению коэффициента торможения ДЗТ и уставки срабатывания ДО. Дифференциальная отсечка является вспомогательной защитой, и ее назначение – предотвратить недопустимые замедления и отказы срабатывания ДЗТ при больших токах КЗ, например при значительном насыщении ТТ, и блокировании в связи с этим ДЗТ по соотношению токов второй и первой гармоник.

Расчёт коэффициента торможения необходимо проводить с учётом небаланса, вызванного работой устройства РПН, даже при использовании режима учёта положения РПН. В большинстве случаев режим учёта не применяется: режим «учёт РПН» отключается, группа «неиспр.РПН» блокируется.

Уравнильные коэффициенты

Значения уравнильных коэффициентов рассчитываются по формулам:

$$k_{1ур.сн} = \frac{k_{сх,ВН} \cdot k_{ТТ,СН} \cdot U_{СН,ном}}{k_{сх,СН} \cdot k_{ТТ,ВН} \cdot U_{ВН,ном}}, \quad (12)$$

$$k_{1ур.нн} = \frac{k_{сх,ВН} \cdot k_{ТТ,НН} \cdot U_{НН,ном}}{k_{сх,НН} \cdot k_{ТТ,ВН} \cdot U_{ВН,ном}}, \quad (13)$$

где $U_{ВН,ном}$, $U_{СН,ном}$, $U_{НН,ном}$ – номинальные напряжения сторон высшего, среднего и низшего напряжений силового трансформатора при среднем положении РПН, в кВ; $k_{ТТ,ВН}$, $k_{ТТ,СН}$, $k_{ТТ,НН}$ –

коэффициенты трансформации трансформаторов тока сторон высшего, среднего и низшего напряжений силового трансформатора; $k_{cx,ВН}$, $k_{cx,СН}$, $k_{cx,НН}$ – коэффициенты схем соединения трансформаторов тока на стороне высшего, среднего и низшего напряжений силового трансформатора. Коэффициент схемы принимается равным $\sqrt{3}$ не только в случае соединения вторичных токовых цепей в треугольник, но и в случае соединения вторичных токовых цепей стороны в звезду и включения соответствующих режимов «ТТвн в треуго.», «ТТсн в треуго.», «ТТнн в треуго.».

Уставка срабатывания ДЗТ

Уставка срабатывания ДЗТ выбирается из двух условий минимального тока срабатывания защиты $I_{с.з.min}$ при отсутствии торможения:

$$I_{с.з.min} \geq k_3 I_{нб.ВН.ном.}, \quad (14)$$

$$I_{с.з.min} \geq 0.2 I_{2ВН.ном.}, \quad (15)$$

где k_3 – коэффициент запаса, принимается равным 1.5; $I_{2ВН.ном.}$ – номинальный вторичный ток на стороне высшего напряжения силового трансформатора с учётом коэффициента схемы; $I_{нб.ВН.ном.}$ – ток небаланса токовых плеч при прохождении номинального вторичного тока стороны ВН $I_{2ВН.ном.}$.

Номинальный вторичный ток стороны ВН рассчитывается по формуле:

$$I_{2ВН.ном.} = k_{cx,ВН} \cdot \frac{S_{ном.}}{\sqrt{3} \cdot U_{ВН.ном.} \cdot k_{ТТ,ВН}}, \quad (16)$$

где $S_{ном.}$ – номинальная мощность силового трансформатора, в кВА; $U_{ВН.ном.}$ – номинальное напряжение стороны высшего напряжений силового трансформатора при среднем положении РПН, в кВ; $k_{ТТ,ВН}$ – коэффициент трансформации трансформаторов тока стороны высшего напряжений силового трансформатора; $k_{cx,ВН}$ – коэффициент схемы соединения трансформаторов тока на стороне высшего напряжения силового трансформатора ($k_{cx,ВН}=\sqrt{3}$ при включенном режиме «ТТвн в треуго.»).

В защите применено выравнивание токов плеч, что привело к практически полной компенсации небаланса, вызванного невозможностью точного подбора коэффициентов трансформации трансформаторов тока высшей, средней и низшей сторон силового трансформатора. В связи с этим расчетный вторичный ток небаланса, входящий в выражение (14), может быть определен как сумма двух составляющих:

$$I_{нб.ВН.ном.} = I'_{нб.ВН.ном.} + I''_{нб.ВН.ном.}, \quad (17)$$

где $I'_{нб.ВН.ном.}$ – составляющая, вызванная погрешностью трансформаторов тока; $I''_{нб.ВН.ном.}$ – составляющая, вызванная регулированием напряжения под нагрузкой.

$$I'_{нб.ВН.ном.} = k_{пер} k_{одн} \varepsilon I_{2ВН.ном.}, \quad (18)$$

где $k_{пер}$ – коэффициент учитывающий переходной режим КЗ (апериодическую составляющую), $k_{пер}=1$, т.к. анализ токов от трансформаторов тока производится только по составляющей первой гармоники; $k_{одн}$ – коэффициент однотипности трансформаторов тока, $k_{одн}=1$; ε – относительное значение полной погрешности трансформаторов тока, $\varepsilon=0.05$ (так как нагрузка трансформаторов тока не превышает номинальной); $I_{2ВН.ном.}$ – номинальный вторичный ток на стороне высшего напряжения силового трансформатора (см. выражение (16)).

$$I''_{нб.торм.нач} = (\Delta U_{ВН} + \Delta U_{СН}) I_{2ВН.ном.}, \quad (19)$$

где $\Delta U_{ВН}$ – относительная погрешность, обусловленная регулированием напряжения под нагрузкой, принимаемая равной половине действительного диапазона регулирования напряжения «Диапазон рег.» (например, при «Диапазон рег.» 24 % – $\Delta U_{ВН}=0.12$); $\Delta U_{СН}$ – относительная погрешность, обусловленная (ПБВ) устройством регулирования напряжения без возбуждения (без нагрузки); $I_{2ВН.ном.}$ – номинальный вторичный ток на стороне высшего напряжения силового трансформатора (см. выражение (16)).

Составляющую небаланса $\Delta U_{ВН}$ необходимо учитывать при расчете уставки срабатывания ($I_{с.з.min}$) для группы «неиспр.РПН», или для группы «Базовая», если режим учета РПН не используется и группа «неиспр.РПН» заблокирована.

При использовании режима «учет РПН», при расчете уставки срабатывания ($I_{с.з.min}$) группы «Базовая», составляющая $\Delta U_{ВН}$ принимается равной нулю, т. к. терминал, в этом случае, будет автоматически рассчитывать поправку на положение РПН при расчете дифтока (см. выражение (3)).

Коэффициент торможения

Коэффициент торможения $k_{\text{торм}}$ рассчитывается для максимального тока сквозного трёхфазного КЗ.

Используемые при расчёте токи КЗ высчитываются приведёнными к соответствующей стороне с учётом соответствующих коэффициента ТТ и коэффициента схемы, т.е. высчитываются вторичные токи, используемые терминалом для расчёта дифтока.

Значение коэффициента торможения рассчитывается по формуле:

$$k_{\text{торм}} = \frac{k_3 I_{\text{нб.расч}}}{(I_{\text{КЗ,ВН}} + k_{\text{лур,сн}} I_{\text{КЗ,СН}} + k_{\text{лур,лн}} I_{\text{КЗ,ЛН}}) - I_{\text{нб.расч}}}, \quad (20)$$

где $I_{\text{КЗ,ВН}}$, $I_{\text{КЗ,СН}}$, $I_{\text{КЗ,ЛН}}$ – значения вторичных токов ТТ в плечах защиты при максимальном сквозном токе трёхфазного короткого замыкания (учитываются токи только тех сторон, через которые проходят эти токи, у трансформатора с односторонним питанием – 2 стороны, у трансформатора с двухсторонним питанием или работающим в параллельной работе с другим трансформатором – до 3-х сторон); k_3 – коэффициент запаса $k_3=1.5$; $k_{\text{лур,сн}}$, $k_{\text{лур,лн}}$ – уравнивательные коэффициенты токов, то же, что в выражениях (12) и (13); $I_{\text{нб.расч}}$ – расчётный ток небаланса токовых плеч при прохождении максимального сквозного тока короткого замыкания.

$$I_{\text{нб.расч}} = I'_{\text{нб.расч}} + I''_{\text{нб.расч}}, \quad (21)$$

где $I'_{\text{нб.расч}}$ – составляющая, вызванная погрешностью трансформаторов тока; $I''_{\text{нб.расч}}$ – составляющая, вызванная регулированием напряжения под нагрузкой.

$$I'_{\text{нб.расч}} = k_{\text{пер}} k_{\text{одн}} \varepsilon I_{\text{КЗ,макс}}, \quad (22)$$

где $k_{\text{пер}}$ – коэффициент учитывающий переходной режим КЗ (апериодическую составляющую), $k_{\text{пер}}=1$, т.к. анализ токов от трансформаторов тока производится только по составляющей основной гармоники, поэтому на срабатывание защиты наличие апериодической составляющей влияния не оказывает; $k_{\text{одн}}$ – коэффициент однотипности трансформаторов тока, $k_{\text{одн}}=1.5-2$ – при использовании однотипных ТТ и $k_{\text{одн}}=2-3$ – при использовании разнотипных ТТ, причем меньшие значения выбираются когда используется одинаковая схема соединения ТТ, а большие если схемы соединения плеч различаются или используются режимы пересчёта из звезды в треугольник («ТТвн в треуг.»), «ТТсн в треуг.»), «ТТлн в треуг.»; ε – относительное значение полной погрешности трансформаторов тока, $\varepsilon=0.1$; $I_{\text{КЗ,макс}}$ – значение вторичного максимального сквозного тока трёхфазного короткого замыкания, приведённого к стороне ВН.

$$I''_{\text{нб.расч}} = (\Delta U_{\text{ВН}} + \Delta U_{\text{СН}}) I_{\text{КЗ,макс}}, \quad (23)$$

где $\Delta U_{\text{ВН}}$ – относительная погрешность, обусловленная регулированием напряжения под нагрузкой и принимаемая равной половине действительного диапазона регулирования «Диапазон рег.», при использовании режима «учет РПН» принимается равной нулю; $\Delta U_{\text{СН}}$ – относительная погрешность, обусловленная устройством регулирования напряжения без возбуждения (ПБВ); $I_{\text{КЗ,макс}}$ – значение вторичного максимального сквозного тока трёхфазного короткого замыкания, приведённого к стороне ВН, то же, что в выражении (22).

Выбор тока срабатывания ДО

Ток срабатывания отсечки $I_{\text{с.отс}}$ выбирается исходя из условий отстройки от броска намагничивающего тока трансформатора и рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{с.отс}} \geq k_3 I_{\text{нб.расч}}, \quad (24)$$

где k_3 – коэффициент запаса $k_3=1.5$; $I_{\text{нб.расч}}$ – ток небаланса токовых плеч, рассчитанный по выражениям (21) – (23), для максимального сквозного тока КЗ, приведённого к стороне ВН.

Проверка чувствительности ДО

Чувствительность защиты определяется для минимального тока КЗ в зоне защиты. Коэффициент чувствительности определяется из выражения:

$$k_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{диф.КЗ}}}{I_{\text{с.отс}}}, \quad (25)$$

где $I_{\text{диф.КЗ}}$ – значение дифференциального тока для минимального КЗ в зоне работы ДО; $I_{\text{с.отс}}$ – ток срабатывания (уставка) дифференциальной отсечки.

Расчёт дифференциальных токов

При соединении вторичных обмоток трансформаторов тока в звезду и применении режима пересчёта для соответствующей стороны трансформатора («ТТвн в треуго.», «ТТсн в треуго.», «ТТнн в треуго.») возникают особенности расчёта дифференциального тока, участвующего в работе ДЗТ и ДО

Для расчёта уставок ДЗТ и ДО необходимо правильно рассчитать вторичные токи двух- и трёхфазных коротких замыканий с учётом пересчёта их терминалом в треугольник.

Для каждой стороны трансформатора вторичный ток, участвующий в расчёте тока дифференциальных защит (ДЗТ и ДО), рассчитывается по формуле:

$$I_{K3, \text{диф}} = k_{cx} \frac{I_{K3}}{k_{ТТ}}, \quad (26)$$

где I_{K3} – первичный расчётный ток короткого замыкания, проходящий через трансформаторы тока рассматриваемой стороны трансформатора, $k_{ТТ}$ – коэффициент трансформации трансформаторов тока рассматриваемой стороны трансформатора, k_{cx} – коэффициент схемы, зависящий от места КЗ, рассматриваемой стороны трансформатора и максимального (для 3-х фазных) или минимального (для 2-х фазных) определяемых токах КЗ.

При определении максимального тока 3-х фазных КЗ через ТТ сторон с включённым режимом пересчёта ТТ из звезды в треугольник («ТТвн в треуго.», «ТТсн в треуго.», «ТТнн в треуго.») – $k_{cx} = \sqrt{3}$ для всех мест КЗ, для сторон с отключённым режимом пересчёта – $k_{cx} = 1$ для всех мест КЗ.

При определении минимального тока 2-х фазных КЗ через ТТ сторон с включённым режимом пересчёта ТТ для места КЗ с включённым режимом пересчёта – $k_{cx} = 1$, для места КЗ с отключённым режимом пересчёта – $k_{cx} = \sqrt{3}$. При определении минимального тока КЗ через ТТ сторон с отключённым режимом пересчёта для места КЗ с включённым режимом пересчёта – $k_{cx} = 1/\sqrt{3}$, для места КЗ с отключённым режимом пересчёта – $k_{cx} = 1$.

2.5.6. Пример расчета ДЗТ и ДО

Трансформатор

Наименование величины	110 кВ	35 кВ	11 кВ
Тип	ТДТН-16 000/110У $\lambda/\lambda/\Delta$		
S_n	16 000 кВА		
I_n	80.42 А	240.22 А	840.7 А
U_n	115±9х1.77% кВ	38.5±2х2.5% кВ	11 кВ
$K_{тт}$	200/5	500/5	1000/5
Схема соединения ТТ	λ	λ	λ
Режим пересчёта ТТ	вкл	вкл	откл
	В-С	В-Н	С-Н
U_k	10.71 %	17.45 %	5.98 %

Токи КЗ

Система: $S_B = 100\,000$ кВА, $X_{\text{max.110}} = 0.088$, $X_{\text{min.110}} = 0.217$

$$I_{B.110} = \frac{S_B}{\sqrt{3} \cdot U_B} = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 115} = 502 \text{ А},$$

$$I_{B.35} = \frac{S_B}{\sqrt{3} \cdot U_B} = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 37} = 1560 \text{ А},$$

$$I_{B.10} = \frac{S_B}{\sqrt{3} \cdot U_B} = \frac{100000}{\sqrt{3} \cdot 10.5} = 5500 \text{ А},$$

Трансформатор:

$$x_{iB-C} = \frac{u_{к.В-С} \cdot S_B}{100 \cdot S_n} = \frac{10.71 \cdot 100}{100 \cdot 16} = 0.669, \quad x_{iB-H} = \frac{u_{к.В-Н} \cdot S_B}{100 \cdot S_n} = \frac{17.45 \cdot 100}{100 \cdot 16} = 1.091$$

Xmax	Xmin
$X_{\text{max.110}} = 0.088$	$X_{\text{min.110}} = 0.217$
$X_{\text{max.35}} = 0.088 + 0.669 = 0.757$	$X_{\text{min.35}} = 0.217 + 0.669 = 0.886$
$X_{\text{max.10}} = 0.088 + 1.091 = 1.179$	$X_{\text{min.10}} = 0.217 + 1.091 = 1.308$

$$I_{K3.max} = \frac{I_B}{x_{*.max}}, \quad I_{K3.min} = \frac{I_B \sqrt{3}}{2 \cdot x_{*.min}}$$

Первичный ток:

$$I_{K3.max.диф} = k_{cx} \frac{I_{K3.max}}{k_{TT}}, \quad I_{K3.min.диф} = k_{cx} \frac{I_{K3.min}}{k_{TT}}$$

Ток в диф.защите:

При расчёте токов трёхфазного КЗ, используемых в диф.защите, по сторонам 110 и 35 кВ, по $k_{cx} = \sqrt{3}$ стороне 10 кВ $k_{cx} = 1$. При расчёте двухфазного КЗ по стороне 110 кВ для мест КЗ 110 и 35 кВ $k_{cx} = 1$, для 10 кВ $k_{cx} = \sqrt{3}$, по сторонам 35 и 10 кВ $k_{cx} = 1$.

ТТ стороны 110 кВ:

Место КЗ	Ikз.max			Ikз.min		
	Первичный	В диф.защ.		Первичный	В диф.защ.	
110 кВ	5700 А	247 А	$k_{cx}=1.73$	2000 А	50 А	$k_{cx}=1$
35 кВ	660 А	29 А	$k_{cx}=1.73$	490 А	12 А	$k_{cx}=1$
10 кВ	430 А	19 А	$k_{cx}=1.73$	330 А	14 А	$k_{cx}=1.73$

ТТ стороны 35 кВ:

Место КЗ	Ikз.max			Ikз.min		
	Первичный	В диф.защ.		Первичный	В диф.защ.	
35 кВ	2060 А	36 А	$k_{cx}=1.73$	1530 А	15 А	$k_{cx}=1$

ТТ стороны 10 кВ:

Место КЗ	Ikз.max			Ikз.min		
	Первичный	В диф.защ.		Первичный	В диф.защ.	
10 кВ	4670 А	27 А	$k_{cx}=1$	3640 А	18 А	$k_{cx}=1$

Уравнительные коэффициенты

$$k_{1ур.сн} = \frac{k_{cx,ВН} \cdot k_{ТТ,СН} \cdot U_{СН,ном}}{k_{cx,СН} \cdot k_{ТТ,ВН} \cdot U_{ВН,ном}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 100 \cdot 38.5}{\sqrt{3} \cdot 40 \cdot 115} = 0.84$$

$$k_{1ур.нн} = \frac{k_{cx,ВН} \cdot k_{ТТ,НН} \cdot U_{НН,ном}}{k_{cx,НН} \cdot k_{ТТ,ВН} \cdot U_{ВН,ном}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 200 \cdot 11}{1 \cdot 40 \cdot 115} = 0.83$$

Минимальный ток срабатывания ДЗТ

$$I_{с.з.min} \geq k_3 I_{нб.ВН.ном.},$$

$$I_{с.з.min} \geq 0.2 I_{2ВН,ном}$$

Номинальный вторичный ток стороны ВН:

$$I_{2ВН,ном} = k_{cx,ВН} \cdot \frac{S_{ном}}{\sqrt{3} \cdot U_{ВН,ном} \cdot k_{ТТ,ВН}} = \sqrt{3} \cdot \frac{16000}{\sqrt{3} \cdot 115 \cdot 40} = 3.48 \text{ А}$$

Ток небаланса:

$$I_{нб.ВН.ном.} = I'_{нб.ВН.ном.} + I''_{нб.ВН.ном.} = 0.174 + 0.731 = 0.905 \text{ А},$$

$$I'_{нб.ВН.ном.} = k_{пер} k_{одн} \varepsilon I_{2ВН,ном.} = 1 \cdot 1 \cdot 0.05 \cdot 3.48 = 0.174 \text{ А},$$

$$I''_{нб.ВН.ном.} = (\Delta U_{ВН} + \Delta U_{СН}) I_{2ВН,ном.} = (0.16 + 0.05) \cdot 3.48 = 0.731 \text{ А}$$

Ток срабатывания:

$$I_{с.з.min} = k_3 I_{нб.ВН.ном.} = 1.5 \cdot 0.905 = 1.358 \text{ А},$$

$$I_{с.з.min} = 0.2 I_{2ВН,ном} = 0.2 \cdot 3.48 = 0.696 \text{ А},$$

Уставка:

$$I_{с.з. \min} = 1.36 \text{ A}$$

Коэффициент торможения

Значение коэффициента торможения рассчитывается по току небаланса для максимального сквозного тока КЗ, приведённого к стороне ВН:

$$I_{нб. \text{ расч.}} = I'_{нб. \text{ расч.}} + I''_{нб. \text{ расч.}} = 8.7 + 6.09 = 14.79 \text{ A}$$

$$I'_{нб. \text{ расч.}} = k_{пер} k_{одн} \varepsilon I_{КЗ. \max} = 1.3 \cdot 0.1 \cdot 29 = 8.7 \text{ A}$$

$$I''_{нб. \text{ расч.}} = (\Delta U_{ВН} + \Delta U_{СН}) I_{КЗ. \max} = (0.16 + 0.05) \cdot 29 = 6.09 \text{ A}$$

$$k_{торм} = \frac{k_3 I_{нб. \text{ расч.}}}{I_{КЗ, ВН} + k_{ур} I_{КЗ, СН} - I_{нб. \text{ расч.}}} = \frac{1.5 \cdot 14.79}{29 + 0.84 \cdot 36 - 14.79} = 0.5$$

Выбор тока срабатывания ДО

Уставка ДО

$$I_{с.отс} = k_3 I_{нб. \text{ расч.}} = 1.5 \cdot 14.79 = 22.19 \text{ A}$$

Проверка чувствительности ДО

$$k_ч = \frac{I_{КЗ \min}}{I_{с.з. \min}} = \frac{12}{22.19} = 0.54$$

Уставки ДЗТ и ДО

Рис. 32 Уставки и режимы в редакторе настроек «ДЗТ»

Рис. 33 Уставки и режимы в редакторе настроек «ДО»

Рис. 34 Уставки и режимы в редакторе настроек «Учёт РПН» (в работу не вводится)

3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание (проверка технического состояния) терминалов включает в себя:

- проверку при первом включении;
- профилактический контроль.

В эксплуатации профилактический контроль терминалов проводится при выводе в ремонт защищаемого электрооборудования.

В процессе работы терминалы производят постоянную самодиагностику (см. пункт 1.7 «Самодиагностика»).

3.1. Контроль работоспособности

Контроль работоспособности терминала

Нормальное функционирование терминала определяется визуально по индикаторам лицевой панели терминала:

- свечение зеленого индикатора «РАБОТА»;
- отсутствие свечения красного индикатора «НЕИСПР».

Постоянно выполняется внутренняя диагностика общего измерительного тракта, которая захватывает проверкой все аналоговые усилители, аналоговый коммутатор и АЦП. Проверка реализована путем периодического подключения к тестовым каналам встроенного в терминал эталонного постоянного напряжения с амплитудой, перекрывающей весь динамический диапазон измерений. При превышении разности между замеренным и эталонным сигналами установленного значения, а так же при потере синхронизации между АЦП и процессором, срабатывает сигнализация неисправности терминала.

При кратковременных вспышках индикатора «НЕИСПР» фиксируются исправимые сбои АЦП. Сбои могут возникать при помехах на аналоговых входах терминалов (в цепях переменного тока) или при коммутации выходными реле терминалов катушек промежуточных реле и соленоидов управления выключателем (при постоянном оперативном токе). Параллельно катушкам промежуточных реле, в этом случае, должны быть установлены варисторы, рассчитанные на напряжение $U_{\text{пост}}=330-430$ В с энергией поглощения не менее 50 Дж, (например типа TVR-12 391). Небольшое количество вспышек: 1-2 в минуту, допустимо и не влияет на работу терминала, если не происходит срабатывания 16-го дискретного выхода «неиспр.терминала».

При возникновении неисправности терминала производится блокирование любых команд к дискретным выходам, т.е. управляющие реле остаются в том положении, в котором они находились до возникновения неисправности. Разблокирование дискретных выходов происходит автоматически после восстановления работоспособности терминала.

При возникновении сбоев в терминале загорается индикатор «НЕИСПР» на лицевой панели и замыкаются размыкающие контакты реле 16-го дискретного выхода. 16-й дискретный выход так же срабатывает при исчезновении питания.

Эксплуатация терминала с горящим индикатором «НЕИСПР» и замкнутыми контактами 16-го дискретного выхода «неиспр.терминала» запрещается. Терминал должен быть выведен из работы и отправлен в ремонт.

Контроль работоспособности КМО

Производится непрерывный контроль работоспособности КМО.

Правильная работа КМО видна по отсутствию сигнала «неиспр.КМО» и по наличию сигнала «работа КМО».

При возникновении сбоев или прекращении получения информации по КМО срабатывает сигнализация неисправности: отключится сигнал «работа КМО», включится сигнал «неиспр.КМО».

Сбои и прекращение получения (передачи) информации по КМО могут возникать при плохом контакте в разъёмах КМО, обрыве кабеля КМО, отключении питания или поломке терминала цикла КМО, при возникновении кратковременных внешних помех, превышающих допустимые по требованиям на ЭМС, и т.д.

При кратковременных сбоях в получении информации могут промаргивать сигналы «неиспр.КМО» и «работа КМО», без срабатывания сигнализации «неиспр.КМО». Сбои с промаргиванием 1-2 в минуту на работу защит и автоматики влияния не оказывают.

Эксплуатация защит и автоматики, задействованных в передаче информации по КМО, с постоянно моргающей или сработавшей сигнализацией «неиспр.КМО» запрещена. Они должны быть выведены из работы до устранения причин возникновения помех или неисправности.

3.2. Проверка технического состояния

Проверка технического состояния включает в себя:

- внешний осмотр;
- измерение и испытание изоляции;
- проверку измерения терминалом токов;
- проверку часов реального времени;
- проверку дискретных входов и выходов;
- проверку каналов межмодульного обмена (КМО);
- проверку работы защиты и автоматики.

Результаты проверки оформляются в протоколах и журналах произвольной формы.

3.2.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяется:

- отсутствие внешних повреждений корпуса и лицевой панели терминалов; должен светиться зелёный индикатор «РАБОТА», и не гореть красный индикатор «НЕИСПР»;
- отсутствие пыли и посторонних предметов;
- состояние и правильность выполнения заземления корпуса терминалов;
- состояние крепления терминалов на щитах и панелях;
- состояние зажимов аналоговых входов и клеммных разъёмов дискретных входов и выходов;
- затяжка винтовых соединений зажимов аналоговых и дискретных клемм.

Внешний осмотр проводится при первом включении, через 1 год после ввода в эксплуатацию и при профилактическом контроле, не реже 1-го раза в 2 года.

3.2.2. Измерение и испытание изоляции

Сопротивление изоляции замеряется мегаомметром на напряжение 500 В, и должно быть не менее 100 МОм при первом включении, и не менее 10 МОм в эксплуатации.

Испытание изоляции проводятся испытательным напряжением 1000 В переменного тока частотой 50 Гц или выпрямленным напряжением 2500 В (мегаомметром) в течение 1-й минуты.

Измерениям и испытаниям подвергаются аналоговые входы, дискретные входы и выходы, цепи питания терминала при закороченных полюсах относительно соседних зажимов и относительно корпуса терминала.

Измерение сопротивления изоляции элементов терминалов проводится при первом включении, через 1 год после ввода в эксплуатацию и при профилактическом контроле, не реже 1-го раза в 2 года.

Испытание изоляции проводится при первом включении, через 1 год после ввода в эксплуатацию и при профилактическом контроле, не реже 1-го раза в 8 лет.

3.2.3. Проверка измерения токов

Проверка заключается в определении погрешности измерений терминалами сигналов, подведённых к аналоговым входам. Подведённые к терминалам токи от постороннего источника, контролируются образцовыми приборами. Все применяемые средства измерений должны иметь действующие документы о поверке и аттестации в органах государственной метрологической службы, и иметь класс точности не менее 0.1. Измеряемые терминалом значения токов наблюдаются на дисплеях лицевых панелей терминалов.

ДЕЙСТВ. ЗНАЧ. К1
4.1034 А

ФАЗА К1
-020.00 ГРАД

ЧАСТОТА СЕТИ
50.002 Гц

Проверяется каждый аналоговый вход на измерение соответствующих входу параметров измеряемых величин.

Определяется погрешность измерений следующих величин:

- тока;
- фазы;
- частоты.

Величины погрешностей не должны превышать значений, указанных в таблице № 4 «Погрешности срабатывания», раздела 1.4 «Характеристики защит и автоматики».

Проверка измерения терминалами токов проводится при первом включении, через 1 год после ввода в эксплуатацию и при профилактическом контроле, не реже 1-го раза в 8 лет.

3.2.4. Проверка часов реального времени

Проверка проводится для определения правильности работы таймера терминалов. Время часов реального времени наблюдается на лицевых панелях терминалов.

ДАТА	Р	Л	ВРЕМЯ
23	окт	09	04:38:55

Порядок проверки следующий:

1. настраивается радиоприёмник на прием сигналов точного времени;
2. по началу 6-го сигнала точного времени выполняется установка часов сервера (или ПК), подключенного к терминалу; или фиксируется текущее время терминалов;
3. после синхронизации времени терминал от сервера (ПК) отключается;
4. через 7 суток, по началу 6-го сигнала точного времени, фиксируются показания времени внутренних часов терминала.

Уход времени не должен превышать ± 3.5 сек.

Допускается в качестве источника точного времени использовать GPS приемник.

Проверка часов реального времени проводится при первом включении, через 1 год после ввода в эксплуатацию и при профилактическом контроле, не реже 1-го раза в 8 лет.

3.2.5. Проверка дискретных входов и выходов

При периодических проверках или после коммутации клеммных разъёмов дискретных входов или выходов, необходимо проводить проверку работоспособности дискретных входов и выходов, а так же целостность контактных соединений разъёмов.

Дискретные выходы проверяются по срабатыванию выходных реле терминала при внешних воздействиях на дискретные и аналоговые входы.

Проверка срабатывания реле дискретных выходов отключения: «ОТКЛ ВН», «ОТКЛ СН» и «ОТКЛ НН», дискретного выхода «сигнал вызова» производится подачей токов на аналоговые входы терминала Р22 до срабатывания ДЗТ, терминала Р00 – МТЗ НН.

Замыкание размыкающего контакта реле 16-го дискретного выхода «неиспр. терминала» проверяется при отключении питания терминала.

Дискретные входы проверяются внешними сигналами при включении контактов реле, ключей, кнопок и т.д. по реакции выходов терминала. Например, при включении и удерживании кнопки или ключа сбрасывания сигнализации «сброс сигнала» должны загореться 10 индикаторов лицевой панели терминала в режиме тестирования. Для упрощения, срабатывание дискретных входов можно наблюдать на символьном дисплее лицевой панели терминала в строке «Дискретные входы».

Проверка дискретных входов и выходов проводится при первом включении, через 1 год после ввода в эксплуатацию, при профилактическом контроле, не реже 1-го раза в 2 года, а так же после перекоммутации клеммных разъёмов.

3.2.6. Проверка КМО

Проверка взаимодействия терминалов по каналам межмодульного обмена проводится при комплексной проверке работы всех терминалов, включённых в состав КМО. Проверяется правильность настройки и передачи значений аналоговых величин и дискретных сигналов между терминалами.

В эксплуатации производится постоянный непрерывный контроль механизма передачи информации по каналам межмодульного обмена внутренними диагностическими средствами терминала. При нарушении работы КМО срабатывает сигнализация неисправности КМО. Проверка работы диагностики КМО производится извлечением разъёма кабеля КМО, отходящего от терминала. Наблюдается правильность срабатывания сигнализации и запись регистратором номера терминала, от которого прекратилась передача информации.

Проверка КМО проводится при первом включении.

3.2.7. Проверка защит и автоматики

Проверка проводится для определения правильности срабатывания защит по выставленным уставкам, а также правильности работы алгоритмов защит и автоматики, и управляющего действия дискретных выходов согласно описанию работы (см. раздел 1.9 «Работа защит и автоматики») и функциональным схемам приложения.

При проведении проверок, чтобы не проверять работу защит и автоматики на выключателях, удобно применять устройство ИВК-01 [13], позволяющее имитировать работу трёх выключателей, ключей управления, блокировок, внешних сигналов, сигнализации. Для имитации отключения токов при срабатывании защит, токи на аналоговые каналы терминалов могут быть подведены через контакты реле-имитаторов выключателей ИВК-01.

Проверка работы защит и автоматики производится с помощью устройства проверки защиты (УПЗ) типа У5053, У5003, «Ретом – 41М», «Ретом – 51». Все приборы и устройства, используемые при работе, должны быть испытаны и поверены. Класс точности применяемых измерительных приборов – не ниже 0.5.

Погрешности срабатывания защит и автоматики должны соответствовать значениям, приведённым в таблице № 4 раздела 1.4 «Характеристики защит и автоматики».

Проверяются следующие функции защит и автоматики:

- управление выключателями;
- уставки срабатывания и возврата защит;
- время срабатывания защит;
- работа автоматики;
- сигнализация работы защит и автоматики;
- блокировки защит и автоматики;
- записи регистраторов событий терминалов.

По окончании проверок функций защит и автоматики проводится комплексная завершающая проверка.

Проверка защит и автоматики проводится при первом включении. В эксплуатации проверка проводится при изменении уставок и вводе дополнительных функций защит и автоматики.

Управление выключателями

Проверяется правильность подачи команд отключения к выключателям, а также правильность сбрасывание команд после коммутации.

Проверка проводится при срабатывании защит на отключение.

Дополнительно проверяется работа контроля цепей выключателя по всем направлениям, в том числе при проверках защит по времени протекания токов после срабатывания защит.

Уставки срабатывания и возврата защит

Проверяются уставки срабатывания и возврата защит при помощи сигналов пуска токовых органов защит «пуск ДЗТ», «пуск ДО», «пуск МТЗ ВН», «пуск МТЗ СН», «пуск МТЗ НН». Проверка проводится для каждой фазы и для всех групп уставок защит, включённых к применению.

Для дифференциальных защит трансформатора (ДЗТ и ДО) проводится проверка срабатывания в зоне и несрабатывания вне зоны работы защит. Несрабатывание вне зоны защит проверяется для максимального и минимального расчётных токов короткого замыкания (КЗ).

Из-за соединения вторичных обмоток трансформаторов тока в звезду и включении режимов пересчёта «ТТвн в треуг.», «ТТсн в треуг.», «ТТнн в треуг.» возникают особенности подключения токовых цепей проверочных устройств к терминалам Р22 и Р00.

Для трансформаторов с односторонним питанием проверка проводится поэтапно для двух сторон трансформатора: ВН-СН, ВН-НН.

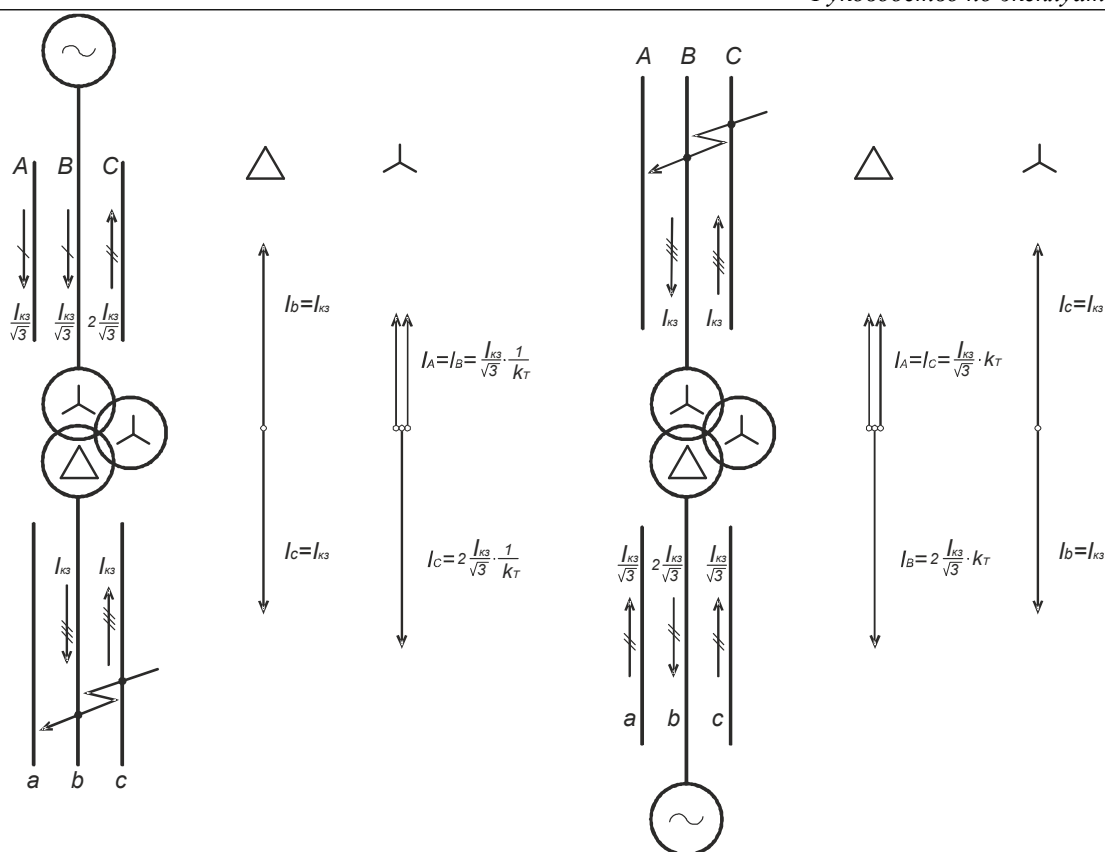


Рис. 35 Диаграммы подключения токов на аналоговые входы терминалов для проверки ДЗТ и ДО

При наличии 6 генерируемых выходных токов у устройства проверки защиты, или синхронизации по времени между устройствами, токи подаются на обе проверяемые стороны трансформатора по три фазы на каждую сторону. При проверке необходимо учитывать сдвиги по фазам токов одной стороны трансформатора относительно другой стороны.

Имитируются различные виды максимальных (3-х фазных) и минимальных (2-х фазных) расчётных коротких замыканий в зоне и вне зоны срабатывания ДЗТ и ДО.

При наличии только трёх токов у проверяющего устройства проверка несрабатывания защит при сквозных токах КЗ проводится для трансформаторов с односторонним питанием при имитации только двухфазных коротких замыканий, но значениями для максимального (по расчётному 3-х фазному) и минимального (по 2-х фазному) токов КЗ. Схемы векторных диаграмм подключения показаны на рис. 35 для сторон трансформатора с соединением обмоток Δ/Δ , при питании со стороны Δ и КЗ со стороны Δ , и для случая питания со стороны Δ и КЗ со стороны Δ . Срабатывание в зоне дифференциальных защит проверяется при подключении трёх фаз на сторону питания трансформатора.

На рис. 35 все токи показаны в первичных значениях относительно тока в месте короткого замыкания $I_{КЗ}$, k_T – коэффициент трансформации силового трансформатора проверяемых сторон. При подаче токов на аналоговые входы терминалов необходимо рассчитанные по схеме токи разделить на коэффициенты трансформации трансформаторов тока соответствующих сторон.

При проверках срабатывания и несрабатывания защит для трансформаторов с двухсторонним питанием необходимо иметь минимум 6 независимых генерируемых синхронизированных между собой токов. В этом случае срабатывание в зоне защит проверяется при подключении шести токов на обе стороны питания трансформатора, а несрабатывание проверяется по двухфазному КЗ вне зоны работы защит по схемам диаграмм рис. 35, но с подачей токов на все стороны трансформатора.

Время срабатывания защит

Время срабатывания защит проверяется по появлению команды отключения или сигнализации работы защит.

Работа автоматики

При проверке работы автоматики (обдуд) определяется правильность последовательности появления команд управления, блокировки и сигнализации, в соответствии с алгоритмом работы.

Проверяются уставки по времени работы элементов автоматики.

Сигнализация работы

Сигнализация работы проверяется на протяжении проверок защит и автоматики. Определяется правильность появления сигналов работы каждой защиты и автоматики, введённых в работу, работа сигналов-повторителей и сигналов положения выключателей.

Проверяется работа общей аварийной и предупредительной сигнализации.

Блокировки защит и автоматики

Для каждой защиты и автоматики проверяются соответствующие внутренние блокировки (по напряжению, току, пуску защит и т.д.) и блокировки внешними сигналами.

Запись регистратора

Запись регистратора проверяется на протяжении проверок защит и автоматики.

После каждого срабатывания защит и автоматики проверяется запись событий регистратором. Проверяется время записи, соответствие величин токов, запись факта работы соответствующих ступеней и групп уставок.

Комплексная проверка

Комплексная (завершающая) проверка предназначена для определения работоспособности всех защит и автоматики в целом после их настройки и подключения.

Проводится комплексная проверка после монтажа всех аналоговых и дискретных цепей терминала.

Все используемые защиты и автоматика должны быть введены в работу.

Срабатывание защит и автоматики производится первичными токами с помощью прогрузки соответствующих трансформаторов тока. Для отделения работы резервных защит от основных, токи подаются значениями выше уставок срабатывания резервных защит, но ниже основных. При проверке основных защит токи подаются «толчком» значениями на 20 % выше уставок основных защит, но на время меньшее времени срабатывания резервных защит.

Проверяется управление, сигнализация, блокировки, введённые в работу.

3.3. Исключение терминала из цикла КМО для проверок

При использовании каналов межмодульного обмена (КМО) и необходимости вывода терминала из работы для проверок, или отключении питания терминала, требуется провести мероприятия по исключению терминала из цикла КМО.

Исключение из цикла КМО обязательно из-за возможности блокирования или неправильной работы защит и автоматики вследствие передачи информации по КМО во время проверок.

Включение и исключение терминала из цикла КМО производится с помощью программы «Монитор РЗА» [1]. Для этого необходимо подключение всех входящих в цикл КМО терминалов к серверу ЧЯ или к ПК (USB/Vbnet). При необходимости включение/исключение нескольких терминалов операция производится последовательно для каждого терминала.

Исключение из цикла КМО

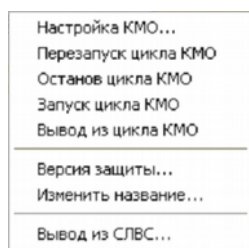


Рис. 36 Меню настройки

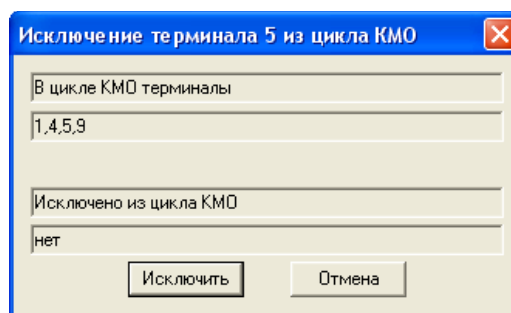


Рис. 37 Панель вывода терминала из цикла КМО

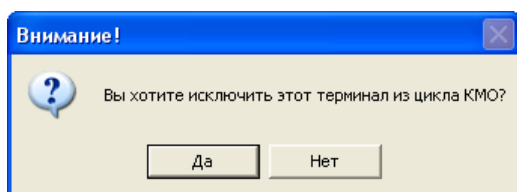


Рис. 38 Запрос с подтверждением вывода терминала из цикла КМО

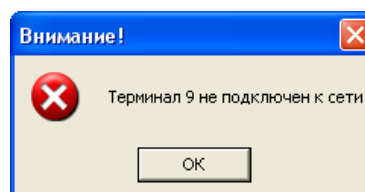


Рис. 39 Предупреждающее окно

После запуска программы «Монитор РЗА» и выбора терминала в списке панели доступа (см. рис. 11), двойным щелчком правой клавиши мыши открывается меню настройки, показанное на рис. 36. После выбора команды «Вывод из цикла КМО» появится панель вывода терминала из цикла КМО, показанная на рис. 37. В верхней строке панели дан список номеров терминалов входящих в цикл КМО, которые настроены в таблице списка терминалов КМО (см. рис. 16). В нижней строке – список номеров терминалов, выведенных из цикла КМО для проверок.

При нажатии кнопки «Исключить» появится запрос с подтверждением исключения данного терминала из цикла КМО, показанный на рис. 38

Если один или несколько терминалов цикла КМО не подключены к серверу ЧЯ или к ПК (USB/Bbnet), то при попытке вывести терминал из цикла операция заблокируется, и появится предупреждающее окно, показанное на рис. 39. При отсутствии подключения нескольких терминалов последовательно будут появляться предупреждающие окна с номерами всех терминалов, не подключенных к серверу или ПК.

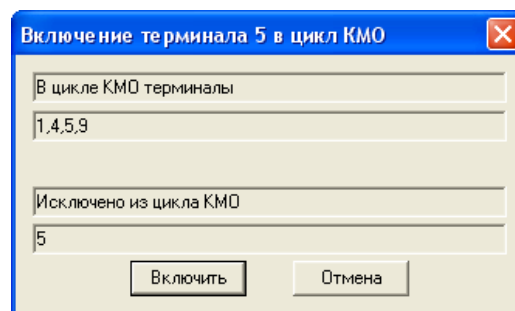


Рис. 40 Панель включения терминала в цикл КМО

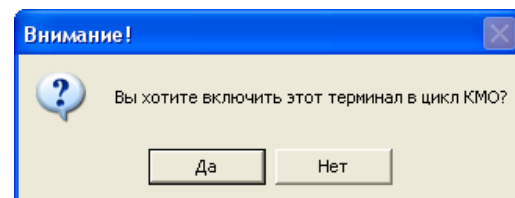


Рис. 41 Запрос с подтверждением ввода терминала в цикл КМО

Включение в цикл КМО

В меню настроек (см. рис. 36), по команде «Ввод в цикл КМО», вызывается панель включения терминала в цикл КМО, показанная на рис. 40.

При нажатии кнопки «Включить» появится запрос с подтверждением включения данного терминала в цикл КМО, показанный на рис. 41.

При отсутствии подключения терминалов к серверу ЧЯ или к ПК (USB/Bbnet) операция заблокируется и появится предупреждающее окно, показанное на рис. 39.

Порядок исключения:

1. Производится исключение терминала из цикла КМО;
2. после исключения терминала начнёт мигать светодиод «неиспр.КМО» на лицевой панели терминала (сигнал «работа КМО» не пропадёт); у остальных терминалов светодиод «неиспр.КМО» гореть не должен, что будет свидетельствовать о правильной работе КМО;
3. кабели КМО терминала (или кабель с заглушкой) переустанавливаются на входящий в поставку кабельный соединитель для разъемов RJ-45 (при необходимости демонтажа терминала);
4. снимается питание с терминала (при необходимости);
5. отключается разъем Bbnet (при необходимости); перед отключением разъема Bbnet необходимо вывести терминал из СЛВС ЧЯ по команде «Вывод из СЛВС» меню настройки (см. рис. 36).

Порядок включения:

1. Подаётся питание на терминал; светодиод «неиспр.КМО» должен начать мигать после сброса сигнализации по командам «сброс сигнала» или «сброс сигнала по ТУ»;
2. переключаются кабели КМО от соединителя RJ-45 на терминал; появится сигнал «работа КМО»;
3. подключается разъем Bbnet;
4. производится ввод терминала в СЛВС ЧЯ по команде «Ввод в СЛВС» из меню настроек;
5. производится включение терминала в цикл КМО; после того как прекратит мигать сигнал «неиспр.КМО» терминал войдёт в общий цикл КМО.

При переключении кабелей КМО от терминала на соединитель и обратно, на время переключения, терминалы выйдут из цикла КМО. Загорится светодиод «неиспр.КМО» у всех терминалов, которые перестанут принимать информацию. После подключения кабелей, КМО автоматически восстановит свою работу. Сигнал «неиспр.КМО» необходимо сбросить по командам «сброс сигнала» или «сброс сигнала по ТУ».







Вводить блокировки защит и автоматики при включении/исключении терминалов из цикла КМО, а также при переключении кабелей КМО не требуется. Работа КМО при

Терминал основной защиты трёхобмоточного трансформатора

включении/исключении терминалов не прерывается. При переключении кабелей, и возникновении при этом сбоя в работе КМО, механизм передачи данных на время переключения блокируется, принимаемые сигналы остаются значениями до возникновения сбоя.

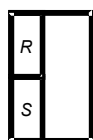
4. ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

АРНТ	– автоматическое регулирование напряжения трансформатора под нагрузкой
Блинк	– программные блинкеры терминала
БП	– блок питания
ВН	– высшее напряжение
Вх	– дискретные входы терминала
ВОЛС	– волоконно-оптические линии связи
Вых	– дискретные выходы терминала
ГЗ	– газовая защита трансформатора
ГЗ РПН	– газовая защита устройства РПН
ДЗТ	– дифференциальная защита трансформатора
ДО	– дифференциальная отсечка трансформатора
Инд	– индикаторы работы защит и автоматики лицевой панели терминала (1-10)
КЗ	– короткое замыкание
КУ	– ключ управления выключателем
КМО	– канал межмодульного обмена
МТЗ	– максимальная токовая защита
НН	– низшее напряжение
ОЗУ	– оперативное запоминающее устройство
ОРУ	– открытое распределительное устройство
ПБВ	– переключатель напряжения трансформатора без возбуждения
ПЖТ	– установка пожаротушения трансформатора
ПЗУ	– постоянное запоминающее устройство
ПК	– персональный компьютер
РКТС	– реле (датчик) контроля тока соленоидов включения и отключения выключателя
РПО	– положение выключателя «отключено»
РПН	– устройство регулирования напряжения трансформатора под нагрузкой
РУМ	– реле указатель уровня масла
СЛВС ЧЯ	– специализированная локальная вычислительная сеть «Чёрный ящик»
СН	– среднее напряжение
СШ	– система шин
ТН	– трансформатор напряжения
ТУ	– команды телеуправления
ТТ	– трансформатор тока
ФНЧ	– фильтр нижних частот

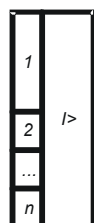
ЧЯ	– информационно-измерительный комплекс «Чёрный ящик»
ШУ	– шинка управления
ШЗА	– шинка звуковой аварийной сигнализации
ШЗП	– шинка звуковой предупредительной сигнализации
ШС	– шинка сигнализации
ЭМС	– электромагнитная совместимость
АХ	– клеммы аналоговых входов и питания терминала
Bbnet	– протокол передачи данных в СЛВС ЧЯ
KL	– реле промежуточное
КН	– реле указательное
KSG	– газовое реле трансформатора
L	– лампа сигнальная
Q	– выключатель
R	– сопротивление (резистор)
SA	– ключ блокировки
SB	– кнопка
SF	– автоматический выключатель
SX	– накладка
ТА	– трансформатор тока
ТС	– термодатчик
X1, X2	– клеммные разъемы дискретных входов терминала
X3, X4	– клеммные разъемы дискретных выходов терминала
	– дискретные и логические входы терминала
	– дискретные, логические выходы, индикация терминала
	– логический элемент И
	– логический элемент ИЛИ
	– логический элемент исключающее ИЛИ
	– импульс



– инверсия



– триггер: *S* – срабатывание, *R* – сброс



– орган сравнения параметра с уставкой:

- > – на превышение уставки
- < – на снижение ниже уставки

цифрами обозначены:

- 1 – основная уставка («Базовая»)
- 2...n – дополнительные группы уставок

Кв=Кв.уст



– выдержка времени

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Программа «Монитор РЗА». Руководство пользователя. НТЦ «ГОСАН». ФЮКВ 422231.430РП.
- [2] Комплекс измерительно-информационный и управляющий микропроцессорный «Черный ящик-2000». Базовое программное обеспечение. Руководство пользователя. НТЦ «ГОСАН». ФЮКВ 422231.421РП.
- [3] Специализированная локальная вычислительная сеть «Чёрный ящик». Руководство по эксплуатации. НТЦ «ГОСАН». ФЮКВ 422231.010РЭ.
- [4] Сервер СЛВС ЧЯ Flan AD, Flan AF. Руководство по эксплуатации. НТЦ «ГОСАН». ФЮКВ 422231.030РЭ.
- [5] Ретранслятор СЛВС «Черный ящик» HUB. Руководство по эксплуатации. НТЦ «ГОСАН». ФЮКВ 422231.006РЭ.
- [6] Реализация протокола МЭК 61850 в терминалах БИМ комплекса «Черный ящик-2000». ФЮКВ 422231.425ТО
- [7] Терминал микропроцессорной резервной защиты трансформатора. БИМ ХХХХ Р26. Руководство по эксплуатации. НТЦ «ГОСАН». ФЮКВ 343300.326РЭ.
- [8] Терминал автоматического регулирования напряжения трансформатора под нагрузкой. БИМ ХХХХ Р33. НТЦ «ГОСАН». ФЮКВ 343300.333РЭ.
- [9] Терминал микропроцессорной защиты и автоматики ввода в секцию, АЧР, ЛЗШ 6-35 кВ. БИМ ХХХХ Р08. Руководство по эксплуатации. НТЦ «ГОСАН». ФЮКВ 343300.308РЭ.
- [10] Терминал микропроцессорной защиты и автоматики секционного выключателя, АВР 6-35 кВ. БИМ ХХХХ Р02. Руководство по эксплуатации. НТЦ «ГОСАН». ФЮКВ 343300.302РЭ.
- [11] Терминал микропроцессорной защиты и автоматики секционного выключателя, ДЗШ, АВР 6-35 кВ. БИМ ХХХХ Р07. Руководство по эксплуатации. НТЦ «ГОСАН». ФЮКВ 343300.307РЭ.
- [12] Центральная сигнализация. БИМ ХХХХ Р35. БИМ ХХХХ Р36. Руководство по эксплуатации. НТЦ «ГОСАН». ФЮКВ 343300.335РЭ.
- [13] Имитатор выключателей комплектный. ИВК-01. Руководство по эксплуатации. НТЦ «ГОСАН». ФЮКВ 343300.327РЭ.
- [14] ГОСТ Р МЭК 61850-8-1 Сети и системы связи на подстанциях Часть 8-1. Описание передачи данных по протоколу MMS (ISO 9506-1 и ISO 9506-2) и по протоколу ИСО/МЭК 8802-3.
- [15] ГОСТ Р МЭК 61850-7-4-2011 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7-4. Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования. Совместимые классы логических узлов и классы данных.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Логические схемы работы защит и автоматики

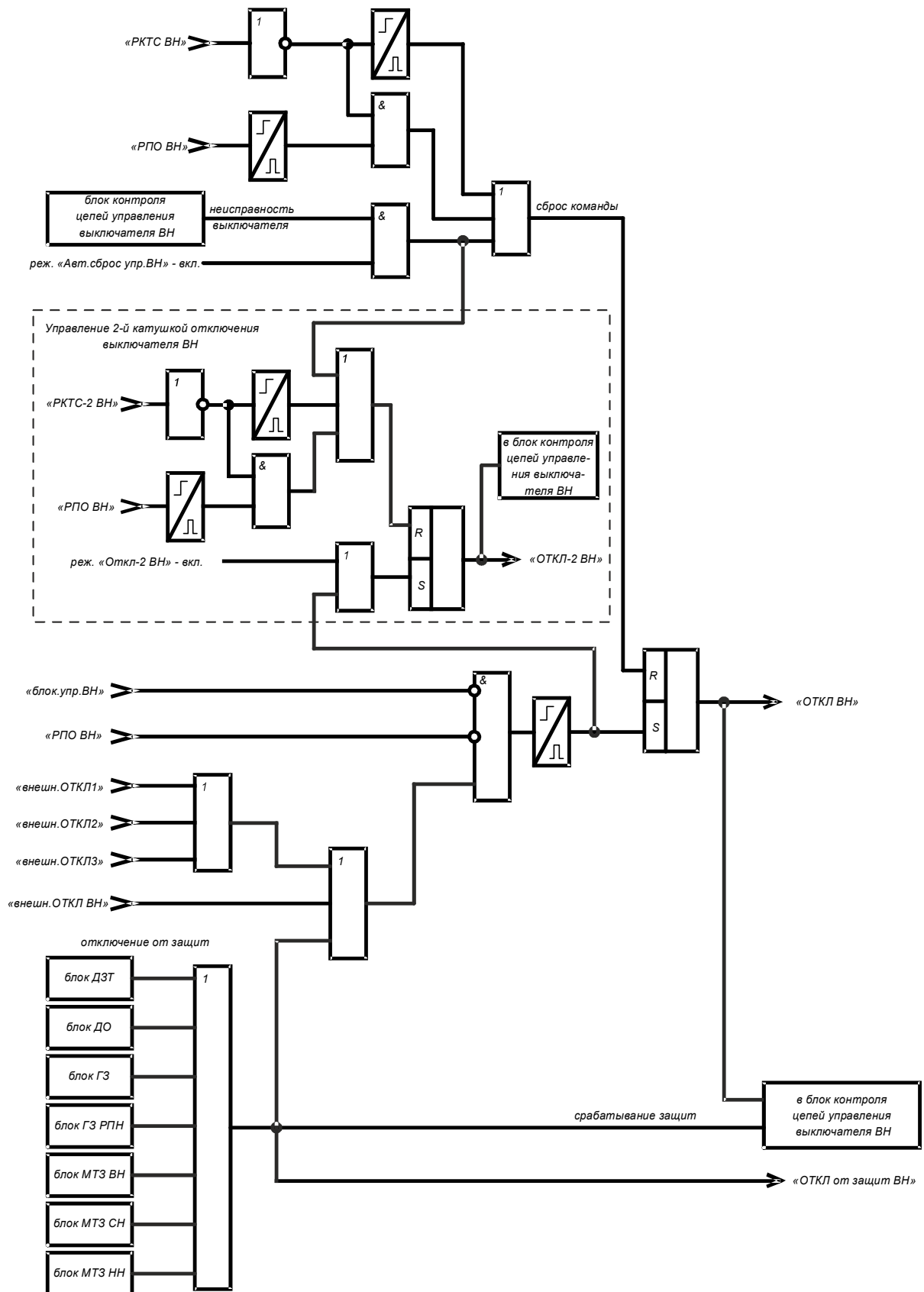


Рис. 42 Функциональная схема блока формирования команды ОТКЛЮЧИТЬ выключателя ВН

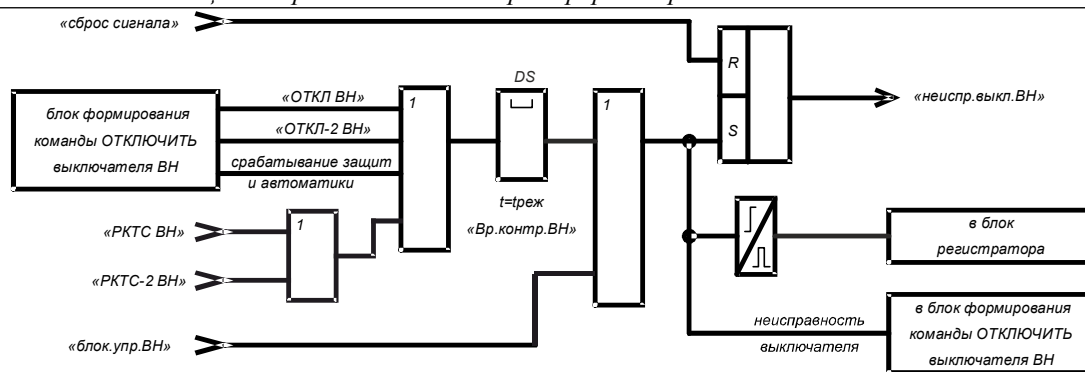


Рис. 43 Функциональная схема блока контроля цепей управления выключателя ВН

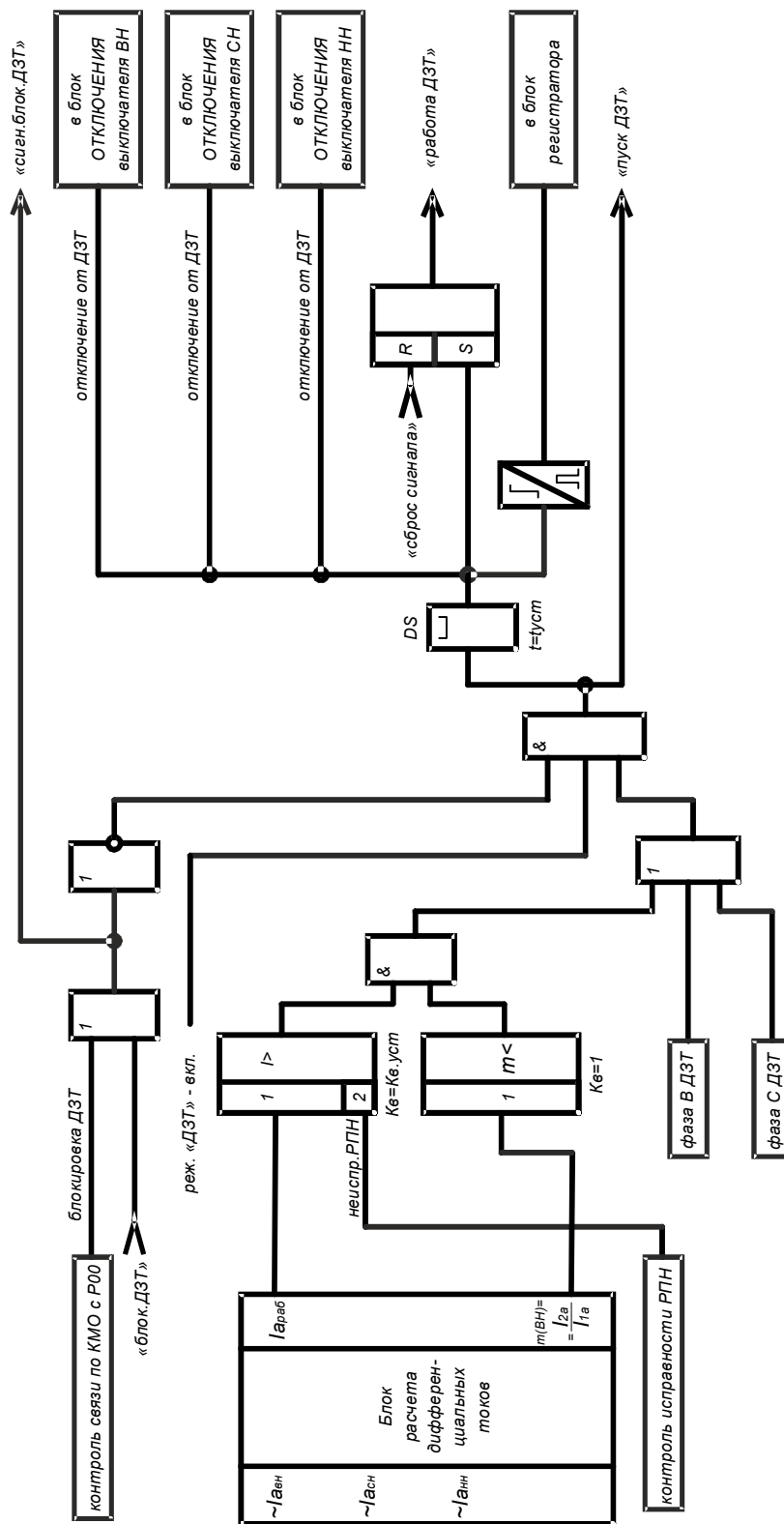


Рис. 44 Функциональная схема блока дифференциальной защиты трансформатора

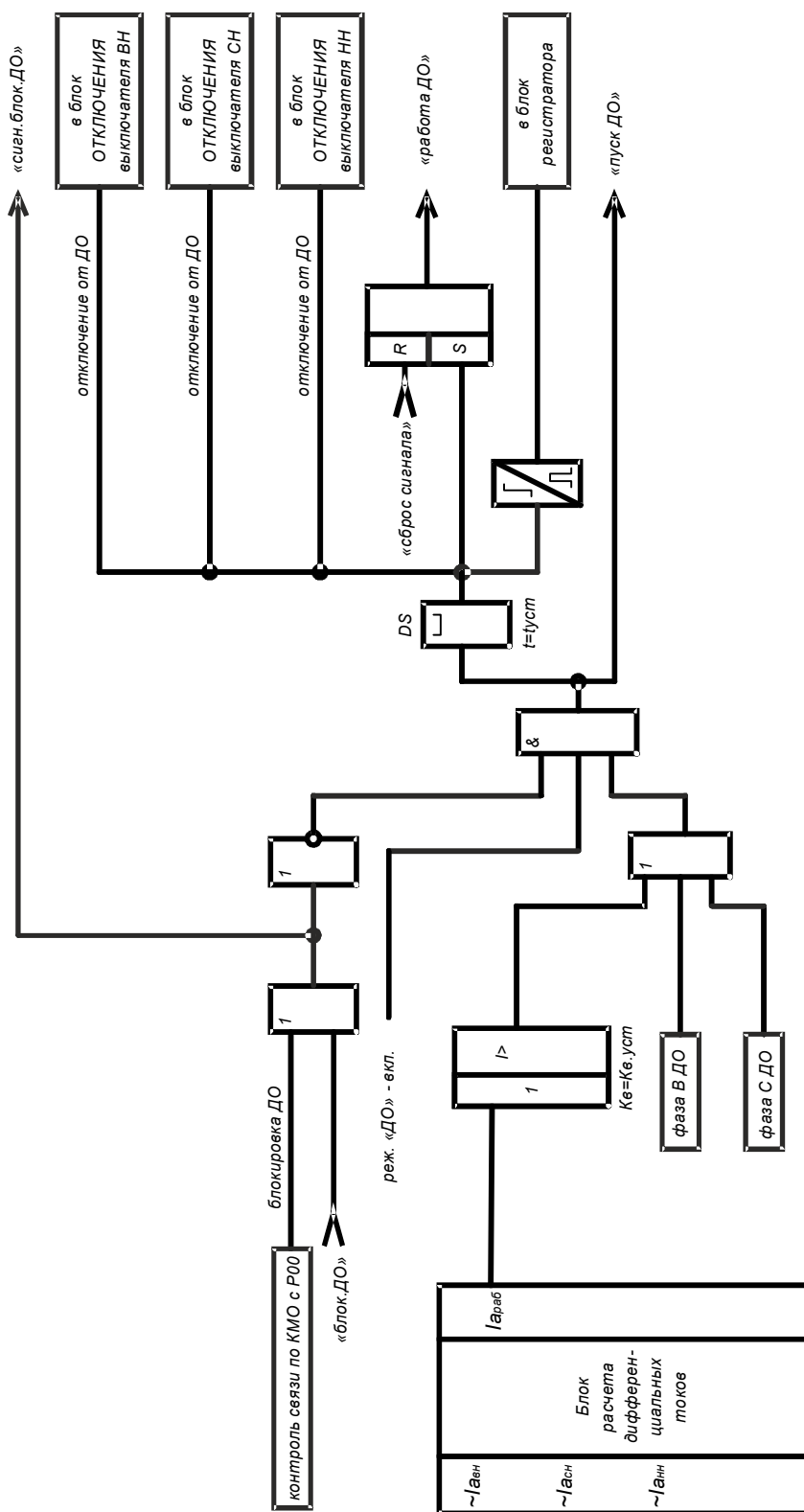


Рис. 45 Функциональная схема блока дифференциальной отсечки

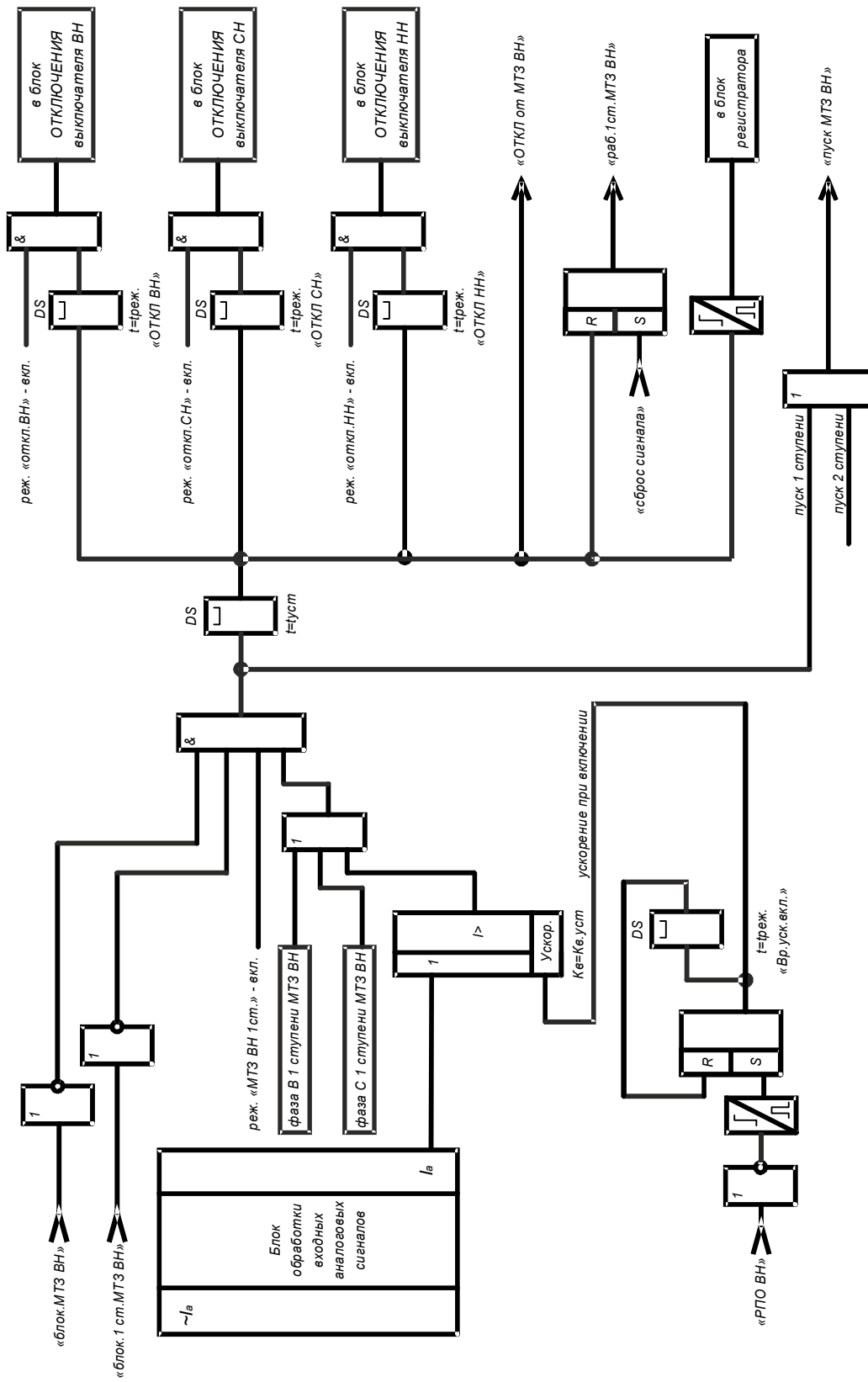


Рис. 47 Функциональная схема блока МТЗ

Схемы подключения терминалов P22 и P00

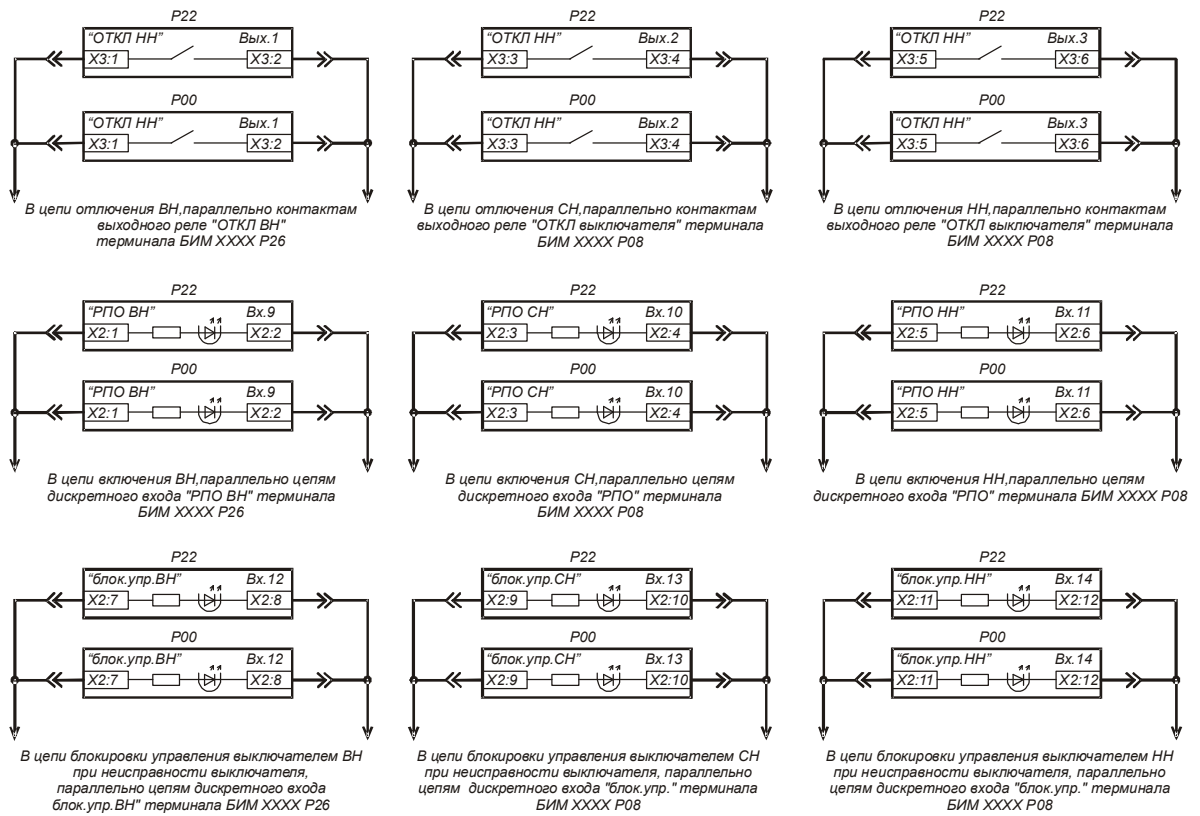


Рис. 48 Схема подключения цепей отключения выключателей VН, СН, и НН

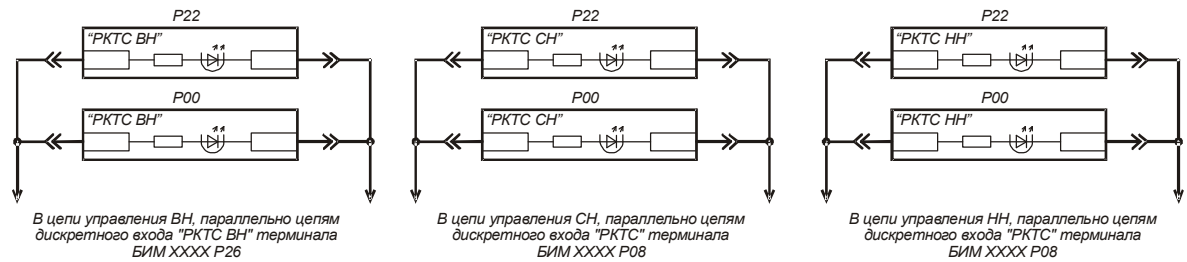


Рис. 49 Схема подключения РКТС

Терминал основной защиты трёхобмоточного трансформатора

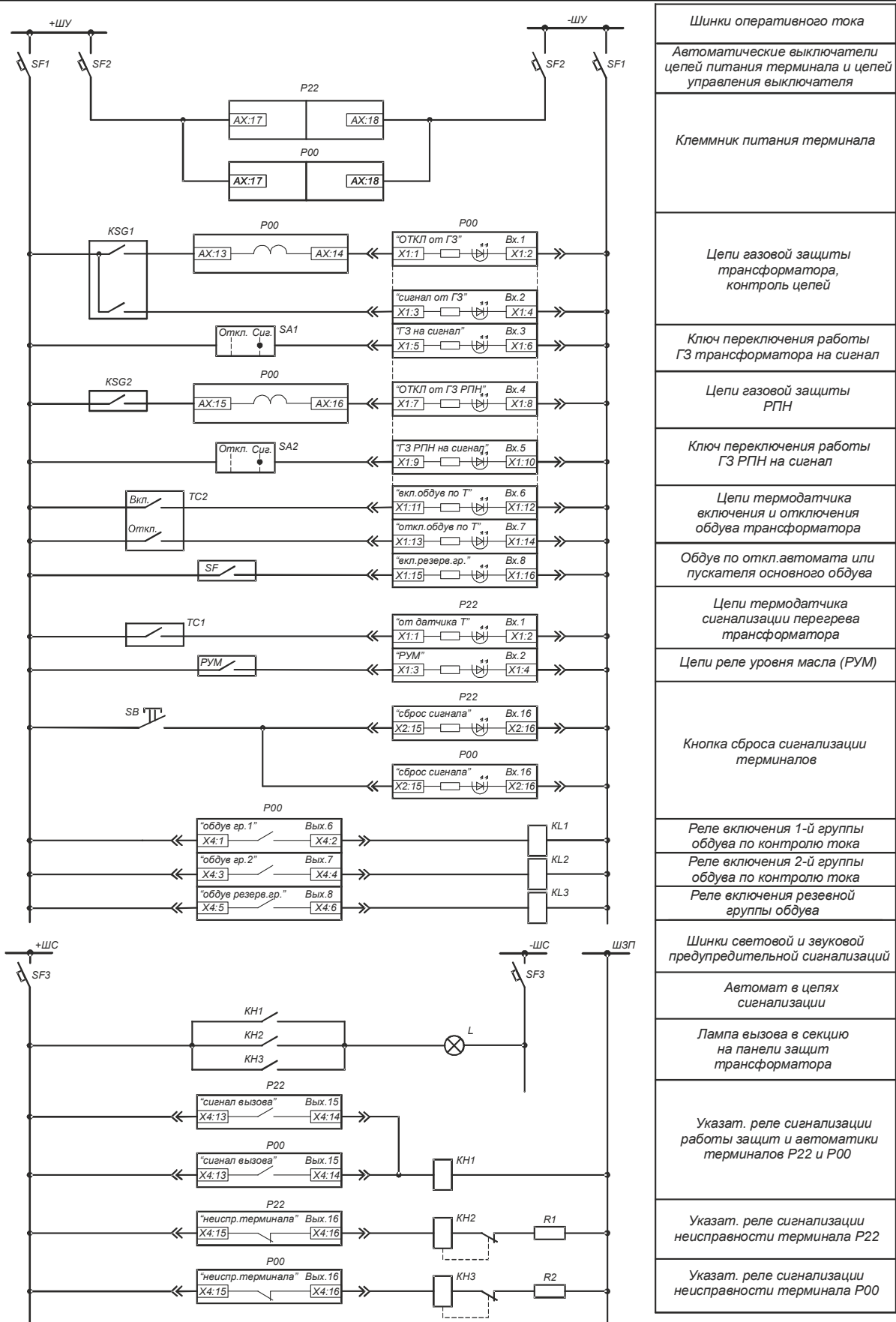


Рис. 50 Схема подключения цепей питания, управления, блокировок, сигнализации

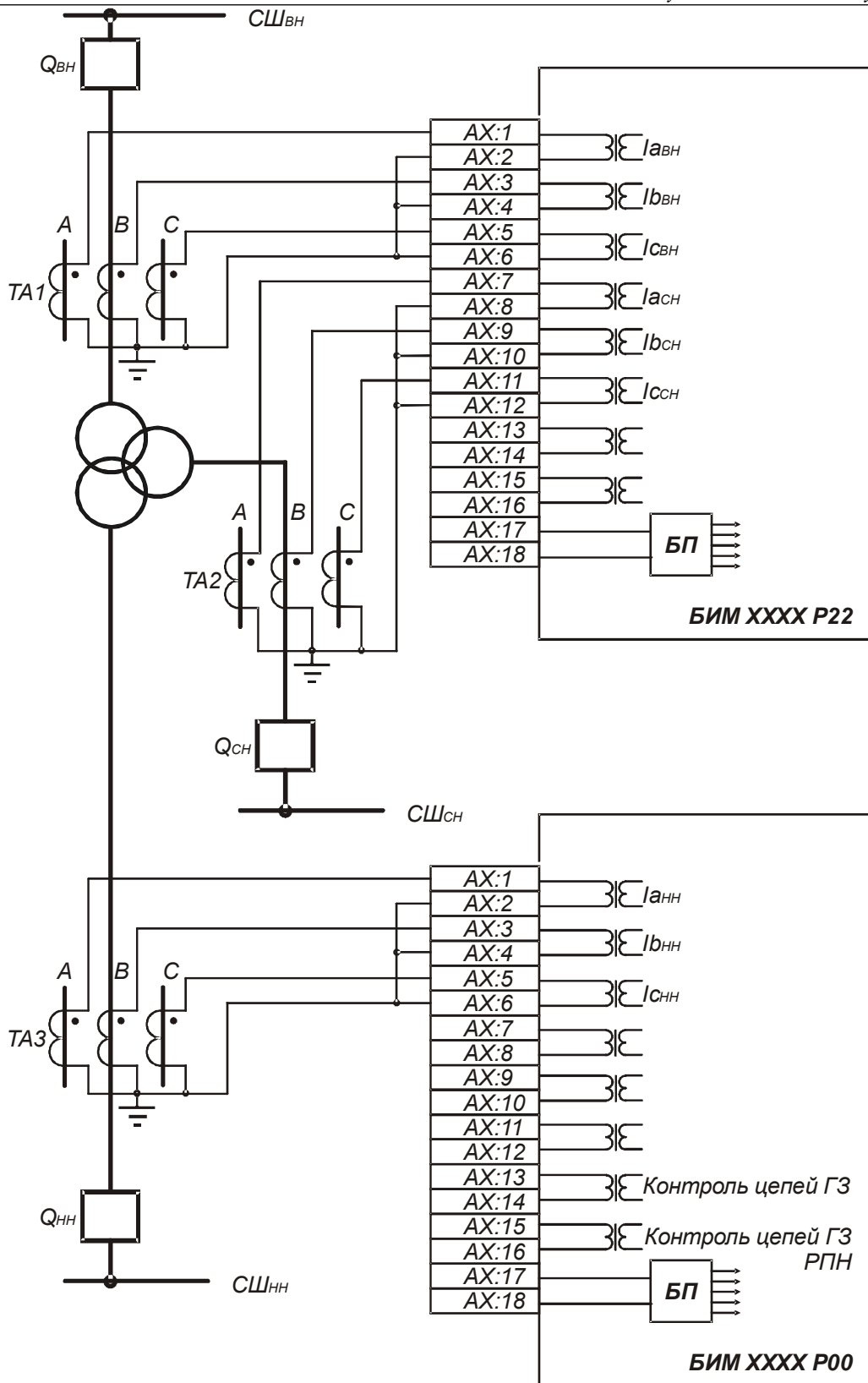


Рис. 51 Схема подключения аналоговых цепей

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Реализация протокола МЭК 61850

БИМ содержит, в соответствии с МЭК 61850-7-2, интерфейс абстрактных услуг связи (ACSI) [6]. На этом основании БИМ представляет собой сервер услуг связи (ACSI-сервер), содержащий (ссылки приводятся на разделы документа МЭК 61850-7-2):

- ассоциативный уровень (Application association model) в соответствии с разд. 7;
- модель данных (DATA model) в соответствии с разд. 6, 8, 9, 10;
- модель наборов данных (DATA-SET model) в соответствии с разд. 11;
- модель наборов уставок (SETTING-GROUP-CONTROL-BLOCK) в соответствии с разд. 13;
- модель отчетов (REPORT-CONTROL BLOCK) и модель журнала событий (LOG-CONTROL-BLOCK) в соответствии с разд. 14;
- модель объектно-ориентированных событий подстанции (GOOSE-CONTROL-BLOCK) в соответствии с п. 15.1 и 15.2;
- модель синхронизации времени (Time-synchronization model) в соответствии с разд. 18;
- имена данных и классов общих данных в соответствии с разд. 19;
- модель файловой системы (FILE transfer) в соответствии с разд. 20.

БИМ содержит всего два логических устройства – CPU (основные логические узлы (LN) имеются при любых исполнениях БИМ), и RZA (логические узлы (LN), имеющие отношение к алгоритмам РЗА. В зависимости от типа терминала защиты, данное логическое устройство может содержать по несколько экземпляров LN различного типа.).

БИМ представляет собой единое физическое устройство, поэтому все логические устройства БИМ распределяют функции одного физического устройства. Паспортная табличка физического устройства LN LPHD содержит наименование устройства в формате:

БИМ-xxxx.xx

где xxxx.xx составляет спецификационное наименование устройства.

Логические узлы логического устройства RZA терминалов P22 и P00**РТОС - максимальная токовая защита с выдержкой времени.**

Данный LN имеет стандартные имена Data, которые описываются в стандарте МЭК 61850-7-3, но имеются нестандартные CDC. Состав РТОС, применяемого в БИМ, приведен в таблице:

Имя данных (DATA)	Класс общих данных (CDC)	Описание
Общие данные (Mod, Beh, Health, NamPlt)		
Str	ACD	Пуск защиты
Op	ACT	Срабатывание защиты
StrVal	AAG	Массив уставок по току
OpDIImms	IAG	Массив уставок по времени
DirMod	IAG	Флаг направленной работы защиты

Класс AAG – нестандартный CDC, который имеет следующее описание. Он идентичен классу ASG за тем отличием, что атрибут setMag.f представляет собой массив типа FLOAT32.

Класс IAG – нестандартный CDC, который имеет следующее описание. Он идентичен классу ING за тем отличием, что атрибут setVal представляет собой массив типа INTEGER.

В терминале P22 логический узел РТОС применяется при описании следующих защит

LN	Защита	Пункт описания	Примечание
РТОС00	1 ступень МТЗ ВН	1.9.7 2.4.7	
РТОС01	2 ступень МТЗ ВН	1.9.7 2.4.7	
РТОС02	1 ступень МТЗ СН	1.9.7 2.4.7	
РТОС03	2 ступень МТЗ СН	1.9.7 2.4.7	

В терминале P00 логический узел РТОС применяется при описании следующих защит

LN	Защита	Пункт описания	Примечание
PTOC00	1 ступень МТЗ НН	1.9.7 2.4.7	
PTOC01	2 ступень МТЗ НН	1.9.6 2.4.6	
PTOC02	Обдув гр. 1	1.9.8 2.4.8	Уставки по току и по времени для логических узлов PTOC02-PTOC04 должны задаваться одинаковыми, т. к. это единый узел. Разделение на отдельные узлы произведено для получения индивидуальных данных по пуску и срабатыванию.
PTOC03	Обдув гр. 2	1.9.8 2.4.8	
PTOC04	Обдув гр. 3	1.9.8 2.4.8	

LN PDIF — дифференциальная защита

Данный логический узел имеет стандартные имена Data, но имеются нестандартные CDC. Состав узла PDIF, применяемого в БИМ, приведен в таблице.

Имя данных (DATA)	Класс общих данных (CDC)	Описание
Общие данные (Mod, Beh, Health, NamPlt)		
Str	ACD	Пуск защиты
Op	ACT	Срабатывание защиты
DifAClc	WYE	Расчетный дифференциальный ток
phsA	CMV	Фаза А
phsB	CMV	Фаза В
phsC	CMV	Фаза С
HiSet	AAG	Массив уставок по диф току
MaxOpTmms	IAG	Массив уставок по времени
RstMod	ING	Торможение

Данные по фазам для Data DifAClc содержат значения в формате FLOAT32. Данные во всех фазах обновляются все в одно и то же время, поэтому штампы времени у всех данных одинаковы.

В терминале P22 логический узел PDIF применяется при описании следующих защит

LN	Защита	Пункт описания	Примечание
PDIF00	ДЗТ	1.9.5 2.4.5	
PDIF01	ДО	1.9.3 2.4.3	

LN PTRC – условия отключения при работе защит

Данный LN применяется полностью в рамках стандарта. Состав узла PTRC, применяемого в БИМ, приведен в таблице.

Имя данных (DATA)	Класс общих данных (CDC)	Описание
Общие данные (Mod, Beh, Health, NamPlt)		
Str	ACD	Пуск защит
Op	ACT	Срабатывание защит
TrPlsTmms	ING	Контроль длительности импульса отключения

В терминалах P22 и P00 логический узел PTRC применяется при описании органов управления

LN	Защита	Пункт описания	Примечание
PTRC00	Упр. выкл. ВН	1.9.1 2.4.1	
PTRC01	Упр. выкл. СН	1.9.1 2.4.1	
PTRC02	Упр. выкл. НН	1.9.1 2.4.1	

Общие объектно-ориентированные события на подстанции (GOOSE)

В терминале реализовано два механизма по использованию сообщений GOOSE: на передачу и на прием. Передающая сторона GOOSE определяется стандартом МЭК через блоки управления; принимающая сторона реализована для дискретных каналов и для КМО.

При передаче с помощью GOOSE сообщений формируются из дискретных каналов наборы данных (DataSets). Вхождению данных в сообщении должен соответствовать идентификатор, в зависимости от передаваемого логического узла GGIO: DINP (GGIO00 – входные дискретные каналы), VIRT (GGIO01 – входные логические каналы), DOUT (GGIO02 – выходные дискретные каналы), BLINK (GGIO03 – выходные логические каналы — программные блинкера).

В терминале имеется 4 блока управления в составе LD RZA: GOOSE0 - GOOSE3. Все блоки управления устроены одинаково.

Все конфигурационные параметры блока управления GOOSE, относящиеся к МЭК 61850-7-2, доступны для записи. В части МЭК 61850-8-1 вводятся дополнительные поля, которые так же конфигурируются. Исключение составляет поле DstAddress.Addr (групповой MAC-адрес получателя), в котором первые четыре октета заданы значениями, рекомендованными МЭК, остальные два можно задавать в пределах диапазона 00-00 – 01-FF.

Обмен между БИМ через GOOSE строится на основе фильтрации потока по строковым идентификаторам, отображаемым в параметре GoID, являющимся копией параметра AppID в блоке управления RZA/LLN0.GO.GOOSE. GoID имеет следующий формат:

BIM-xxx: <ид. 1>[, <ид. 2>]...[, <ид. n>]

где *xxx* – это адрес станции, состоящий из 3 цифр, дополненных нулями;

ид. 1, ..., ид. n – идентификаторы сообщения.

Например, идентификатор приложения GoID в сообщении GOOSE:

BIM-013: KMO, BLINK

означает, что терминал с адресом 13 отправил сообщение, в котором присутствуют два вхождения данных, первое из которых соответствует идентификатору КМО, второе – BLINK.

Групповой MAC-адрес, а также другие параметры в сообщении GOOSE, не являются критериями для фильтрации.

На принимающей стороне полученные по GOOSE данные обрабатываются если они соответствуют следующим условиям:

- 1) формат GoID в сообщении GOOSE соответствует вышеописанному;
- 2) адрес станции, указанный в GoID, является ожидаемым для приложения;
- 3) идентификатор сообщения, соответствующий этому вхождению данных, является ожидаемым для приложения;
- 4) формат данных соответствует его идентификатору сообщения.

Принятые данные распределяются по структурам дискретных каналов CPU/GGIOxx.SPCSO [ST].

Настройки распределения входящих данных хранятся в структуре CPU/LLN0.GSElink [CF]. Глубина структуры соответствует глубине приемного буфера и для каждого принятого бита могут быть настроены следующие параметры

- LLN0.GSElink.addr – адрес станции, указанный в GoID послышки;
- LLN0.GSElink.type – тип каналов (GGIO00 – GGIO03), из принимаемого сообщения (от 0 до 3);
- LLN0.GSElink.line – номер канала в принимаемой структуре;
- LLN0.GSElink.dest – номер виртуального входа, на который будет подано значение входящего канала.

Если среди идентификаторов сообщений имеется «КМО», то соответствующей набор данных рассматривается как структура данных КМО. Терминал имеет список (маску) адресов терминалов, от которых принимается информация. Если номер станции в идентификаторе послышки соответствует маске, то данные передаются в терминал, в противном случае – удаляются.