

УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента
релейной защиты и автоматики
подстанций

_____ В.В. Исаев
«__» _____ 20__ г.

**Защиты шунтирующего реактора, управляемого шунтирующего
реактора 110-750 кВ**

Рекомендации по выбору уставок

ЭКРА.650323.130

(Редакция от 03.10.2022)

Авторские права на данную документацию принадлежат НПП «ЭКРА» (г. Чебоксары).
Снятие копий или перепечатка разрешается только по согласованию с разработчиком.

Оглавление

Область применения рекомендации.....	7
Термины и определения.....	8
Общие положения.....	12
1. Схема подключения ко вторичным цепям ТТ.....	13
2. Параметрирование датчиков аналоговых входов.....	29
2.1. Базовый вектор.....	29
2.2. Использование ДТ.....	29
2.3. Схема соединения ТТ для ДТ.....	29
2.4. Расположение ТТ.....	29
2.5. Подключение ДТ в защиту.....	29
2.6. Наименование ДТ.....	29
3. Общая логика.....	29
3.1. Параметры защищаемого объекта.....	29
3.2. Уставки по времени.....	31
4. Выбор уставок продольной ДТЗ СО.....	31
4.1. Базисные токи продольной ДТЗ СО.....	32
4.2. Полярность ДТ продольной ДТЗ СО.....	32
4.3. Выбор уставок ПО, ИО продольной ДТЗ СО.....	32
4.4. Выбор уставок времени продольной ДТЗ СО.....	37
4.5. Логика работы продольной ДЗО СО.....	37
5. Выбор уставок поперечной ДТЗ СО.....	38
5.1. Базисные токи поперечной ДТЗ СО.....	38
5.2. Полярность ДТ поперечной ДТЗ СО.....	38
5.3. Выбор уставок ПО, ИО поперечной ДТЗ СО.....	38
5.4. Логика работы поперечной ДЗО СО.....	42
6. Выбор уставок ДТЗ СО-ВО.....	42
6.1. Базисные токи ДТЗ СО-ВО.....	42
6.2. Полярность ДТ ДТЗ СО-ВО.....	43
6.3. Выбор уставок ПО, ИО ДТЗ СО-ВО.....	43
6.4. Выбор уставок времени ДТЗ СО-ВО.....	48
6.5. Логика работы ДТЗ СО-ВО.....	48

7.	Выбор уставок ДТЗ НП СО-КО (СО-ВО)	56
7.1.	Базисные токи ДТЗ НП	56
7.2.	Полярность ДТ ДТЗ СО-ВО	56
7.3.	Выбор уставок ПО, ИО ДТЗ НП.....	56
7.4.	Выбор уставок времени ДТЗ НП	61
7.5.	Логика работы ДТЗ НП	61
8.	Выбор уставок ДЗОш.....	61
8.1.	Базисные токи ДЗОш	61
8.2.	Полярность ДТ ДЗОш	62
8.3.	Выбор уставок ПО, ИО ДЗОш	62
8.4.	Выбор уставок времени ДЗОш.....	69
8.5.	Логика работы ДЗОш	69
9.	Выбор уставок УРОВ	70
9.1.	Расчет ПО УРОВ.....	70
9.2.	Расчет выдержки времени УРОВ.....	70
9.3.	Логика работы УРОВ	71
10.	Выбор уставок ЗНР	71
10.1.	Расчет ПО ЗНР	71
10.2.	Расчет выдержки времени ЗНР	72
10.3.	Логика работы ЗНР	72
11.	Выбор уставок ТЗНП ЛВ	73
11.1.	Расчет ПО ТЗНП ЛВ	73
11.2.	Расчет выдержки времени I ступени ТЗНП ЛВ.....	74
11.3.	Расчет второй ступени ТЗНП ЛВ.....	74
12.	Выбор уставок ТЗНП НВ.....	74
12.1.	Расчет ПО ТЗНП НВ	74
12.2.	Расчет выдержек времени ТЗНП НВ DT1_ТЗНП НВ	74
12.3.	Расчет второй ступени ТЗНП НВ	74
12.4.	Логика работы ТЗНП НВ	74
13.	Выбор уставок ТЗОП ЛВ.....	75
13.1.	Расчет ПО ТЗОП ЛВ	75

13.2.	Расчет выдержек времени DT1_ТЗОП ЛВ.....	75
13.3.	Проверка чувствительности ТЗОП ЛВ.....	75
13.4.	Логика работы ТЗОП ЛВ.....	75
14.	Выбор уставок ТЗОП КО.....	75
14.1.	Расчет ПО ТЗОП КО.....	75
14.2.	Расчет выдержек времени ТЗОП КО.....	76
14.3.	Логика работы ТЗОП КО.....	76
15.	Выбор уставок защиты от перегрузки (ЗП).....	76
15.1.	Расчет ПО ЗП.....	76
15.2.	Расчет выдержки времени DT1_ЗП.....	77
15.3.	Логика работы ЗП.....	78
16.	Выбор уставок автоматики охлаждения (АО).....	78
16.1.	Расчет ПО АО.....	78
16.2.	Логика работы АО.....	78
17.	Выбор уставок защиты от потери охлаждения (ЗПО).....	78
17.1.	Расчет выдержек времени ЗПО.....	79
17.2.	Логика работы ЗПО.....	79
18.	Выбор уставок МТЗ ЛВ.....	79
18.1.	Расчет ПО МТЗ ЛВ.....	80
18.2.	Расчет выдержки времени МТЗ ЛВ.....	80
18.3.	Логика работы МТЗ ЛВ.....	80
18.4.	Проверка чувствительности МТЗ ЛВ.....	80
19.	Выбор уставок МТЗ ОУ.....	80
19.1.	ПО МТЗ ОУ.....	80
19.2.	Выдержка времени МТЗ ОУ.....	81
19.3.	Логика работы МТЗ ОУ.....	81
20.	Выбор уставок МТЗ НН.....	81
20.1.	Расчет ПО МТЗ НН.....	81
20.2.	Расчет выдержек времени МТЗ НН.....	81
20.3.	Логика работы МТЗ НН.....	81
21.	Выбор уставок МТЗ КО (используется для УШРП).....	82
21.1.	Расчет ПО МТЗ КО.....	82

21.2.	Расчет выдержек времени МТЗ КО	83
21.3.	Логика работы МТЗ КО	83
22.	Выбор уставок ТЗНП КО	84
22.1.	Расчет ПО ТЗНП КО	84
22.2.	Расчет выдержек времени и логики работы ТЗНП КО.....	84
22.3.	Логика работы ТЗНП КО	84
23.	Выбор уставок МТЗ ТМП (используется для УШРП)	84
23.1.	Расчет ПО МТЗ ТМП.....	84
23.2.	Выдержка времени МТЗ ТМП.....	85
23.3.	Логика работы МТЗ ТМП	85
24.	ЗДЗ ТМП	85
24.1.	Выдержка времени ЗДЗ.....	85
24.2.	Логика работы ЗДЗ ТМП.....	85
25.	Выбор уставок контроля цепей напряжения (КЦН).....	85
25.1.	Расчет ПО КЦН	85
25.2.	Выдержка времени КЦН	85
25.3.	Логика работы КЦН.....	86
26.	Выбор уставок контроля изоляции (КИ) НН.....	86
26.1.	ПО КИ НН	86
26.2.	Выдержка времени КИ НН.....	86
26.3.	Логика работа КИ НН	86
27.	Выбор уставок пожаротушения (Пуск АУП).....	86
27.1.	ПО АУП.....	86
27.2.	Выдержки времени АУП	86
27.3.	Логика работы АУП.....	87
28.	Выбор уставок газовой защиты.....	87
29.	Выбор уставок технологической защиты.....	87
	Приложение А	88
	Список использованной литературы:.....	144

Область применения рекомендации

В настоящем документе приведены рекомендации по выбору уставок и параметров срабатывания микропроцессорных защит шунтирующих реакторов (ШР) и управляемых шунтирующих реакторов (УШР).

Для ШЭТ 430.03-0, ШЭТ 430.05-0 (тип ШЭ2710 649), ШЭТ 430.04-0 (ШЭ2607 649) версия ПО терминалов БЭ2704 является 049_430.

Также может использоваться для расчета уставок шкафов ШЭ2607 049, ШЭ2710 541 с версией ПО 049_307.

Функцию КИВ выполняет дополнительный терминал БЭ2502 Б1402 со встроенной версией ПО 614_701.

Термины и определения

Алгоритм функционирования устройства релейной защиты и автоматики – логический порядок взаимодействия функций (блокировок) в устройстве релейной защиты и автоматики (РЗА), определяющий принцип его действия.

Параметры настройки устройства РЗА – изменяемые величины в устройстве РЗА, определяющие состав и логику работы отдельных функций (блокировок), либо допустимый диапазон и шаг изменения величин, обеспечивающие функционирование устройства релейной защиты и автоматики в соответствии с заданным алгоритмом.

Форма бланка уставок – составленная в соответствии с требованиями производителя устройства РЗА форма документа, применяемого при настройке устройства РЗА, содержащая перечень всех параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования, предусмотренных производителем устройства РЗА, с указанием их наименований, адресов (при их наличии), допустимых диапазонов значений, задаваемых аналоговых параметров настройки, без указания значений выбранных параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования.

Измерительный трансформатор – электрический трансформатор, предназначенный для измерения и контроля напряжения, тока или фазы электрического сигнала переменного тока промышленной частоты (50или 60 Гц) в контролируемой цепи. Трансформатор тока – измерительный трансформатор, в котором при нормальных условиях применения вторичный ток практически пропорционален первичному току и сдвинут относительно него по фазе на угол, близкий к нулю.

Класс точности – обобщенная характеристика трансформатора тока, определяемая установленными пределами допускаемых погрешностей при заданных условиях работы.

Вольтамперная характеристика – выраженная графически или табличным способом зависимость между действующими значениями тока и напряжения на вторичной обмотке при приложении к последней синусоидального напряжения, при разомкнутой первичной обмотке.

Органы (пусковые, блокирующие, отключающие) релейной защиты и автоматики – структурно функциональные элементы релейной защиты и автоматики. Органы релейной защиты и автоматики бывают реализованы аппаратно, программно или программно-аппаратно.

Селективность – свойство защиты (функции, устройства, комплекса РЗА, системы РЗА) выделять и отключать только поврежденное присоединение электроэнергетической системы.

Система РЗА – совокупность комплексов РЗА присоединений электроэнергетической сети.

Уставки – задаваемые параметры срабатывания органов устройств РЗА.

Чувствительность – свойство устройства релейной защиты отличать ненормальный режим от нормального. Характеризуется отношением минимального значения входной воздействующей электрической величины при повреждении присоединения или его

ненормальном режиме к уставке для устройств релейной защиты, реагирующих на возрастающие в условиях повреждения или ненормального режима величины. Для устройств релейной защиты, реагирующих на уменьшающиеся в условиях повреждения или ненормального режима величины – отношением уставки к максимальному значению входной воздействующей электрической величины при повреждении присоединения или его ненормальном режиме.

Программная накладка (ХВ) - управляемый элемент графического человеко-машинного интерфейса (ИЧМ), который позволяет пользователю осуществлять выбор из предложенных вариантов функций/значений или алгоритмов.


Электронный ключ – физическое переключающее устройство, выполняющее функцию оперативного переключения. Программно реализованное в интеллектуальном электронном устройстве (ИЭУ) РЗА от двух до восьми позиций.


Электронный ключ обеспечивает:

- оперативное управление режимами работы функций, реализованных в ИЭУ РЗА (местное управление);
- блокирование дистанционного управления функциями РЗА из оперативно информационного комплекса диспетчерского центра (ДЦ), программно-технического комплекса центра управления сетями (ЦУС) и с автоматического рабочего места (АРМ) оперативного персонала (т.е. разрешается только местное управление).

Устройство релейной защиты и автоматики (УРЗА) – конструктивно завершенное аппаратное или программно-аппаратное изделие, выполняющее одну или несколько функций релейной защиты и/или автоматики, способное функционировать автономно.

Обозначения и сокращения

	Внимание (важно)
---	------------------

	Информация
---	------------

Принятые сокращения

АО	автоматика охлаждения
АРМ	автоматическое рабочее место
АТ	автотрансформатор
АУВ	автоматика управления выключателем
БИ	испытательный блок
В	выключатель
ВО	вентильная обмотка
ДТ	датчик тока
ДТЗ	дифференциальная токовая защита
ДТО	Дифференциальная токовая отсечка
ДТЗ НП	Дифференциальная токовая защита нулевой последовательности
ДЗОш	дифференциальная защита ошиновки
ДЦ	диспетчерский центр
ЗДЗ	защита от дуговых замыканий
ЗНФ	защита от непереключения фаз
ЗП	защита от перегрузки
ЗПО	защита от потери охлаждения
ИО	измерительный орган (реагирует на две подведённые величины)
ИЧМ	интерфейс человек-машина
ИЭУ	интеллектуальное электронное устройство
КЗ	короткое замыкание
КИ	контроль изоляции
КО	компенсационная обмотка
КСС	реле команды включить
КЦН	контроль цепей напряжения
МТЗ	максимальная токовая защита
НВ	нейтральные выводы
НН	низшее напряжение
НП	нулевая последовательность
ОАПВ	однофазное автоматическое повторное включение
ОВ	обходной выключатель
ОТФ	отключение трёх фаз
ПО	пусковой орган (реагирует на одну подведённую величину)
РЗА	релейная защита и автоматика
РН	реле напряжения
РПВ (КQC)	реле положения «Включено» выключателя
РПО (KQT)	реле положения «Отключено» выключателя
РЭ	руководство по эксплуатации
СО	сетевая обмотка
ТЗ	технологическая защита
ТЗНП	токовая защита нулевой последовательности
ТЗОП	токовая защита обратной последовательности
ТМГд	трансформатор масляный подмагничивания динамических режимов
ТМГо	трансформатор масляный подмагничивания статических режимов основной
ТМГр	трансформатор масляный подмагничивания статических режимов резервный
ТН	измерительный трансформатор напряжения

ТТ	измерительный трансформатор тока
УРОВ	устройство резервирования отказа выключателя
УШР	управляемый шунтирующий реактор
УШРП	управляемый шунтирующий реактор с подмагничиванием
УШРТ	управляемый шунтирующий реактор трансформаторного типа
ЦУС	центр управления сетями
ШР	шунтирующий реактор

Общие положения



При задании параметров срабатывания защит неиспользуемые защиты должны выводиться ключами или программными накладками (XB). Неиспользуемые параметры срабатывания ПО и ВВ защит должны задаваться:

Параметр	Значение
ПО максимального тока (ПО I _{>})	Максимальное из диапазона
ПО максимального напряжения (ПО U _{>})	
ВВ на срабатывание	
ПО минимального тока (ПО I _{<})	Минимальное из диапазона
ПО минимального напряжения (ПО U _{<})	
ВВ на возврат	

При отсутствии в данном документе описания выбора программной накладки (XB), накладка задается в соответствии с необходимой логикой работы защиты по логической схеме устройства.

Задание параметра конфигурирования дискретного входа задается в соответствии с принципиальной электрической схемой устройства.

1. Схема подключения ко вторичным цепям ТТ

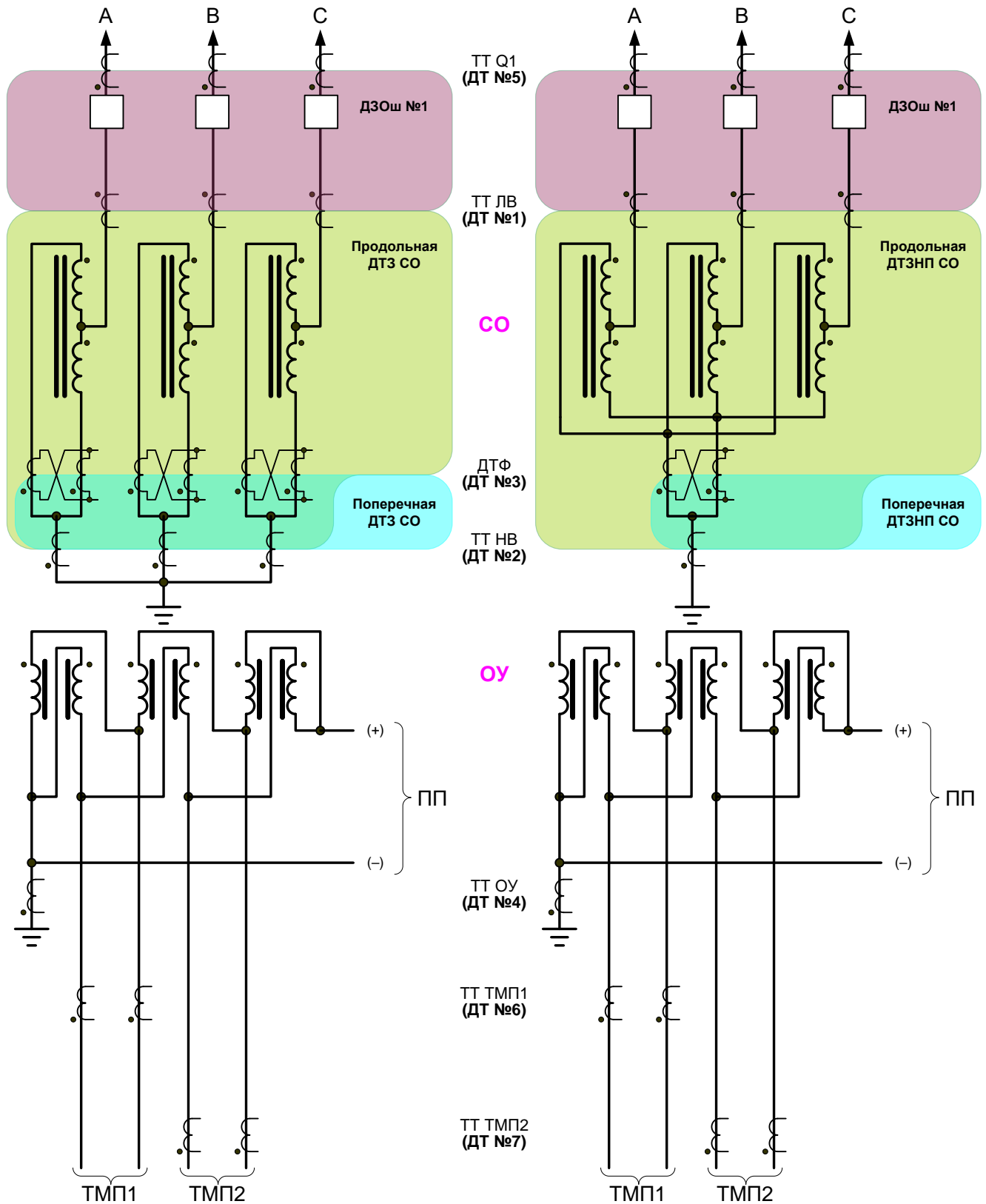


Рисунок 1 – Схема №1 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

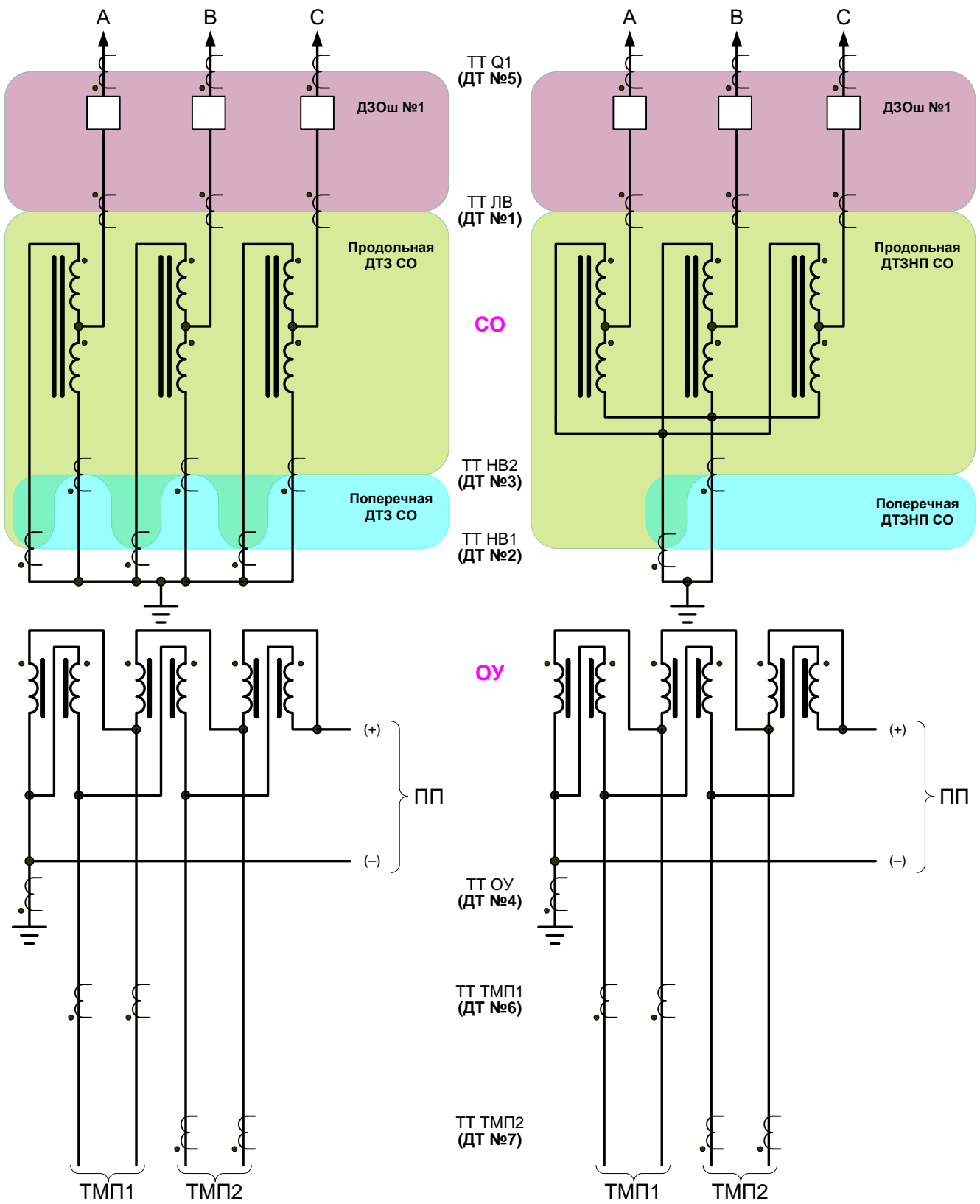


Рисунок 2 – Схема №2 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

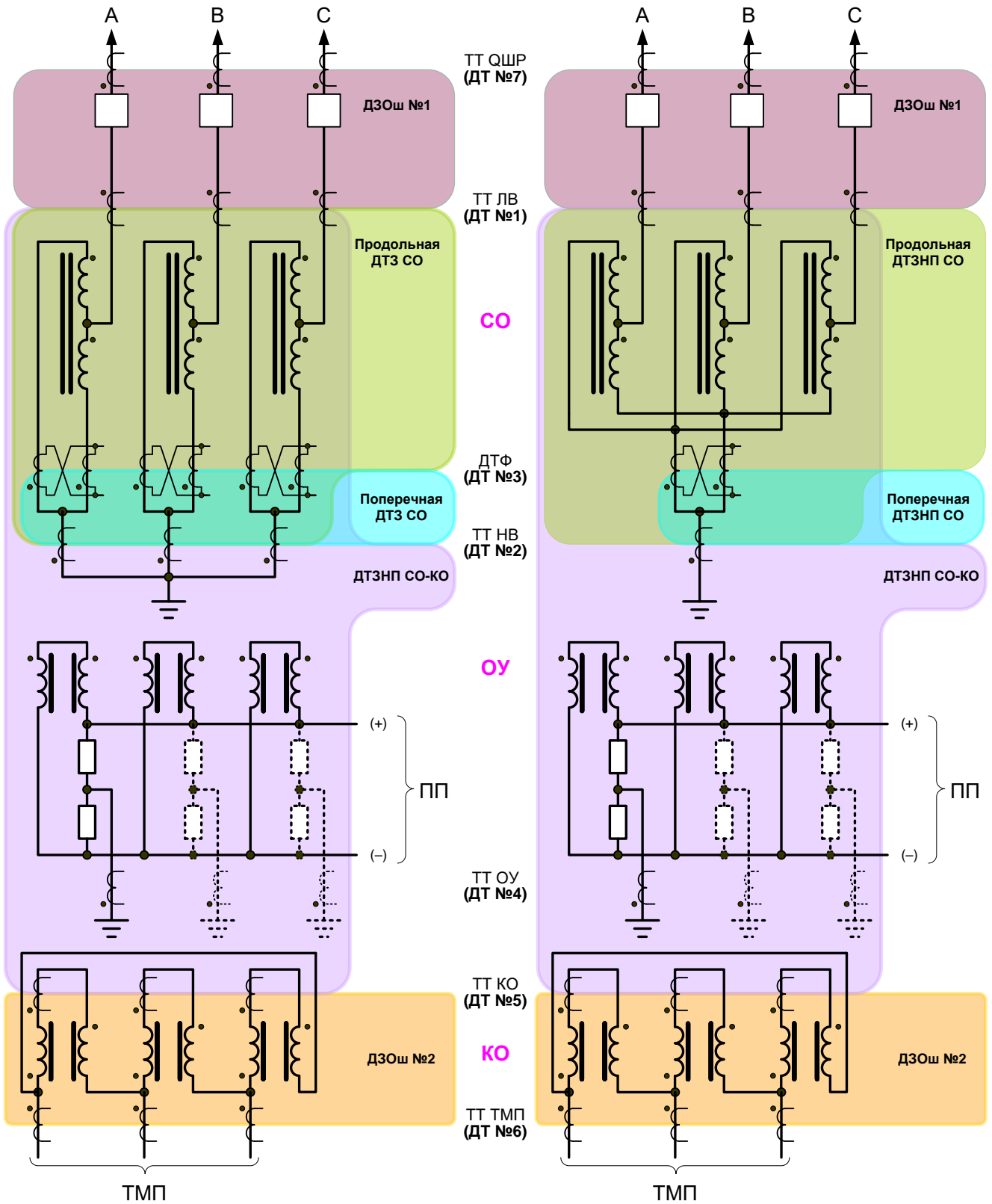


Рисунок 3 – Схема №3 привязки терминала БЭ2704 308 к ШР

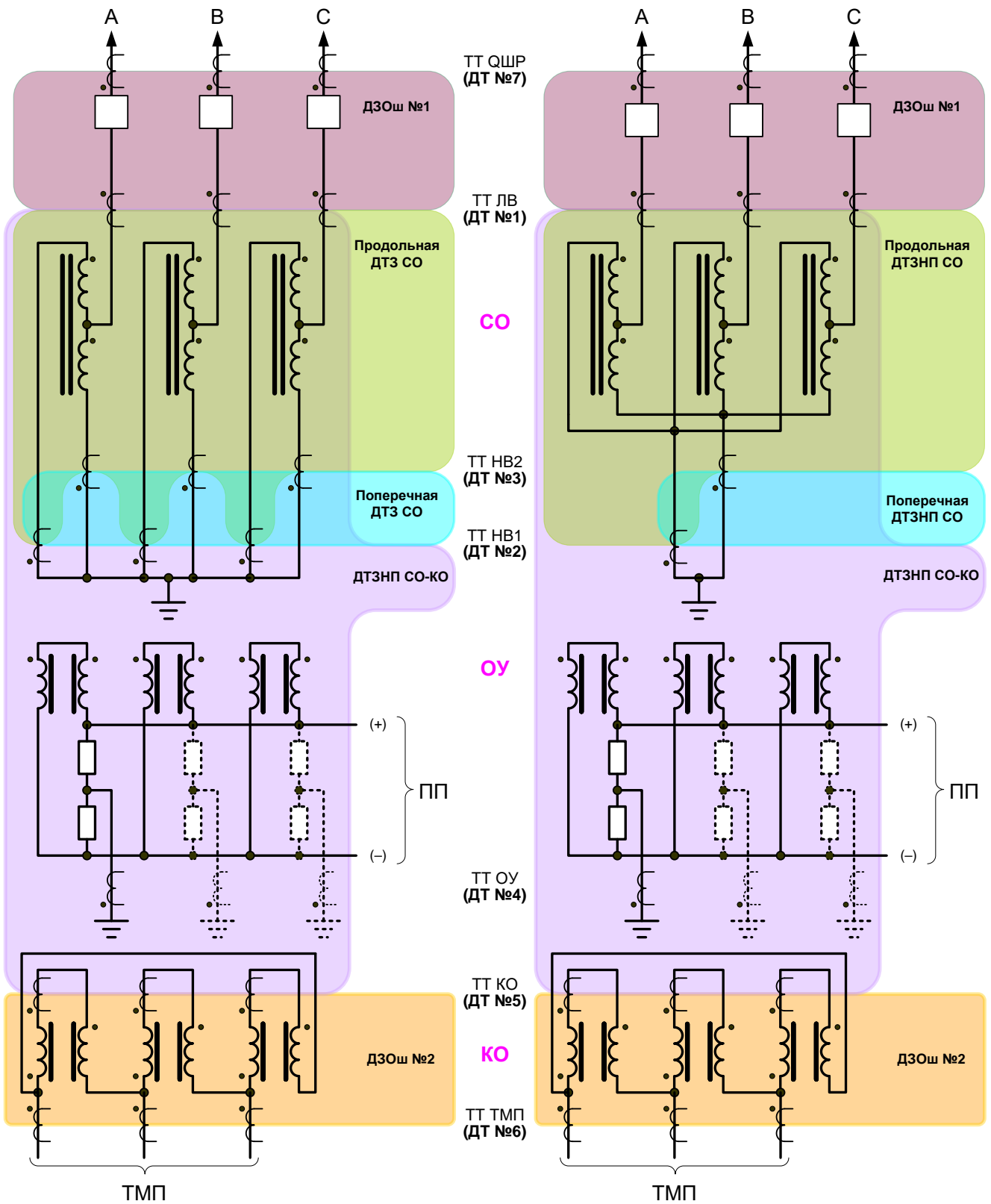


Рисунок 4 – Схема №4 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

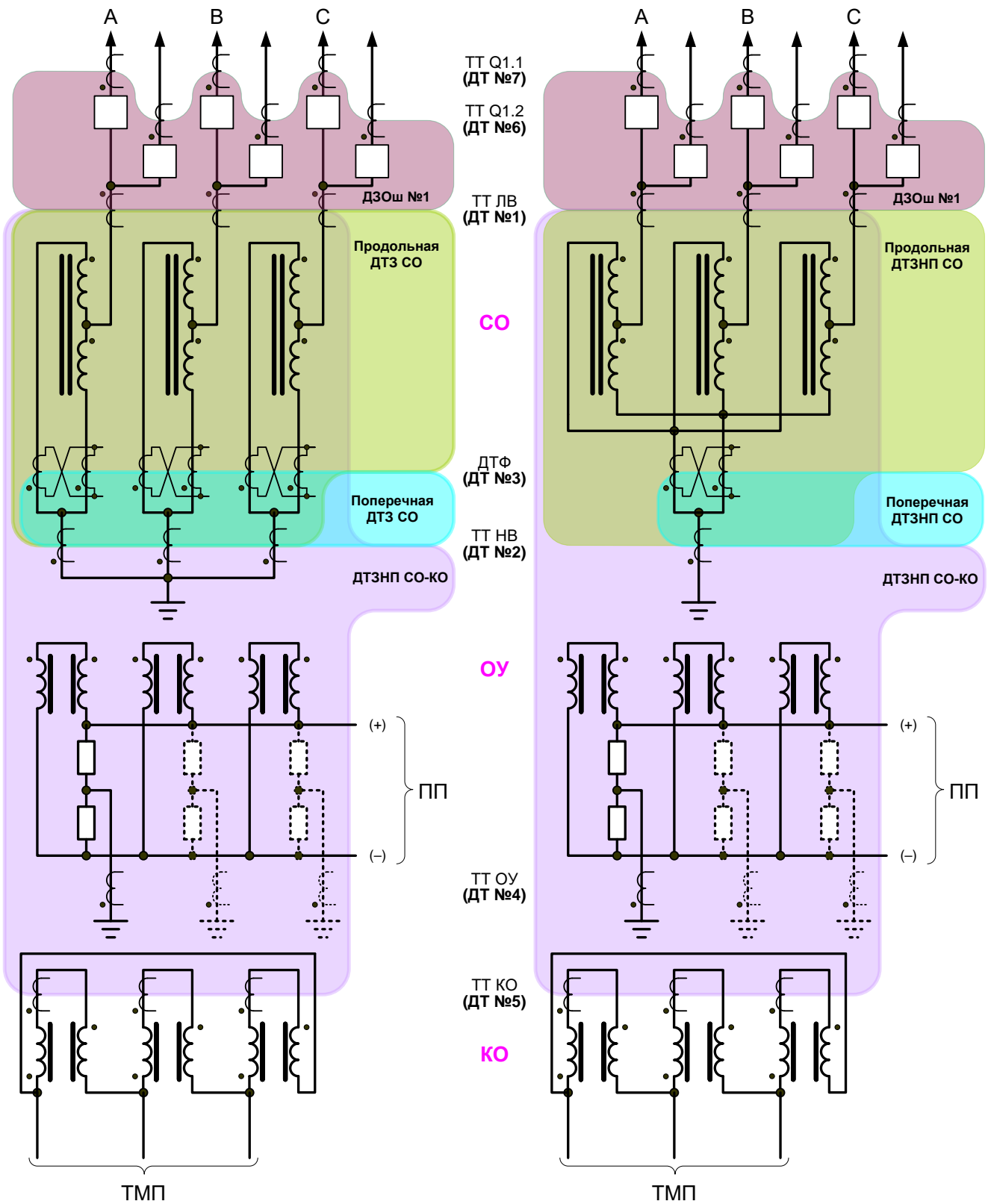


Рисунок 5 – Схема №5 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

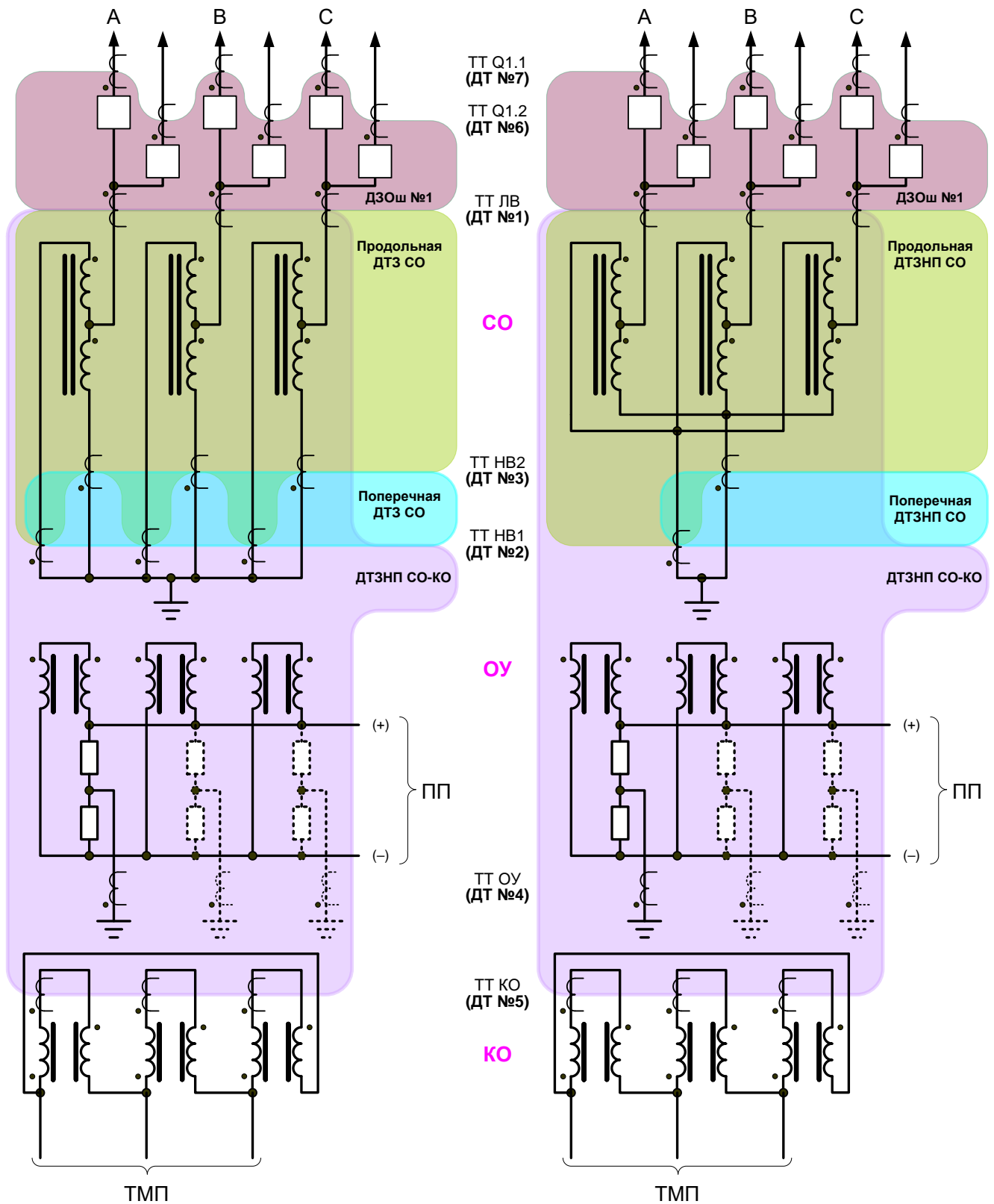


Рисунок 6 – Схема №6 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

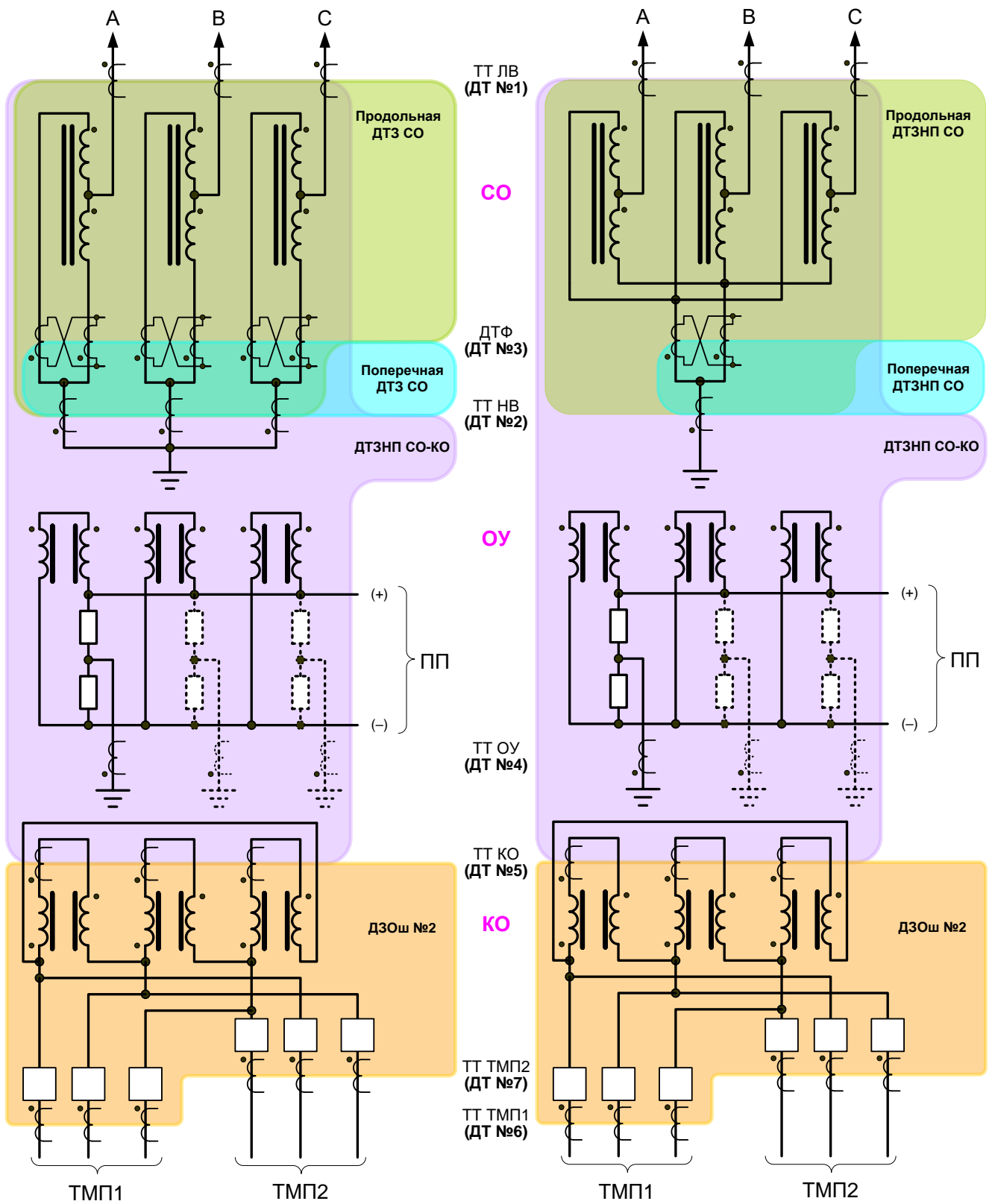


Рисунок 7 – Схема №7 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

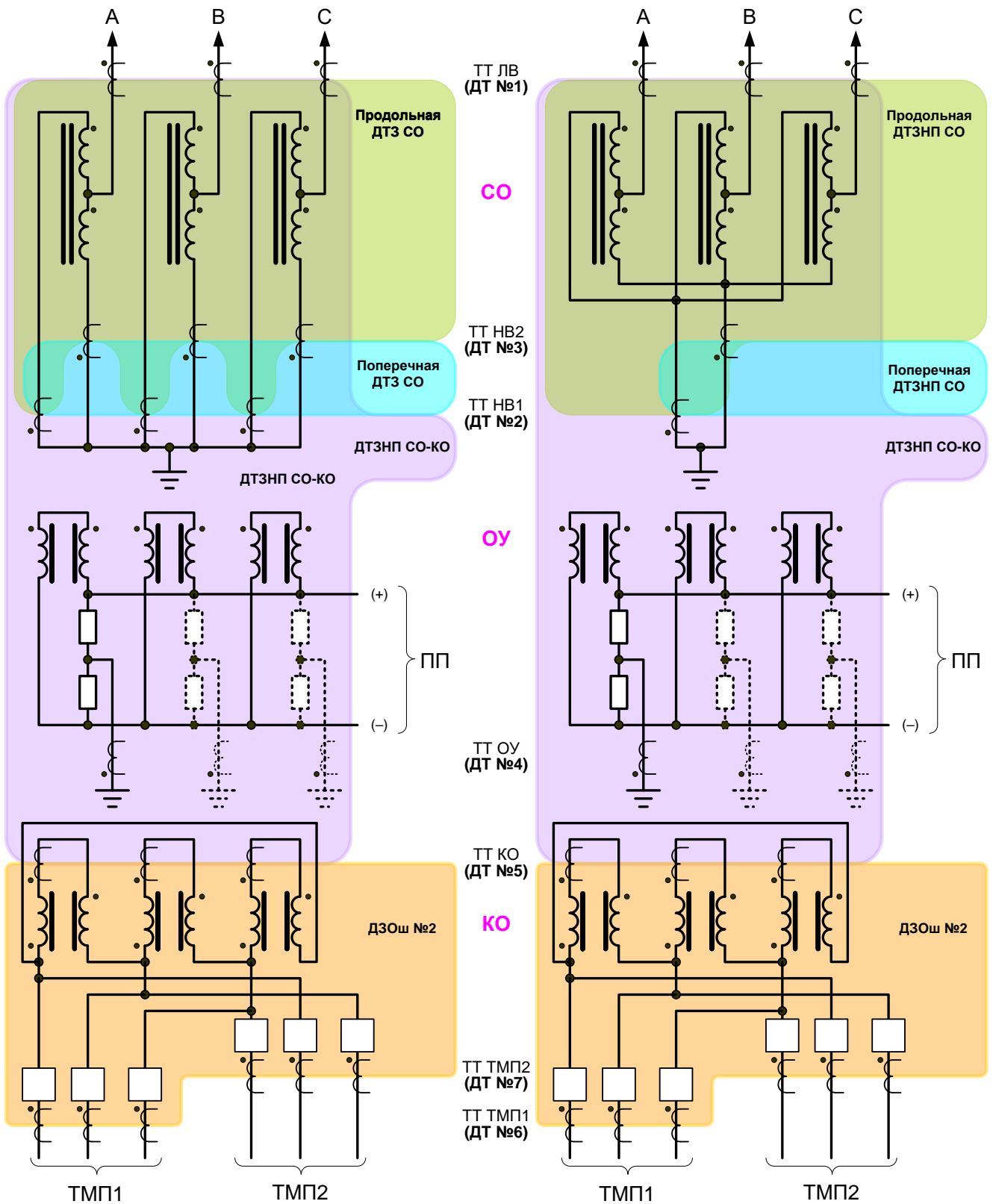


Рисунок 8 – Схема №8 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

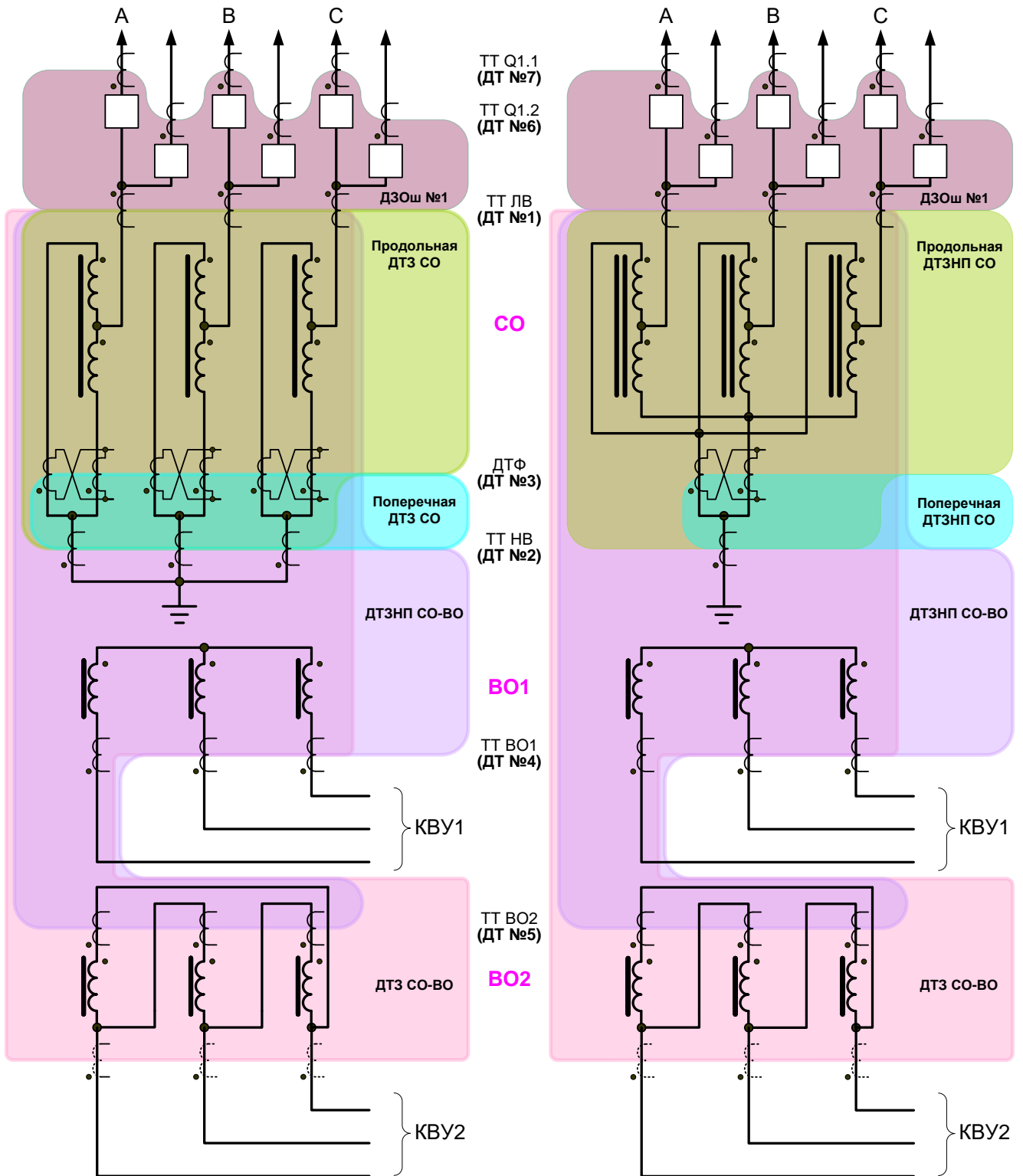


Рисунок 9 – Схема №9 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

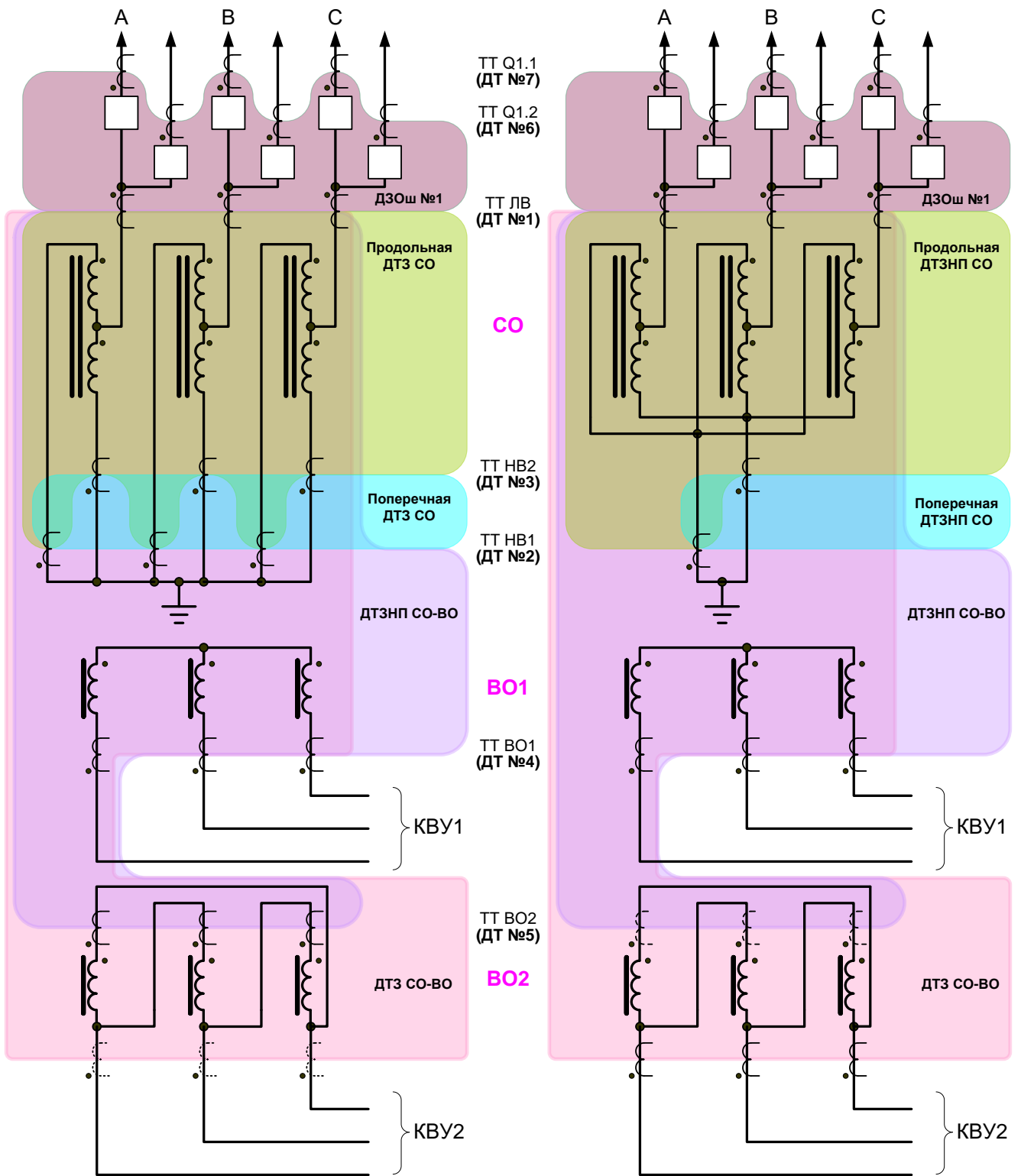


Рисунок 10 – Схема №10 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

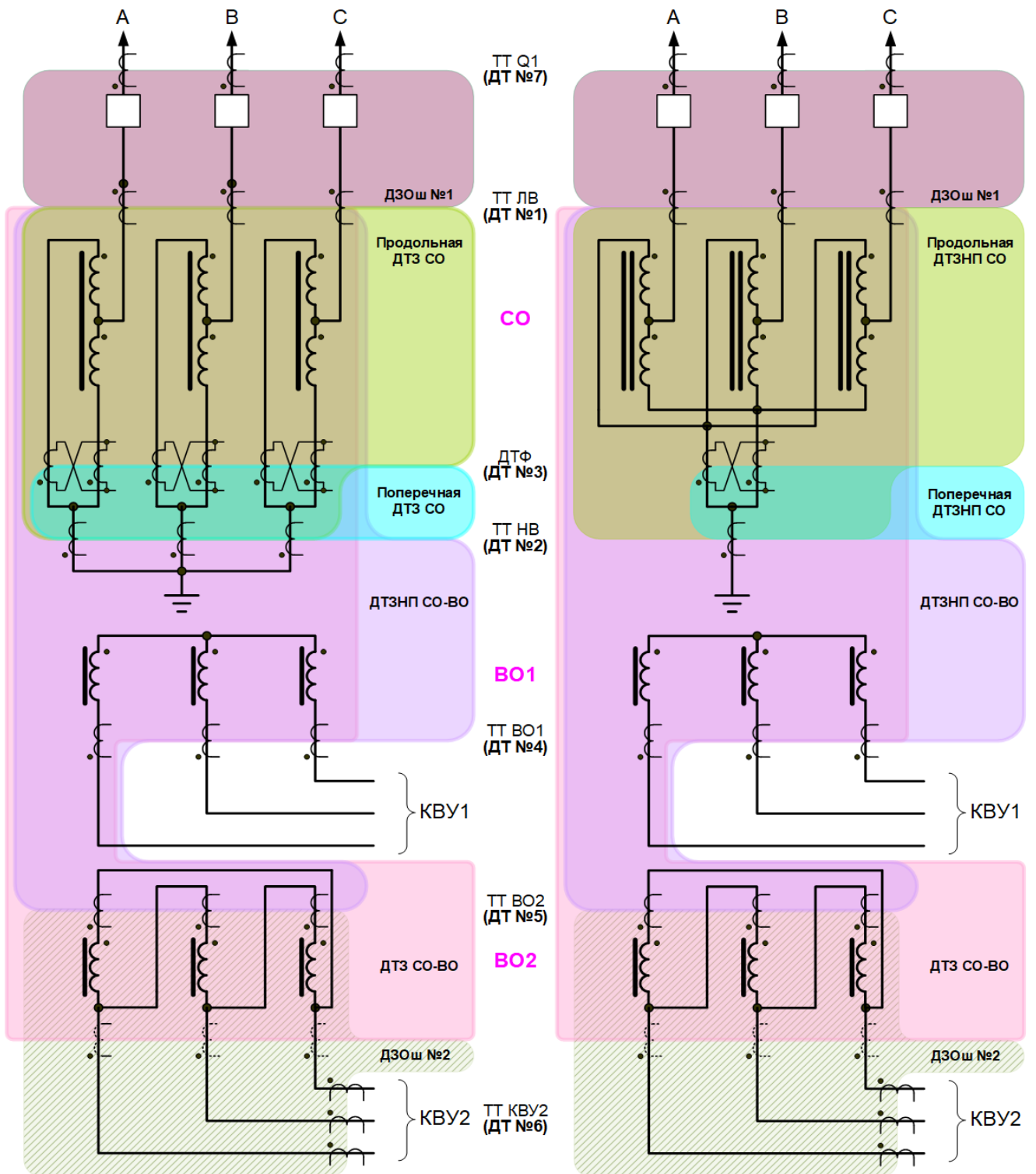


Рисунок 11 – Схема №11 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

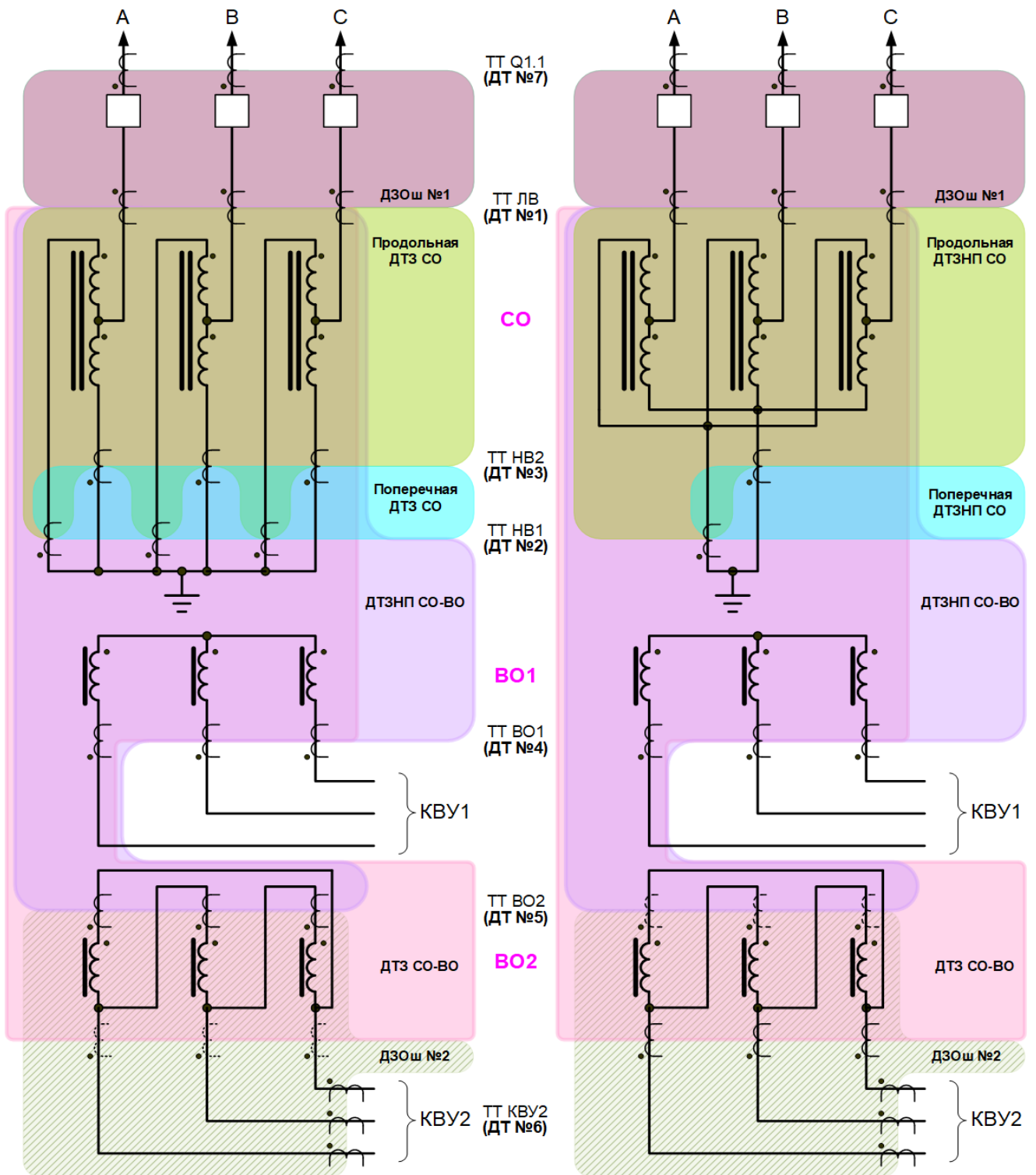


Рисунок 12 – Схема №12 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

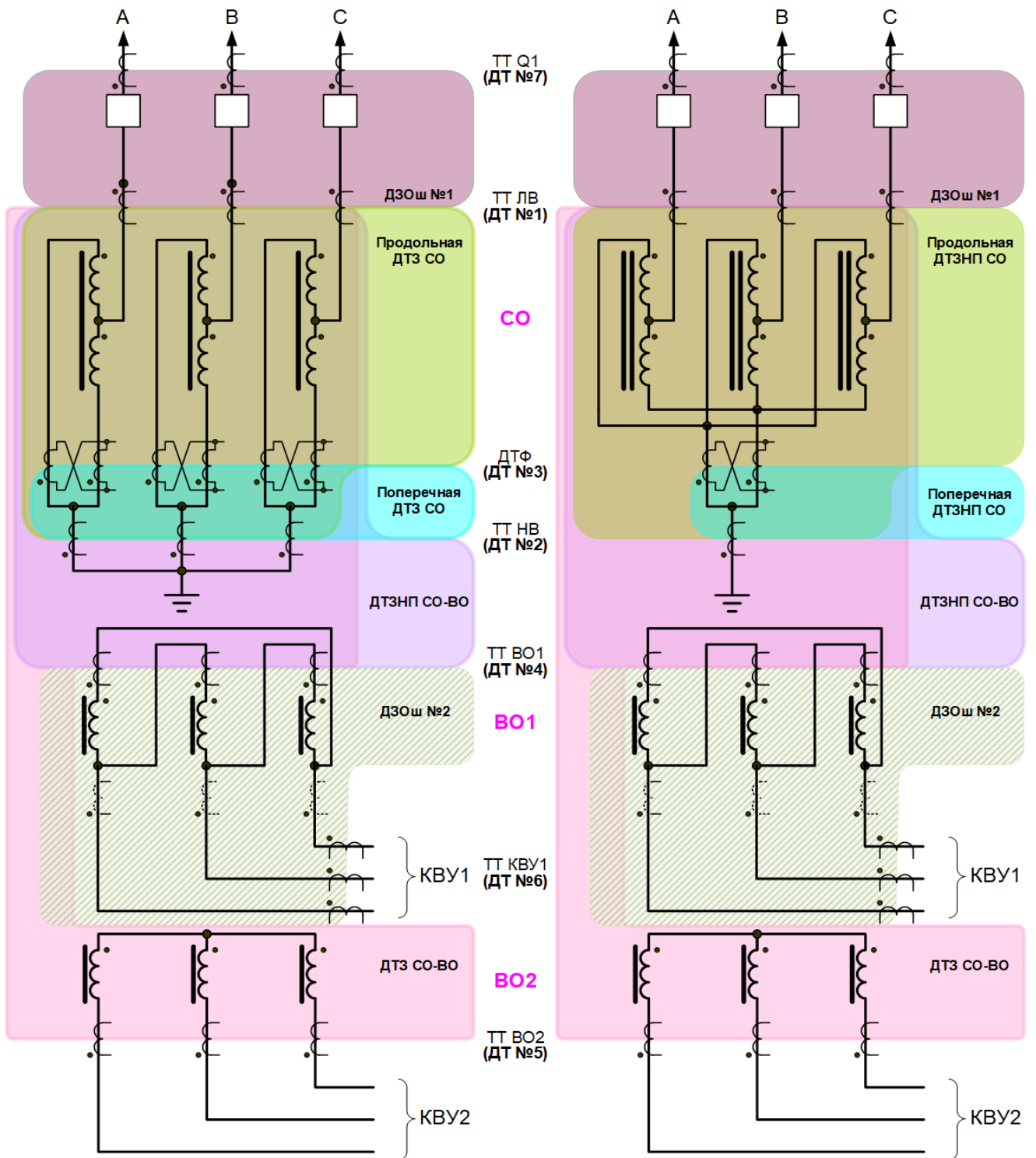


Рисунок 13 – Схема №13 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

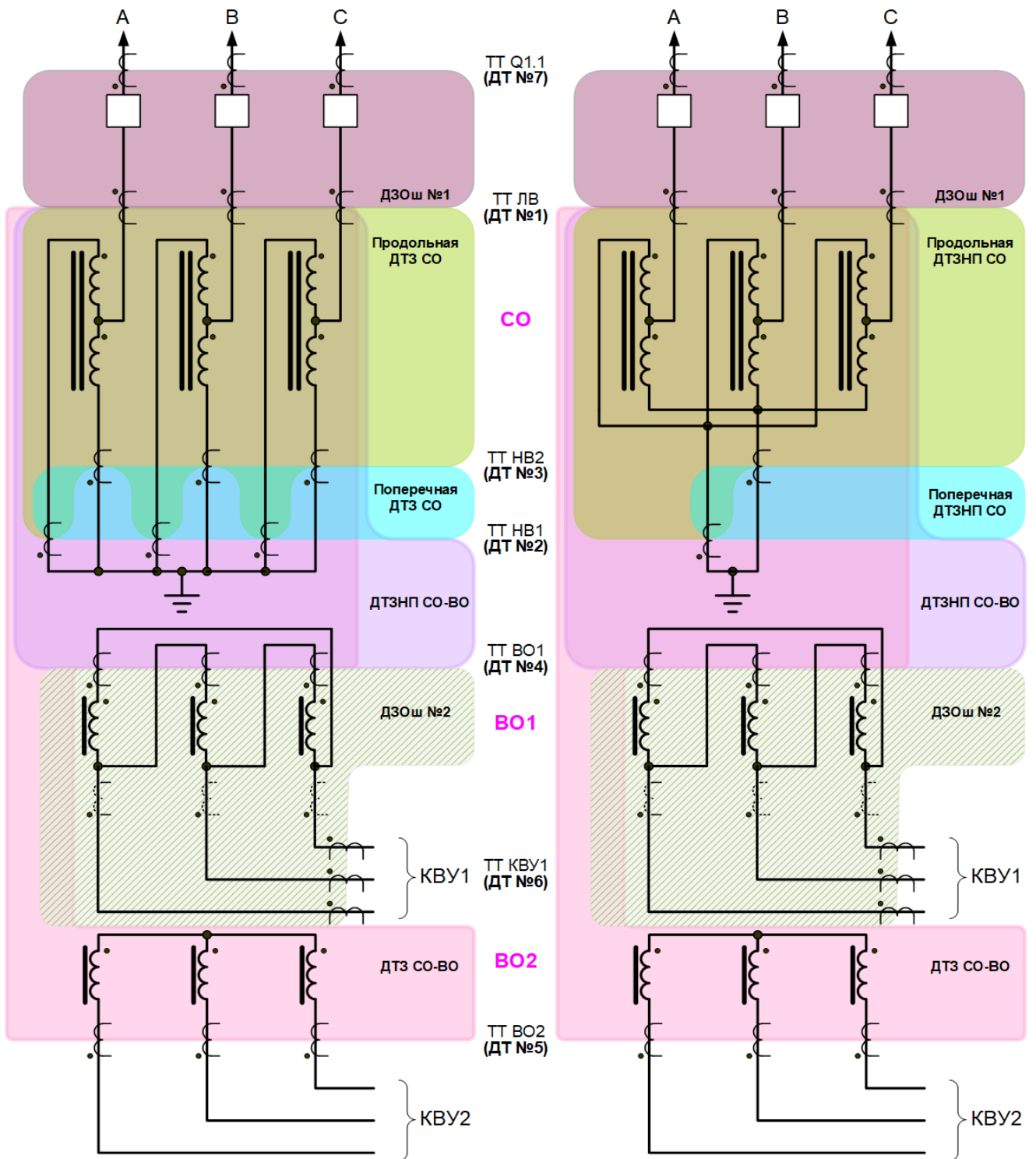


Рисунок 14 – Схема №14 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

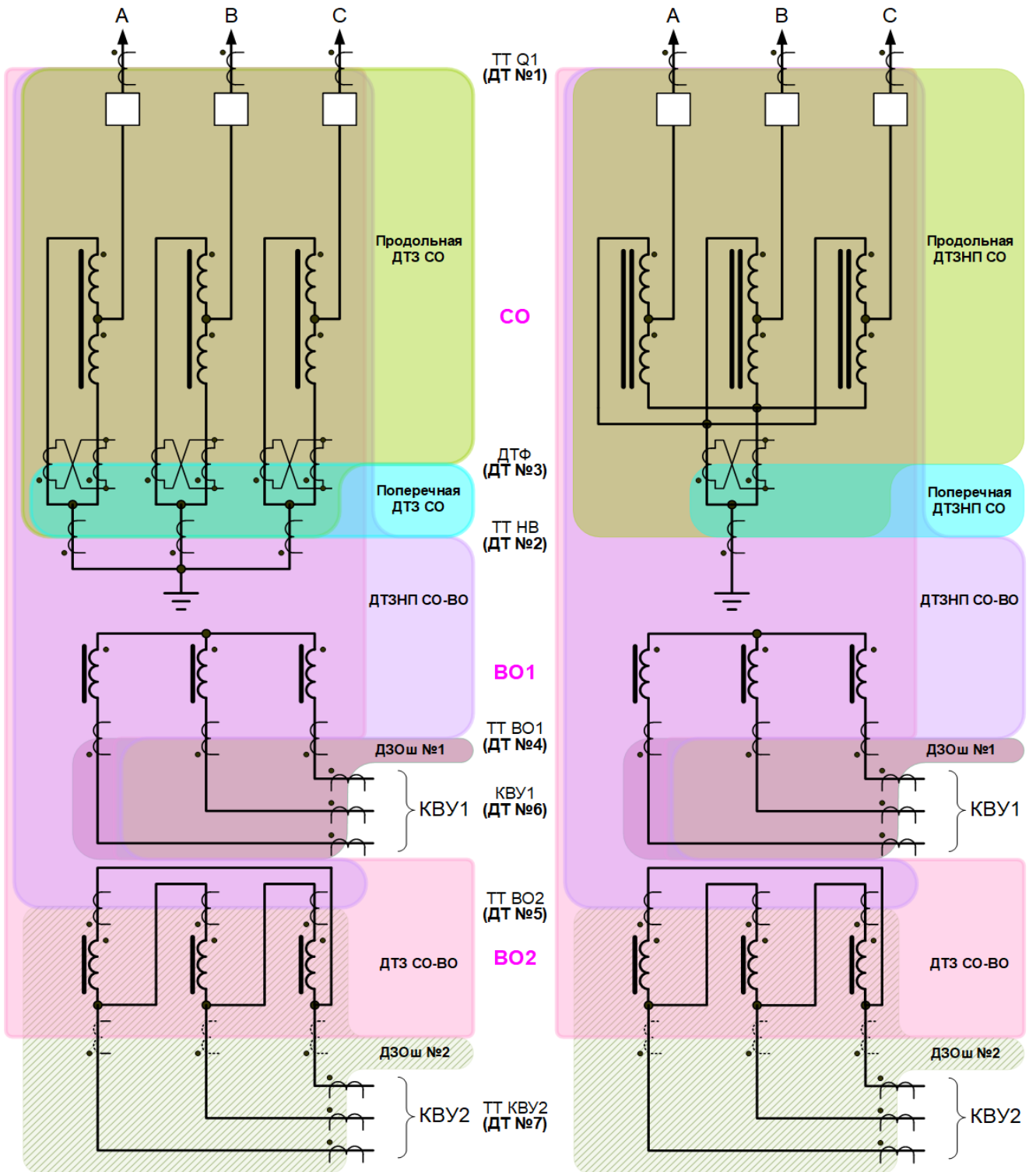


Рисунок 15 – Схема №15 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

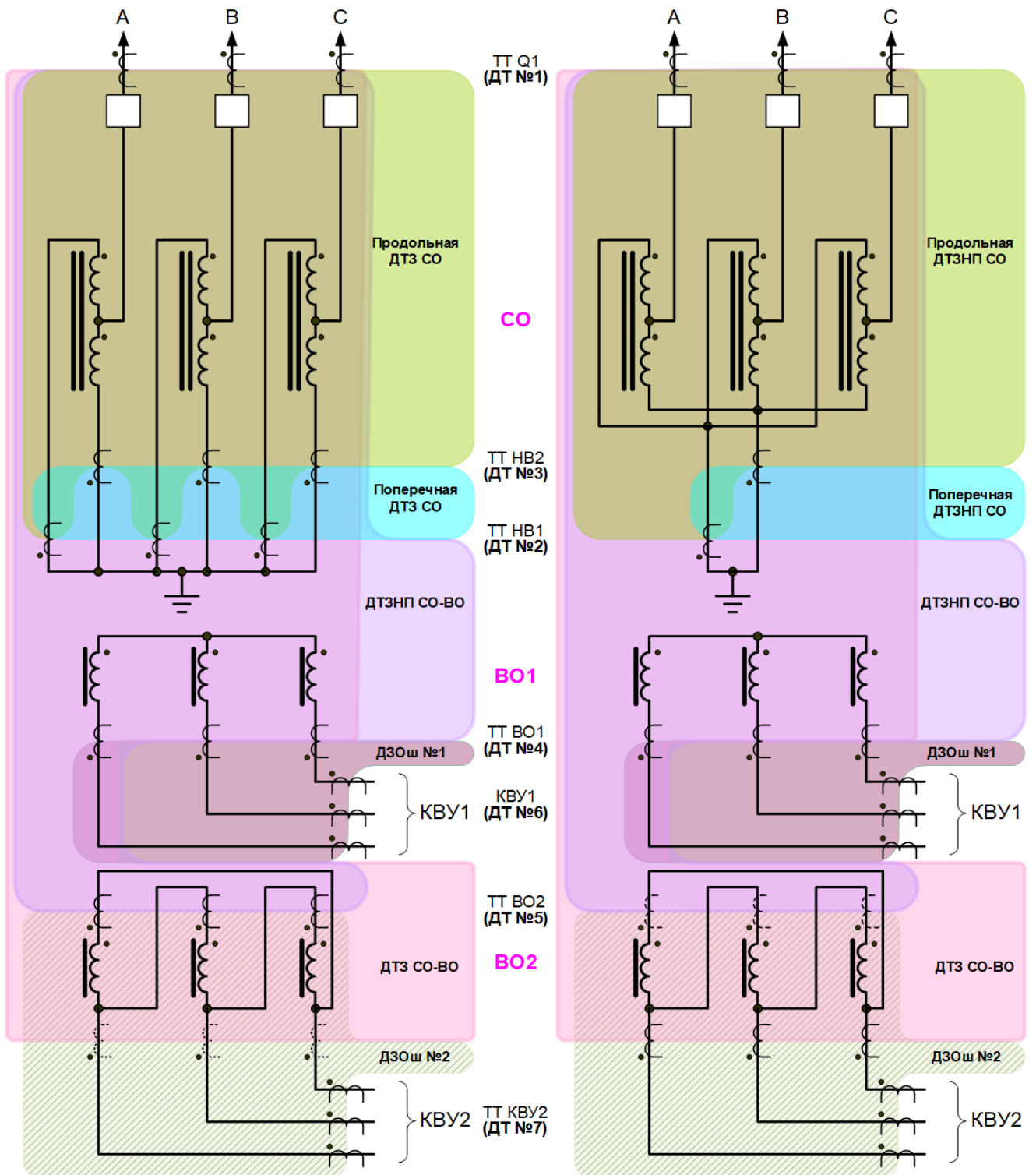


Рисунок 16 – Схема №16 привязки терминала БЭ2704 403 к ШР

2. Параметрирование датчиков аналоговых входов

2.1. Базовый вектор

При построении векторных диаграмм доступен выбор базового вектора. При выборе вектора базовым его угол принимается равным 0° , а углы остальных векторов отсчитываются относительно него. Для выбора доступны вектора: U1-ТН1, Uab-ТН1, U1-ТН3, Uab-ТН3, Ia- №1, Ia- №2, Ia- №4, Ia- №5, Ia- №6, Ia- №7.

2.2. Использование ДТ

Параметр «Использование ДТ №1...ДТ №7», определяют участие ДТ в дифференциальной сумме в зависимости от параметра «Схема УШР». В случае отсутствия какого-либо ТТ для ДТ значение задается в положение «нет».

2.3. Схема соединения ТТ для ДТ

Уставка «Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №1...ДТ №7», определяется подключением вторичных обмоток ТТ и может иметь значение «звезда» или «треугольник».

2.4. Расположение ТТ

Параметр «ТТ для ДТ №1...ДТ №7 расположены внутри 'треугольника'», учитывающий место установки ТТ. При подключение ТТ на «фазные» токи выбирается «Да», на «линейные» - «Нет». Параметр приводит к расчету дифференциальных и тормозных токов стороны силовой обмотки, соединенной в «треугольник» с установленными ТТ на «фазные» токи, по таблице 6-4

2.5. Подключение ДТ в защиту

Значение данного параметра выбирается автоматически в зависимости от уставки «Схема УШР».

2.6. Наименование ДТ

Значение данного параметра выбирается автоматически в зависимости от уставки «Схема УШР».

3. Общая логика

3.1. Параметры защищаемого объекта

3.1.1. Схема УШР

В зависимости от схемы УШР меняется набор применяемых дифференциальных защит. Выбор схемы УШР и, соответственно, набора дифференциальных защит осуществляется уставкой «Схема УШР»

На рисунках 1 – 16 представлены варианты схем УШР (16 схем), применяемые дифференциальные защиты и зоны их охвата.

3.1.2. Полная мощность

«Полная мощность» защищаемого объекта задается в кВА:

- для УШР трехфазного исполнения с соответствии с указанной паспортной номинальной мощностью.

- для трехфазной группы состоящей из трех однофазных УШР утроенное значение указанной паспортной номинальной мощности одного УШР.

3.1.3. Номинальные напряжения CO, BO1, BO2/КО УШР

«Номинальные напряжения CO, BO1, BO2/КО УШР» задаются в соответствии с указанным паспортным значением в кВ. В случае отсутствия какого-либо ввода значение задается по умолчанию.

3.1.4. Схема соединения силовой обмотки CO, BO1, BO2/КО УШР

В ШР, УШРП, УШРТ «Схема соединения силовой обмотки CO» всегда применяется «звезда».

«Схема соединения силовой обмотки BO1, BO2/КО УШР» может быть соединена двумя способами:

- «звезда»
- «треугольник»

3.1.5. Группа соединений силовых обмоток

«Группа соединений силовых обмоток» учитывает сдвиг фаз между токами высокой и низкой стороны. Данная уставка учитывается при введённой ДТЗ CO-BO.

Для выбора доступны две группы соединения силовых обмоток:

«Y/D-11». Параметр приводит к расчету дифференциальных и тормозных токов стороны силовой обмотки, соединенной в «звезду» по формулам:

$$\dot{I}_{CT-A}^* = \frac{\dot{I}_{CT-A} - \dot{I}_{CT-B}}{I_{БАЗ.СТОР.}} \quad \dot{I}_{CT-B}^* = \frac{\dot{I}_{CT-B} - \dot{I}_{CT-C}}{I_{БАЗ.СТОР.}} \quad \dot{I}_{CT-C}^* = \frac{\dot{I}_{CT-C} - \dot{I}_{CT-A}}{I_{БАЗ.СТОР.}} \quad (3-1)$$

«Y/D-1». Параметр приводит к расчету дифференциальных и тормозных токов стороны силовой обмотки, соединенной в «звезду» по формулам:

$$\dot{I}_{CT-A}^* = \frac{\dot{I}_{CT-A} - \dot{I}_{CT-C}}{I_{БАЗ.СТОР.}} \quad \dot{I}_{CT-B}^* = \frac{\dot{I}_{CT-B} - \dot{I}_{CT-A}}{I_{БАЗ.СТОР.}} \quad \dot{I}_{CT-C}^* = \frac{\dot{I}_{CT-C} - \dot{I}_{CT-B}}{I_{БАЗ.СТОР.}} \quad (3-2)$$

Сторона обмотки, соединенная в «треугольник», в обоих случаях приводит к расчету дифференциальных и тормозных токов по формулам:

$$\dot{I}_{CT-A}^* = \frac{\dot{I}_{CT-A}}{I_{БАЗ.СТОР.}} \quad \dot{I}_{CT-B}^* = \frac{\dot{I}_{CT-B}}{I_{БАЗ.СТОР.}} \quad \dot{I}_{CT-C}^* = \frac{\dot{I}_{CT-C}}{I_{БАЗ.СТОР.}} \quad (3-3)$$

где \dot{I}_{CT-A} , \dot{I}_{CT-B} , \dot{I}_{CT-C} – измеренные токи соответствующей стороны УШР, А;

$I_{БАЗ.СТОР.}$ – базисный ток стороны, А;

\dot{I}_{CT-A}^* , \dot{I}_{CT-B}^* , \dot{I}_{CT-C}^* - расчётные токи, участвующие в дифференциальной сумме, соответствующей стороны УШР, о.е.;

В случае применения в УШР других типов групп соединения, необходимо привести к «Y/D-11», либо «Y/D-1» путем транспозиции контрольных кабелей от измерительного трансформатора тока релейной защиты (PЗ) до датчика тока (ДТ) терминала.

3.2. Уставки по времени

3.2.1. Выдержка времени DT1_ОБЩАЯ ЛОГИКА

С помощью регулируемой выдержки времени на возврат «DT1_ОБЩАЯ ЛОГИКА Время подхвата срабатывания защит» обеспечивается надежное отключение УШР. Актуально при работе со шкафами автоматики, не имеющими функции подхвата отключения. Задается в диапазоне от 0,05 до 27,00 с.

3.2.2. Выдержка времени DT2_ОБЩАЯ ЛОГИКА


Если ТТ стоят за треугольником, то при отключении линии с установленным УШРТ, возможно ложное срабатывание ДТЗ СО-ВО. Исследования показали, что при отключении линии через реактор протекают токи, вызываемые свободными колебаниями в цепи «реактор-емкость фазы линии», которые могут превысить уставки ДТЗ СО-ВО при отсутствии возможности торможения для данной схемы подключения ТТ.

Для исключения ложного срабатывания защиты предусмотрена блокировка работы ДТЗ СО-ВО по сигналу «Отключение ВЛ». При получении данного сигнала запускается выдержка времени DT2_ОБЩАЯ ЛОГИКА, задающая время блокировки. Время блокировки определяется временем переходных процессов в линии и может быть определена на основании осциллограмм.

Также необходимо учитывать задержку, с которой будет приходить сигнал «Отключение ВЛ». На это время необходимо ввести DT1_ДТЗ Задержка на срабатывание ДТЗ.

4. Выбор уставок продольной ДТЗ СО

В существующих типах реакторов применяется схема соединения СО и вторичных обмоток ТТ в «звезду», поэтому описывается работа продольной и поперечной ДТЗ СО только для данного варианта.

 Применение схем соединения вторичных обмоток ТТ группы №1(ЛВ), №2(НВ1/НВ), №3 (НВ2/ДТФ) в «треугольник» не допускается.

В зависимости от установки ТТ в НВ СО продольная ДТЗ СО имеет два исполнения: пофазная ДТЗ и ДТЗ НП

ПО продольной ДТЗ СО (см. рисунки 1 – 16) пофазного исполнения подключаются к трем трехфазным группам (группа №1-сторона ЛВ, группа №2-сторона НВ1 или НВ, группа №3-сторона НВ2 или ДТФ) датчиков переменного тока (ДТ) терминала. ПО продольной ДТЗ НП СО подключаются к трехфазной группе №1 (сторона ЛВ) ДТ, к ДТ фазы А группы №2 (сторона НВ1 или НВ) и группа №3 (сторона НВ2 или ДТФ).

Предусмотрена возможность выравнивания вторичных токов сторон в пределах от **0,050 до 50 А** в зависимости от коэффициента трансформации ТТ. При токах меньше 0,050 А

погрешность выравнивания составляет не более ± 2 % от базисного тока стороны ($I_{\text{БАЗ. СТОР.}}$). Значения базисных токов по сторонам вычисляются программным способом во вторичной величине по заданным величинам:

4.1. Базисные токи продольной ДТЗ СО

Базисные токи стороны определяются по выражению:

$$I_{\text{БАЗ. СТОР.}} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ. СТОР.}} \cdot K_{\text{ТТ. СТОР.}}}, \quad (4-1)$$

где $I_{\text{БАЗ. СТОР.}}$ – базисный ток стороны, А;

S – полная мощность реактора, МВАр;

$U_{\text{НОМ. СТОР.}}$ – номинальное напряжение стороны реактора, кВ;

$K_{\text{ТТ. СТОР.}}$ – коэффициент трансформации ТТ стороны.

Данная уставка рассчитывается автоматически, исходя из параметров защищаемого объекта.

4.2. Полярность ДТ продольной ДТЗ СО

Параметры «Изменение полярности тока ДТ №1, ..., ДТ №3», предусматривают возможность изменения полярности ТТ, что актуально для адаптации проектного решения при монтаже токовых цепей на подстанции или при параметрировании.

4.3. Выбор уставок ПО, ИО продольной ДТЗ СО

4.3.1. Продольная ДТЗ СО

Продольная ДТЗ СО (ДТЗ НП СО) выполнена в виде двухканальной дифференциальной токовой защиты, содержащей чувствительный ПО и отсечку.

Чувствительный ПО ДТЗ СО (ДТЗ НП СО) имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания ($I_{\text{до}}$).

Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения в зоне действия защиты. Отсечка отстраивается от броска тока намагничивания по уставке.

4.3.2. Формулы расчета дифференциального и тормозного тока продольной ДТЗ СО

Продольная ДТЗ СО (ДТЗ НП СО) выполнена в виде дифференциальной токовой защиты с торможением от суммы токов сторон НВ1 и НВ2. Формулы расчета представлены в таблице 4-1.

Таблица 4-1.

Для продольной ДТЗ СО пофазного исполнения		Для продольной ДТЗ НП СО	
$I_T = \left \frac{i_{НВ1}}{I_{БАЗ.НВ1}} + \frac{i_{НВ2}}{I_{БАЗ.НВ2}} \right $	(4-2)	$I_T = \left \frac{i_{НВ1-N}}{I_{БАЗ.НВ1}} + \frac{i_{НВ2-N}}{I_{БАЗ.НВ2}} \right $	(4-3)
$I_D = \left \frac{i_{НВ1}}{I_{БАЗ.НВ1}} + \frac{i_{НВ2}}{I_{БАЗ.НВ2}} + \frac{i_{ЛВ}}{I_{БАЗ.ЛВ}} \right $	(4-4)	$I_D = \left \frac{i_{НВ1-N}}{I_{БАЗ.НВ1}} + \frac{i_{НВ2-N}}{I_{БАЗ.НВ2}} + \frac{i_{ЛВ-A} + i_{ЛВ-B} + i_{ЛВ-C}}{I_{БАЗ.ЛВ}} \right $	(4-5)

где I_T – тормозной ток, о.е.;

I_D – дифференциальный ток, о.е.;

$i_{НВ1}$ – измеряемые токи стороны НВ1, А;

$i_{НВ2}$ – измеряемые токи стороны НВ2, А;

$i_{ЛВ}$ – измеряемые токи стороны ЛВ, А;

$i_{НВ1-N}$ – измеряемый ток в нейтрали стороны НВ1, А;

$i_{НВ2-N}$ – измеряемый ток в нейтрали стороны НВ2, А;

$I_{БАЗ.НВ1}$ – базисный ток для продольной ДТЗ СО (ДТЗНП СО) стороны НВ1, А;

$I_{БАЗ.НВ2}$ – базисный ток для продольной ДТЗ СО (ДТЗНП СО) стороны НВ2, А;

$I_{БАЗ.ЛВ}$ – базисный ток для продольной ДТЗ СО (ДТЗНП СО) стороны ЛВ, А.

В случае использования в НВ СО ТТ дифференциального типа (ДТФ) токи от этих ТТ не участвуют в формировании дифференциального и тормозного токов продольной ДТЗ СО. Формулы расчета представлены в таблице 4-2.

Таблица 4-2.

Для продольной ДТЗ СО пофазного исполнения		Для продольной ДТЗ НП СО	
$I_T = \left \frac{i_{НВ}}{I_{БАЗ.НВ}} \right $	(4-6)	$I_T = \left \frac{i_{НВ-N}}{I_{БАЗ.НВ}} \right $	(4-7)
$I_D = \left \frac{i_{НВ}}{I_{БАЗ.НВ}} + \frac{i_{ЛВ}}{I_{БАЗ.ЛВ}} \right $	(4-8)	$I_D = \left \frac{i_{НВ-N}}{I_{БАЗ.НВ}} + \frac{i_{ЛВ-A} + i_{ЛВ-B} + i_{ЛВ-C}}{I_{БАЗ.ЛВ}} \right $	(4-9)

4.3.3. Характеристика срабатывания продольной ДТЗ СО

Характеристика срабатывания продольной ДТЗ СО (ДТЗ НП СО) состоит из горизонтального и наклонного участков, соединенных плавным переходом (см. рисунок 17).

$$I_{CP} = \begin{cases} I_{D0}, & \text{если } I_T \leq I_{T0} \\ I_{D0} + K_T \cdot (I_T - I_{T0}), & \text{если } I_T > I_{T0} \end{cases} \quad (4-10)$$

где I_{CP} – ток срабатывания чувствительного ПО;

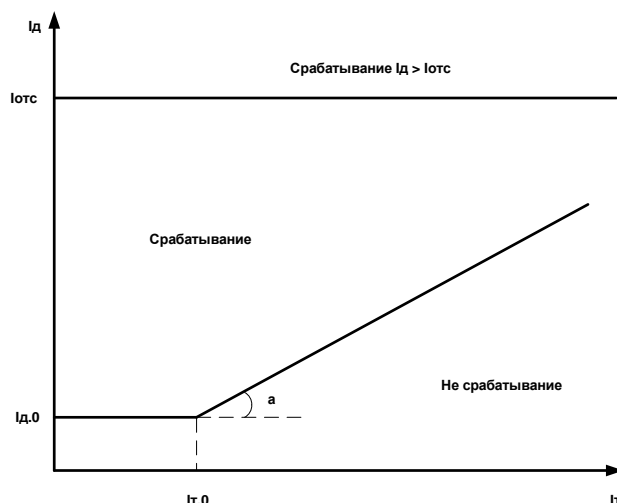
I_{D0} – начальный ток срабатывания;

I_T – тормозной ток;

I_{T0} – длина горизонтального участка тормозной характеристики;

K_T – коэффициент торможения, определяется по выражению:

$$K_T = \frac{I_D - I_{D0}}{I_T - I_{T0}}, \quad (4-11)$$



$I_{д,0}$ - начальный ток срабатывания ДТЗ;
 $I_{т,0}$ - ток начала торможения ДТЗ;
 $K_T = \operatorname{tg} \alpha$ – коэффициент торможения ДТЗ;
 $I_{отс}$ – ток срабатывания дифференциальной отсечки.

Рисунок 17. Характеристика срабатывания продольной ДТЗ СО

4.3.4. Расчет начального тока срабатывания ДТЗ СО

Начальный ток срабатывания продольной ДТЗ ШР, УШР $I_{д0}$ в режиме включения определяется с помощью выражения:

$$I_{д0} = K_{отс} \cdot I_{нб.расч.}, \quad (4-12)$$

где $K_{отс}$ - коэффициент отстройки, учитывающий погрешности измерительного органа терминала, ошибки расчета и необходимый запас. $K_{отс}$ принимается равным от 1,1 до 1,3. Рекомендуемое значение 1,2

Значение $I_{нб.расч.}$ определяется с помощью выражения:

$$I_{нб.расч.} = (K_{одн} \cdot K_{пер} \cdot \varepsilon + \Delta f_{выр} + \Delta f_{птт}) \cdot I_{т0.расч.}, \quad (4-13)$$

где $K_{пер} = 1,5 - 2$ – коэффициент увеличения тока в переходном режиме, учитывающий апериодическую составляющую. Для УШРП, УШРТ рекомендуемое значение $K_{пер} = 2$, для ШР - $K_{пер} = 1$;

$K_{одн} = 0,5 - 1$ – коэффициент однотипности ТТ. Рекомендуемое значение $K_{одн} = 1$;

ε - относительное значение полной погрешности ТТ в режиме, соответствующем установившемуся КЗ. Полная погрешность для ТТ 5Р и 10Р составляет 0,05 и 0,10 соответственно;

$\Delta f_{выр}$ – относительная погрешность выравнивания токов плеч. Данная погрешность определяется погрешностями входных ТТ и аналого-цифровыми преобразователями терминала. Может быть принята $\Delta f_{выр} = 0,02$;

$\Delta f_{\text{ПТТ}}$ – относительная погрешность выравнивания внешнего трансформатора или автотрансформатора (АТ-31 или АТ-32), если они используются. Токовая погрешность выравнивания внешних автотрансформаторов АТ-31, АТ-32 не превышает 5% ($\Delta f_{\text{ПТТ}} = 0,05$) при подключении цепей защиты к вторичной обмотке выравнивающих автотрансформаторов, по данным завода-изготовителя;

$I_{\text{Т0.РАСЧ}}$ – расчетное значение тока начала торможения. Рекомендуемое значение $I_{\text{Т0.РАСЧ}} = 1$ о.е.

В шкафу защиты реактора начальный ток срабатывания обозначается «**Id0 пр.ДТЗ СО**» и регулируется в диапазоне от **0,05** до **2,00 о.е.**

4.3.5. Расчет тока начала торможения продольной ДТЗ СО

Рекомендуется начинать расчет параметров срабатывания защиты с принятия $I_{\text{Т0.РАСЧ}} = 1$ о.е. Если чувствительность защиты при этом получается неудовлетворительной, то необходимо увеличить $I_{\text{Т0.РАСЧ}}$ до необходимого значения.

Длина горизонтального участка в терминале обозначается «**lT0 пр.ДТЗ СО**» регулируется в диапазоне от **0,10** до **2,00 о.е.** Средняя основная погрешность по длине горизонтального участка характеристики срабатывания не более $\pm 10\%$ от уставки.

4.3.6. Проверка чувствительности продольной ДТЗ СО

Проверка чувствительности продольной дифференциальной защиты производится для режима КЗ, при котором будет наименьший ток.

$$K_{\text{Ч.МИН}} = \frac{I_{\text{КЗ.МИН}} \cdot K_{\text{АТ.ЛВ}}}{I_{\text{БАЗ.ЛВ}} \cdot K_{\text{ТТ.ЛВ}} \cdot I_{\text{Д0}}}, \quad (4-14)$$

где $I_{\text{КЗ.МИН}}$ – минимальный ток короткого замыкания, А;

$I_{\text{БАЗ.ЛВ}}$ – базисный ток со стороны ЛВ, А;

$K_{\text{АТ.ЛВ}}$ – коэффициент трансформации промежуточного АТ;

$K_{\text{ТТ.ЛВ}}$ – коэффициент трансформации ТТ на стороне ЛВ;

$I_{\text{Д0}}$ – начальный ток срабатывания, о.е.

Коэффициент чувствительности должен удовлетворять условию $K_{\text{Ч.МИН}} > 2$.

4.3.7. Расчет коэффициента торможения продольной ДТЗ СО

Коэффициент торможения определяется в режиме включения реактора по выражению:

$$K_{\text{Т}} \geq \frac{K_{\text{ЗАП}} \cdot I_{\text{НБ.РАСЧ}} - I_{\text{Д0}}}{I_{\text{УСТ}} - I_{\text{Т0}}}, \quad (4-15)$$

где $K_{\text{ЗАП}}$ – коэффициент запаса, принимаемый равным 1,2;

$I_{\text{ВКЛ}}$ – ток включения реактора, приведенный к базисному току стороны ЛВ, о.е.;

$I_{\text{Д0}}$ – начальный ток срабатывания, о.е.;

$I_{\text{Т0}}$ – ток начала торможения, о.е.;

$I_{\text{НБ.РАСЧ}}$ – относительное значение тока небаланса, вычисляемое по выражению, о.е.:

$$I_{\text{НБ.РАСЧ.}} = (K_{\text{ОДН}} \cdot K_{\text{ПЕР}} \cdot \varepsilon + \Delta f_{\text{ВЫР}} + \Delta f_{\text{ПТТ}}) \cdot I_{\text{ВКЛ}}, \quad (4-16)$$

где $K_{\text{ОДН}}$ – коэффициент однотипности для ТТ принимается равным 1,0;

$K_{\text{ПЕР}}$ – коэффициент переходного режима, принимаемый равным 1,7;

ε – относительное значение полной погрешности ТТ в режиме, соответствующем установившемуся КЗ. Полная погрешность для ТТ 5Р и 10Р составляет 0,05 и 0,10 соответственно;

$\Delta f_{\text{ВЫР}}$ – относительная погрешность выравнивания токов, подаваемых на терминал, принимается равной 0,02;

$\Delta f_{\text{ВЫР}}$ – относительная погрешность выравнивания токов плеч. Данная погрешность определяется погрешностями входных ТТ и аналого-цифровыми преобразователями терминала. Может быть принята $\Delta f_{\text{ВЫР}} = 0,02$;

$\Delta f_{\text{ПТТ}}$ – относительная погрешность выравнивания внешнего трансформатора или автотрансформатора (АТ-31 или АТ-32), если они используются. Токовая погрешность выравнивания внешних автотрансформаторов АТ-31, АТ-32 не превышает 5% ($\Delta f_{\text{ПТТ}} = 0,05$) при подключении цепей защиты к вторичной обмотке выравнивающих автотрансформаторов, по данным завода-изготовителя;

Уставка по коэффициенту торможения продольной ДТЗ СО (ДТЗ НП СО) изменяется в диапазоне от **0,10** до **2,00 о.е.** Средняя основная погрешность по коэффициенту торможения не более $\pm 10\%$ от уставки.

4.3.8. Расчет тока дифференциальной отсечки

Ток срабатывания дифференциальной отсечки рассчитывается в относительных единицах и принимается равным значению, рассчитанному по условию отстройки от максимального тока небаланса при включении реактора по выражению:

$$I_{\text{ОТС}} = K_{\text{ОТС}} \cdot I_{\text{НБ.РАСЧ.}}, \quad (4-17)$$

где $K_{\text{ОТС}}$ – коэффициент отстройки, принимаемый равным 1,5;

$I_{\text{НБ.РАСЧ}}$ рассчитывается по формуле (4-16).

В шкафу защиты реактора ток срабатывания дифференциальной отсечки обозначается «**ПО Id>> пр.ДТО СО**» и регулируется в диапазоне от **2,00** до **20,00**.

4.3.9. Расчет ПО для контроля обрыва цепей тока продольной ДТЗ СО (ДТЗ НП СО)

Предусмотрен ПО для контроля обрыва цепей тока продольной ДТЗ СО (ДТЗ НП СО). Уставка срабатывания регулируется в диапазоне от **0,04** до **2,00 о.е.** Средняя основная погрешность срабатывания не более $\pm 10\%$ от уставки.

Ток срабатывания реле контроля обрыва (неисправности) цепей переменного тока ($I_{\text{СР.КОЦТ}}$) выбирается по условию отстройки от тока небаланса максимального рабочего (нагрузочного) режима.

Уставка выбирается с учетом полной погрешности высоковольтных трансформаторов тока и неточности выравнивания коэффициентов трансформации ТТ в защите.

$$I_{\text{СР.КОЦТ}} = K_{\text{ОТС}} \cdot (K_{\text{НБ}} + \Delta f_{\text{ВЫР}}) \cdot \frac{I_{\text{НАГР.МАКС}}}{I_{\text{БАЗ.СТОП}}} \cdot \frac{1}{K_{\text{ТТ СТОП}}}, \quad (4-18)$$

где $K_{\text{ОТС}} = 1,2$ – коэффициент отстройки;

$K_{\text{НБ}} = 0,02$ – коэффициент небаланса;

$\Delta f_{\text{ВЫР}}$ – относительная погрешность выравнивания токов, подаваемых на терминал, принимается равной 0,02;

$I_{\text{НАГР.МАКС}}$ – первичный максимальный ток нагрузки реактора, А;

Рекомендуемое значение уставки «Ток срабатывания реле контроля обрыва цепей тока» - 0,10 о.е.

4.4. Выбор уставок времени продольной ДТЗ СО

4.4.1. Выдержки времени DT1_ПрДТЗ и DT2_ПрДТЗ

Данные выдержки времени используются в случае неодновременного насыщения измерительных трансформаторов тока, что в итоге может привести к ложному срабатыванию дифференциальной защиты. Рекомендуемое значение 20-25 мс. и уточняется опытным путем.

4.4.2. Выдержки времени DT3_ПрДТЗ

Рекомендуемое значение уставки DT3_ПрДТЗ «Время срабатывания контроля обрыва цепей тока» - 10 с.

4.5. Логика работы продольной ДЗО СО

4.5.1. Программные накладки XB1_ПрДТЗ и XB2_ПрДТЗ

При помощи программной накладки XB1_ПрДТЗ «Действие продольной ДТЗ СО» предусмотрена возможность вывода продольной ДТЗ СО из работы.

При помощи программной накладки XB2_ПрДТЗ «Действие продольной дифф. токовой отсечки СО» предусмотрена возможность вывода дифференциальной отсечки из работы.

4.5.2. Программные накладка XB4_ПрДТЗ

Предусмотрен вывод чувствительных ПО ДТЗ СО при обрыве цепей тока. Контроль целостности цепей тока осуществляется в узле ОЦТ.

При помощи программной накладки XB4_ПрДТЗ «Действие блок. продольной ДТЗ СО при обрыве цепей тока» вводится или выводится блокировка продольной ДТЗ СО при обрыве цепей тока.

4.5.3. Программные накладки XB5_ПрДТЗ

Ввод подхвата блокировки ДТЗ СО при обрыве токовых цепей осуществляется при помощи программной накладки XB5_ПрДТЗ «Подхват блок. продольной ДТЗ СО при обрыве цепей тока».

Возврат блокировки ДТЗ СО при введённом подхвате осуществляется при помощи программируемого сигнала «Возврат блокировки при обрыве цепей тока».

Блокировка продольной ДТЗ СО также может быть выведена при помощи ключа «Вывод блок. прод.ДТЗ СО при обрыве ЦТ».

Предусмотрена возможность оперативного вывода продольной ДТЗ СО из работы при помощи электронного ключа «Продольная ДТЗ СО».

5. Выбор уставок поперечной ДТЗ СО

5.1.Базисные токи поперечной ДТЗ СО

Расчет базисных токов аналогичен расчету базисных токов для продольной ДТЗ СО по формуле (4-1). Данная уставка также рассчитывается автоматически, исходя из параметров защищаемого объекта.

5.2.Полярность ДТ поперечной ДТЗ СО

Параметры «Изменение полярности тока ДТ №2, ДТ №3», предусматривают возможность изменения полярности ТТ, что актуально для адаптации проектного решения при монтаже токовых цепей на подстанции или при параметрировании.

5.3.Выбор уставок ПО, ИО поперечной ДТЗ СО

5.3.1. Поперечная ДТЗ СО

В зависимости от установки ТТ в НВ СО поперечная ДТЗ СО имеет два исполнения: пофазная ДТЗ и ДТЗ НП.

ПО поперечной ДТЗ СО пофазного исполнения подключаются к трехфазным группам ДТ терминала: группа №2-сторона НВ, группа №3-сторона ДТФ (см. на примере рисунка Рисунок 1) или группа №2-сторона НВ1, группа №3-сторона НВ2 (см. на примере рисунка 2).

Поперечная ДТЗ СО пофазного исполнения реагирует на разность токов в параллельных обмотках сторон ДТФ и НВ или НВ1 и НВ2 каждой фазы СО.

ПО поперечной ДТЗ НП СО фазам А трехфазных групп ДТ терминала: группа №2-сторона НВ, группа №3-сторона ДТФ (см. на примере рисунка 1) или группа №2-сторона НВ1, группа №3-сторона НВ2 (см. на примере рисунка 2).

Поперечная ДТЗ НП СО реагирует на разность токов в параллельных ветвях НВ СО.

Для поперечной ДТЗ СО (ДТЗ НП СО) предусмотрена возможность выравнивания различия токов в параллельных ветвях СО в пределах $\pm 10\%$ от базисного тока стороны для уменьшения небаланса.

ПО поперечной ДТЗ СО (ДТЗ НП СО) имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания ($I_{до}$), изменяемой в диапазоне от **0,05** до **2,00 о.е.**

5.3.2. Формулы расчета дифференциального и тормозного тока поперечной ДТЗ СО

Поперечная ДТЗ СО пофазного исполнения выполнена в виде дифференциальной токовой защиты с торможением от суммы токов сторон НВ1 и НВ2. Формулы расчета представлены в таблице 5-1:

Таблица 5-1.

Для поперечной ДТЗ СО пофазного исполнения		Для поперечной ДТЗ НП СО	
$I_T = \left \frac{\dot{I}_{HB1}}{K_{I1} \cdot I_{БАЗ. HB1}} + \frac{\dot{I}_{HB2}}{K_{I2} \cdot I_{БАЗ. HB1}} \right $	(5-1)	$I_T = \left \frac{\dot{I}_{HB1-N}}{K_{I1} \cdot I_{БАЗ. HB1}} + \frac{\dot{I}_{HB2-N}}{K_{I2} \cdot I_{БАЗ. HB1}} \right $	(5-2)
$I_D = \left \frac{\dot{I}_{HB1}}{K_{I1} \cdot I_{БАЗ. HB1}} - \frac{\dot{I}_{HB2}}{K_{I2} \cdot I_{БАЗ. HB1}} \right $	(5-3)	$I_D = \left \frac{\dot{I}_{HB1-N}}{K_{I1} \cdot I_{БАЗ. HB1}} - \frac{\dot{I}_{HB2-N}}{K_{I2} \cdot I_{БАЗ. HB1}} \right $	(5-4)

где I_T – тормозной ток, о.е;

I_D – дифференциальный ток, о.е;

\dot{I}_{HB1} – измеряемые токи стороны HB1, А;

\dot{I}_{HB2} – измеряемые токи стороны HB2, А;

\dot{I}_{HB1-N} – измеряемый ток нейтрали стороны HB1, А;

\dot{I}_{HB2-N} – измеряемый ток нейтрали стороны HB2, А;

$I_{БАЗ. HB1}$ – базисный ток для поперечной ДТЗ СО (ДТЗ НП СО) стороны HB1, А;

$I_{БАЗ. HB2}$ – базисный ток для поперечной ДТЗ СО (ДТЗ НП СО) стороны HB2, А.

K_{I1} – коэффициент подстройки тока стороны HB1, определяется по выражению:

$$K_{I1} = \left| \frac{I_{HB1} + I_{HB2}}{2 \cdot I_{HB2}} \right|. \quad (5-5)$$

K_{I2} – коэффициент подстройки тока стороны HB2, определяется по выражению:

$$K_{I1} = \left| \frac{I_{HB1} + I_{HB2}}{2 \cdot I_{HB2}} \right|. \quad (5-6)$$

Коэффициенты подстройки токов сторон HB1 и HB2 рассчитываются и задаются вручную в разделе «**Поперечная ДТЗ СО / Базисные токи**».

В случае использования в HB СО ТТ дифференциального типа (ДТФ) дифференциальный и тормозной токи поперечной ДТЗ СО. Формулы расчета представлены в таблице 5-2.

Таблица 5-2.

Для поперечной ДТЗ СО пофазного исполнения		Для поперечной ДТЗ НП СО	
$I_T = \left \frac{\dot{I}_{HB}}{I_{БАЗ. HB}} \right $	(5-7)	$I_T = \left \frac{\dot{I}_{HB-N}}{I_{БАЗ. HB}} \right $	(5-8)
$I_D = \left \frac{\dot{I}_{ДТФ}}{I_{БАЗ. ДТФ}} \right $	(5-9)	$I_D = \left \frac{\dot{I}_{ДТФ-N}}{I_{БАЗ. ДТФ}} \right $	(5-10)

где $\dot{I}_{ДТФ}$ – токи от ДТФ, расположенных в HB, А;

$I_{БАЗ. ДТФ}$ – базисный ток ДТФ для поперечной ДТЗ СО (ДТЗ НП СО), А;

$I_{\text{ДТФ-Н}}$ – ток от ДТФ, расположенный в нейтрали НВ, А.

5.3.3. Характеристика срабатывания продольной ДТЗ СО

Характеристика срабатывания поперечной ДТЗ СО (ДТЗ НП СО) как и в продольной ДТЗ СО состоит из горизонтального, наклонного участков, соединенных плавным переходом (см. рисунок 18).

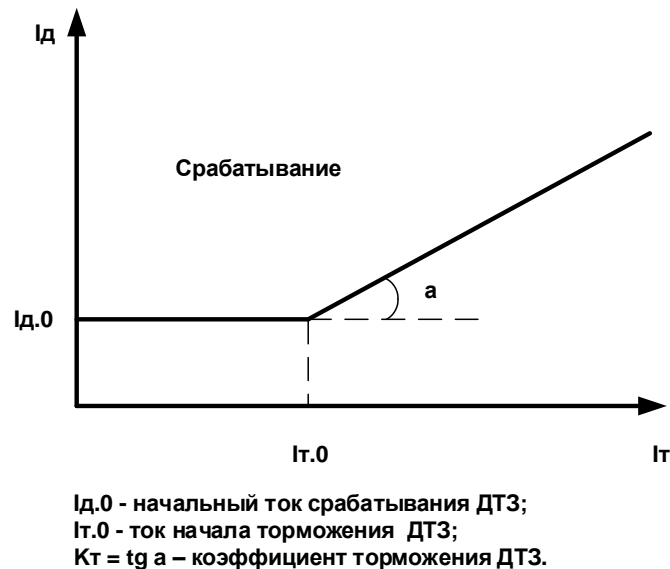


Рисунок 18. Характеристика срабатывания поперечной ДТЗ(НП) СО

Длина горизонтального участка ($I_{\text{Т0}}$) регулируется в диапазоне от **0,10** до **2,00 о.е.**

Уставка по коэффициенту торможения поперечной ДТЗ СО (ДТЗ НП СО) изменяется в диапазоне от **0,10** до **2,00**.

5.3.4. Расчет начального тока срабатывания ДТЗ СО

Начальный ток срабатывания поперечной ДТЗ ШР (чувствительного органа) при отсутствии торможения определяется в режиме включения реактора по выражению:

$$I_{\text{д0}} = 0,5 \cdot K_{\text{отс}} \cdot I_{\text{нб.расч.}} \quad (5-11)$$

где $K_{\text{отс}}$ – коэффициент отстройки, учитывающий погрешности реле, ошибки расчета и необходимый запас; может быть принят равным 1,2;

$I_{\text{нб.расч.}}$ – относительное значение тока небаланса, вычисляемое также, как и для продольной защиты (4-13), о.е.:

$$I_{\text{нб.расч.}} = (K_{\text{одн}} \cdot K_{\text{пер}} \cdot \varepsilon + \Delta f_{\text{выр}} + \Delta f_{\text{птт}}) \cdot I_{\text{то.расч.}}$$

где $K_{\text{одн}} = 0,5$ для схемы подключения ТТ группа №2-сторона НВ1, группа №3-сторона НВ2, а для схемы группа №2-сторона НВ, группа №3-сторона ДТФ $K_{\text{одн}} = 1$;

$K_{\text{пер}} = 1,7$ коэффициент увеличения тока в переходном режиме рекомендуемое значение.

Остальные значения выбираются также, как и в (4-13).

5.3.5. Расчет тока начала торможения поперечной ДТЗ СО

Рекомендуется начинать расчет параметров срабатывания защиты с принятия

$I_{Т0.РАСЧ} = 1$ о.е. Если чувствительность защиты при этом получается неудовлетворительной, то необходимо увеличить $I_{Т0.РАСЧ}$ до необходимого значения.

Длина горизонтального участка в терминале обозначается « $I_{Т0}$ пп.ДТЗ СО» регулируется в диапазоне от **0,10** до **2,00** о.е. Средняя основная погрешность по длине горизонтального участка характеристики срабатывания не более ± 10 % от уставки.

5.3.6. Проверка чувствительности поперечной ДТЗ СО

Проверка коэффициента чувствительности поперечной ДТЗ ШР производится при КЗ расчетного вида в режиме, обуславливающем наименьшее значение этого тока, по выражению:

$$K_{ч.МИН} = \frac{I_{КЗ.МИН} \cdot K_{АТ.НВ}}{I_{БАЗ.ЛВ} \cdot K_{ТТ.НВ}}, \quad (5-12)$$

где $I_{КЗ.МИН}$ – минимальный ток короткого замыкания, А;

$I_{БАЗ.НВ}$ – базисный ток со стороны НВ, А;

$K_{АТ.НВ}$ – коэффициент трансформации промежуточного АТ;

$K_{ТТ.НВ}$ – коэффициент трансформации ТТ на стороне ЛВ;

$I_{Д0}$ – начальный ток срабатывания, о.е.;

Коэффициент чувствительности должен удовлетворять условию $K_{ч.МИН} > 2$.

5.3.7. Расчет коэффициента торможения продольной ДТЗ СО

Коэффициент торможения определяется в режиме включения реактора по выражению:

$$K_T \geq \frac{K_{ЗАП} \cdot I_{НВ.РАСЧ} - I_{Д0}}{I_{ВКЛ} - I_{Т0}}, \quad (5-13)$$

где $K_{ЗАП}$ – коэффициент запаса, принимаемый равным 1,2;

$I_{ВКЛ}$ – ток включения реактора, приведенный к базисному току стороны ЛВ, о.е.;

$I_{Д0}$ – начальный ток срабатывания, о.е.;

$I_{Т0}$ – ток начала торможения, о.е.;

$I_{НВ.РАСЧ}$ – относительное значение тока небаланса, вычисляемое по выражению (4-16),

о.е.:

$$I_{НВ.РАСЧ} = (K_{ОДН} \cdot K_{ПЕР} \cdot \epsilon + \Delta f_{ВЫР} + \Delta f_{ПТТ}) \cdot I_{ВКЛ},$$

где $K_{ОДН} = 0,5$ для схемы подключения ТТ группа №2-сторона НВ1, группа №3-сторона НВ2, а для схемы группа №2-сторона НВ, группа №3-сторона ДТФ $K_{ОДН} = 1$;

$K_{ПЕР} = 1,7$ коэффициент увеличения тока в переходном режиме, рекомендуемое значение.

Остальные значения выбираются также, как и в (4-16).

5.4. Логика работы поперечной ДТЗ СО

5.4.1. Программная накладка ХВ1_ПпДТЗ

При помощи программной накладки ХВ1_ПпДТЗ «Действие поперечной ДТЗ СО» предусмотрена возможность вывода поперечной ДТЗ СО из работы.

Предусмотрена возможность оперативного вывода поперечной ДТЗ СО из работы при помощи электронного ключа «Поперечная ДТЗ СО».

6. Выбор уставок ДТЗ СО-ВО

6.1. Базисные токи ДТЗ СО-ВО

Данная уставка рассчитывается автоматически, исходя из параметров защищаемого объекта по формуле:

$$I_{\text{БАЗ.СТОП.}} = K_{\text{РАЗ.СТОП.}} \cdot \frac{S}{K_{\text{ТТ.СТОП.}} \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ.СТОП.}}}, \quad (6-1)$$

где $S_{\text{НОМ}}$ – номинальная полная мощность реактора, МВАр;

$K_{\text{РАЗ.СТОП.}}$ – коэффициент различия схем соединения силовых обмоток. Для силовых обмоток, соединенных в «звезду» $K_{\text{РАЗ.СТОП.}} = \sqrt{3}$; для соединенных в «треугольник»

$K_{\text{РАЗ.СТОП.}} = 1$. Исключения см. таблицу (6-1).

Таблица 6-1. Значение коэффициента $K_{\text{РАЗ.СТОП.}}$ при выводе компенсации токов нулевой последовательности в ДТЗ СО-ВО.

Схема соединения силовой обмотки ЛВ	Схема соединения силовой обмотки ВО1	Схема соединения силовой обмотки ВО2	Вторичная обмотка ТТ №1	Вторичная обмотка ТТ №4	Вторичная обмотка ТТ №5	Компенсация токов нулевой последовательности	ТТ №1 внутри треугольника	ТТ №2 внутри треугольника	ТТ №3 внутри треугольника	СО	ВО1	ВО2
										$K_{\text{РАЗ.СТОП.}}$		
						не предусмотрена	-	-	-	1		
							-	-	да	1	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
							-	да	-	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1
							-	да	да	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$

- «треугольник»; - «звезда»



При $0,025 \leq I_{\text{БАЗ.СТОП.}} \leq 0,050$ А необходимо использовать отводы терминала, указанные в таблице 6-2.

Отводы выполнены с $K_{\text{T}}=4$. Коэффициент трансформации ТТ соответствующей стороны приводится к расчетной величине по выражению (6-2) и в разделе «Первичные/вторичные величины датчиков аналоговых входов» необходимо учесть уменьшение коэффициента трансформации в 4 раза.

$$K_{\text{ТТ}} = \frac{I_{1\text{НОМ}}}{I_{2\text{НОМ}} \cdot K_{\text{Т}}} \quad (6-2)$$

Таблица 6-2. Отводы терминала БЭ2704 403 для защит реактора.

Значение базисного тока, А	Фаза	Группа датчиков тока терминала		
		№1 (ЛВ)	№2 (ВО1)	№3 (ВО2)
0,025 ÷ 0,050 А	А	ХА1:1-ХА1:3	ХА1:10-ХА1:12	ХА1:19- ХА1:21
	В	ХА1:4-ХА1:6	ХА1:13-ХА1:15	ХА1:22- ХА1:24
	С	ХА1:7-ХА1:9	ХА1:16-ХА1:18	ХА1:25- ХА1:27
0,051 ÷ 50,000 А	А	ХА1:2-ХА1:3	ХА1:11-ХА1:12	ХА1:20- ХА1:21
	В	ХА1:5-ХА1:6	ХА1:14-ХА1:15	ХА1:23- ХА1:24
	С	ХА1:8-ХА1:9	ХА1:17-ХА1:18	ХА1:26- ХА1:27

* При токе внешнего короткого замыкания максимальная кратность входного тока не более 40 I_{БАЗ.СТОР} в установившемся режиме.

6.2. Полярность ДТ ДТЗ СО-ВО

Параметры «Изменение полярности тока ДТ №1,..., ДТ №7», предусматривают возможность изменения полярности ТТ, что актуально для адаптации проектного решения при монтаже токовых цепей на подстанции или при параметрировании.

6.3. Выбор уставок ПО, ИО ДТЗ СО-ВО

6.3.1. ДТЗ СО-ВО

ДТЗ СО-ВО предназначен для защиты от внутренних повреждений УШРТ.

ПО ДТЗ СО-ВО подключаются к трем трехфазным группам (группа №1-сторона ЛВ, группа №4-сторона ВО1, группа №5-сторона ВО2) ДТ терминала и реагируют на разность фазных токов.

ДТЗ СО-ВО выполнена в виде двухканальной дифференциальной токовой защиты, содержащей чувствительный ПО и отсечку.

Чувствительный ПО ДТЗ СО-ВО имеет токозависимую характеристику с уставкой по начальному току срабатывания (I_{до}), изменяемой в диапазоне от **0,10 до 2,00 о.е.**

Средняя основная погрешность ДТЗ СО-ВО по начальному току срабатывания не более ± 5 % от уставки.

Дифференциальная отсечка предназначена для обеспечения надежной работы при больших токах повреждения в зоне действия защиты. Отсечка отстраивается от броска тока намагничивания по уставке.

Ток срабатывания отсечки (I_{отс.}) изменяется в диапазоне от **2,00 до 20,00 о.е.**

Средняя основная погрешность по току срабатывания отсечки не более ± 5 % от уставки.

6.3.2. Формулы расчета дифференциального и тормозного тока ДТЗ СО-ВО

ДТЗ СО-ВО выполнена в виде дифференциальной токовой защиты с торможением.

Формулы представлены ниже:

$$I_T = \begin{cases} \sqrt{-\operatorname{Re}(\hat{I}_1 \cdot \hat{I}_2)}, & \frac{\pi}{2} < |\arg \hat{I}_1 - \arg \hat{I}_2| < \frac{3\pi}{2} \\ 0, & \frac{\pi}{2} < |\arg \hat{I}_1 - \arg \hat{I}_2| < \frac{3\pi}{2} \end{cases}, \quad (6-3)$$

$$I_D = \left| \frac{I_{BO1}}{I_{BA3.BO1}} + \frac{I_{BO2}}{I_{BA3.BO2}} + \frac{I_{LB}}{I_{BA3.LB}} \right|, \quad (6-4)$$

где I_T – тормозной ток, о.е.;

I_D – дифференциальный ток, о.е.;

\hat{I}_1 – наибольший из токов сторон (ЛВ, ВО1, ВО2), о.е.;

\hat{I}_2 – комплексно сопряженный вектор суммы всех токов за исключением \hat{I}_1 , о.е.;

I_{BO1} – измеряемые токи стороны ВО1, А;

I_{BO2} – измеряемые токи стороны ВО2, А;

I_{LB} – измеряемые токи стороны ЛВ, А.

6.3.3. Характеристика срабатывания ДТЗ СО-ВО

Характеристика срабатывания ДТЗ СО-ВО состоит из горизонтального, наклонного и вертикального участков, соединенных плавным переходом (см. рисунок 19) и определяется по формуле:

$$I_{CP} = \begin{cases} I_{D0}, & \text{если } I_T \leq I_{T0} \\ I_{D0} + K_T \cdot (I_T - I_{T0}), & \text{если } I_T > I_{T0} \end{cases}, \quad (6-5)$$

где I_{CP} – ток срабатывания ПО;

I_{D0} – начальный ток срабатывания;

I_T – тормозной ток;

I_{T0} – длина горизонтального участка тормозной характеристики;

K_T – коэффициент торможения, определяется по выражению:

6.3.4. Расчет начального тока срабатывания ДТЗ СО-ВО

Начальный ток срабатывания ДТЗ СО-ВО – (I_{D0}) при отсутствии торможения определяется по условию отстройки от тока небаланса в переходном режиме работы при малых сквозных токах (внешнее КЗ с низким уровнем токов КЗ) и рассчитывается по выражению:

$$I_{D0} = K_{OTC} \cdot I_{НБ.РАСЧ.} \quad (6-6)$$

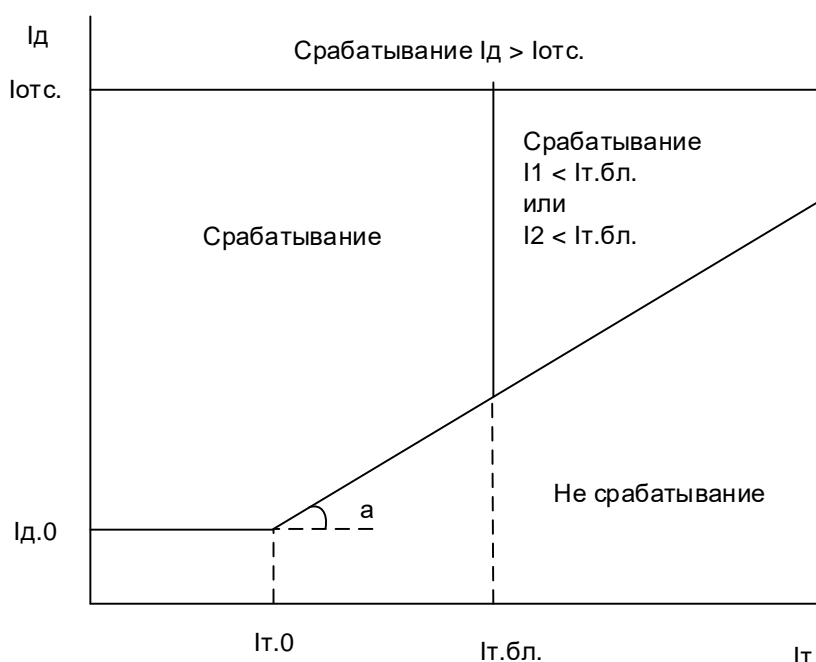
где K_{OTC} – коэффициент отстройки, учитывающий погрешности измерительного органа терминала, ошибки расчета и необходимый запас. K_{OTC} принимается равным от 1,1 до 1,3. Рекомендуемое значение 1,2.

$I_{НБ.РАСЧ.}$ – относительное значение тока небаланса, вычисляемое по (6-7):

$$I_{НБ.РАСЧ.} = (K_{ОДН} \cdot K_{ПЕР} \cdot \varepsilon + \Delta f_{ВЫР} + \Delta f_{ПТТ}) \cdot I_{ТО.РАСЧ.}, \quad (6-7)$$

где $K_{ПЕР} = 1,5 - 2$ – коэффициент увеличения тока в переходном режиме, учитывающий апериодическую составляющую. Рекомендуемое значение $K_{ПЕР} = 2$;

$K_{одн} = 0,5 - 1$ – коэффициент однотипности ТТ. Рекомендуемое значение $K_{одн} = 1$;



Id.0 - начальный ток срабатывания ДТЗ;
 It.0 - ток начала торможения ДТЗ;
 It.бл. - ток торможение блокировки ДТЗ;
 $K_t = \text{tg } a$ - коэффициент торможения ДТЗ;
 Iотс. - ток срабатывания дифференциальной отсечки

Рисунок 19. Характеристика срабатывания ДТЗ СО-ВО

ε - относительное значение полной погрешности ТТ в режиме, соответствующем установившемуся КЗ. Полная погрешность для ТТ 5Р и 10Р составляет 0,05 и 0,10 соответственно;

$\Delta f_{выр}$ – относительная погрешность выравнивания токов плеч. Данная погрешность определяется погрешностями входных ТТ и аналого-цифровыми преобразователями терминала. Может быть принята $\Delta f_{выр} = 0,02$;

$\Delta f_{птт}$ – относительная погрешность выравнивания внешнего трансформатора или автотрансформатора (АТ-31 или АТ-32), если они используются. Токовая погрешность выравнивания внешних автотрансформаторов АТ-31, АТ-32 не превышает 5% ($\Delta f_{птт} = 0,05$) при подключении цепей защиты к вторичной обмотке выравнивающих автотрансформаторов, по данным завода-изготовителя;

$I_{т0.расч}$ – расчетное значение тока начала торможения. Рекомендуемое значение $I_{т0.расч} = 1$ о.е.

Уставка $I_{д0}$ должна приниматься не менее 0,2.

6.3.5. Расчет тока начала торможения ДТЗ СО-ВО

$I_{Т0.РАСЧ}$ – расчетное значение тока начала торможения. Рекомендуемое значение $I_{Т0.РАСЧ} = 1$ о.е.

Длина горизонтального участка в термине обозначается « **$I_{Т0}$ ДТЗ СО-ВО**» и регулируется в диапазоне от **0,10** до **1,00 о.е.** Средняя основная погрешность по длине горизонтального участка характеристики срабатывания не более $\pm 10\%$ от уставки.

6.3.6. Расчет коэффициента торможения ДТЗ СО-ВО

Коэффициент торможения определяет отстройку ДТЗ СО-ВО от сквозных токов внешних КЗ. Как упоминалось ранее (6.3.6) для реактора максимальным сквозным током является ток включения.

Под коэффициентом торможения понимается отношение приращения дифференциального тока $I_{Д}$ к приращению тормозного тока $I_{Т}$. С помощью правильного выбора коэффициента торможения обеспечивается несрабатывание ДТЗ СО-ВО в диапазоне значений тормозного тока от $I_{Т0}$ до $I_{Т.БЛ}$ (см. рисунок 19).

$$I_{Д} = (K_{ОДН} \cdot K_{ПЕР} \cdot \varepsilon + \Delta f_{ВЫР} + \Delta f_{ПТТ}) \cdot I_{СКВ}, \quad (6-8)$$

где $K_{ПЕР}$, $K_{ОДН}$, ε , $\Delta f_{ВЫР}$, $\Delta f_{ПТТ}$ – аналогичны коэффициентам из выражения (6-7);

$I_{СКВ} = 2 \cdot I_{НОМ}$ – максимальный сквозной ток (ток намагничивания при включение).

При принятом способе формирования торможения для ДТЗ СО-ВО, тормозной ток равен:

$$I_{Т} = \sqrt{I_{СКВ} \cdot (I_{СКВ} - I_{Д}) \cos \beta}, \quad \beta = 180 - \alpha, \quad (6-9)$$

где α – угол между векторами токов $I_{СКВ}$ и $(I_{СКВ} - I_{Д})$. В проектных расчетах может быть принят $\beta = 10 - 20^\circ$.

Тогда коэффициент торможения определяется по формуле:

$$K_{Т} \geq \frac{K_{ОТС} \cdot I_{Д} - I_{Д0}}{I_{Т} - I_{Т0}}, \quad (6-10)$$

где $K_{ОТС} = 1.1$ – коэффициент отстройки.

6.3.7. Расчет тока торможения блокировки ДТЗ СО-ВО

Ток торможения блокировки $I_{Т.БЛ}$ определяет переключение характеристики срабатывания ДТЗ с наклонного участка на вертикальный:

– если $I'_{1} \geq I_{Т.БЛ}$ и $I'_{2} \geq I_{Т.БЛ}$ – ДТЗ блокируется;

– если $I'_{1} < I_{Т.БЛ}$ или $I'_{2} < I_{Т.БЛ}$ – наклон характеристики срабатывания ДТЗ определяется коэффициентом торможения.

Ток торможения блокировки $I_{Т.БЛ}$ определяется отстройкой от максимально возможного сквозного тока нагрузки. Для реактора это бросок тока включения, равный $2 \cdot I_{НОМ}$ [2].

$$I_{Т.БЛ} = K_{ОТС} \cdot \frac{2 \cdot I_{НОМ_ЛВ} \cdot K_{РАЗ_СТОП}}{I_{БАЗ.ЛВ} \cdot K_{ТТ_ЛВ}}, \quad (6-11)$$

где $K_{ОТС}$ – коэффициент отстройки, принимаемый равным 1,1;

$I_{НОМ_ЛВ}$ – номинальный ток реактора со стороны ЛВ, А;

$I_{БАЗ_ЛВ}$ - базисный ток стороны ЛВ, А;

$K_{РАЗ_СТОП}$ – коэффициент различия схем соединения силовых обмоток;

$K_{ТТ_ЛВ}$ – коэффициент трансформации ТТ со стороны ЛВ.

В терминале обозначается «**It.бл ДТЗ**».

6.3.8. Расчет тока срабатывания дифференциальной токовой отсечки ДТЗ СО-ВО

Для исключения замедления работы ДТЗ СО-ВО при больших токах внутреннего повреждения вследствие блокировки защиты из-за погрешности ТТ в переходном режиме предусмотрена вторая грубая ступень защиты без блокировки по второй гармонической составляющей тока.

Ток срабатывания дифференциальной отсечки должен выбираться исходя из отстройки от броска тока намагничивания реактора $I_{д} \geq 2$.

6.3.9. Проверка чувствительности ДТЗ СО-ВО

Проверка коэффициента чувствительности производится для режима, когда ток короткого замыкания имеет наименьшее значение, по выражению:

$$K_{ч.МИН} = \frac{I_{КЗ.МИН} \cdot K_{РАЗ_СТОП}}{I_{БАЗ_СТОП} \cdot K_{ТТ_СТОП}}, \quad (6-12)$$

где $I_{КЗ.МИН}$ – минимальный ток короткого замыкания, А;

$I_{БАЗ_СТОП}$ – базисный ток стороны реактора, А;

$K_{ТТ_СТОП}$ – коэффициент трансформации ТТ;

$I_{ДО}$ – начальный ток срабатывания, о.е.;

$K_{РАЗ_СТОП}$ – коэффициент различия схем соединения силовых обмоток (см. п. 6.1).

Коэффициент чувствительности должен удовлетворять условию $K_{ч.МИН} > 2$.

6.3.10. Расчет ПО для контроля обрыва цепей тока ДТЗ СО-ВО

Ток срабатывания реле контроля обрыва (неисправности) цепей переменного тока ($I_{СР_КОЦТ}$) выбирается по условию отстройки от тока небаланса максимального рабочего (нагрузочного) режима.

Уставка выбирается с учетом полной погрешности высоковольтных трансформаторов тока и неточности выравнивания коэффициентов трансформации ТТ в защите.

$$I_{СР_КОЦТ} = K_{ОТС} \cdot (K_{НБ} + \Delta f_{ВЫР}) \cdot \frac{I_{НАГР_МАКС} \cdot K_{РАЗ_СТОП}}{I_{БАЗ_СТОП} \cdot K_{ТТ_СТОП}}, \quad (6-13)$$

где $K_{ОТС} = 1,2$ – коэффициент отстройки;

$K_{НБ} = 0,02$ – коэффициент небаланса;

$\Delta f_{ВЫР}$ – относительная погрешность выравнивания токов плеч. Данная погрешность определяется погрешностями входных ТТ и аналого-цифровыми преобразователями терминала. Может быть принята $\Delta f_{ВЫР} = 0,02$;

$I_{\text{НАГР_МАКС}}$ - первичный максимальный ток нагрузки, А;

$I_{\text{БАЗ_СТОП}}$ - базисный ток соответствующей стороны реактора, А;

$K_{\text{ТТ_СТОП}}$ – коэффициент трансформации ТТ;

$K_{\text{РАЗ_СТОП}}$ – коэффициент различия схем соединения силовых обмоток (см. п. 6.1).

6.3.11. Уровень блокировки по второй гармонике

Дополнительно для предотвращения ложной работы ДТЗ при бросках тока намагничивания в момент включения реактора под напряжение, а также для обеспечения не действия защиты от тока небаланса переходного режима внешнего КЗ (когда увеличенная погрешность ТТ, обусловленная насыщением, приводит к появлению второй гармонической составляющей тока) выполнена блокировка защиты по превышению отношения тока второй гармонической составляющей к току промышленной частоты - $I_{\text{д.100 Гц}}/I_{\text{д.50 Гц}}$.

По опыту эксплуатации рекомендуется параметр срабатывания блокировки по второй гармонике для защит реакторов выбирать равной 0,15.

6.3.12. Уровень блокировки по пятой гармонике

Для отстройки ДТЗ от перевозбуждения контролируется уровень пятой гармоники в дифференциальном токе. Уровень блокировки по пятой гармонике изменяется в пределах от 5 до 40 % по отношению к величине основной гармоники в дифференциальном токе. Рекомендуемое значение уставки по уровню блокировки по пятой гармонике для защит выбирается равным 25 % (0,25 о.е.).

6.4. Выбор уставок времени ДТЗ СО-ВО

6.4.1. Выдержки времени DT1_ДТЗ и DT2_ДТЗ

Данные выдержки времени используются в случае одновременного насыщения измерительных трансформаторов тока, что в итоге может привести к ложному срабатыванию дифференциальной защиты. Рекомендуемое значение 20-25 мс и уточняется опытным путем.

6.4.2. Выдержка времени DT3_ДТЗ

Рекомендуемое значение уставки DT3_ДТЗ «Время срабатывания контроля обрыва цепей тока» - 10 с.

6.5. Логика работы ДТЗ СО-ВО

6.5.1. Программные накладки XB1_ДТЗ и XB2_ДТЗ

При помощи программной накладки XB1_ДТЗ «Действие ДТЗ» предусмотрена возможность вывода ДТЗ СО-ВО из работы.

При помощи программной накладки XB2_ДТЗ «Действие дифференциальной отсечки» предусмотрена возможность вывода дифференциальной отсечки из работы.

6.5.2. Программные накладка XB3_ДТЗ

При помощи программной накладки XB3_ДТЗ «Действие дифф.отсечки с выдержкой времени» выбирается режим работы выдержки времени дифференциальной отсечки. При выборе положения «введено постоянно» дифференциальная отсечка работает с выдержкой

времени ДТ2_ДТ3, при выборе режима «оперативный ввод по входу» выдержка времени будет вводиться при введённом ключе «Оперативный ввод ВВ для диф.отсечки», при выведенном положении выключателя дифференциальная отсечка будет работать без выдержки времени. По умолчанию данный ключ не сконфигурирован.

6.5.3. Программные накладка ХВ4_ДТ3

При помощи программной накладки ХВ4_ДТ3 «Действие блокировки ДТ3 при обрыве цепей тока» вводится или выводится блокировка продольной ДТ3 СО-ВО при обрыве цепей тока.

6.5.4. Программные накладка ХВ5_ДТ3

Ввод подхвата блокировки ДТ3 СО-ВО при обрыве токовых цепей осуществляется при помощи программной накладки ХВ5_ДТ3 «Подхват блокировки ДТ3 при обрыве цепей тока».

6.5.5. Выбор режима работы Блокировки ДТ3 по 5 гармонике

Предусмотрен вывод блокировки ДТ3 СО-ВО по пятой гармонике. В п.6.3.12 описано назначение блокировки и выбор уровня.

6.5.6. Выбор Типа отстройки от БТН

Предусмотрен выбор отстройки ДТ3 СО-ВО от БТН.

«Тип отстройки от БТН» задается:

- «перекрестная». Для защиты трехфазных реакторов;
- «пофазная». Для защиты трехфазной группы состоящих из однофазных реакторов.

6.5.7. Выбор Компенсация токов нулевой последовательности в ДТ3 СО-ВО

В пункте меню терминала **ДТ3 СО-ВО / Логика работы / Компенсация 3I0-ДТ3 СВО | не предусмотрена / предусмотрена** или в программе **EKRASMS - ДТ3 СО-ВО / Логика работы / Компенсация токов нулевой последовательности в ДТ3 СО-ВО | не предусмотрена / предусмотрена** предусмотрен вывод компенсации токов нулевой последовательности в ДТ3 СО-ВО.



ДТ3 с торможением выполнена на расчетной разности фазных величин тока (реально измеренных, либо расчетных) для компенсации токов нулевой последовательности и сдвига фаз. Ток стороны реактора, участвующий в дифференциальной сумме, определяется параметром «Использование ДТ» (в положении «Да») и в зависимости от параметра «Схема УШР».

Выражение определяющее включение стороны на расчетную разность показано в таблице 6-3. При $X_{В_{СХ_СТОП}}=0$ сторона включается на реально измеренные значения токов – выражение (3-3); при $X_{В_{СХ_СТОП}}=1$ сторона включается на расчетную разность - выражения (3-1) или (3-2).

Таблица 6-3. Выражение для определения включения стороны на расчетную разность

Логическое выражение	Логическая схема	
$X_{B_{CX_CTOP}} = (A_{CTOP} + \overline{A_{CTOP}} * C_{CTOP}) * B_{CTOP}$		(6-14)
<p>B_{CTOP} - схема соединения вторичных обмоток ТТ соответствующей стороны, «треугольник» - 0, «звезда» - 1.</p> <p>A_{CTOP} - схема соединения силовой обмотки соответствующей стороны Т(АТ), «треугольник» - 0, «звезда» - 1</p> <p>C_{CTOP} – расположение вторичных обмоток ТТ (внутри треугольника) соответствующей стороны, «нет» - 0, «да» - 1;</p>		

Возможен программный вывод компенсации токов нулевой последовательности параметром **«Компенсация токов нулевой последовательности в ДТЗ» - «не предусмотрена»**. Данный параметр применим при включении всех сторон участвующих в дифференциальной сумме на расчетный ток – выражения (3-1) или (3-2).

При схеме соединения силовых обмоток и вторичных обмоток ТТ **«звезда»** на сторонах ЛВ и ВО1() компенсация сдвига фаз токов и токов нулевой последовательности соответствующих сторон в ДТЗ осуществляется программно по выражениям (3-1) или (3-2) в зависимости от параметра **«Группа соединения силовых обмоток»**. При соединении вторичных обмоток ТТ в **«треугольник»** на стороне ЛВ и ВО1() – по выражению (3-3).

















Для стороны ВО2 () компенсация сдвига фаз и токов нулевой последовательности для ДТЗ осуществляется программно в соответствии с таблицей 6-4.

Таблица 6-4. Расчет токов ДТЗ ВО2 () в зависимости от параметров установки ТТ

Установка ТТ №5 (ВО2)	 - 		 - 	
Вторичная обмотка ТТ №5 (ВО2)				
Выражение (параметр «Компенсация токов нулевой последовательности в ДТЗ» - «предусмотрена»)	(3-3)	-	(3-1)	(3-3)
Выражение (параметр «Компенсация токов нулевой последовательности в ДТЗ» - «не предусмотрена»)			(3-2)	
			(3-3)	
 -  - ТТ установлены снаружи «треугольника»;  -  - ТТ установлены внутри «треугольника»;  - «треугольник»;  - «звезда»				

Пример 1:

Параметрирование датчиков аналоговых входов

Использование ДТ

Использование ДТ №1 – да

Использование ДТ №2 – да

Использование ДТ №3 – да

Использование ДТ №4 – да

Использование ДТ №5 – да

Использование ДТ №6 – да

Использование ДТ №7 – да

Схема соединения ТТ для ДТ

Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №1 – звезда

Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №2 – звезда

Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №3 – звезда

Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №4 – звезда

Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №5 – звезда

Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №6 – звезда

Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №7 – звезда

Расположение ТТ

ТТ для ДТ №1 расположены внутри 'треугольника' – нет

ТТ для ДТ №2 расположены внутри 'треугольника' – нет

ТТ для ДТ №3 расположены внутри 'треугольника' – нет

ТТ для ДТ №4 расположены внутри 'треугольника' – нет

ТТ для ДТ №5 расположены внутри 'треугольника' – да

ТТ для ДТ №6 расположены внутри 'треугольника' – нет

ТТ для ДТ №7 расположены внутри 'треугольника' – нет

Общая логика

Параметры защищаемого объекта

Схема УШР – 11

Полная мощность УШР – 50000 кВА

Номинальное напряжение СО УШР – 242,00 кВ

Номинальное напряжение ВО1 УШР – 6,03 кВ

Номинальное напряжение ВО2/КО УШР – 6,03 кВ

Схема соединения силовой обмотки СО УШР – звезда

Схема соединения силовой обмотки ВО1 УШР - звезда

Схема соединения силовой обмотки ВО2 /КОУШР - треугольник

Группа соединения силовых обмоток – Y/D-11

ДТЗ СО-ВО

Логика работы

Компенсация токов нулевой последовательности в ДТЗ – не предусмотрена

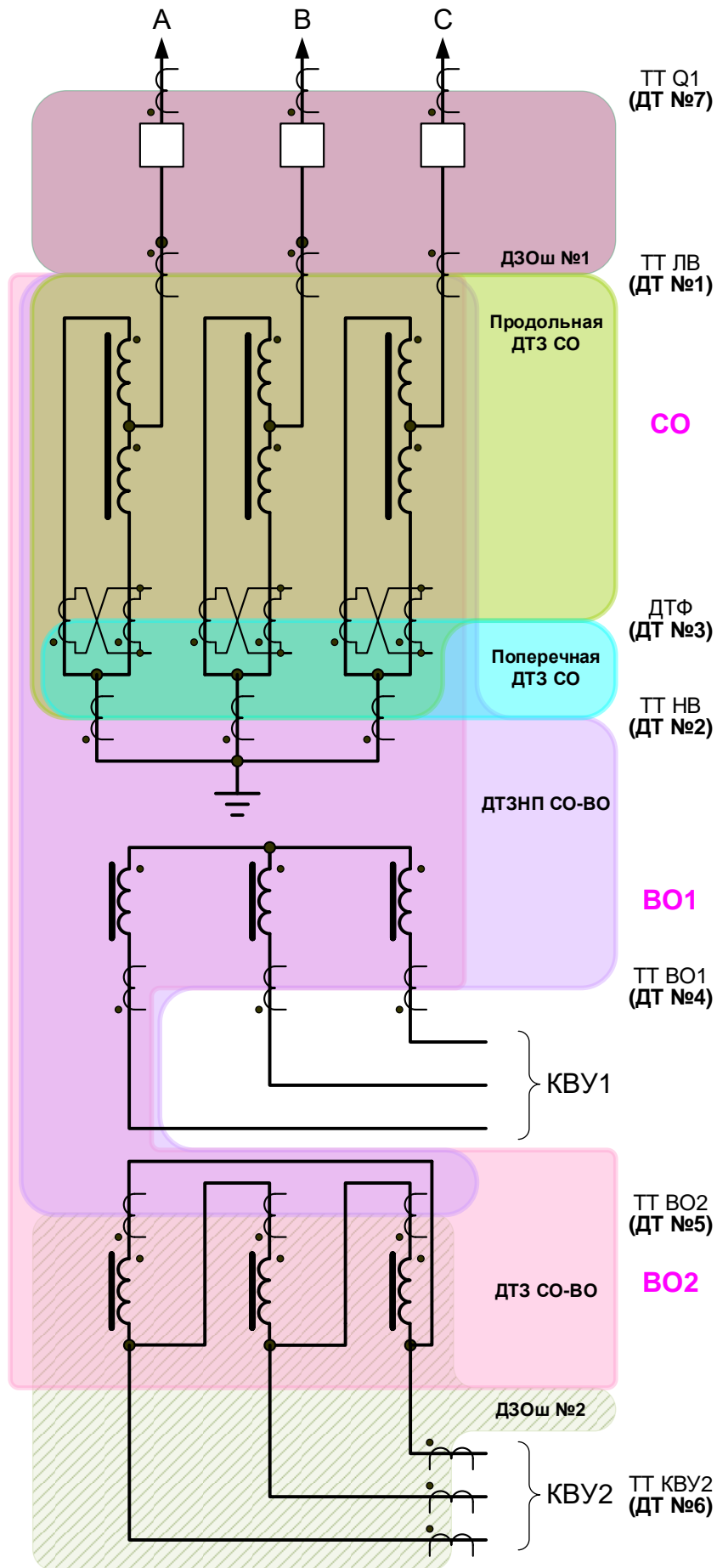


Рисунок 20. Параметры установки силовых обмоток и вторичных обмоток ТТ (пример 1)

Таблица 6-5. $K_{РАЗ_СТОП}$ коэффициент различия схем соединения силовых обмоток УШРТ (пример 1).

Сторона	$K_{РАЗ_СТОП}$
ЛВ	1
ВО1	1
ВО2	$1/\sqrt{3}$

Таблица 6-6. Расчётные токи, участвующие в дифференциальной сумме, соответствующей стороны УШР

Сторона	Фаза		
	А	В	С
ЛВ	$i_{СТ-А}^* = \frac{i_{СТ-А}}{i_{БАЗ.ЛВ}}$	$i_{СТ-В}^* = \frac{i_{СТ-В}}{i_{БАЗ.ЛВ}}$	$i_{СТ-С}^* = \frac{i_{СТ-С}}{i_{БАЗ.ЛВ}}$
ВО1	$i_{СТ-А}^* = \frac{i_{СТ-А}}{i_{БАЗ.ВО1}}$	$i_{СТ-В}^* = \frac{i_{СТ-В}}{i_{БАЗ.ВО1}}$	$i_{СТ-С}^* = \frac{i_{СТ-С}}{i_{БАЗ.ВО1}}$
ВО2/КО	$i_{СТ-А}^* = \frac{i_{СТ-А}}{i_{БАЗ.ВО2}}$	$i_{СТ-В}^* = \frac{i_{СТ-В}}{i_{БАЗ.ВО2}}$	$i_{СТ-С}^* = \frac{i_{СТ-С}}{i_{БАЗ.ВО2}}$

Пример 2:

Параметрирование датчиков аналоговых входов

Использование ДТ

Использование ДТ №1 – да

Использование ДТ №2 – да

Использование ДТ №3 – да

Использование ДТ №4 – да

Использование ДТ №5 – да

Использование ДТ №6 – да

Использование ДТ №7 – да

Схема соединения ТТ для ДТ

Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №1 – звезда

Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №2 – звезда

Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №3 – звезда

Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №4 – звезда

Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №5 – звезда

Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №6 – звезда

Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ №7 – звезда

Расположение ТТ

ТТ для ДТ №1 расположены внутри 'треугольника' – нет

ТТ для ДТ №2 расположены внутри 'треугольника' – нет

ТТ для ДТ №3 расположены внутри 'треугольника' – нет

ТТ для ДТ №4 расположены внутри 'треугольника' – нет

ТТ для ДТ №5 расположены внутри 'треугольника' – нет

ТТ для ДТ №6 расположены внутри 'треугольника' – нет

ТТ для ДТ №7 расположены внутри 'треугольника' – нет

Редакция от 03.10.2022

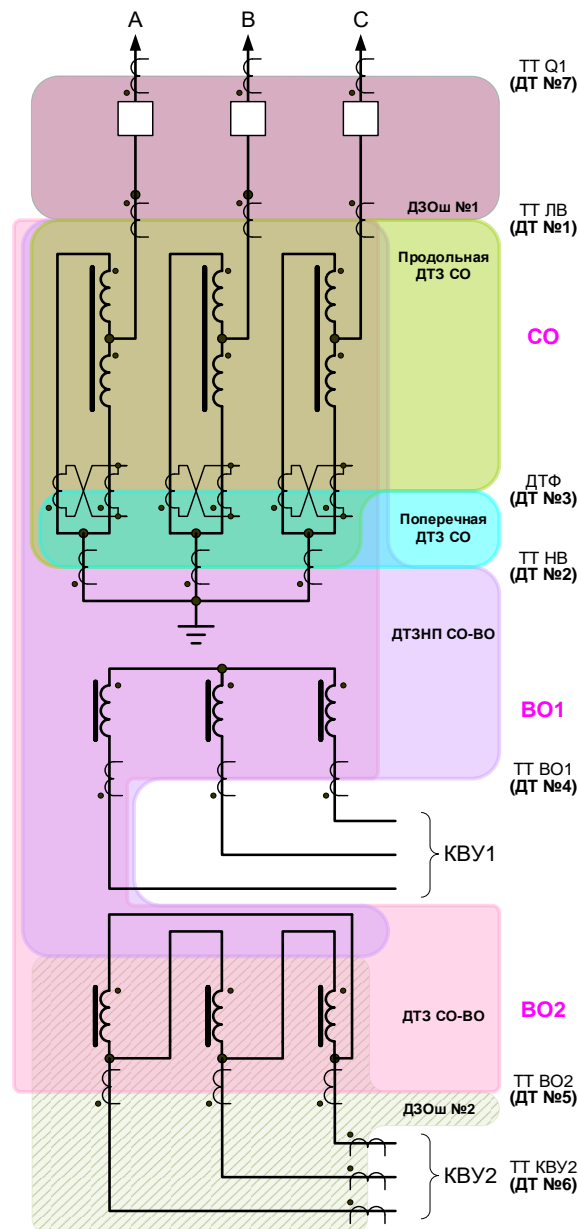


Рисунок 21. Параметры установки силовых обмоток и вторичных обмоток ТТ (пример 2)

Общая логика

Параметры защищаемого объекта

Схема УШР – 11

Полная мощность УШР – 50000 кВА

Номинальное напряжение СО УШР – 242,00 кВ

Номинальное напряжение ВО1 УШР – 6,03 кВ

Номинальное напряжение ВО2/КО УШР – 6,03 кВ

Схема соединения силовой обмотки СО УШР – звезда

Схема соединения силовой обмотки ВО1 УШР - звезда

Схема соединения силовой обмотки ВО2 /КОУШР - треугольник

Группа соединения силовых обмоток – Y/D-11

ДТЗ СО-ВО

Логика работы

Компенсация токов нулевой последовательности в ДТЗ – предусмотрена

7. Выбор уставок ДТЗ НП СО-КО (СО-ВО)

7.1.Базисные токи ДТЗ НП

Значения базисных токов по сторонам вычисляются программным способом во вторичной величине по заданным параметрам разделов:

- Параметрирование датчиков аналоговых входов;
- Общая логика;
- ДТЗ НП.

$$I_{\text{БАЗ.СТОП}} = K_{\text{СХ}} \cdot \frac{S_{\text{НОМ_СТОП}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ_СТОП}} \cdot K_{\text{ТТ_СТОП}}}, \quad (7-1)$$

где $I_{\text{БАЗ.СТОП}}$ – базисный ток стороны для ДТЗ НП СО-КО (СО-ВО), А;

$K_{\text{СХ}}$ – коэффициент, учитывающий схему соединения силовой обмотки УШР:

$K_{\text{СХ}} = 1$ – для силовых обмоток, соединенных в «звезду»;

$K_{\text{СХ}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$ – для силовых обмоток, соединенных в «треугольник»;

$S_{\text{НОМ}}$ – номинальная полная мощность реактора, МВар;

$U_{\text{НОМ}}$ – номинальная полная мощность реактора, кВ;

$K_{\text{ТТ_СТОП}}$ – коэффициент трансформации ТТ стороны.

7.2.Полярность ДТ ДТЗ СО-ВО

Параметры «Изменение полярности тока ДТ №1, ДТ №4, ДТ №5», предусматривают возможность изменения полярности ТТ, что актуально для адаптации проектного решения при монтаже токовых цепей на подстанции или при параметрировании.

7.3.Выбор уставок ПО, ИО ДТЗ НП

7.3.1. Формулы расчета дифференциального и тормозного тока ДТЗ НП

ПО ДТЗ НП СО-КО (СО-ВО) включаются на сумму фазных токов сторон:

для УШРП– стороны ЛВ и КО;

для УШРТ – стороны ЛВ, ВО1 и ВО2.

Примечание:

ДТЗНП СО-КО (СО-ВО) применяется, когда ТТ располагаются внутри «треугольника» КО (для УШРП) или ВО (для УШРТ).

ДТЗНП СО-КО (СО-ВО) выполнена в виде дифференциальной токовой защиты с торможением от тормозного тока, определяемого по выражению:

$$I_{\text{T}} = \frac{1}{2} \cdot \left(\left| |i'_{\text{Y}}| - \frac{1}{2} |i'_{\Delta}| \right| + \left| |i'_{\text{Y}}| + \frac{1}{2} |i'_{\Delta}| \right| \right), \quad (7-2)$$

$$I_{\text{Д}} = |i'_{\text{Y}} + i'_{\Delta}| \quad (7-3)$$

где I_T - тормозной ток, о.е.;

I_D - дифференциальный ток, о.е.;

\dot{I}_Y - сумма фазных токов силовых обмоток, соединенных в «звезду», о.е.;

\dot{I}_Δ - сумма фазных токов силовых обмоток, соединенных в «треугольник» (сумма токов внутри «треугольника»), о.е.;

7.3.2. Характеристика срабатывания ДТЗ НП

Характеристика срабатывания ДТЗНП СО-КО (СО-ВО) состоит из горизонтального и наклонного участков, соединенных плавным переходом (см. рисунок 22). Ток срабатывания чувствительного ПО определяется по формуле (6-5).

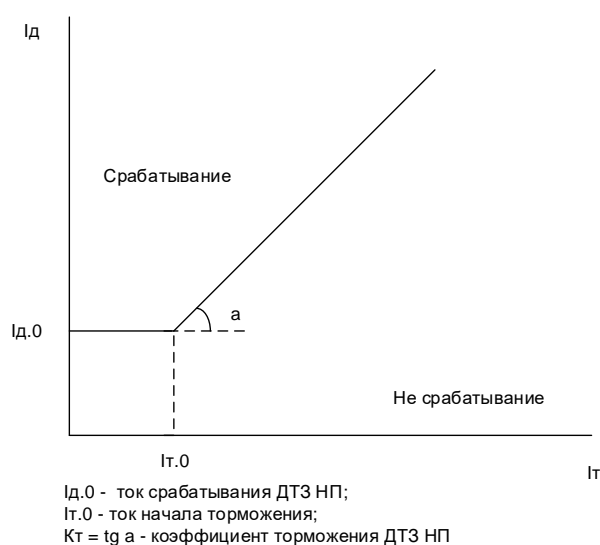


Рисунок 22. Характеристика срабатывания ДТЗ НП

7.3.1. Расчет начального тока срабатывания ДТЗ НП

Начальный ток срабатывания ДТЗ НП (I_{D0}) при отсутствии торможения определяется с помощью выражения:

$$I_{D0} = K_{OTC} \cdot I_{НБ,РАСЧ} \quad (7-4)$$

где K_{OTC} - коэффициент отстройки, учитывающий погрешности измерительного органа терминала, ошибки расчета и необходимый запас. K_{OTC} принимается равным от 1,1 до 1,3;

$I_{НБ,РАСЧ}$ – относительное значение тока небаланса, вычисляемое по :

$$I_{НБ,РАСЧ} = K_{ОДН} \cdot K_{ПЕР} \cdot \sqrt{3} \cdot \varepsilon + \Delta f_{ВЫР} + \Delta f_{ПТТ} \quad (7-5)$$

где $K_{ПЕР} = 2,0 - 3,0$ – коэффициент увеличения тока в переходном режиме, учитывающий апериодическую составляющую;

$K_{ОДН} = 1,0 - 1,5$ – коэффициент однотипности ТТ;

$\sqrt{3} \cdot \varepsilon$ – относительное значение полной погрешности ТТ в режиме, соответствующем установившемуся КЗ при получении утроенного тока нулевой последовательности расчетным методом. Полная погрешность для ТТ 5Р и 10Р составляет 0,087 и 0,173 соответственно;

$\Delta f_{\text{ВЫР}}$ – относительная погрешность выравнивания токов плеч. Данная погрешность определяется погрешностями входных ТТ и аналого-цифровыми преобразователями терминала. Может быть принята $\Delta f_{\text{ВЫР}}=0,02$;

$\Delta f_{\text{ПТТ}}$ – относительная погрешность выравнивания внешнего трансформатора или автотрансформатора (АТ-31 или АТ-32), если они используются. Токовая погрешность выравнивания внешних автотрансформаторов АТ-31, АТ-32 не превышает 5% ($\Delta f_{\text{ПТТ}} = 0,05$) при подключении цепей защиты к вторичной обмотке выравнивающих автотрансформаторов, по данным завода-изготовителя;

Уставка $I_{\text{Д0}}$ должна приниматься не менее 0,2.

7.3.2. Расчет тока начала торможения ДТЗ НП

Ток начала торможения I_{T0} задается в относительных единицах и регулируется в диапазоне от 0,40 до 1,00 (в долях от базисного тока) с точностью 0,01. Рекомендуется начинать расчет с принятия $I_{\text{T0}}=0,6$ о.е. Если чувствительность защиты при этом получается неудовлетворительной, то необходимо увеличить I_{T0} до необходимого значения (см.7.3.4).

7.3.3. Расчет коэффициента торможения ДТЗ НП

С помощью правильного выбора коэффициента торможения обеспечивается несрабатывание ДТЗ НП при внешних КЗ на землю.

Если по защищаемой обмотке протекает $I_{\text{СКВ}}$, то он может вызвать дифференциальный ток, который можно определить по выражению:

$$I_{\text{Д}}=(K_{\text{ОДН}} \cdot K_{\text{ПЕР}} \cdot \sqrt{3} \cdot \varepsilon + \Delta f_{\text{ВЫР}} + \Delta f_{\text{ПТТ}}) \cdot I_{\text{СКВ}}, \quad (7-6)$$

где $K_{\text{ПЕР}}$, $K_{\text{ОДН}}$, ε , $\Delta f_{\text{ВЫР}}$, $\Delta f_{\text{ПТТ}}$ соответствуют (7-5);

$I_{\text{СКВ}}$ - максимальный приведенный сквозной ток при внешнем коротком замыкании на землю, о.е. Вычисляемый по формуле:

$$I_{\text{СКВ}} = \frac{I_{\text{КЗ_СТОП}}}{K_{\text{ТТ_СТОП}} \cdot I_{\text{БАЗ.СТОП}}}, \quad (7-7)$$

где $I_{\text{КЗ_СТОП}}$ - максимальный сквозной ток при внешнем коротком замыкании на землю, А;

$I_{\text{БАЗ.СТОП}}$ - базисный ток стороны;

$K_{\text{ТТ_СТОП}}$ - коэффициент трансформации ТТ.

При принятом способе формирования торможения для ДТЗ НП, тормозной ток равен:

$$I_{\text{T}}=(1-0,5 \cdot (K_{\text{ОДН}} \cdot K_{\text{ПЕР}} \cdot \sqrt{3} \cdot \varepsilon + \Delta f_{\text{ВЫР}} + \Delta f_{\text{ПТТ}})) \cdot I_{\text{СКВ}}, \quad (7-8)$$

Тогда коэффициент торможения определяется по формуле:

$$K_{\text{T}} \geq \frac{K_{\text{ОТС}} \cdot I_{\text{Д}} - I_{\text{Д0}}}{I_{\text{T}} - I_{\text{T0}}}, \quad (7-9)$$

где $K_{\text{ОТС}}=1,1$ - коэффициент отстройки.

7.3.4. Проверка чувствительности ДТЗ НП

Проверка чувствительности ДТЗ НП должна производиться при расчетном виде КЗ на обмотках в расчетных по чувствительности режимах работы подстанции и питающей системы. Расчетными режимами работы подстанции и питающей системы являются реально возможные режимы, обуславливающие минимальный ток КЗ.

$$K_{\text{ч}} \geq \frac{I'_{\text{К.МИН}}}{I_{\text{С.З.}}}, \quad (7-10)$$

где $I'_{\text{К.МИН}}$ – минимальный расчетный приведенный ток короткого замыкания, о.е;

$I_{\text{С.З.}}$ – значение тока срабатывания характеристики ДТЗ НП при $I'_{\text{К.МИН}}$, о.е;

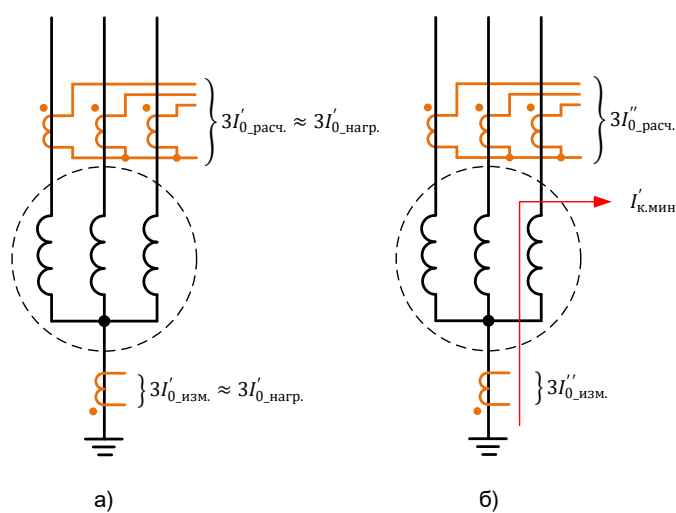


Рисунок 23. Токи, протекающие по защищаемой обмотке

(а – утроенные токи нулевой последовательности протекающие по защищаемой обмотке до короткого замыкания; б – утроенные токи нулевой последовательности протекающие по защищаемой обмотке при коротком замыкании)

На характеристику срабатывания ДТЗ НП наносится точка «В» (см. рис. 24 и 25) с координатами, получившимися из (7-2), (7-3) и рисунка 23. Токи, протекающие по защищаемой обмотке:

$$I_{\text{Д}} = 3 \cdot I''_{0_РАСЧ} - 3 \cdot I''_{0_ИЗМ} = I'_{\text{К_МИН}}, \quad (7-11)$$

$$I_{\text{Т}} = I_{\text{ТОРМ.РАСЧ.П}} = 0,5 \cdot I'_{\text{К_МИН}}, \quad (7-12)$$

где $3 \cdot I''_{0_РАСЧ} = \frac{I_{\text{А}} + I_{\text{В}} + I_{\text{С}}}{K_{\text{ТТ_СТОП}} \cdot I_{\text{БАЗ.ДТЗНП.СТ}}}$ - расчетный утроенный ток нулевой последовательности, протекающий через защиту при коротком замыкании, о.е., см. рисунок 23 б;

$3 \cdot I''_{0_ИЗМ} = \frac{I_{\text{N}}}{K_{\text{ТТ_СТОП}} \cdot I_{\text{БАЗ.ДТЗНП.СТ}}}$ - измеряемый утроенный ток нулевой последовательности, протекающий через защиту при коротком замыкании, о.е.

В режиме до короткого замыкания:

$$3 \cdot I'_{0_НАГР} \approx 3 \cdot I'_{0_ИЗМ} \approx 3 \cdot I'_{0_РАСЧ} = \frac{I_A + I_B + I_C}{K_{ТТ_СТОП} \cdot I_{БАЗ.ДТЗНП.СТ}}, \quad (7-13)$$

где $3 \cdot I'_{0_НАГР}$ - несимметрия нагрузки до короткого замыкания, о.е.

Проводится прямая, соединяющая точку «В» с точкой на оси абсцисс, координата которой равна току $3 \cdot I'_{0_РАСЧ}$. Точка «А» пересечения прямой с характеристикой срабатывания ДТЗ НП является точкой, где защита находится на границе срабатывания.

В случае, когда рассматриваемая прямая пересекает характеристику срабатывания в горизонтальной части (как показано на рисунке 24), согласно (6-5) коэффициент чувствительности будет рассчитываться:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I'_{\text{К.МИН}}}{I_{\text{Д0}}}, \quad (7-14)$$

где $I_{\text{Д0}}$ – значение начального тока срабатывания ДЗОш, о.е.;

$I'_{\text{К.МИН}}$ – минимальный расчетный приведенный ток короткого замыкания, о.е.

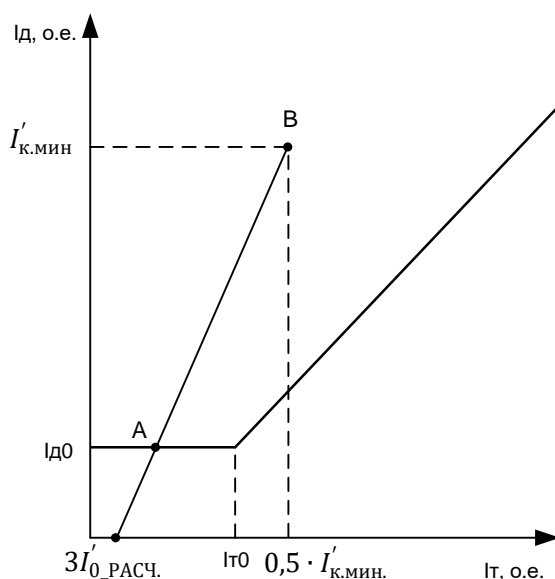


Рисунок 24. Определение чувствительности ДТЗ НП в первом случае

В случае когда рассматриваемая прямая пересекает характеристику срабатывания в наклонной части (как показано на рисунке 25) коэффициент чувствительности определяется по выражению:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I'_{\text{К.МИН}} \cdot (1 - 0,5 \cdot K_{\text{Т}}) + K_{\text{Т}} \cdot (3 \cdot I'_{0_РАСЧ} - 3 \cdot I''_{0_РАСЧ})}{I_{\text{Д0}} + K_{\text{Т}} \cdot (3 \cdot I'_{0_РАСЧ} - I_{\text{Т0}})}, \quad (7-15)$$

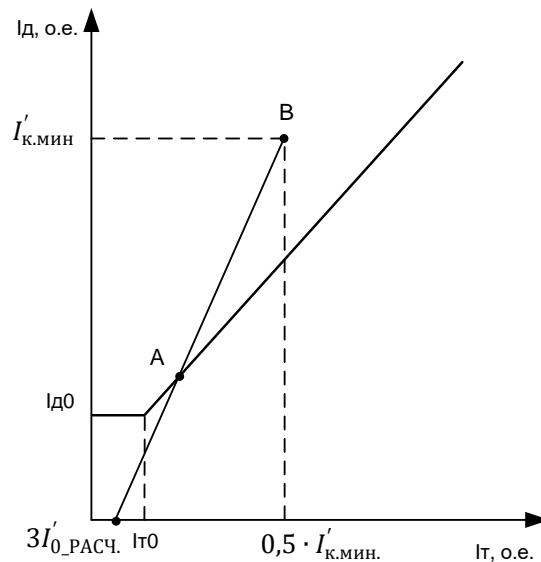


Рисунок 25. Определение чувствительности ДТЗ НП во втором случае

Если полученное значение $K_{\text{ч}} < 2$, то необходимо увеличить значение уставки $I_{\text{т0}}$ и повторить расчет чувствительности.

Для упрощения расчета коэффициента чувствительности можно принять

$$3 \cdot I'_{0_РАСЧ} = 0 \text{ о.е.}$$

7.4. Выбор уставок времени ДТЗ НП

7.4.1. Расчет времени срабатывания ДТЗ НП DT1_ДТЗНП

Данная выдержка вводится, если возникают режимы резкого исчезновения апериодической составляющей тока, что может привести к ложному срабатыванию ДТЗ НП. Рекомендуемое значение 30 мс.

7.5. Логика работы ДТЗ НП

XВ1_ДТЗНП позволяет программно вывести из работы ДТЗ НП.

8. Выбор уставок ДЗОш

8.1. Базисные токи ДЗОш

Значения базисных токов по сторонам вычисляются программным способом во вторичной величине по заданным параметрам разделов:


- Параметрирование датчиков аналоговых входов;
- Общая логика;
- ДЗОш.

$$I_{\text{БАЗ.ДЗОш.СТ}} = K_{\text{РАЗ.ВТОР}} \cdot \frac{I_{\text{ДЗОш.СТ}}}{K_{\text{ТТ_СТОР}}}, \quad (8-1)$$

где $I_{\text{ДЗОш.СТ}}$ – номинальный первичный ток трансформатора тока с максимальным коэффициентом трансформации, А;

$K_{\text{ТТ_СТОР}}$ – коэффициент трансформации главного ТТ соответствующего плеча;

$K_{РАЗ.ВТОР}$ - коэффициент, учитывающий схему соединения вторичных обмоток ТТ.
 $K_{РАЗ.ВТОР}=\sqrt{3}$ если вторичная обмотка хотя бы одного из ТТ соединена в «треугольник»,
 $K_{РАЗ.ВТОР}=1$ если все датчики тока соединены в «звезду».

 При $0,025 \leq I_{БАЗ.СТОП} \leq 0,050$ А необходимо использовать отводы терминала, указанные в таблице 6-2.

Отводы выполнены с $K_T=4$. Коэффициент трансформации ТТ соответствующей стороны приводится к расчетной величине по выражению (6-2) и в разделе **«Первичные/вторичные величины датчиков аналоговых входов»** необходимо учесть уменьшение коэффициента трансформации в 4 раза.

Расчёт токов, участвующих в формировании дифференциального тока ДЗОш, в зависимости от параметров осуществляется по выражениям, указанным в таблице 8-1.

Таблица 8-1 Расчёт токов ДЗОш в зависимости от параметров установки ТТ

Условия	Параметр		Выражение
	«Схема соединения вторичных обмоток ТТ для ДТ»	«ТТ для ДТ расположены внутри 'треугольника'»	
Если схема соединения вторичных обмоток всех ТТ, участвующих в ДЗОш, соединены в «звезду»	звезда	нет	(3-3)
	звезда	да	(3-1), (3-2)
Если схема соединения вторичных обмоток одного из ТТ, участвующих в ДЗОш, соединены в «треугольник»	звезда	-	(3-1), (3-2)
	треугольник	-	(3-3)

8.2. Полярность ДТ ДЗОш

Параметры **«Изменение полярности тока ДТ №1, ДТ №4, ..., ДТ №7»**, предусматривают возможность изменения полярности ТТ, что актуально для адаптации проектного решения при монтаже токовых цепей на подстанции или при параметрировании.

8.3. Выбор уставок ПО, ИО ДЗОш

8.3.1. Формулы расчета дифференциального и тормозного тока ДЗОш

Дифференциальный ток формируется как модуль геометрической суммы всех токов, поступающих на входы реле ДЗО и определяется по формуле:

$$I_D = \left| \sum_{j=1}^N i_j \right|, \quad (8-2)$$

где i_j - приведенный ток присоединения, о.е.

ДЗОш выполнена с торможением от арифметической полусуммы входных токов:

$$I_T = 0,5 \cdot \sum_{j=1}^N |i_j| \quad (8-3)$$

8.3.2. Характеристика срабатывания ДЗОш

ПО ДЗОш имеет токозависимую характеристику срабатывания, состоящую из горизонтального и наклонного участков, соединенных плавным переходом (см. рисунок 26).

$$I_{CP} = \begin{cases} I_{D0}, & \text{если } I_T \leq I_{T0} \\ I_{D0} + K_T \cdot (I_T - I_{T0}), & \text{если } I_T > I_{T0} \end{cases} \quad (8-4)$$

где I_{CP} – ток срабатывания ПО;

I_{D0} - начальный ток срабатывания, о.е;

I_{T0} - начальный ток торможения, о.е;

I_{T0} - ток торможения, о.е;

K_T - коэффициент торможения.

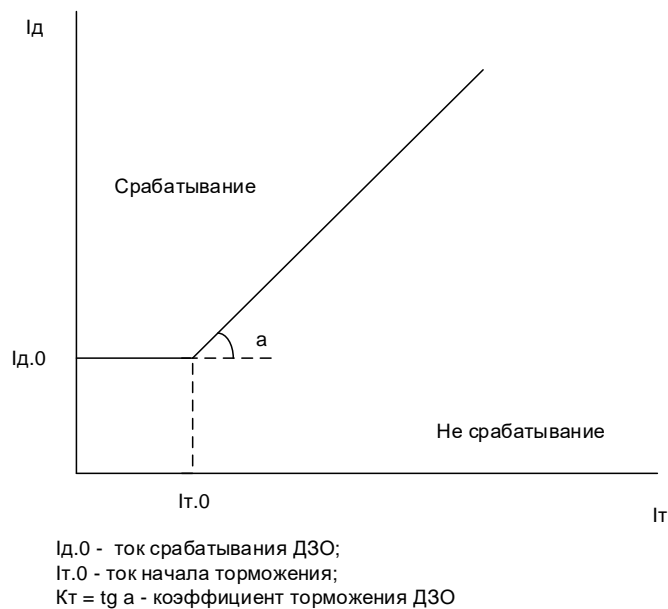


Рисунок 26. Характеристика срабатывания ДЗОш

8.3.3. Расчет начального тока срабатывания ДЗОш

Начальный ток срабатывания ДЗО I_{D0} при отсутствии торможения выбирается по следующим условиям:

– отстройки от максимального тока в защите при разрыве ее вторичных цепей в нагрузочном режиме по формуле:

$$I_T \geq \frac{K_{OTC} \cdot I_{НАГР.МАКС}}{K_{ТТ} \cdot I_{БАЗ.ДЗОшСТ}}, \quad (8-5)$$

где K_{OTC} – коэффициент отстройки (принимается равным 1,2);

$I_{НАГР.МАКС}$ – первичный ток нагрузки наиболее нагруженного присоединения, А.

При этом возможные пиковые (кратковременные) значения тока нагрузки не учитываются;

$K_{ТТ_СТОП}$ – коэффициент трансформации ТТ наиболее нагруженного присоединения;

$I_{БАЗ.ДЗОШСТ}$ – базисный ток наиболее нагруженного присоединения, А.

– отстройки от расчетного первичного тока небаланса в режиме, соответствующем началу торможения по формуле:

$$I_{ДО} \geq K_{ОТС} \cdot I_{НБ.ТОРМ.НАЧ.}, \quad (8-6)$$

где $K_{ОТС}$ – коэффициент отстройки, принимается равным 1,2;

$I_{НБ.ТОРМ.НАЧ.}$ – составляющая тока небаланса, обусловленная погрешностью ТТ в режиме соответствующем начальному току торможения (когда полусумма первичных токов присоединений равна току $I_{Т0}$) о.е. Определяется по выражению:

$$I_{НБ.ТОРМ.НАЧ.} = (K_{ОДН} \cdot K_{ПЕР} \cdot \varepsilon + \Delta f_{ВЫР} + \Delta f_{ПТТ}) \cdot I_{Т0}, \quad (8-7)$$

где $K_{ПЕР}$ – коэффициент, учитывающий тока переходной режим. В зависимости от уставки тока начала торможения принимается:

$K_{ПЕР} = 1,3$ при $I_{Т0} = 1,0$ о.е;

$K_{ПЕР} = 1,5 \dots 2,0$ при $I_{Т0} = 2,0$ о.е;

$K_{ОДН} = 1$ – коэффициент однотипности ТТ;

ε - относительное значение полной погрешности ТТ. Рекомендуемое значение 0,1;

$\Delta f_{ВЫР}$ – относительная погрешность выравнивания токов плеч. Данная погрешность определяется погрешностями входных ТТ и аналого-цифровыми преобразователями терминала. Может быть принята $\Delta f_{ВЫР} = 0,02$;

$\Delta f_{ПТТ}$ – относительная погрешность выравнивания внешнего трансформатора или автотрансформатора (АТ-31 или АТ-32), если они используются. Токовая погрешность выравнивания внешних автотрансформаторов АТ-31, АТ-32 не превышает 5% ($\Delta f_{ПТТ} = 0,05$) при подключении цепей защиты к вторичной обмотке выравнивающих автотрансформаторов, по данным завода-изготовителя.

Уставка $I_{ДО}$ должна приниматься не менее 0,2 о.е.

Выбирается наибольшее значение из формул (8-6) и (8-7). Если при этом чувствительность защиты не обеспечивается, то значение $I_{ДО}$ (при $I_{Т0} = 1$ о.е.) уменьшается.

8.3.4. Расчет коэффициента торможения ДЗОш

Коэффициент торможение дифференциальной защиты выбирается из условий:

– отстройка от тока небаланса в переходном режиме внешнего КЗ по формуле:

$$K_{Т} \geq \frac{K_{ОТС} \cdot I_{НБ.РАСЧ.} - I_{ДО}}{I_{ТОРМ.РАСЧ.} - I_{Т0}}, \quad (8-8)$$

где $K_{ОТС}$ – коэффициент отстройки, принимается равным 1,2;

$I_{НБ.РАСЧ}$ – относительное значение максимального расчётного тока небаланса при расчётном внешнем КЗ, протекающий через защиту, от которого защита должна быть отстроена выбором коэффициента торможения, о.е;

$I_{ТОРМ.РАСЧ}$ – относительное значение расчётного тормозного тока в защите при расчётном внешнем КЗ (при проектных расчётах может определяться методом наложения), о.е;

$I_{ДО}$ – значение начального тока срабатывания ДЗОш, о.е;

$I_{Т0}$ – принятое значение тока начала торможения, о.е.

Относительное значение максимального расчётного тока небаланса в режиме внешнего КЗ определяется по выражению:

$$I_{НБ.РАСЧ} = (K_{ОДН} \cdot K_{ПЕР} \cdot \varepsilon + \Delta f_{ВЫР} + \Delta f_{ПТТ}) \cdot I_{К.МАКС}, \quad (8-9)$$

где $K_{ПЕР}$ – коэффициент, учитывающий тока переходной режим, принимается равным 2,0;

$K_{ОДН}$, ε , $\Delta f_{ВЫР}$, $\Delta f_{ПТТ}$ – аналогичны коэффициентам из выражения (8-7);

$I_{К.МАКС}$ – относительное максимальное значение тока внешнего металлического КЗ, о.е.

Приводится к базисному току по выражению:

$$I_{К.МАКС} = \frac{I_{К.МАКС.П}}{K_{ТТ_СТОР} \cdot I_{БАЗ.ДЗОШСТ}}, \quad (8-10)$$

где $I_{К.МАКС.П}$ – первичное максимальное значение тока внешнего металлического КЗ, А;

$I_{ДЗОШСТОР}$ – номинальный первичный ток трансформатора тока с максимальным коэффициентом трансформации, А;

$K_{ТТ_СТОР}$ - коэффициент трансформации главного ТТ соответствующего плеча.
– отстройка от тока небаланса в режиме качаний:

$$K_T \geq \frac{K_{ОТС} \cdot I_{НБ.РАСЧ.КАЧ} - I_{ДО}}{I_{ТОРМ.РАСЧ.КАЧ} - I_{Т0}}, \quad (8-11)$$

где $K_{ОТС}$ – коэффициент отстройки, принимается равным 1,5;

$I_{НБ.РАСЧ.КАЧ}$ – относительное значение максимального расчётного тока небаланса при качаниях, протекающего через защиту, от которого защита должна быть отстроена выбором коэффициента торможения, о.е;

$I_{ТОРМ.РАСЧ.КАЧ}$ – относительное значение расчётного тормозного тока в защите при качаниях (при проектных расчётах может определяться методом наложения), о.е.

Относительное значение максимального расчётного тока небаланса в режиме качаний определяется по выражению:

$$I_{НБ.РАСЧ.КАЧ} = (K_{ОДН} \cdot K_{ПЕР} \cdot \varepsilon + \Delta f_{ВЫР} + \Delta f_{ПТТ}) \cdot I_{КАЧ}, \quad (8-12)$$

где $K_{ПЕР}$ – коэффициент, учитывающий тока переходной режим, принимается равным 1,0;

$K_{ОДН}$, ε , $\Delta f_{ВЫР}$, $\Delta f_{ПТТ}$ – аналогичны коэффициентам из выражения (8-7);

$I_{КАЧ}$ – относительное максимальное значение тока в режиме качаний, о.е.

Приводится к базисному току по выражению:

$$I_{КАЧ} = \frac{I_{КАЧ.П}}{K_{ТТ_СТОР} \cdot I_{БАЗ.ДЗОШСТ}}, \quad (8-13)$$

где $I_{КАЧ.П}$ – первичное максимальное значение тока внешнего металлического КЗ, А;

$I_{ДЗОШСТОР}$ – номинальный первичный ток трансформатора тока с максимальным коэффициентом трансформации, А;

$K_{ТТ_СТОР}$ - коэффициент трансформации главного ТТ соответствующего плеча.

Относительное значение расчётного тормозного тока определяется по выражению:

$$I_{ТОРМ.РАСЧ.КАЧ} = (1 - 0,5 \cdot (K_{ОДН} \cdot K_{ПЕР} \cdot \varepsilon + \Delta f_{ВЫР} + \Delta f_{ПТТ})) \cdot I_{КАЧ}, \quad (8-14)$$

Выбирается наибольшее значение из формул (8-8) и (8-11) с округлением в сторону большего (с учётом дискретности задания коэффициента торможения равной 0,1), чем расчётное значение, но не менее 0,2.

8.3.5. Проверка чувствительности ДЗОш

Проверка чувствительности ДЗОш должна производиться при расчетном виде КЗ на шинах в расчетных по чувствительности режимах работы подстанции и питающей системы с учетом тока нагрузки. Расчетными режимами работы подстанции и питающей системы являются реально возможные режимы, обуславливающие минимальный ток КЗ.

$$K_{\text{ч}} \geq \frac{I'_{\text{К.МИН}}}{I_{\text{С.З}}}, \quad (8-15)$$

где $I'_{\text{К.МИН}}$ – минимальный расчетный приведенный ток короткого замыкания, о.е.;

$I_{\text{С.З}}$ – ток срабатывания защиты, о.е. см. (8-4);

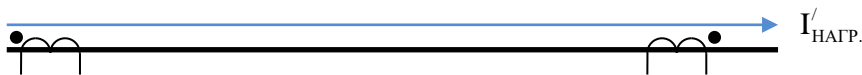
$$I'_{\text{К.МИН}} = \frac{I_{\text{К.МИН}}}{K_{ТТ_СТОР} \cdot I_{БАЗ.ДЗОШСТ}}, \quad (8-16)$$

где $I_{\text{К.МИН}}$ – минимальный расчетный ток короткого замыкания, А;

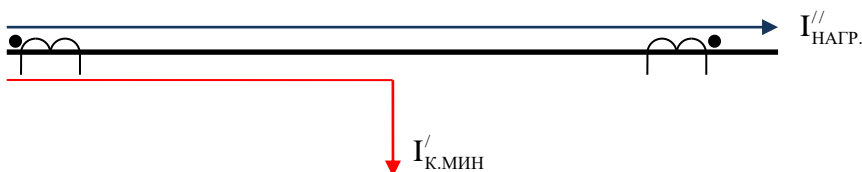
$K_{ТТ_СТОР}$ – коэффициент трансформации ТТ;

$I_{БАЗ.ДЗОШСТ}$ – базисный ток стороны, о.е.

Если, $K_{\text{ч}} < 2$ то осуществляется дополнительная проверка. На рисунке 27 показано распределение токов в нормальном режиме а) и в режиме короткого замыкания б).



а) ток нагрузки протекающий через защищаемые шины (ошиновку), до короткого замыкания;



б) ток нагрузки протекающий через защищаемые шины (ошиновку), при коротком замыкании;

Рисунок 27. Ток нагрузки, протекающий через защищаемые шины

$I'_{\text{НАГР}}$ – приведенный ток нагрузки, протекающий через защиту до короткого замыкания, о.е. Определяется по формуле (8-17);

$I''_{\text{НАГР}}$ – приведенный ток нагрузки, протекающий через защиту при коротком замыкании, о.е.;

$I'_{\text{К.МИН}}$ – минимальный расчетный приведенный ток короткого замыкания, о.е. Определяется по формуле (8-16).

$$I'_{\text{НАГР}} = \left| \sum_{j=1}^{N^-} \frac{I_{Q_J^-}}{I_{\text{БАЗ_Q_J}^-} \cdot K_{\text{ТТ_Q_J}^-}} \right| = \left| \sum_{j=1}^{N^+} \frac{I_{Q_J^+}}{I_{\text{БАЗ_Q_J}^+} \cdot K_{\text{ТТ_Q_J}^+}} \right|, \quad (8-17)$$

где N^+ (N^-) – количество присоединений, токи которых втекают в защиту (вытекают из защиты).

На характеристику срабатывания ДЗОш наносится точка «В» (см. рис. 28 и 29) с координатами, получившимися из (8-2), (8-3) и рисунка 27:

$$I_{\text{Д}} = (I''_{\text{НАГР}} + I'_{\text{К.МИН}}) - I'_{\text{НАГР}} = I'_{\text{К.МИН}}, \quad (8-18)$$

$$I_{\text{ТОРМ.РАСЧ}} = 0,5 \cdot (I''_{\text{НАГР}} + I'_{\text{К.МИН}}) + I'_{\text{НАГР}} = 0,5 \cdot I'_{\text{К.МИН}} + I''_{\text{НАГР}}, \quad (8-19)$$

Проводится прямая, соединяющая точку «В» с точкой на оси абсцисс, координата которой равна току $I'_{\text{НАГР}}$. Точка «А» пересечения прямой с характеристикой срабатывания ДЗОш является точкой, где защита находится на границе срабатывания.

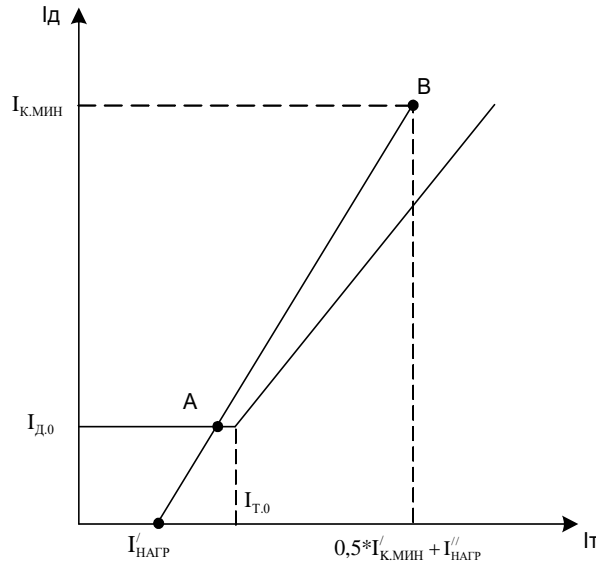


Рисунок 28. Определение чувствительности ДЗО в первом случае

В случае, когда рассматриваемая прямая пересекает характеристику срабатывания в горизонтальной части (как показано на рисунке 28), коэффициент чувствительности определяется по следующему выражению (см. (8-4)):

$$K_{\text{Ч}} = \frac{I'_{\text{К.МИН}}}{I_{\text{Д}0}}, \quad (8-20)$$

где $I_{\text{Д}0}$ – значение начального тока срабатывания ДЗОш, о.е.;

$I'_{к.мин}$ – минимальный расчетный приведенный ток короткого замыкания, о.е.

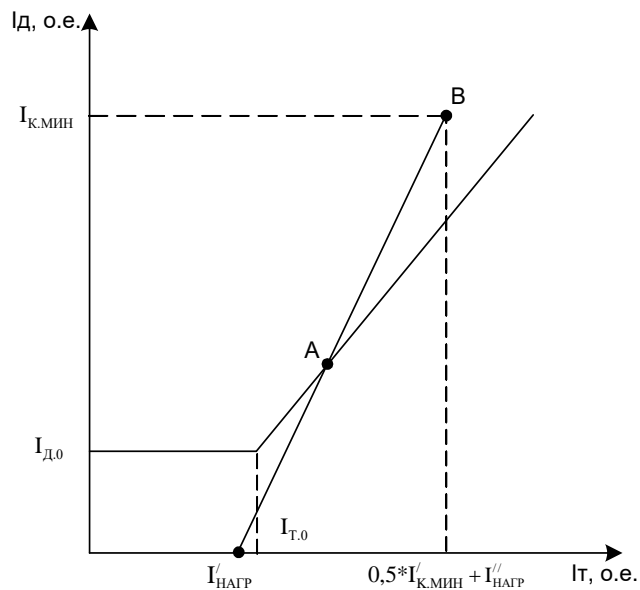


Рисунок 29. Определение чувствительности ДЗО во втором случае

В случае, когда рассматриваемая прямая пересекает характеристику срабатывания в наклонной части (как показано на рисунке 29) коэффициент чувствительности определяется по выражению:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I'_{к.мин} \cdot (1 - 0,5 \cdot K_T) + K_T \cdot (I'_{нагр} - I''_{нагр})}{I_{д0} + K_T \cdot (I'_{нагр} - I_{Т0})}, \quad (8-21)$$

Если полученное значение $K_{\text{ч}} < 2$, то необходимо увеличить значение уставки $I_{Т0}$ и повторить расчет чувствительности.

Для упрощения расчёта коэффициента чувствительности можно принять $I'_{нагр} = 1$ о.е. и $I''_{нагр} = 0$ о.е.

8.3.6. Расчет ПО для контроля обрыва цепей тока ДЗОш

Для выявления неисправности в цепях тока ДЗОш предусмотрены ПО контроля исправности токовых цепей, представляющие собой чувствительные токовые ПО, включенные в цепи дифференциального тока соответствующей фазы.

Для контроля исправности цепей переменного тока дифференциальной защиты предусмотрены дифференциальные ПО контроля тока.

При срабатывании дифференциального ПО контроля тока, осуществляется блокировка работы ДЗОш с самоподхватом.

При необходимости блокирующее действие от ПО контроля тока может быть исключено.

Ток срабатывания выбирается с учетом полной погрешности высоковольтных трансформаторов тока и неточности выравнивания коэффициентов трансформации ТТ в защите.

Ток срабатывания реле контроля обрыва (неисправности) цепей переменного тока выбирается по условию отстройки от тока небаланса максимального рабочего (нагрузочного) режима:

$$I_{CP} = \frac{(K_{НБ} - \Delta f_{ВЫР}) \cdot K_{ОТС} \cdot I_{НАГР.МАКС}}{K_{ТА} \cdot I_{БАЗ}}, \quad (8-22)$$

где $K_{НБ}$ – коэффициент небаланса, принимается равным 0,02;

$\Delta f_{ВЫР}$ – полная относительная погрешность выравнивания, принимается 0,02;

$I_{НАГР.МАКС}$ – первичный ток нагрузки наиболее мощного присоединения для ошиновок;

$K_{ТА}$ – коэффициент трансформации трансформатора со стороны наиболее мощного присоединения для защиты шин и ошиновок;

$I_{БАЗ}$ – базисный ток присоединения. В проектных расчетах можно принимать минимальное значение – 0,04. В условиях эксплуатации может потребоваться увеличение тока срабатывания с учетом реального значения тока небаланса.



Уставка ПО контроля обрыва цепей тока ДЗОш не должна превышать значение уставок тока срабатывания ДЗОш (I_{D0})

8.4. Выбор уставок времени ДЗОш

8.4.1. Расчет времени срабатывания ДЗОш DT1_ДЗОш, DT3_ДЗОш

Данная выдержка вводится, если возникают режимы резкого исчезновения апериодической составляющей тока, что может привести к ложному срабатыванию ДЗОш. Рекомендуемое значение 30 мс.

8.4.2. Расчет времени срабатывания контроля обрыва цепей тока DT2_ДЗОш, DT4_ДЗОш

Реле контроля тока с выдержкой времени задержки на срабатывание (t_{CP}), действует на сигнал и на блокировку ДЗО с самоудерживанием и ручным возвратом. Рекомендуемое значение времени срабатывания равно 10,00 с.

8.5. Логика работы ДЗОш

8.5.1. Программные накладки XB1_ДЗОш и XB4_ДЗОш

XB1_ДЗОш, XB4_ДЗОш позволяет программно вывести из работы ДЗОш

8.5.2. Программные накладки XB2_ДЗОш и XB5_ДЗОш

XB2_ДЗОш и XB5_ДЗОш выводят чувствительные ПО ДЗОш №1, №2 при обрыве цепей тока.

8.5.3. Программные накладки XB3_ДЗОш и XB6_ДЗОш

XB3_ДЗОш и XB6_ДЗОш вводят подхват блокировки ДЗОш №1, №2 соответственно при обрыве токовых цепей. Вывод блокировки можно осуществить ключом или через дискретный вход.

9. Выбор уставок УРОВ

Устройство резервирования при отказе выключателя предназначено для отключения смежных с реактором элементов (линия, шины) при повреждении реактора и отказе в отключении его выключателя. Действие УРОВ осуществляется при пуске от защит реактора с контролем наличия минимального тока в его цепи на отключение.

9.1. Расчет ПО УРОВ

Рекомендуется уставка по току на 10 % ниже минимального тока повреждения, при котором УРОВ должен работать. Значение срабатывания не должно быть задано слишком низким, иначе, в условиях отключения очень высокого тока, переходный процесс во вторичных цепях ТТ может привести к увеличению времени возврата УРОВ [1].

$$I \leq \frac{I_{P3.MIN}}{K_{\text{ч}}} = 0,9 \cdot I_{P3.MIN}, \quad (9-1)$$

где $I_{P3.MIN}$ – минимальный ток, протекающий в месте подключения токовых цепей функции УРОВ при КЗ в зоне чувствительности защит реактора, действующих на отключение УШР с пуском УРОВ;

$K_{\text{ч}}=1,1$ – коэффициент чувствительности УРОВ.

Примечание. Особенно важно обеспечить чувствительность токового контроля УРОВ к минимальному току КЗ на стороне НН УШР (линейные выводы КО), учитывая высокие (как правило) коэффициенты трансформации ТТ в цепи выключателей на стороне ВН. Если такая чувствительность не обеспечивается, рекомендуется выполнить дополнительное действие резервных защит на стороне НН на отключение смежных присоединений на стороне ВН УШР (шины).

По опыту эксплуатации рекомендуемая уставка:

$$I = (0,05 \div 0,1) \cdot I_{\text{НОМ}}, \quad (9-2)$$

где $I_{\text{НОМ}}$ – номинальный ток стороны, А.

9.2. Расчет выдержки времени УРОВ

Выдержка времени УРОВ должна учитывать максимальное время отключения выключателя, время возврата органа контроля протекания тока и время запаса, которое учитывает погрешность органа выдержки времени. Т.о., выдержка времени УРОВ определяется по выражению:

$$T_{\text{УРОВ}} \geq T_{\text{ОВ}} + T_{\text{РТ}} + \Delta T_{\text{ЗАП}}, \quad (9-3)$$

где $T_{\text{ОВ}}$ - максимальное время отключения выключателя, которое определяется типом выключателя (ориентировочно это время составляет $(0,03 \div 0,06)$ с для исправного выключателя);

$T_{\text{РТ}}$ - время возврата органа контроля протекания тока, принимается равным 0,02 с;

$\Delta T_{\text{ЗАП}}$ - время запаса, принимается равным 0,05 с.

Первая (минимальная) выдержка времени на повторноеотключение выключателя может составлять:

$$T_{УРОВ1} \geq (0,1 \div 0,15) \text{ с.} \quad (9-4)$$

Примечание. Не исключается также применение традиционного действия УРОВ на повторное отключение без выдержки времени.

Соответственно, вторая или единственная выдержка времени УРОВ на отключение смежных присоединений принимается (по опыту эксплуатации, с учетом ступени селективности):

$$T_{УРОВ2} \geq (0,25 \div 0,3) \text{ с.} \quad (9-5)$$

9.3. Логика работы УРОВ

ХВ1_УРОВ позволяет программно вывести из работы УРОВ.

ХВ2_УРОВ вводит режим «автоматическая проверка исправности выключателя» (УРОВ "на себя"), выполняющий действие без выдержки времени на отключение резервируемого выключателя по цепям отключения от УРОВ для случаев, когда прямое действие на отключение выключателя от защит не происходит из-за обрывов в этих цепях.

ХВ3_УРОВ режим «дублированный пуск», предполагающий одновременно с приёмом сигнала пуска УРОВ контроль сброса дискретного входа КЭС (РПВ), который шунтируется выходным реле защиты, действующим на отключение выключателя. Рекомендуется тщательный анализ возможности использования дублированного пуска при включении новых защит, замене выключателя на ОБ и других действиях, связанных с коммутациями в цепи контакта РПО.

10. Выбор уставок ЗНР

Защита неполнофазного режима ЗНР включается на ТТ линейных выводов СО. ЗНР выполняется с контролем тока $3I_0$ и с пуском от защиты непереключения фаз выключателя УШР. ЗНР обеспечивает ликвидацию неполнофазного режима включения УШР в сеть при отказе включения/отключения одной или двух фаз выключателя. Защита действует на отключение шин или линии.

10.1. Расчет ПО ЗНР

Ток срабатывания защиты выбирается по отстройке от небаланса измерения тока $3I_0$ на трехфазной группе ТТ по выражению:

$$I_{СЗ} = K_{ОТС} \cdot (K_{ОДН} \cdot K_{ПЕР} \cdot \varepsilon + I_{НСМ}^*) \cdot I_{РАБ.МАКС}, \quad (10-1)$$

где $K_{ОТС} = 1,5$ - коэффициент отстройки;

$K_{ОДН} = 0,5$ - коэффициент однородности для трехфазной группы однотипных ТТ;

$K_{ПЕР} = 1$ - коэффициент учета переходного режима, для $t_{сз} > 1 \text{ с}$;

ε - относительное значение полной погрешности ТТ;

$I_{НСМ}^*$ - ток несимметрии токов фаз реактора, вызванный отличием сопротивления фаз реактора и небалансом напряжения фаз сети;

$I_{РАБ.МАКС}$ - максимальный рабочий ток УШР с учетом повышения напряжения сети.

$$I_{НСМ}^* = I_{НБ.УШР}^* + I_{НБ.С}^*, \quad (10-2)$$

где $I_{НБ.УШР}^*$ - разница сопротивлений фаз УШР, указывается в паспортных данных;

$I_{НБ.С}^*$ - небаланс напряжения нулевой последовательности в нормальном установившемся режиме работы сети (задается требованиями качества электроэнергии).

10.2. Расчет выдержки времени ЗНР

10.2.1. Расчет времени срабатывания DT1_ЗНР

Если на вход «ЗНФ» приходит сигнал со сборки блок-контактов, то DT1_ЗНР «Задержка на срабатывание ЗНФ» зависит от типа выключателя и отстраивается от разновременности включения фаз выключателя с учетом времени запаса (узнать либо из паспорта на выключатель, либо практически из опыта). Выдержка времени защиты ЗНФ составляет обычно 0,2–0,3 с.

Если на вход «ЗНФ» приходит сигнал «Срабатывание ЗНФ», то DT1_ЗНР выставляется 0 с.

10.2.2. Расчет времени срабатывания DT2_ЗНР

DT2_ЗНР «Время блокировки ЗНФ в цикле ОАПВ» используется для блокировки ЗНФ после подачи команды на включение от ОАПВ и может быть принята равной времени включения выключателя:

$$DT2_ЗНР = T_{ВВ}, \quad (10-3)$$

где $T_{ВВ}$ - время включения выключателя, с.

10.2.3. Расчет времени срабатывания DT3_ЗНР, DT4_ЗНР

Выдержка времени DT3_ЗНР, DT4_ЗНР выбирается на 0,3 сек большей, чем выдержка времени ЗНФ.

Из практического опыта время ЗНФР составляет:

для воздушного и элегазового выключателя 0,25-0,35 с;

для масляного – 0,4-0,5 с.

10.3. Логика работы ЗНР

10.3.1. Программная накладка XB1_ЗНР

XB1_ЗНР позволяет программно вывести из работы ЗНР.

10.3.2. Программная накладка XB2_ЗНР

XB2_ЗНР «Контроль РПО В3» вводится в работу в полуторной схеме для выключателя «1», см. рисунок Рисунок 30. Выключатель «2» включен, «3» - отключен. «Присоединение 1», «Присоединение 2» питается от шин рассматриваемой подстанции. При включение выключателя «1» происходит неполнофазное включение. При этом для срабатывания ЗНР контроль РПО «2» недостаточно для срабатывания, так как выключатель «2» включен.



Рисунок 30. Полуторная схема

Если УШР подключен через один выключатель и нет необходимости в контроле РПО соседних выключателей, то в разделе конфигурирования можно на данные входа сразу задать логическую «1».

11. Выбор уставок ТЗНП ЛВ

Защита предназначена для резервирования действия быстродействующих защит при КЗ на землю в СО. Токовая защита нулевой последовательности на стороне ЛВ в качестве расчетного использует утроенный ток нулевой последовательности $3I_0$, полученный суммированием фазных токов стороны ЛВ.

11.1. Расчет ПО ТЗНП ЛВ

Ток срабатывания ТЗНП на стороне высоковольтных вводов СО выбирается по условию отстройки от максимального $3I_0$ при включении реактора под напряжение и в возможных неполнофазных режимах работы шин, или при включении реактора под напряжение и в цикле ОАПВ линии, к которым подключен реактор.

$$I_{C3} = K_{OTC} \cdot K_{ПЕР} \cdot K_{П} \cdot I_{НОМ.Р}, \quad (11-1)$$

где $K_{OTC}=1,3$ коэффициент отстройки;

$K_{ПЕР}=1$ - коэффициент, учитывающий увеличение тока небаланса в переходном режиме;

$K_{П}=1,5 \div 2$ - коэффициент допустимой перегрузки СО реактора;

$I_{НОМ.Р}$ - номинальный ток реактора.

В связи с тем, что УШР одновременно является понижающим трансформатором и его сопротивление короткого замыкания отличается от сопротивления СО номинального нагрузочного режима в меньшую сторону (соответственно величине $U_{кз.ВН-НН}$ УШР), для ТЗНП дополнительно проверяется условие отстройки тока срабатывания от максимального тока нулевой последовательности, протекающего в нейтрали СО при близких внешних КЗ на землю на шинах или в сети ВН присоединенных смежных линий (который может превышать указанный выше ток несимметрии в нагрузочных режимах), по следующему выражению:

$$I_{C3} \geq K_{OTC} \cdot 3 \cdot I_{ОМАКС.Н}, \quad (11-2)$$

где $K_{OTC}=1,3$ коэффициент отстройки;

$I_{0\text{МАКС.Н}}$ - максимальный ток нулевой последовательности в нейтрали СО при близких внешних КЗ на землю.

11.2. Расчет выдержки времени I ступени ТЗНП ЛВ

Выдержка времени DT1_ТЗНП ЛВ на отключение и пуск УРОВ УШР:

$$DT1_ТЗНП_ЛВ=0,3\pm 0,4 \text{ с}, \quad (11-3)$$

11.3. Расчет второй ступени ТЗНП ЛВ

Вторая ступень ТЗНП ЛВ используется с идентичной уставкой по току и с большей (ступень селективности) выдержкой времени с действием на отключение смежных присоединений реактора (линии, шины).

12. Выбор уставок ТЗНП НВ

ТЗНП НВ использует расчетное значение тока $3I_0$, полученное суммированием фазных токов стороны НВ.

12.1. Расчет ПО ТЗНП НВ

Ток срабатывания ТЗНП на стороне нейтрали СОР выбирается по условию обеспечения максимальной чувствительности к КЗ на землю на стороне нейтрали СОР, в конце зоны защиты. Время срабатывания защиты должно быть согласовано с временем действия резервных защит смежных присоединений в сети ВН:

$$I_{C3} \geq \frac{I_{НОМ}}{K_{\text{ч}}} = 0,65 \cdot I_{НОМ}, \quad (12-1)$$

где $I_{НОМ}$ - номинальный ток реактора;

$K_{\text{ч}}=1.5$ - коэффициент чувствительности.

12.2. Расчет выдержек времени ТЗНП НВ DT1_ТЗНП НВ

DT1_ТЗНП НВ выдержка времени на отключение выключателя реактора:

$$DT1_ТЗНП_НВ=T_{C3.CM.PP}+T_{\text{зап}}, \quad (12-2)$$

где $T_{C3.CM.PP}$ - максимальная выдержка времени тех ступеней ТЗНП смежных присоединений в сети ВН реактора, в зоне действия которых не обеспечивается отстройка (не действие) указанной функции ТЗНП реактора;

$T_{\text{зап}}$ - (0,3 – 0,4) – время запаса (ступень селективности), с;

12.3. Расчет второй ступени ТЗНП НВ

Вторая ступень ТЗНП НВ используется с идентичной уставкой по току и с большей (ступень селективности) выдержкой времени с действием на отключение смежных присоединений реактора (линия, шины).

12.4. Логика работы ТЗНП НВ

12.4.1. Программная накладка XB1_ТЗНП НВ

XB1_ТЗНП НВ позволяет программно вывести из работы ТЗНП НВ

13. Выбор уставок ТЗОП ЛВ

Защита предназначена для резервирования действия быстродействующих защит при несимметричных КЗ в реакторе. Функция защиты использует измерения фазных трансформаторов тока на стороне высоковольтных вводов СО.

13.1. Расчет ПО ТЗОП ЛВ

Ток срабатывания ТЗОП ЛВ выбирается по условию отстройки от тока небаланса в реакторе при нарушении симметрии напряжений в сети ВН:

$$I_{C3} \geq (0,1 \div 0,2) \cdot K_{П} \cdot I_{НОМ} = (0,15 \div 0,4) \cdot I_{НОМ}, \quad (13-1)$$

где $I_{НОМ}$ - номинальный ток реактора, А;

$K_{П} = 1,5 \div 2$ - коэффициент допустимой перегрузки (уточняется по паспортным данным).

13.2. Расчет выдержек времени DT1_ТЗОП ЛВ

$$DT1_ТЗОП_ЛВ = T_{C3.CM.ПР} + T_{ЗАП}, \quad (13-2)$$

где $T_{C3.CM.ПР}$ - максимальная выдержка времени резервных защит смежных присоединений в сети ВН;

$T_{ЗАП}$ - (0,3 – 0,4) – время запаса (степень селективности), с;

13.3. Проверка чувствительности ТЗОП ЛВ

Коэффициент чувствительности ТЗОП на стороне высоковольтных вводов реактора определяется при металлических КЗ по выражению:

$$K_{Ч} = \frac{I_{2КЗ.МИН}}{I_{C3}} \geq 1,5, \quad (13-3)$$

где $I_{2КЗ.МИН}$ - минимальный ток обратной последовательности при кз в двух фазах на ошиновке ВН, А;

I_{C3} – ток срабатывания защиты, А.

13.4. Логика работы ТЗОП ЛВ

XB1_ ТЗОП ЛВ позволяет программно вывести из работы ТЗОП ЛВ.

14. Выбор уставок ТЗОП КО

Защита предназначена для резервирования действия быстродействующих защит при несимметричных КЗ в реакторе, включая собственно КОР (междуфазные КЗ) и ошиновку линейных выводов КОР с отходящими присоединениями, а также, с учетом чувствительности данной защиты, обмотку управления УШР [5].

14.1. Расчет ПО ТЗОП КО

Ток и время срабатывания ТЗОП КОР выбираются по условию согласования с защитами предыдущих элементов (выпрямительных преобразователей ТМП):

$$I_{C3} = K_{ОТС} \cdot I_{C3.ПРЕД.ТЗОП}, \quad A \quad (14-1)$$

где $K_{ОТС} = 1,5$ – коэффициент согласования (с учетом несимметрии в нагрузочных режимах питающей сети ВН);

$I_{C3.ПРЕД.ТЗОП}$ – уставка по току срабатывания ТЗОП предыдущего элемента.

14.2. Расчет выдержек времени ТЗОП КО

Выдержка времени I ступени ТЗОП КО с действием на отключение выключателей ТМП:

$$T_{СЗ.I} = T_{СЗ.ПРЕД.ТЗ} + T_{ЗАП}, \text{ с} \quad (14-2)$$

где $T_{СЗ.ПРЕД.ТЗ}$ – максимальная уставка по времени срабатывания токовых защит предыдущих элементов (выпрямительных преобразователей ТМП);

$T_{ЗАП} = (0,3 \div 0,4)$ с – время запаса (ступень селективности).

Выдержка времени II ступени ТЗОП КО с действием на отключение выключателей УШР:

$$T_{СЗ.II} = T_{СЗ.I} + T_{ЗАП}, \text{ с} \quad (14-3)$$

14.3. Логика работы ТЗОП КО

ХВ1_ ТЗОП КО позволяет программно вывести из работы ТЗОП КО.

ХВ2_ ТЗОП КО, ХВ3_ ТЗОП КО в положение предусмотрена блокирует работу ТЗОП КО при однофазном или близком кз на стороне СО реактора.

ХВ4_ ТЗОП КО, ХВ5_ ТЗОП КО в положение предусмотрена блокирует работу ТЗОП КО при включение выключателя реактора.

ХВ6_ ТЗОП КО в положение предусмотрено разрешает I ступени ТЗОП КО действовать на отключение реактора.

15. Выбор уставок защиты от перегрузки (ЗП)

15.1. Расчет ПО ЗП

Ток срабатывания ЗП вводов для реактора определяется по выражению:

$$I_{С.З.ЗП.СТОР} = K_{ПП.ЗП.СТОР} \cdot \frac{I_{НОМ.СТОР}}{K_{ТТ.СТОР}} \cdot \frac{K_{ОТС}}{K_{В}}, \text{ А} \quad (15-1)$$

где $K_{ОТС}$ – коэффициент отстройки ЗП, который принимается 1,05;

$K_{В}$ – коэффициент возврата, который принимается 0,9;












$I_{НОМ.СТОР}$ – первичный номинальный ток стороны реактора, где установлена защита.






Если силовая обмотка, выбрана «звезда» (**Общая логика\ Параметры защищаемого объекта**), то в формуле фазная величина, для выбранной в «треугольник» - разность фазных токов;

$K_{ТТ.СТОР}$ – коэффициент трансформации ТТ соответствующей стороны;

$K_{ПП.ЗП.СТОР}$ – поправочный коэффициент учитываемый при расчете уставок ЗП во вторичной величине соответствующей стороны из таблицы 15-1.

Таблица 15-1 Определение поправочного коэффициента ЗП, АО

Схема соединения силовой обмотки	Установка ТТ	Схема соединения вторичной обмотки ТТ	$I_{НОМ.СТОР}$	$K_{пп.зп.стор}$ $K_{пп.ао.стор}$
			фазный ток*	1
				$\sqrt{3}$
			разность** фазных токов	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
				1
				1
				-

 - ТТ установлены на фазные обмотки соединенные в «звезду»;
 - ТТ установлены снаружи «треугольника»;  - ТТ установлены внутри «треугольника»;
 - «треугольник»;  - «звезда»

*под фазным током понимаются токи, протекающие по фазам силовой обмотки. ТТ_{лв} установлен на фазные обмотки, соединенные в «звезду», ТТ_{ко} - внутри «треугольника» (см. рисунок 31).

**под разностью фазных токов понимается ток, протекающий на вводах «треугольника». ТТ_{нн} установлен на вводах треугольника (см. рисунок 31).

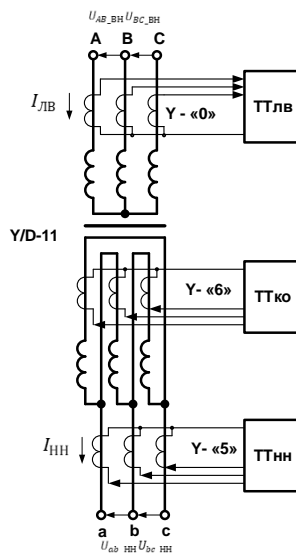


Рисунок 31. Пояснение к таблице 15-1

15.2. Расчет выдержки времени DT1_ЗП

Время срабатывания защиты DT1_ЗП «Задержка на срабатывание ЗП» необходимо отстраивать от режимов кратковременных перегрузок и можно принимать без расчета из диапазона от 9,00 до 10,00 с.

15.3. Логика работы ЗП

XB1_ЗП в положение предусмотрена вводит защиту от перегрузки со стороны СО.

XB2_ЗП в положение предусмотрена вводит защиту от перегрузки со стороны ВО1.

XB3_ЗП в положение предусмотрена вводит защиту от перегрузки со стороны ВО2/КО/НН.

16. Выбор уставок автоматики охлаждения (АО)

Выбор параметров срабатывания ПО тока и выдержек времени функции автоматики охлаждения (АО) необходимо производить в соответствии с требованиями завода-изготовителя.

16.1. Расчет ПО АО

Ток срабатывания АО определяется по выражению:

$$I_{\text{АО_ВВОД}} = K_{\text{УСТ}} \cdot K_{\text{ПП.АО.СТОП}} \cdot \frac{I_{\text{НОМ_ВВОД}}}{K_{\text{ТТ_СТОП}}} \cdot \frac{K_{\text{ОТС}}}{K_{\text{В}}}, \quad (16-1)$$

где $K_{\text{ОТС}}$ – коэффициент отстройки АО, принимается равным 1,05;

$K_{\text{В}}$ – коэффициент возврата токового ПО для АО, принимается равным 0,9;

$K_{\text{ТТ_СТОП}}$ – коэффициент трансформации ТТ соответствующего ввода обмотки Т;

$I_{\text{НОМ_ВВОД}}$ – номинальный первичный ток обмотки соответствующего ввода Т;

$K_{\text{УСТ}}$ – коэффициент уставки срабатывания: для АО I ступени $K_{\text{УСТ}}=0,4$, для АО II ступени – 0,8. Значения из ГОСТ 11677-85 «Трансформаторы силовые. Общие технические условия» п. 3.6.3.3. для систем охлаждения видов ДЦ и НДЦ. Для систем охлаждения вида Д $K_{\text{УСТ}}$ АО I ступени принимается равным 1,05 [3]. Для АО III ступени $K_{\text{УСТ}}=1$.

$K_{\text{ПП.АО.СТОП}}$ – поправочный коэффициент учитываемый при расчете уставок АО во вторичной величине соответствующей стороны из таблицы 15-1.

16.2. Логика работы АО

XB1_АО в положение предусмотрена вводит контроль по току АО стороны СО.

XB2_АО в положение предусмотрена вводит контроль по току АО стороны ВО1.

XB3_АО в положение предусмотрена вводит контроль по току АО стороны ВО2/КО/НН.

17. Выбор уставок защиты от потери охлаждения (ЗПО)

Ввиду различного вида охлаждения при расчете уставок срабатывания токовых ПО, выборе температуры масла и определения времени срабатывания для запуска ЗПО необходимо руководствоваться эксплуатационной документацией на конкретный реактор, а также литературой [4].

Первая и вторая ступени действуют от внешнего сигнала отказа системы охлаждения, от токовых ПО (контролирующих уровень нагрузки) и температуры масла. Третья ступень действует от внешнего сигнала отказа системы охлаждения.

1 ст. ЗПО действует при отказе системы охлаждения, и от максимального ПО тока, контролирующего уровень нагрузки. Для ПО 1 ст. ЗПО предусмотрен конфигурируемый

дискретный вход «ПО тока ЗПО I ступень». В качестве ПО тока ЗПО 1 ст. может служить ПО тока АО III ступени, также допустимо использование внешнего реле тока (РТ).

2 ст. ЗПО действует при отказе системы охлаждения. Для ПО 2 ст. ЗПО предусмотрен конфигурируемый дискретный вход «ПО тока ЗПО II ступень». В качестве ПО тока ЗПО II ступени может служить ПО тока АО II или III ступени, также допустимо использование РТ.

3 ст. ЗПО действует при отказе системы охлаждения.

17.1. Расчет выдержек времени ЗПО

Время срабатывания 1 ст. ЗПО задается с помощью уставки – DT1_ЗПО «Задержка на срабатывание ЗПО I ступень» выбирается 10 мин согласно [4].

Время срабатывания 2 ст. ЗПО задается с помощью уставки – DT2_ЗПО «Задержка на срабатывание ЗПО II ступень» выбирается 30 мин согласно [4].

Время срабатывания 3 ст. ЗПО задается с помощью уставки – DT3_ЗПО «Задержка на срабатывание ЗПО III ступень» выбирается 60 мин согласно [4].

17.2. Логика работы ЗПО

ХВ1_ЗПО «Действие ЗПО на отключение» в положение «не предусмотрено» позволяет вывести действие ЗПО на отключение реактора.

ХВ2_ЗПО «Контроль температуры для ЗПО I(II) ст.» в положение «предусмотрено» вводит контроль от «Срабатывание ТЗ температура масла УШР сигн.ст.».

ХВ3_ЗПО «Контроль температуры при потере дутья». Если накладка в положение «предусмотрен» и появляется сигнал «Срабатывание ТЗ температура масла УШР сигн.ст.», то формируется сигнал «Срабатывание ЗПО» и действие в логику отключения УШР (при ХВ1_ЗПО «предусмотрено») без выдержки времени.

ХВ4_ЗПО «Действие ЗПО I ст. (с контролем нагрузки)» в положение «не предусмотрено» выводит I ступень ЗПО.

ХВ5_ЗПО «Действие ЗПО II ст. (с контролем нагрузки)» в положение «не предусмотрено» выводит II ступень ЗПО.

ХВ6_ЗПО «Контроль нагрузки для ЗПО II ступени» в положение «не предусмотрен» выводит ПО II ступени ЗПО. В этом случае работа данной ступени происходит по сигналу «Отказ системы охлаждения».

ХВ7_ЗПО «Действие ЗПО III ст. (при потере дутья)». Если положение накладки «предусмотрено», то при появлении сигнала «Отказ системы охлаждения» формируется сигнал «Срабатывание ЗПО» и действие в логику отключения УШР (при ХВ1_ЗПО «предусмотрено») через выдержку времени DT3_ЗПО.

18. Выбор уставок МТЗ ЛВ

Защита предназначена для резервирования действия быстродействующих защит при КЗ в СО [1].

18.1. Расчет ПО МТЗ ЛВ

Ток срабатывания МТЗ ЛВ выбирается по условию отстройки от возможных перегрузок реактора по току в симметричных режимах:

$$I_{сз} = K_{отс} \cdot K_{п} \cdot I_{ном.р} = (2 \div 2,6) \cdot I_{ном.р}, \quad (18-1)$$

где $K_{отс} = 1,3$ - коэффициент отстройки;

$K_{п} = 1,5 \div 2$ – коэффициент допустимой перегрузки УШР (уточняется по заводским данным реактора);

$I_{ном.р}$ – номинальный ток реактора со стороны ЛВ, А.

18.2. Расчет выдержки времени МТЗ ЛВ

Выдержка времени отстраивается от времени срабатывания МТЗ ТМП:

$$DT_{\text{МТЗ ЛВ}} = T_{\text{пред.тз}} + T_{\text{зап}}, \quad (18-2)$$

где $T_{\text{пред.тз}}$ - уставка по времени срабатывания токовых защит предыдущих элементов (МТЗ ТМП);

$T_{\text{зап}}$ - (0,3 – 0,4) – время запаса (степень селективности), с.

18.3. Логика работы МТЗ ЛВ

ХВ1_ МТЗ ЛВ позволяет программно вывести из работы МТЗ ЛВ.

18.4. Проверка чувствительности МТЗ ЛВ

Коэффициент чувствительности МТЗ на стороне высоковольтных вводов реактора определяется при металлических КЗ по выражению:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{кз.мин}}}{I_{\text{сз}}} \geq 1,5, \quad (18-3)$$

где $I_{\text{кз.мин}}$ – минимальный (по режиму) ток КЗ в трех фазах на ошиновке с высокой стороны реактора;

$I_{\text{кз.мин}}$ – ток срабатывания защиты.

19. Выбор уставок МТЗ ОУ

19.1. ПО МТЗ ОУ

Ток срабатывания однофазной МТЗ ОУ выбирается по условию отстройки от первичного тока небаланса в цепи контура заземления ОУ, который в нормальном режиме (по сведениям изготовителя) не превышают нескольких ампер, а при коммутациях увеличивается на непродолжительное время. С учетом этих данных (проверяемых при пуско-наладочных работах по включению реактора), уставка МТЗ может составлять (20 ÷ 30) А с временем срабатывания около 0,2 с, что определяет высокую чувствительность и эффективность данной защиты ОУ от замыканий на корпус [1]:

$$I_{сз} \geq (20 \div 30) \text{ А}. \quad (19-1)$$

19.2. Выдержка времени МТЗ ОУ

Выдержка времени с действием на отключение и пуск УРОВ выключателей УШР и отключение ТМП:

$$DT_MT3\ OY = 0,2\ с. \quad (19-2)$$

19.3. Логика работы МТЗ ОУ

XB1_ МТЗ ОУ позволяет программно вывести из работы МТЗ ОУ.

20. Выбор уставок МТЗ НН

Защита предназначена для резервирования действия быстродействующей защиты ошиновки НН УШР и МТЗ ТМП.

20.1. Расчет ПО МТЗ НН

ПО реагирует на линейные величины основной гармоники. Защита подключена на трансформаторы тока, подключенные на линейные выводы КО [5].

Ток срабатывания МТЗ НН выбирается по условию согласования с защитами ТМП:

$$I_{MT3_HH\ 1CT} = K_{OTC} \cdot (I_{C3.PRED.n} + \sum I_{PAB.MAKC(N-n)}) \cdot K_{CX}, \quad (20-1)$$

где $K_{OTC}=1,3$ – коэффициент отстройки;

$I_{C3.PRED.n}$ – ток срабатывания МТЗ (присоединение n) с которой производится согласование (как правило имеющий наибольшее значение для всех МТЗ питаемых присоединений);

$\sum I_{PAB.MAKC(N-n)}$ – геометрическая сумма максимальных токов нагрузки питаемых присоединений, исключая нагрузку присоединения с МТЗ которого производится согласование;

$K_{CX}=1$ – коэффициент схемы, учитывающий схему силовой обмотки и схему подключения ТТ.

20.2. Расчет выдержек времени МТЗ НН

Расчет выдержки времени с действием на отключение выключателей ТМП выбирается по условию согласования с защитами предыдущих элементов :

$$DT_MT3\ HH = T_{ПРЕД.ТЗ} + T_{ЗАП}, \quad (20-2)$$

где $T_{ПРЕД.ТЗ}$ – уставка по времени срабатывания токовых защит предыдущих элементов (МТЗ ТМП);

$T_{ЗАП}$ – (0,3 – 0,4) – время запаса (степень селективности), с.

Вторая ступень МТЗ НН используется с идентичной уставкой по току и с большей (степень селективности) выдержкой времени с действием на отключение УШР.

20.3. Логика работы МТЗ НН

XB1_ МТЗ НН позволяет программно вывести из работы МТЗ НН.

XB2_ МТЗ НН в положение предусмотрено разрешает I ступени МТЗ НН действовать на отключение реактора.

21. Выбор уставок МТЗ КО (используется для УШРП)

МТЗ КО предназначена для резервирования действия быстродействующих защит при КЗ в реакторе, включая собственно КО (междуфазные и витковые КЗ) и ошиновку линейных выводов КО с отходящими присоединениями.

21.1. Расчет ПО МТЗ КО

Пусковой орган МТЗ КО реагирует на полные токи основной гармоники. Защита подключена на ТТ установленные в «треугольнике» [5].

Ток срабатывания МТЗ КО выбирается по условию согласования с защитами ТМП:

$$I_{\text{МТЗ_КО 1СТ}} = K_{\text{ОТС}} \cdot (I_{\text{СЗ.ПРЕД.н}} + \sum I_{\text{РАБ.МАКС(N-n)}}) \cdot K_{\text{СХ}}, \quad (21-1)$$

где $K_{\text{ОТС}} = 1.3$ – коэффициент отстройки;

$I_{\text{СЗ.ПРЕД.н}}$ – ток срабатывания МТЗ (присоединение n) с которой производится согласование (как правило имеющий наибольшее значение для всех МТЗ питаемых присоединений);

$\sum I_{\text{РАБ.МАКС(N-n)}$ – геометрическая сумма максимальных токов нагрузки питаемых присоединений, исключая нагрузку присоединения с МТЗ которого производится согласование;

$K_{\text{СХ}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$ – коэффициент схемы, учитывающий схему силовой обмотки и схему подключения ТТ.

Дополнительным условием выбора тока срабатывания МТЗ КО, является отстройка от максимального тока небаланса нулевой последовательности в замкнутом контуре КО (и, соответственно, во вторичных обмотках фазных ТТ, подключенных к защите) обусловленного несимметрией напряжений сети ВН УШР в тяжелых нагрузочных режимах энергосистемы:

$$I_{\text{МТЗ_КО 1СТ}} = K_{\text{СХ}} \cdot K_{\text{ОТС}} \cdot I_{\text{НБ.РАСЧ}}, \quad (21-2)$$

где $K_{\text{СХ}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$ – коэффициент схемы, учитывающий схему силовой обмотки и схему подключения ТТ;

$K_{\text{ОТС}} = 1,5 \div 2$ – коэффициент отстройки;

$I_{\text{НБ.РАСЧ}}$ – расчетный ток небаланса нулевой последовательности в фазах КОР (с учетом приведения токов к напряжению соответствующей стороны), рассчитываемый по формуле:

$$I_{\text{НБ.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{НЕС}} \cdot I_{\text{НОМ}} \cdot K_{\text{ТТ}}}{3} \quad (21-3)$$

где $K_{\text{НЕС}} = 0,1$ – коэффициент несимметрии нулевой последовательности в предельных нагрузочных режимах энергосистемы;

$I_{\text{НОМ.УШР}}$ – номинальный ток сетевой обмотки, А;

$K_{\text{ТТ}}$ – коэффициент трансформации.

21.2. Расчет выдержек времени МТЗ КО

Выдержка времени первой ступени МТЗ КО с действием на отключение выключателей ТМП выбирается по следующим условиям:

1. Согласования с защитами предыдущих элементов (МТЗ ТМП)

$$DT1_MT3\ KO = T_{ПРЕД.ТЗ} + T_{ЗАП}, \quad (21-4)$$

где $T_{ПРЕД.ТЗ}$ - уставка по времени срабатывания токовых защит предыдущих элементов (МТЗ ТМП);

$T_{ЗАП}$ - (0,3 – 0,4) – время запаса (ступень селективности), с;

2. Согласования по времени с вышестоящими защитами, срабатывающими на однофазное КЗ. Например, ТЗНП ЛВ. При внешнем однофазном коротком замыкании на высокой стороне или однофазном КЗ в СО в КО появятся токи нулевой последовательности, на которые МТЗ КО не должно срабатывать. Для уменьшения данной выдержки можно накладкой ХВ2_МТЗ КО ввести блокировку по $I_{0\ CO}$, равную уставкам ПО вторых ступеней ТЗНП ЛВ или ТЗНП НВ:

$$DT1_MT3\ KO = T_{ВЫШ.ТЗ} + T_{ЗАП},$$

где $T_{ВЫШ.ТЗ}$ - уставка по времени срабатывания вышестоящих токовых защит, например ТЗНП ЛВ;

$T_{ЗАП}$ - (0,3 – 0,4) – время запаса (ступень селективности), с;

3. Отстроиться от токов включения. Рекомендуемое значение 1,5 с. Для уменьшения данной выдержки можно накладкой ХВ3_МТЗ КО ввести блокировку по I_2 (см. 6.3.11);
4. Отстроиться от неполнофазного режима, ОАПВ. Данную выдержку также можно уменьшить накладкой ХВ2_МТЗ КО, введя блокировку по $I_{0\ CO}$.

Различные варианты выбора отстройки от излишнего срабатывания более подробно рассмотрены в [2].

Вторая ступень МТЗ КО используется с идентичной уставкой по току и с большей (ступень селективности) выдержкой времени с действием на отключение УШР.

21.3. Логика работы МТЗ КО

ХВ1_ МТЗ КО позволяет программно вывести из работы МТЗ КО.

ХВ2_ МТЗ КО, ХВ3_ МТЗ КО в положение предусмотрена блокирует работу МТЗ КО при однофазном или близком кз на стороне СО реактора.

ХВ4_ МТЗ КО, ХВ5_ МТЗ КО в положение предусмотрена блокирует работу МТЗ КО при включение выключателя реактора.

ХВ6_ МТЗ КО в положение предусмотрено разрешает I ступени МТЗ КО действовать на отключение реактора.

22. Выбор уставок ТЗНП КО

Предназначена для резервирования действия быстродействующих защит при КЗ в реакторе, включая собственно КО (витковые КЗ), но при этом не резервирует ошиновку линейных выводов КО с отходящими присоединениями.

22.1. Расчет ПО ТЗНП КО

Пусковой орган ТЗНП КО реагирует на токи нулевой последовательности и синфазные токи основной гармоники, протекающие по КО. Защита подключена на ТТ установленные в «треугольнике».

Расчет уставки ПО ТЗНП КО проводится по формуле:

$$I_{\text{ТЗНП_КО IST}} = K_{\text{ОТС}} \cdot I_{\text{НБ.РАСЧ}}, \quad (22-1)$$

где $K_{\text{ОТС}} = 1,5 \div 2$ – коэффициент отстройки;

$I_{\text{НБ.РАСЧ}}$ - расчетный ток небаланса нулевой последовательности в фазах КОР (с учетом приведения токов к напряжению соответствующей стороны), рассчитываемый по формуле (21-3).

22.2. Расчет выдержек времени и логики работы ТЗНП КО

Расчет выдержек времени, блокировок соответствуют расчетам для МТЗ КО.

22.3. Логика работы ТЗНП КО

ХВ1_ ТЗНП КО позволяет программно вывести из работы ТЗНП КО.

ХВ2_ ТЗНП КО, ХВ3_ ТЗНП КО в положение предусмотрена блокирует работу ТЗНП КО при однофазном или близком кз на стороне СО реактора.

ХВ4_ ТЗНП КО, ХВ5_ ТЗНП КО в положение предусмотрена блокирует работу ТЗНП КО при включение выключателя реактора.

ХВ6_ ТЗНП КО в положение предусмотрено разрешает I ступени ТЗНП КО действовать на отключение реактора.

23. Выбор уставок МТЗ ТМП (используется для УШРП)

Защита предназначена для действия при междуфазных КЗ в ТМП. Функция защиты использует измерения трансформаторов тока выключателя ТМП, соединенных по схеме «звезда с нулем».

23.1. Расчет ПО МТЗ ТМП

Ток срабатывания чувствительной ступени МТЗ ТМП выбирается по условию отстройки от максимального тока нагрузки выпрямительного устройства:

$$I_{\text{СЗ}} \geq \frac{K_{\text{ОТС}}}{K_{\text{В}}} \cdot I_{\text{МАКС.НАГР.ТМП}}, \quad (23-1)$$

где $K_{\text{ОТС}} = 1.3$ – коэффициент отстройки;

$K_{\text{В}} = 0,95$ – коэффициент возврата реле максимального тока;

$I_{\text{МАКС.НАГР.ТМП}}$ – максимальный ток нагрузки ТМП, определяемый с учетом возможных перегрузок преобразователя.

Ток срабатывания грубой ступени МТЗ ТМП (токовая отсечка) выбирается по условию отстройки при КЗ на ошиновке НН:

$$I_{\text{СЗ}} \geq K_{\text{ОТС}} \cdot I_{\text{КЗ.МАКС.НН}} \quad (23-2)$$

где $K_{\text{ОТС}}=1.3$ – коэффициент отстройки;

$I_{\text{КЗ.МАКС.НН}}$ – максимальный ток нагрузки ТМП, определяемый с учетом возможных перегрузок преобразователя.

Дополнительно проверяется условие чувствительности при КЗ на ошиновке НН:

23.2. Выдержка времени МТЗ ТМП

Выдержка времени отключение выключателя и пуск УРОВ чувствительной ступени принимается равной $0,3 \div 0,4$ с.

Выдержка времени отключение выключателя и пуск УРОВ грубой ступени принимается равной 0 с.

23.3. Логика работы МТЗ ТМП

XB1_ МТЗ ТМП позволяет программно вывести из работы МТЗ ТМП.

24. ЗДЗ ТМП

24.1. Выдержка времени ЗДЗ

Рекомендуемое значение DT1_ЗДЗ ТМП «Время срабатывания неисправности цепи ЗДЗ ТМП» 0,1 с.

24.2. Логика работы ЗДЗ ТМП

XB1_ ЗДЗ ТМП позволяет программно вывести из работы ЗДЗ ТМП.

XB2_ ЗДЗ ТМП выбор пуска ЗДЗ ТМП из от МТЗ ТМП_р (внт.1), от МТЗ (внш.), от МТЗ НН (внт.2), от МТЗ КО (внт.3).

XB3_ ЗДЗ ТМП в положение предусмотрена блокирует отключение выключателя ТМП.

25. Выбор уставок контроля цепей напряжения (КЦН)

Контролирует исправность вторичных цепей ТН.

25.1. Расчет ПО КЦН

Уставка по ПО $U_2 >$ для контролю цепей напряжения отстраивается от небаланса сети.

Рекомендуемое значение:

$$U_2 \geq 5 \div 10 \text{ В.} \quad (25-1)$$

Уставка ПО $U <$ для контролю цепей напряжения отстраивается от возможного падения напряжения в сети, не являющемся аварийным. Рекомендуемое значение:

$$U \leq 80 \div 85 \text{ В.} \quad (25-2)$$

25.2. Выдержка времени КЦН

Выдержка времени определяется длительностью различных несимметричных режимов в местной сети. Рекомендуемое значение:

$$DT_КЦН = 10 \text{ с.} \quad (25-3)$$

25.3. Логика работы КЦН

XB1_ КЦН позволяет программно вывести контроль цепей напряжения СО.

XB2_ КЦН позволяет программно вывести контроль цепей напряжения НН.

26. Выбор уставок контроля изоляции (КИ) НН

Обеспечивает контроль изоляции цепей низшего напряжения при замыканиях на землю в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью.

26.1. ПО КИ НН

Уставка напряжения нулевой последовательности выбирается исходя из отстройки небаланса по $3U_0$. Рекомендуемое значение:

$$3U_0 = 10 \div 15 \text{ В.} \quad (26-1)$$

Блокируется по U_2 . Рекомендуемое значение:

$$U_2 = 5 \div 10 \text{ В.} \quad (26-2)$$

26.2. Выдержка времени КИ НН

Выдача сообщения (сигнала) об обнаружении замыкания на землю в сети осуществляется с заданной выдержкой времени (определяется исходя из местных условий эксплуатации):

$$DT_КИ = 10 \div 20 \text{ с.} \quad (26-3)$$

26.3. Логика работа КИ НН

Накладка XB1_КИ Действие КИ НН позволяет программно вывести КИ НН.

Накладка XB2_КИ Действие КИ НН на отключение УШР в положение «предусмотрено» вводит действие на отключение УШР.

27. Выбор уставок пожаротушения (Пуск АУП)

27.1. ПО АУП

Напряжение срабатывания минимального ПО напряжения выбирается из условия несрабатывания при минимальном рабочем напряжении с коэффициентом запаса 0,9. В ориентировочных расчетах может быть принято $U_{СР} = 10 \text{ В}$.

ПО тока блокировки АУП должен выбираться по условию обеспечения чувствительности и по возможности минимальным. Рекомендованное значение тока срабатывания находится в диапазоне от 0,05 до 0,10 от $I_{НОМ}$ (номинальный ток) присоединения. Под номинальным током присоединения понимается номинальный ток стороны, на которой установлена АУП.

27.2. Выдержки времени АУП

Время продления импульса для пуска автоматики пожаротушения (АППож) определяет время достаточное для подхвата пуска пожаротушения» цепями АППож. Рекомендуемое значение 2 с.

27.3. Логика работы АУП

Логическая накладка XB1_ПТ позволяет вывести из работы функцию АУП. Накладки XB2_ПТ÷ XB13_ПТ позволяют выбрать токи и напряжения блокировки пуска АУП.

28. Выбор уставок газовой защиты

Газовая защита используется в качестве основной чувствительной защиты от замыканий внутри кожуха защищаемого трансформатора (автотрансформатора), сопровождающихся выделением газа, а также при резком понижении уровня масла.

Основными достоинствами газовой защиты являются простота её устройства, высокая чувствительность, малое время действия при значительных повреждениях, действие на сигнал или отключение в зависимости от степени повреждения.

Требования к микропроцессорным устройствам таковы, что они должны обеспечивать отключение и/или действие на сигнализацию от газовых защит защищаемого силового оборудования, газовых защит устройства РПН (в том числе от струйного реле защиты РПН, защиты контактора РПН), линейного добавочного трансформатора и его устройства РПН, от технологических защит трансформатора и АТ. Также микропроцессорные устройства должны обеспечивать прием сигналов от различных датчиков, таких, как повышения температуры масла, повышения и понижения уровня масла, неисправности цепей охлаждения.

В шкафах защиты обеспечивается прием сигналов от сигнальной и отключающей ступеней газовой защиты трансформатора (ГЗТ).

29. Выбор уставок технологической защиты

Принимаются пофазные и общие сигналы контроля от устройств:

- отсечного клапана;
- устройства контроля уровня масла;
- устройства контроля температуры масла;
- устройства контроля температуры обмотки.

Приложение А

Функциональные схемы логики

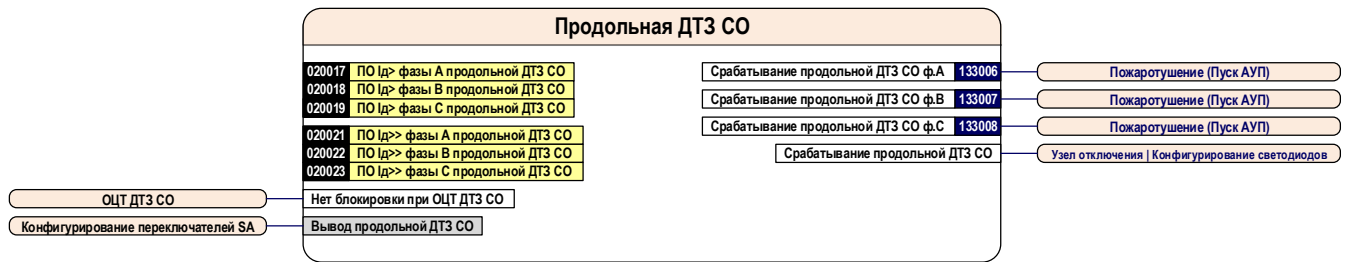
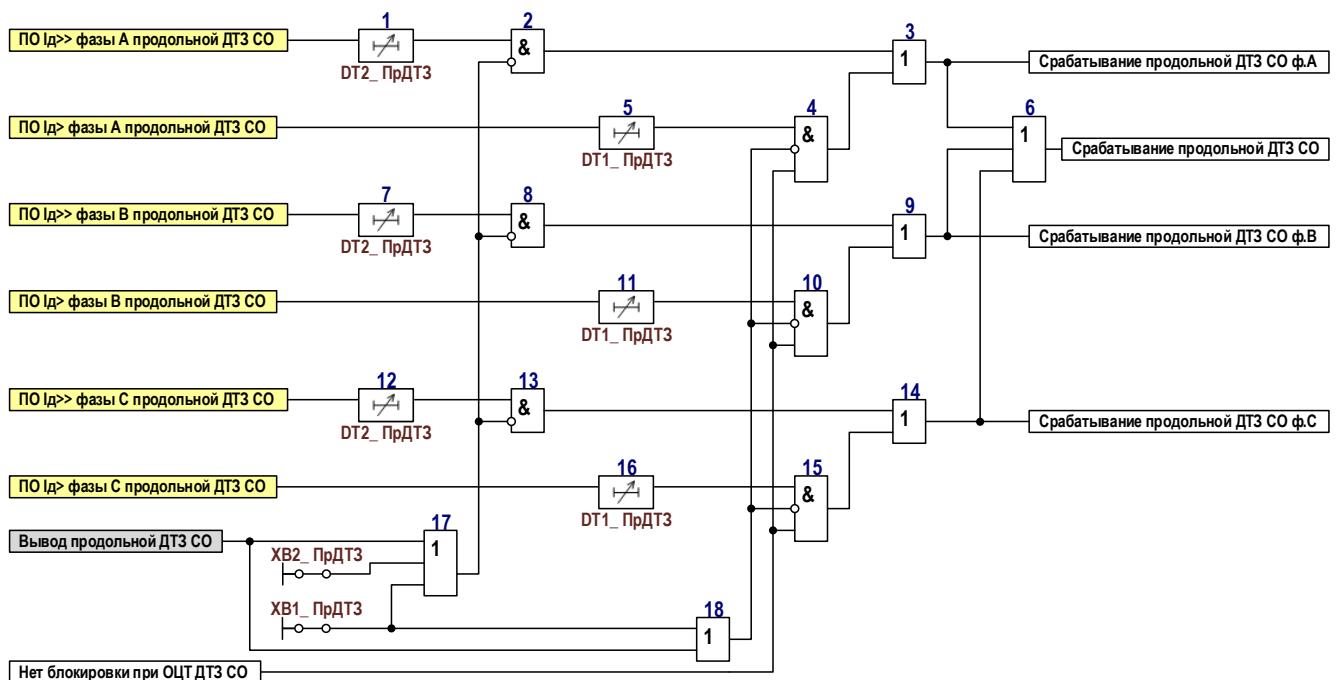


Рисунок А.1.1 – Блок – схема узла продольной ДТЗ СО



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XB1_ ПрДТЗ	Действие продольной ДТЗ СО	0 – предусмотрено	предусмотрено
		1 – не предусмотрено	
XB2_ ПрДТЗ	Действие продольной дифф. токовой отсечки СО	0 – предусмотрено	предусмотрено
		1 – не предусмотрено	
XB4_ ПрДТЗ	Действие блок. продольной ДТЗ СО при обрыве цепей тока	0 – предусмотрено	предусмотрено
		1 – не предусмотрено	
XB5_ ПрДТЗ	Подхват блок. продольной ДТЗ СО при обрыве цепей тока	0 – не предусмотрен	не предусмотрен
		1 – предусмотрен	

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
DT1_ ПрДТЗ	Задержка на срабатывание продольной ДТЗ СО	0.00	27.00	0.00
DT2_ ПрДТЗ	Задержка на срабатывание продольной диф. отсечки СО	0.00	27.00	0.00
DT3_ ПрДТЗ	Время сраб. контроля обрыва цепей тока прод. ДТЗ СО	0.00	27.00	0.00

Рисунок А.1.2 – Функциональная схема логической части узла поперечной ДТЗ СО

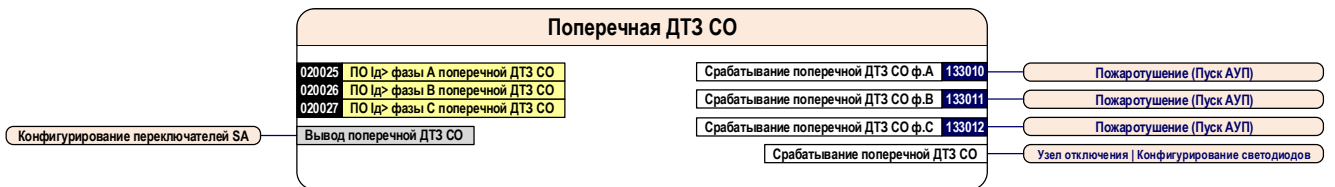
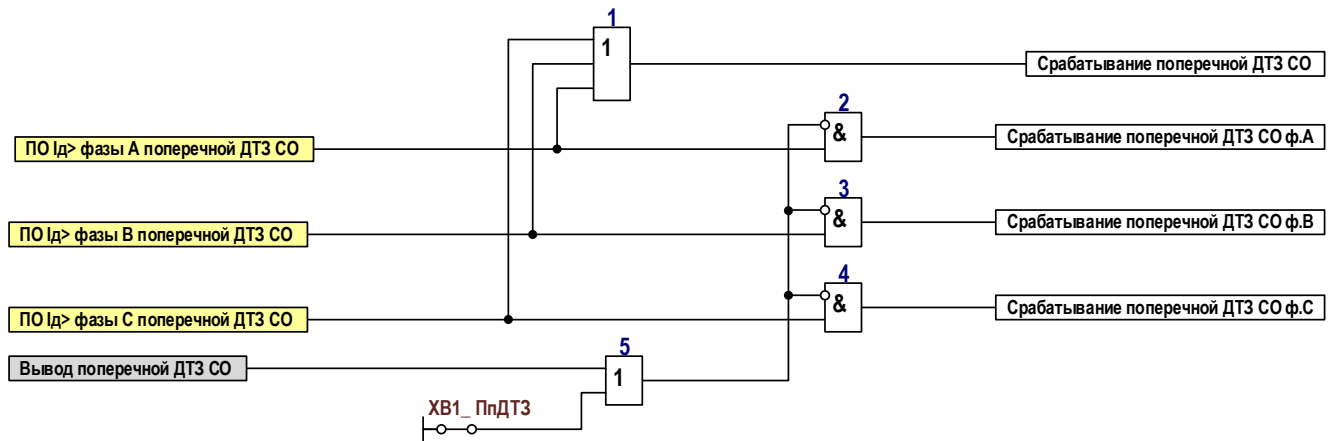


Рисунок А.2.1 – Блок – схема узла поперечной ДТЗ СО



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
ХВ1_ ПпДТЗ	Действие поперечной ДТЗ СО	0 – предусмотрено	предусмотрено
		1 – не предусмотрено	

Рисунок А.2.2 – Функциональная схема логической части узла поперечной ДТЗ СО

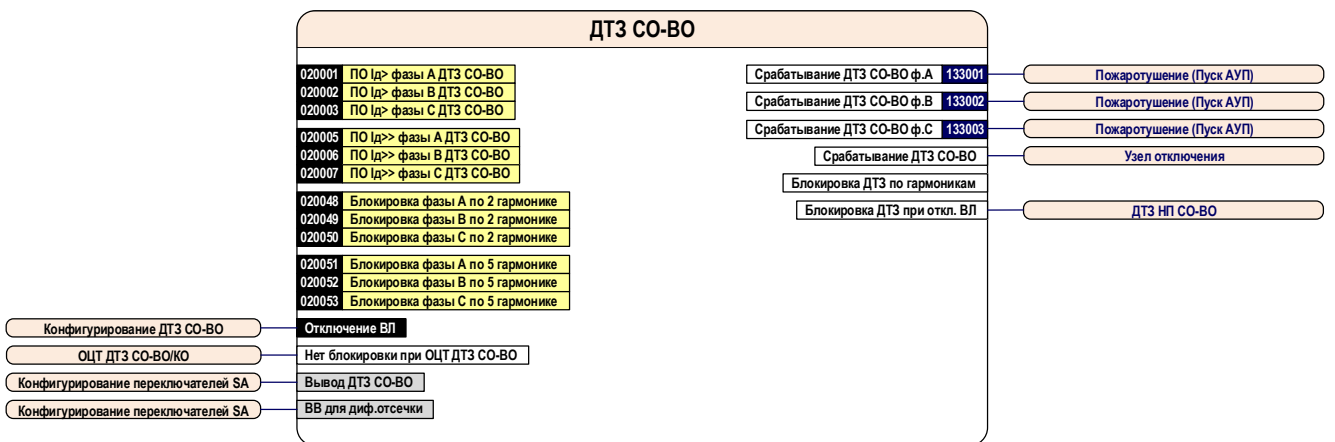
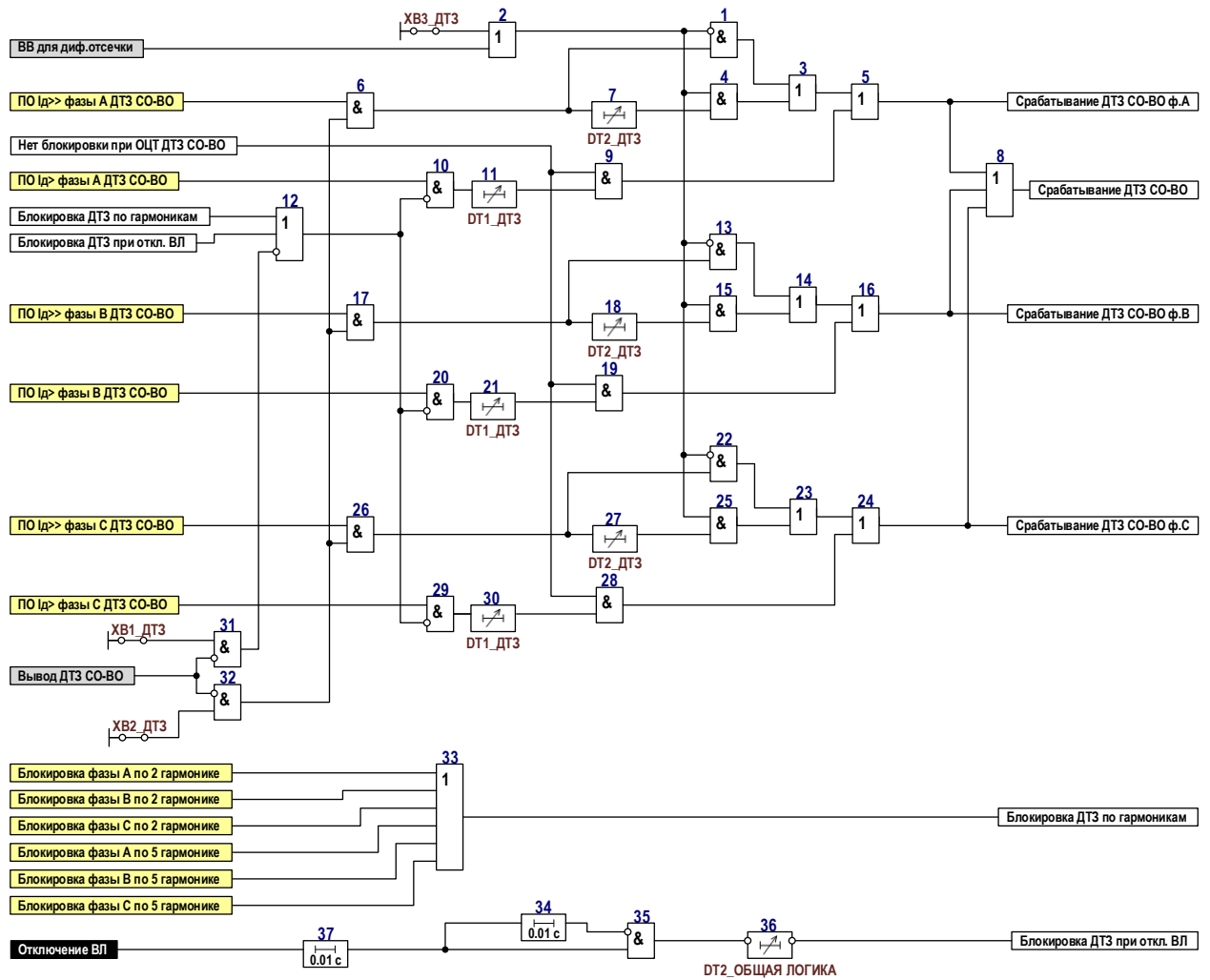


Рисунок А.3.1 – Блок – схема узла ДТЗ СО-ВО



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XB1_ ДТЗ	Действие ДТЗ	0 – не предусмотрено	предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XB2_ ДТЗ	Действие дифф. отсечки ДТЗ	0 – не предусмотрено	предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XB3_ ДТЗ	Действие дифф. отсечки с выдержкой времени	0 – оперативный ввод по входу	введено постоянно
		1 – введено постоянно	
XB4_ ДТЗ	Действие блокировки ДТЗ при обрыве цепей тока	0 – предусмотрено	предусмотрено
		1 – не предусмотрено	
XB5_ ДТЗ	Подхват блокировки ДТЗ при обрыве цепей тока	0 – не предусмотрен	предусмотрен
		1 – предусмотрен	

№	Наименование выдержки времени	tмин, с	tмакс, с	tумолч, с
DT1_ ДТЗ	Задержка на срабатывание ДТЗ	0.00	27.00	0.00
DT2_ ДТЗ	Задержка на срабатывание диф.отсечки ДТЗ	0.00	27.00	0,5
DT3_ ДТЗ	Задержка на сраб. контроля обрыва цепей тока ДТЗ	0.00	27.00	27.00
DT2_ ОБЩАЯ ЛОГИКА	Время подхвата Отключение ВЛ	0.00	27.00	0.50

Рисунок А.3.2 – Функциональная схема логической части узла ДТЗ СО-ВО

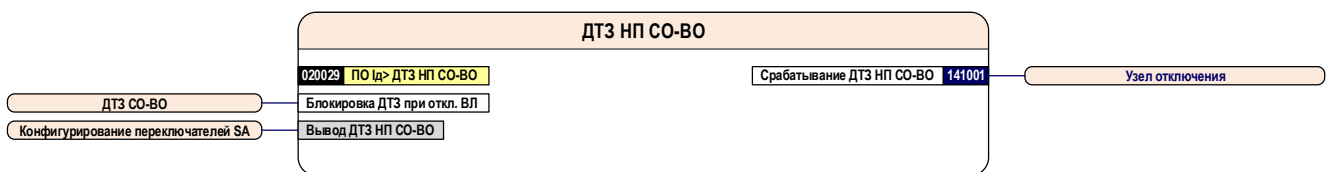
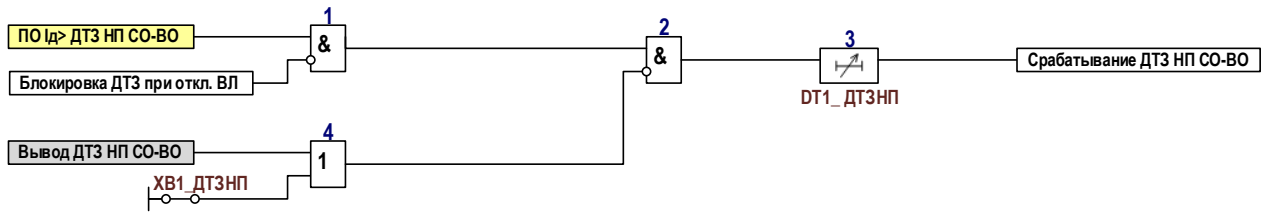


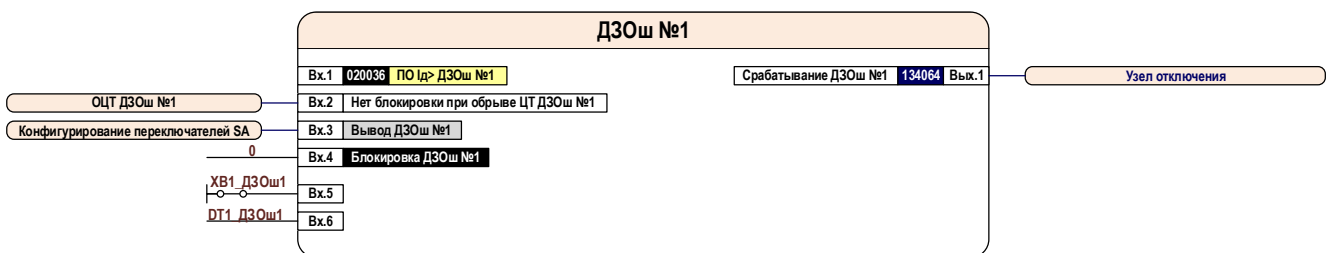
Рисунок А.4.1 – Блок – схема узла ДТЗНП СО-ВО/КО



№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
ДТ1_ДТЗНП	Задержка на срабатывание ДТЗ НП СО-ВО/КО	0.00	27.00	0,5

№	Наименование программной накладки	Состояния		Состояние по умолчанию
		0	1	
ХВ1_ДТЗНП	Действие ДТЗ НП СО-ВО/КО	0 – предусмотрено	1 – не предусмотрено	предусмотрено

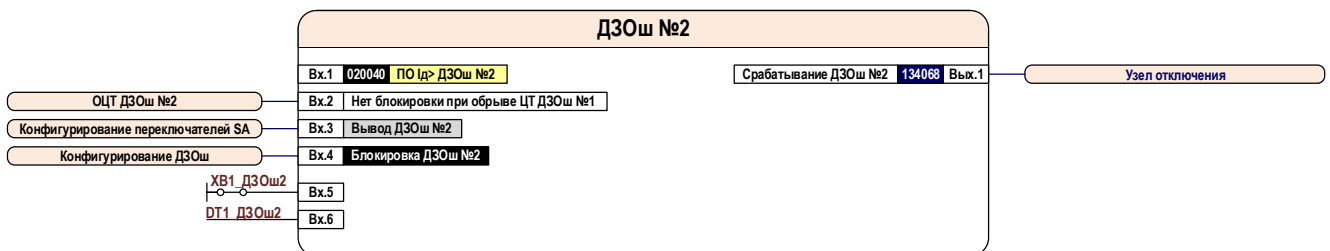
Рисунок А.4А.4.2 – Функциональная схема логической части узла ДТЗНП СО-ВО/КО



№	Наименование программной накладки	Состояния		Состояние по умолчанию
		0	1	
ХВ1_ДЗОш1	Действие ДЗОш №1	0 – не предусмотрено	1 – предусмотрено	предусмотрено
ХВ2_ДЗОш1	Действие блокировки ДЗОш №1 при обрыве цепей тока	0 – предусмотрено	1 – не предусмотрено	не предусмотрено
ХВ3_ДЗОш1	Подхват блокировки ДЗОш №1 при обрыве цепей тока	0 – не предусмотрен	1 – предусмотрен	предусмотрен

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
ДТ1_ДЗОш1	Задержка на срабатывание ДЗОш №1	0	27	0
ДТ2_ДЗОш1	Время срабатывания контроля обрыва цепей тока ДЗОш №1	0.00	27	27

Рисунок А.5.1– Блок – схема узла ДЗОш №1



№	Наименование программной накладки	Состояния		Состояние по умолчанию
		0	1	
ХВ1_ДЗОш2	Действие ДЗОш №2	0 – не предусмотрено	1 – предусмотрено	предусмотрено
ХВ2_ДЗОш2	Действие блокировки ДЗОш №2 при обрыве цепей тока	0 – предусмотрено	1 – не предусмотрено	не предусмотрено
ХВ3_ДЗОш2	Подхват блокировки ДЗОш №2 при обрыве цепей тока	0 – не предусмотрен	1 – предусмотрен	предусмотрен

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
ДТ1_ДЗОш2	Задержка на срабатывание ДЗОш №2	0	27	0
ДТ2_ДЗОш2	Время срабатывания контроля обрыва цепей тока ДЗОш №2	0.00	27	27

Рисунок А.5.2– Блок – схема узла ДЗОш №2

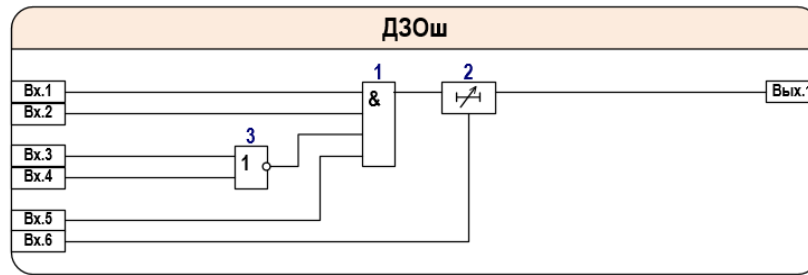


Рисунок А.5.3– Функциональная схема логической части узла ДЗОш

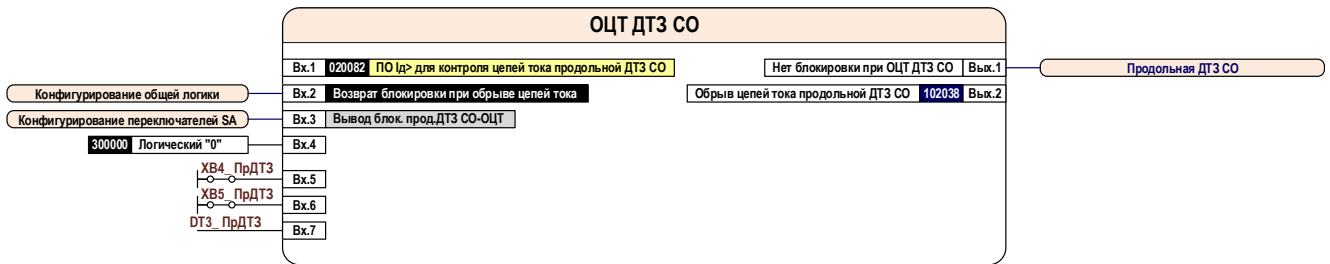


Рисунок А.6.1 – Блок – схема узла ОЦТ продольной ДТЗ СО

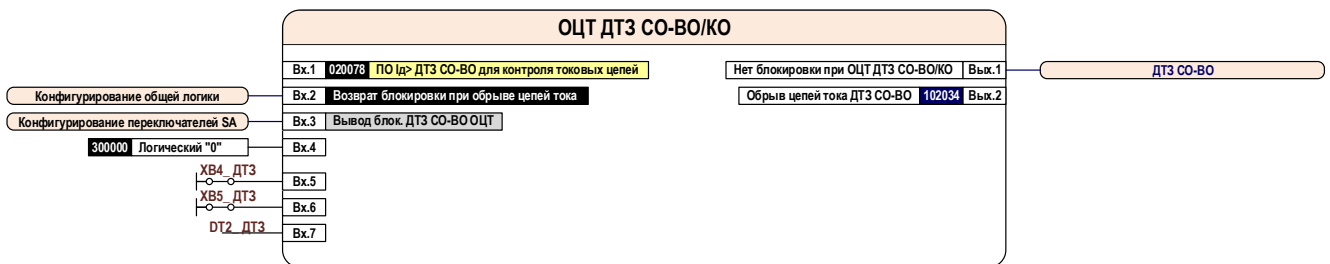


Рисунок А.6.2 – Блок – схема узла ОЦТ ДТЗ СО-ВО/КО

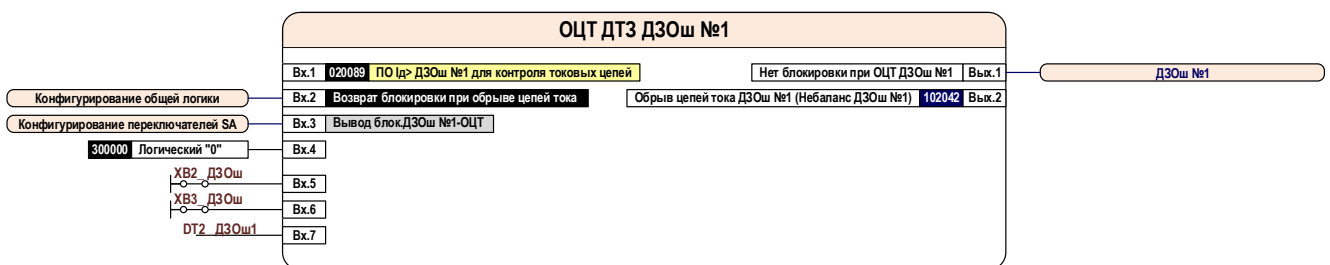


Рисунок А.6.3 – Блок – схема узла ОЦТ ДЗОш №1

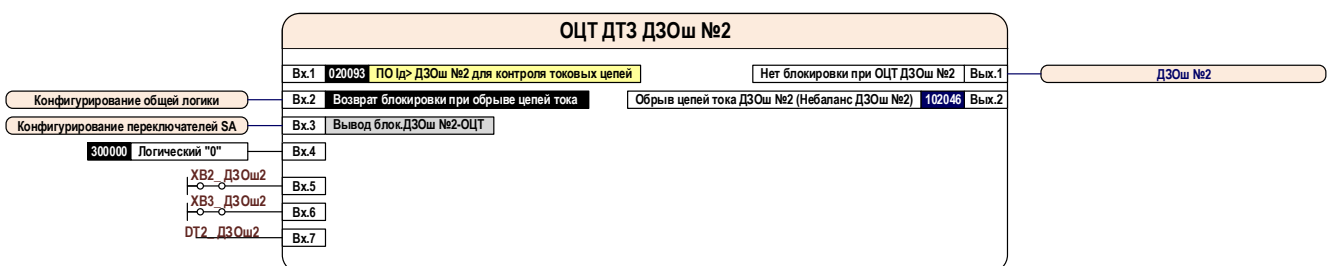


Рисунок А.6.4 – Блок – схема узла ОЦТ ДЗОШ №2

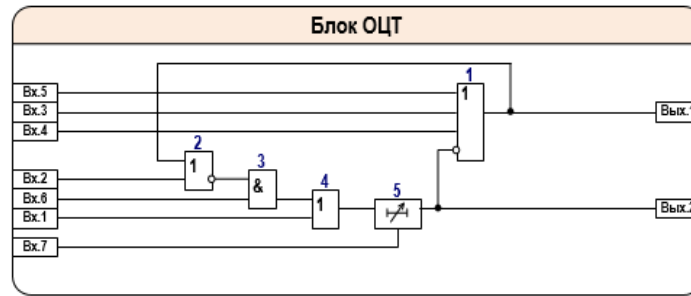


Рисунок А.6.5 – Функциональная схема логической части узла ОЦТ

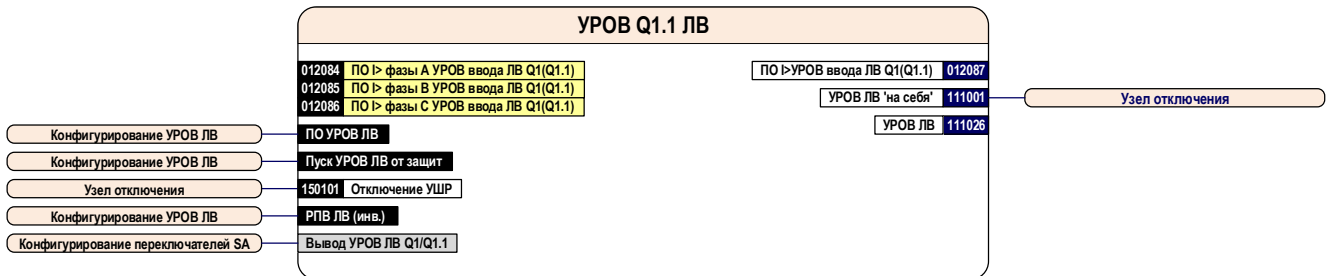
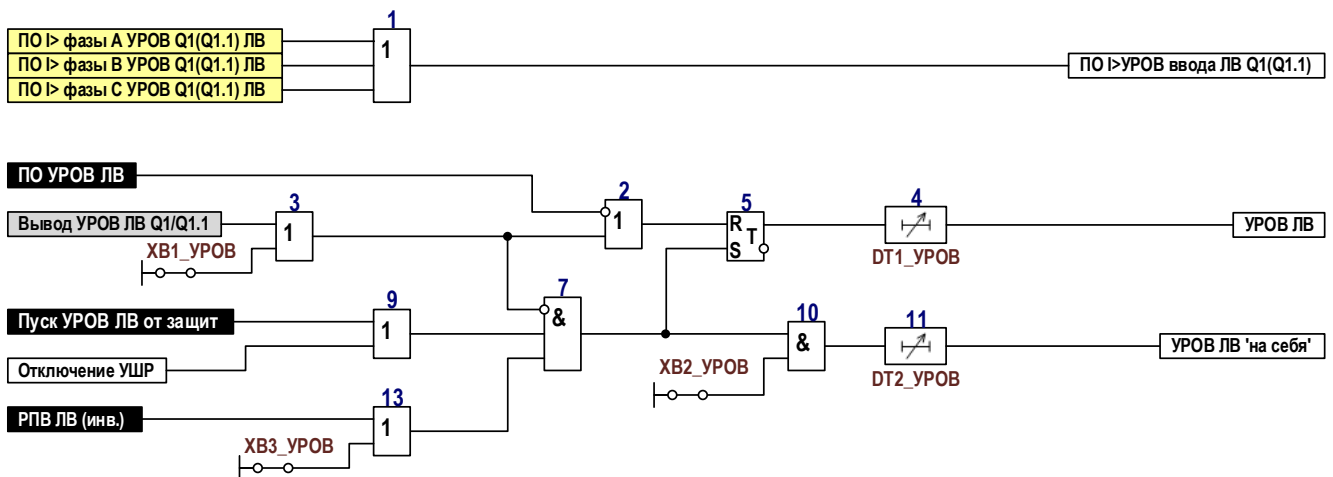


Рисунок А.7.1– Блок – схема узла УРОВ Q1.1(Q1) ЛВ



№	Наименование программной наклейки	Состояния	Состояние по умолчанию
XВ1_УРОВ	Действие УРОВ Q1.1	0 – предусмотрено	предусмотрено
		1 – не предусмотрено	
XВ2_УРОВ	Действие УРОВ Q1.1 'на себя'	0 – не предусмотрено	не предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XВ3_УРОВ	Подтверждение пуска УРОВ Q1.1 от РПВ	0 – предусмотрено	предусмотрено
		1 – не предусмотрено	

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
DT1_УРОВ	Задержка на срабатывание УРОВ Q1.1	0.00	0.6	0.6
DT2_УРОВ	Задержка на срабатывание УРОВ Q1.1 'на себя'	0.00	0.6	0.6

Рисунок А.7.2 – Функциональная схема логической части узла УРОВ Q1.1(Q1) ЛВ

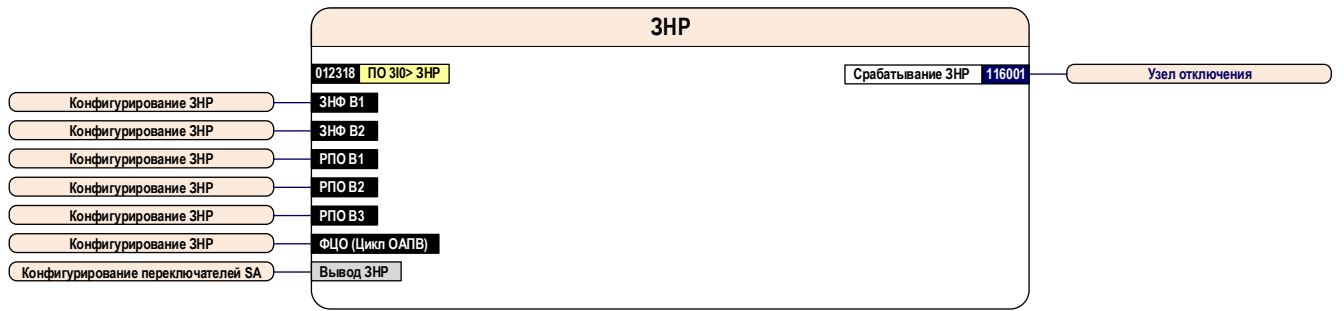
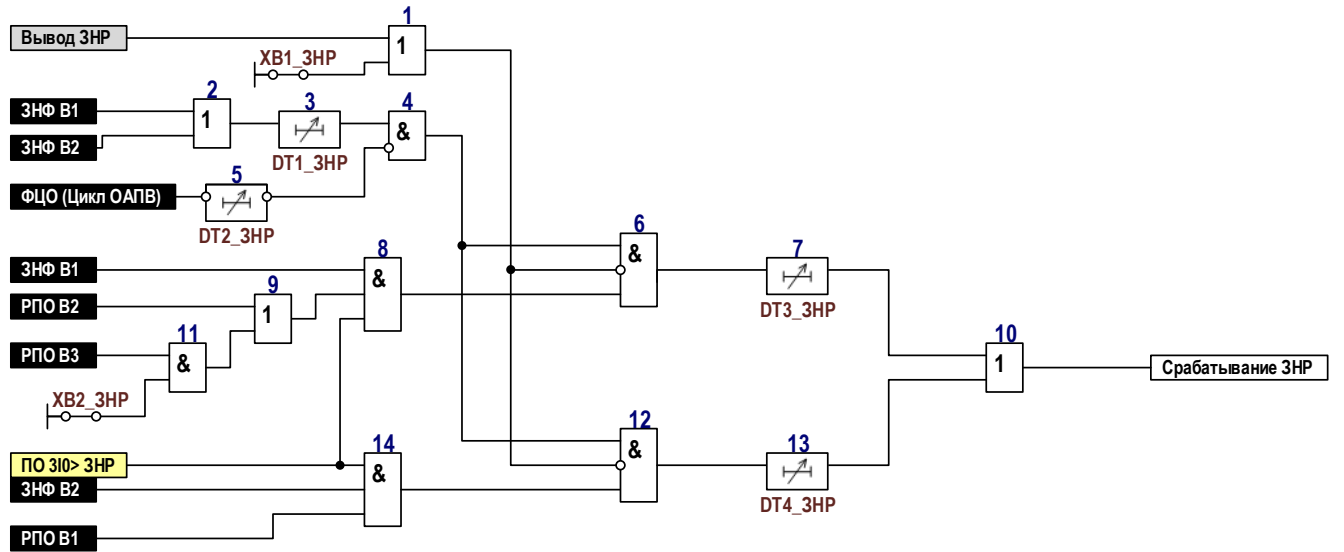


Рисунок А.8.1 – Блок – схема узла ЗНР



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XB1_ЗНР	Действие ЗНР	0 – предусмотрено	не предусмотрено
		1 – не предусмотрено	
XB2_ЗНР	Контроль РПО В3	0 – не предусмотрен	не предусмотрен
		1 – предусмотрен	

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
DT1_ЗНР	Задержка на срабатывание ЗНФ	0.0	5.0	5.0
DT2_ЗНР	Время блокировки ЗНФ в цикле ОАПВ	0.00	20.00	0.04
DT3_ЗНР	Задержка на срабатывание ЗНР Э1	0.00	2.00	0.50
DT4_ЗНР	Задержка на срабатывание ЗНР Э2	0.00	2.00	0.50

Рисунок А.8.2 – Функциональная схема логической части узла ЗНР

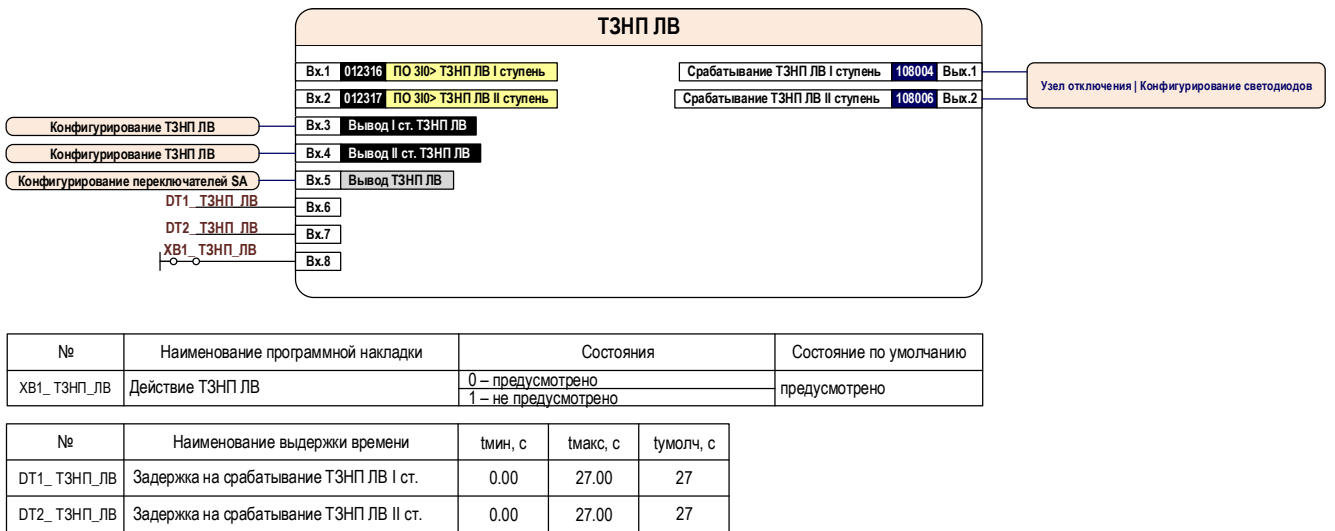


Рисунок А.9.1 – Блок – схема узла ТЗНП ЛВ

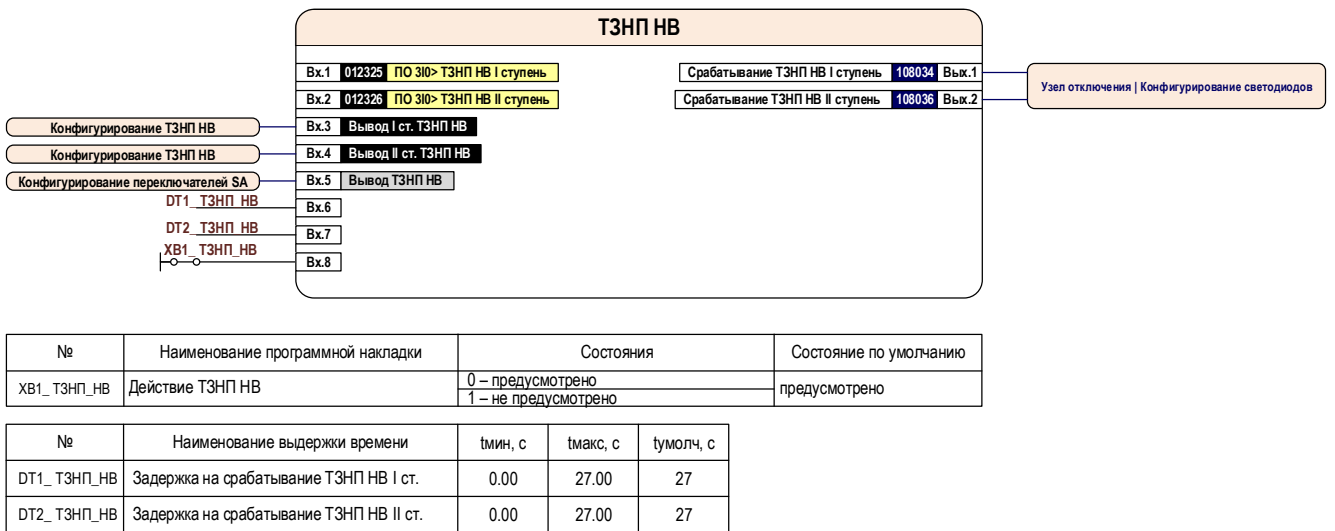


Рисунок А.9.2 – Блок – схема узла ТЗНП НВ

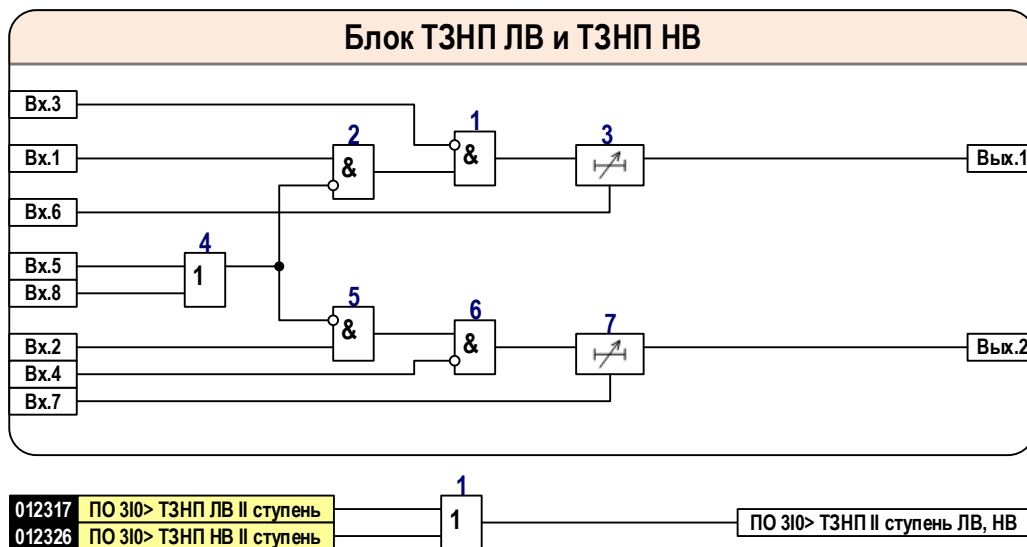


Рисунок А.9.3 – Функциональная схема логической части узлов ТЗНП ЛВ и ТЗНП НВ

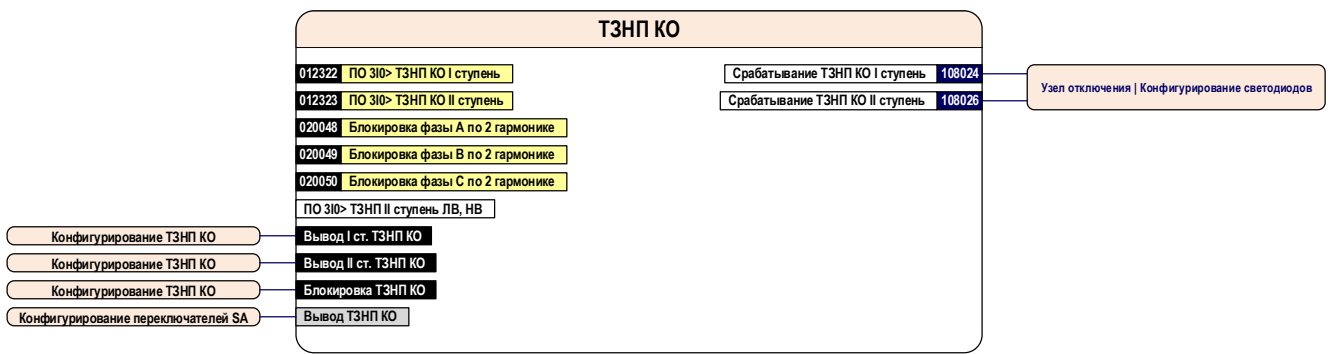
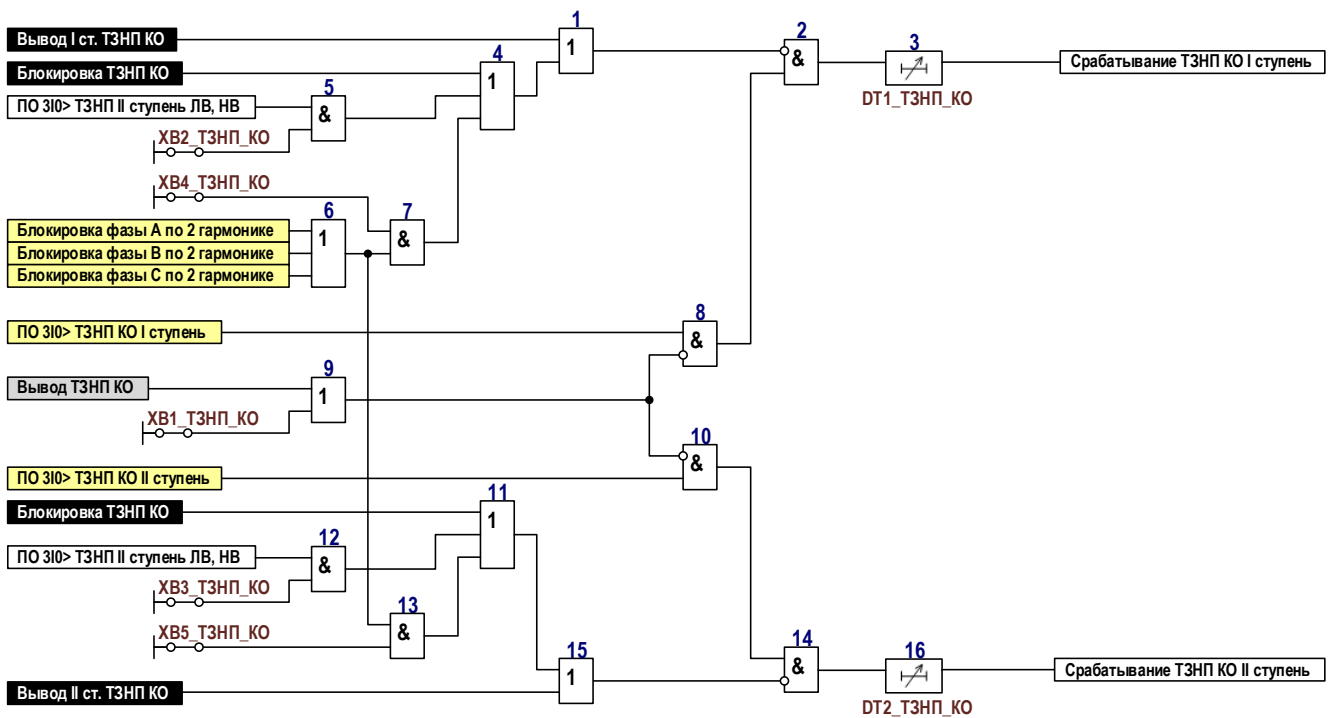


Рисунок А.10.1 – Блок – схема узла ТЗНП КО



№	Наименование программной наклейки	Состояния	Состояние по умолчанию
XV1_T3NP_KO	Действие ТЗНП КО	0 – предусмотрено 1 – не предусмотрено	предусмотрено
XV2_T3NP_KO	Блокировка ТЗНП КО I ст. по 3I0	0 – не предусмотрена 1 – предусмотрена	предусмотрена
XV3_T3NP_KO	Блокировка ТЗНП КО II ст. по 3I0	0 – не предусмотрена 1 – предусмотрена	предусмотрена
XV4_T3NP_KO	Блокировка ТЗНП КО I ст. по 2-й гармонике	0 – не предусмотрена 1 – предусмотрена	предусмотрена
XV5_T3NP_KO	Блокировка ТЗНП КО II ст. по 2-й гармонике	0 – не предусмотрена 1 – предусмотрена	предусмотрена

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
DT1_T3NP_KO	Задержка на срабатывание ТЗНП КО I ст.	0.00	27.00	27
DT2_T3NP_KO	Задержка на срабатывание ТЗНП КО II ст.	0.00	27.00	27

Рисунок А.10.2 – Функциональная схема логической части узла ТЗНП КО

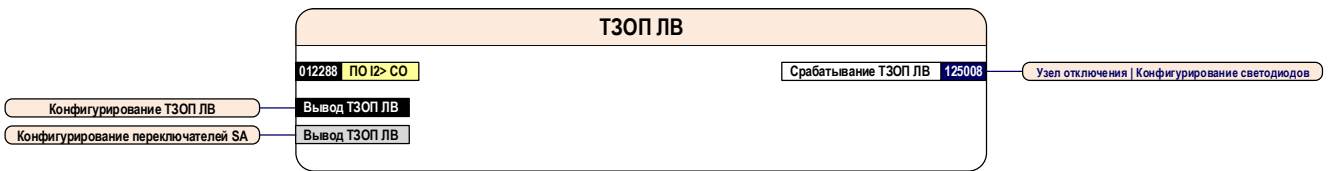
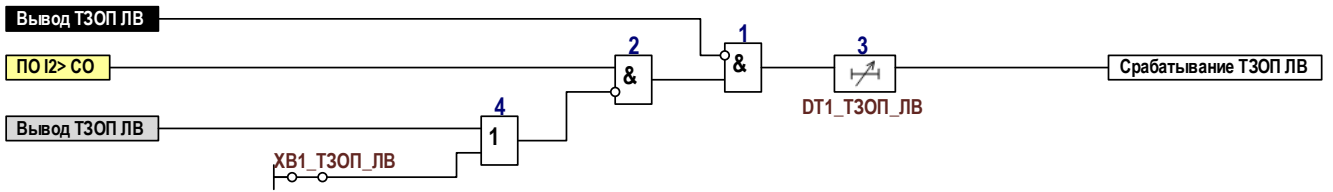


Рисунок А.11.1 – Блок – схема узла ТЗОП ЛВ



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
ХВ1_ТЗОП_ЛВ	Действие ТЗОП ЛВ	0 – предусмотрено	предусмотрено
		1 – не предусмотрено	

№	Наименование выдержки времени	tмин, с	tмакс, с	tумолч, с
DT1_ТЗОП_ЛВ	Задержка на срабатывание ТЗОП ЛВ	0.00	27.00	27

Рисунок А.11.2 – Функциональная схема логической части узла ТЗОП ЛВ

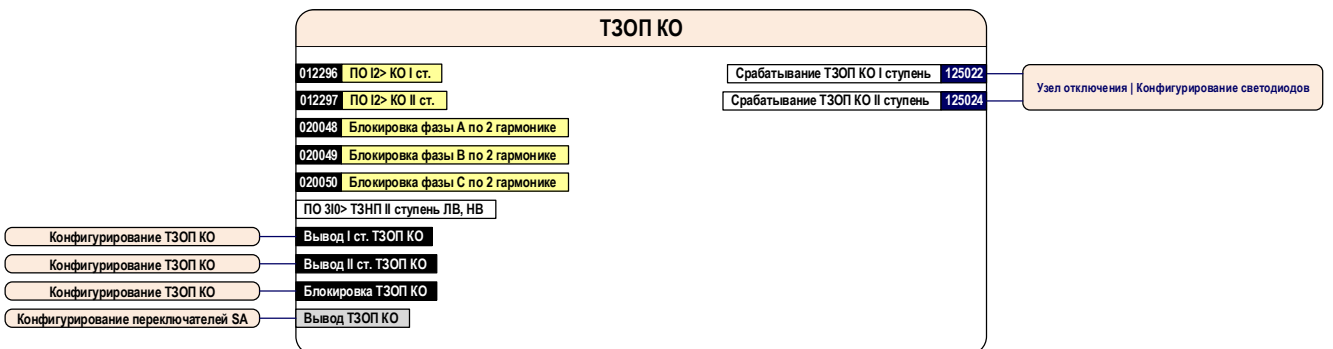
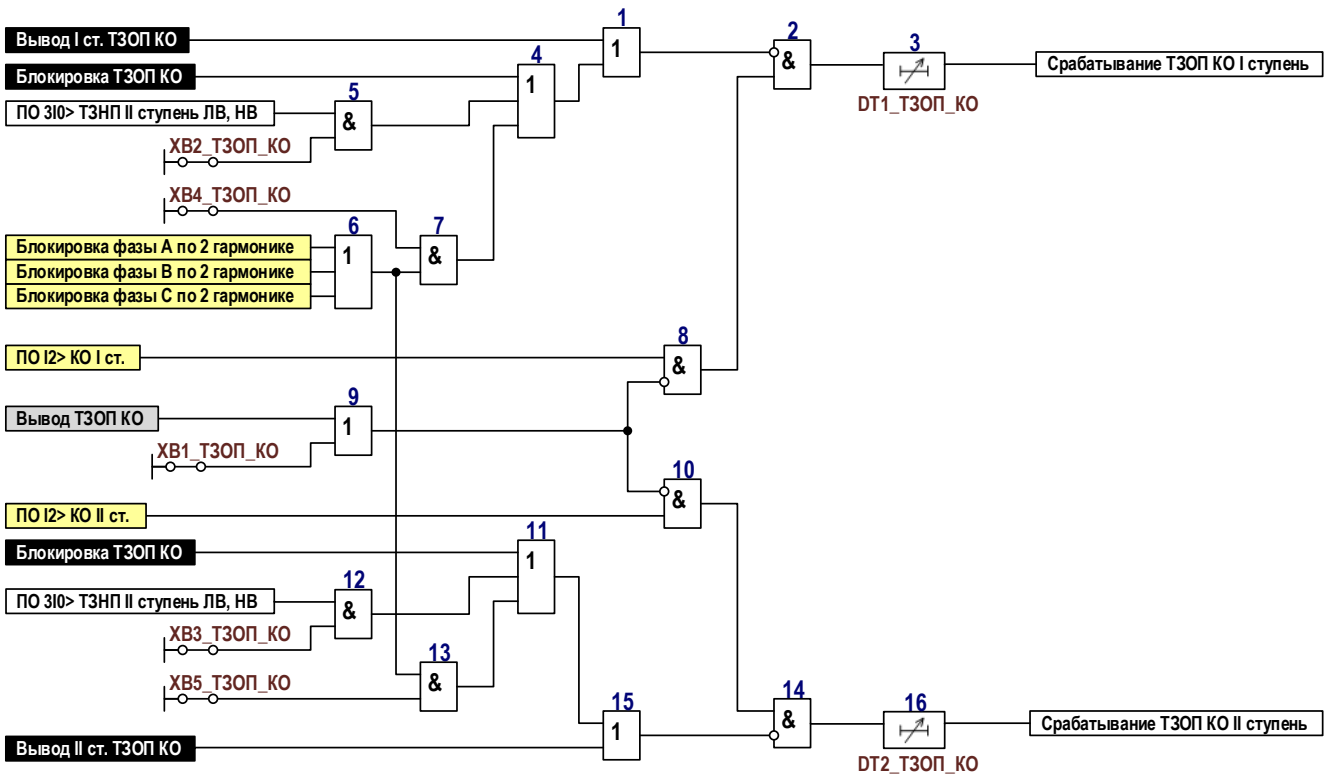


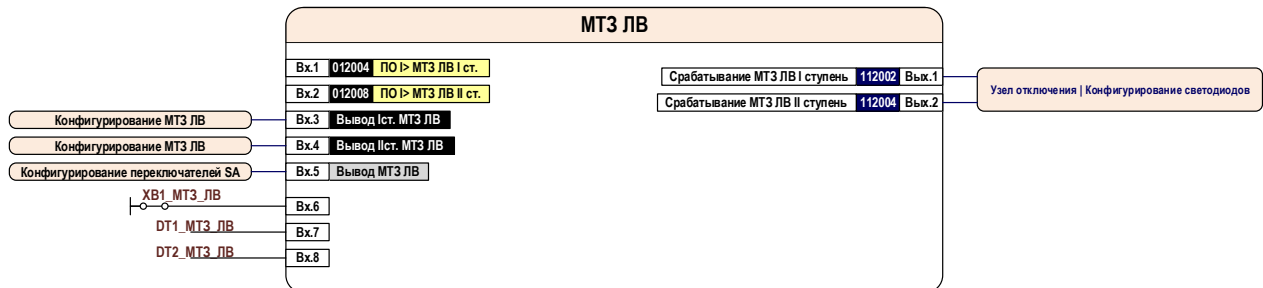
Рисунок А.12.1 – Блок – схема узла ТЗОП КО



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
ХВ1_ТЗОП_КО	Действие ТЗОП КО	0 – предусмотрено 1 – не предусмотрено	предусмотрено
ХВ2_ТЗОП_КО	Блокировка ТЗОП КО I ст. по 3I0	0 – не предусмотрена 1 – предусмотрена	предусмотрена
ХВ3_ТЗОП_КО	Блокировка ТЗОП КО II ст. по 3I0	0 – не предусмотрена 1 – предусмотрена	предусмотрена
ХВ4_ТЗОП_КО	Блокировка ТЗОП КО I ст. по 2-й гармонике	0 – не предусмотрена 1 – предусмотрена	предусмотрена
ХВ5_ТЗОП_КО	Блокировка ТЗОП КО II ст. по 2-й гармонике	0 – не предусмотрена 1 – предусмотрена	предусмотрена

№	Наименование выдержки времени	tмин, с	tмакс, с	tумолч, с
DT1_ТЗОП_КО	Задержка на срабатывание I ст. ТЗОП КО	0.00	27.00	27
DT2_ТЗОП_КО	Задержка на срабатывание II ст. ТЗОП КО	0.00	27.00	27

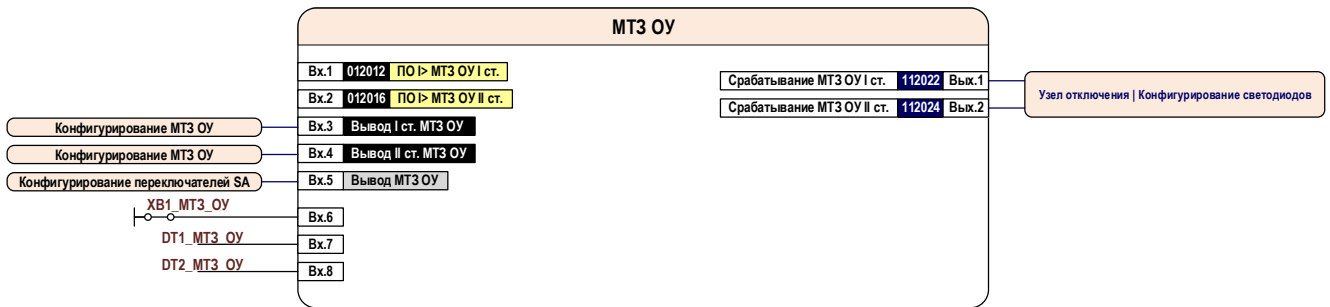
Рисунок А.12.2 – Функциональная схема логической части узла ТЗОП КО



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
ХВ1_МТЗ_ЛВ	Действие МТЗ ЛВ	0 – предусмотрено 1 – не предусмотрено	предусмотрено

№	Наименование выдержки времени	tмин, с	tмакс, с	tумолч, с
DT1_МТЗ_ЛВ	Задержка на срабатывание I ст. МТЗ ЛВ	0.00	27.00	27
DT2_МТЗ_ЛВ	Задержка на срабатывание II ст. МТЗ ЛВ	0.00	27.00	27

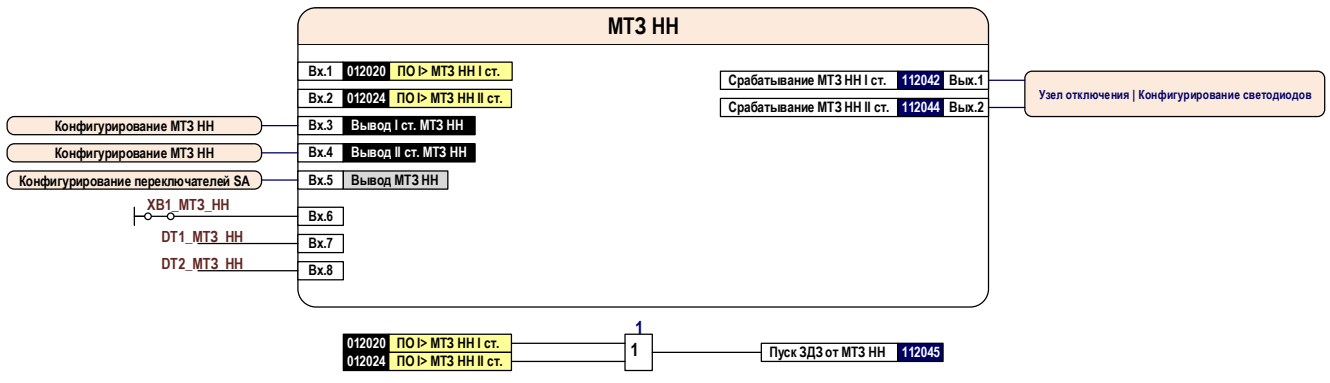
Рисунок А.13.1 – Блок – схема узла МТЗ ОУ



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XB1_MТЗ_OY	Действие МТЗ ОУ	0 – предусмотрено	предусмотрено
		1 – не предусмотрено	

№	Наименование выдержки времени	tмин, с	tмакс, с	tумолч, с
DT1_MТЗ_OY	Задержка на срабатывание I ст. МТЗ ОУ	0.00	27.00	27
DT2_MТЗ_OY	Задержка на срабатывание II ст. МТЗ ОУ	0.00	27.00	27

Рисунок А.13.2 – Блок – схема узла МТЗ НН



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XB1_MТЗ_NN	Действие МТЗ НН	0 – предусмотрено	предусмотрено
		1 – не предусмотрено	

№	Наименование выдержки времени	tмин, с	tмакс, с	tумолч, с
DT1_MТЗ_NN	Задержка на срабатывание I ст. МТЗ НН	0.00	27.00	27
DT2_MТЗ_NN	Задержка на срабатывание II ст. МТЗ НН	0.00	27.00	27

Рисунок А.13.3 – Блок – схема узла МТЗ ЛВ

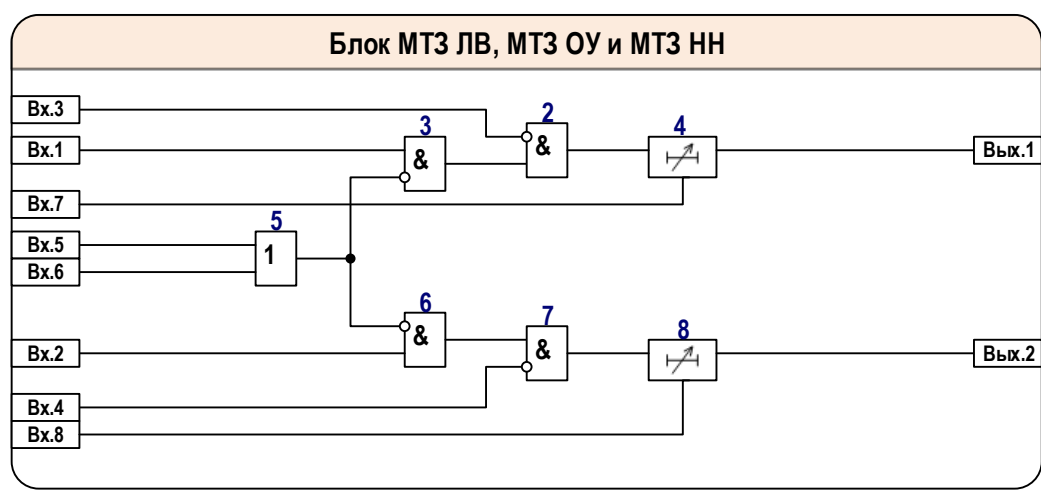


Рисунок А.13.4 – Функциональная схема логической части узла МТЗ ЛВ, МТЗ ОУ, МТЗ НН

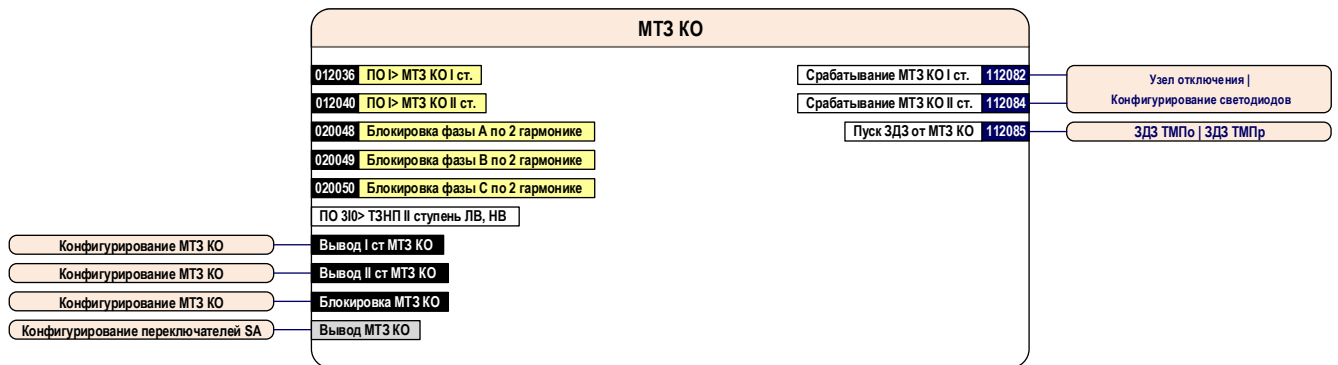
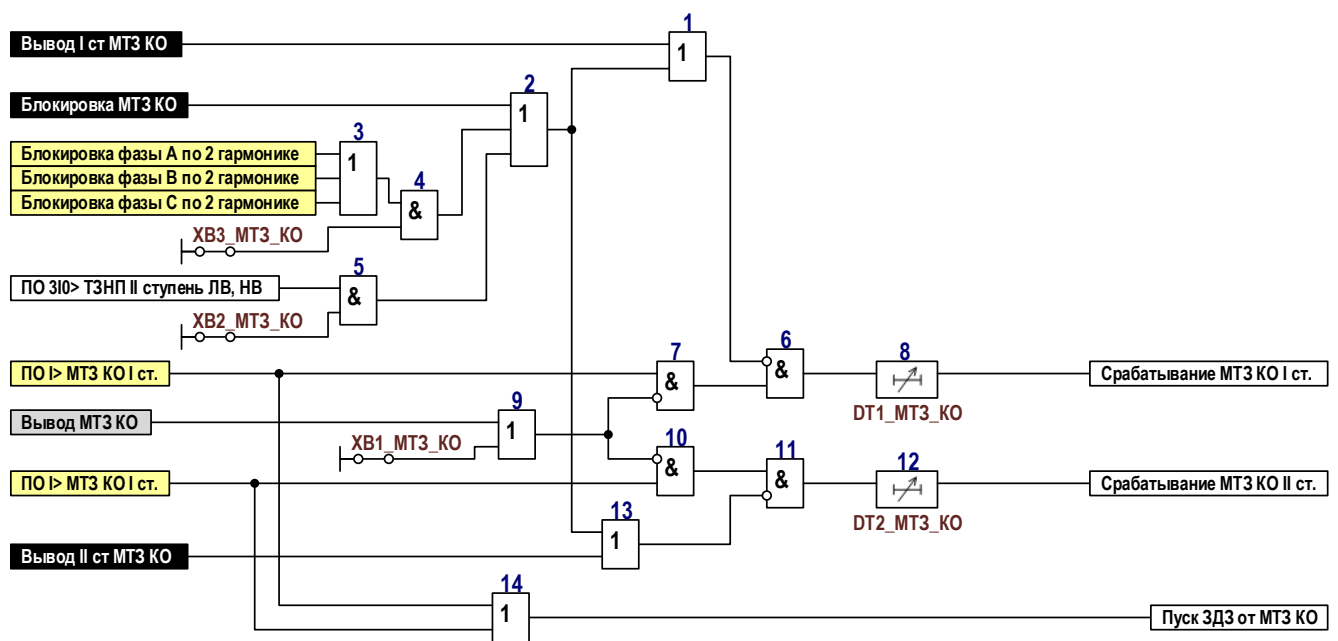


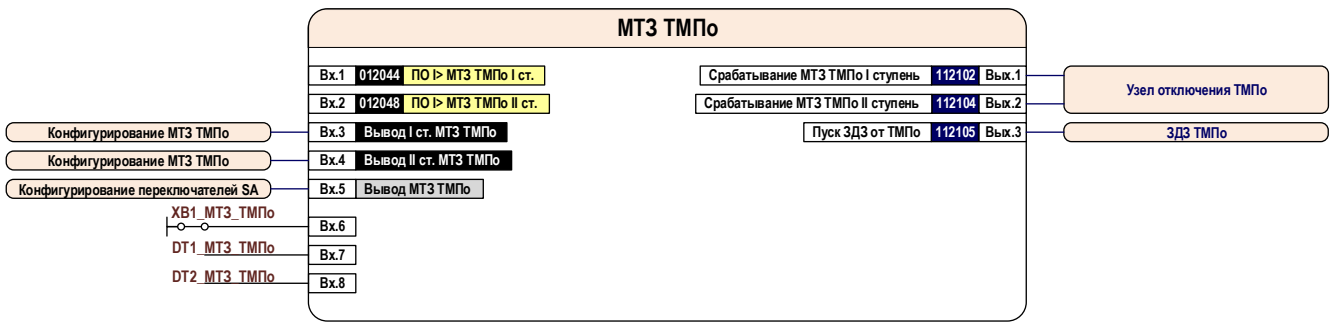
Рисунок А.14.1 – Блок – схема узла МТЗ КО



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XВ1_МТЗ_КО	Действие МТЗ_КО	0 – предусмотрено 1 – не предусмотрено	предусмотрено
XВ2_МТЗ_КО	Блокировка МТЗ КО по 310	0 – предусмотрено 1 – не предусмотрено	предусмотрено
XВ3_МТЗ_КО	Блокировка МТЗ КО по 2-й гармонике	0 – предусмотрено 1 – не предусмотрено	предусмотрено

№	Наименование выдержки времени	tмин, с	tмакс, с	tумолч, с
DT1_МТЗ_КО	Задержка на срабатывание I ст. МТЗ КО	0.00	27.00	27
DT2_МТЗ_КО	Задержка на срабатывание II ст. МТЗ КО	0.00	27.00	27

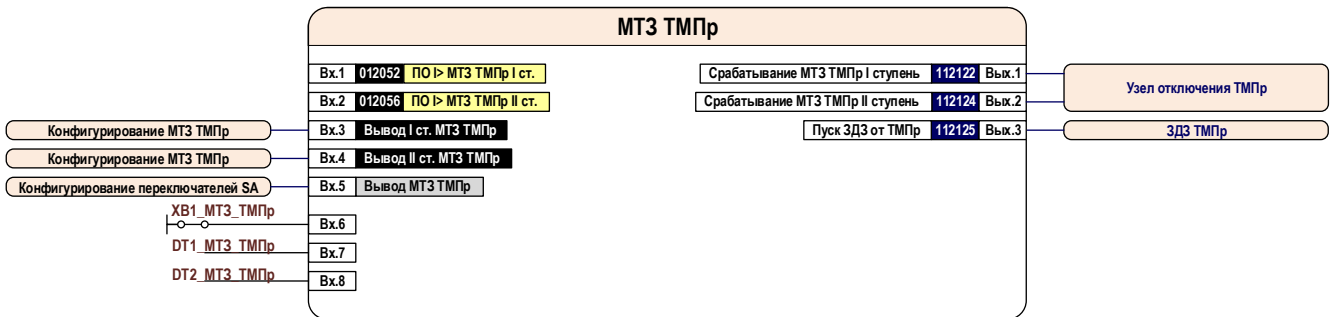
Рисунок А.14.2 – Функциональная схема логической части узла МТЗ КО



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XB1_MТЗ_ТМПо	Действие МТЗ ТМПо	0 – предусмотрено	не предусмотрено
		1 – не предусмотрено	

№	Наименование выдержки времени	tмин, с	tмакс, с	tумолч, с
DT1_MТЗ_ТМПо	Задержка на срабатывание МТЗ ТМПо I ст.	0.00	27	27
DT2_MТЗ_ТМПо	Задержка на срабатывание МТЗ ТМПо II ст.	0.00	27	27

Рисунок А.15.1 – Блок – схема узла МТЗ ТМПо



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XB1_MТЗ_ТМПр	Действие МТЗ ТМПр	0 – предусмотрено	не предусмотрено
		1 – не предусмотрено	

№	Наименование выдержки времени	tмин, с	tмакс, с	tумолч, с
DT1_MТЗ_ТМПр	Задержка на срабатывание МТЗ ТМПр I ст.	0.00	27	27
DT2_MТЗ_ТМПр	Задержка на срабатывание МТЗ ТМПр II ст.	0.00	27	27

Рисунок А.15.2 – Блок – схема узла МТЗ ТМПр

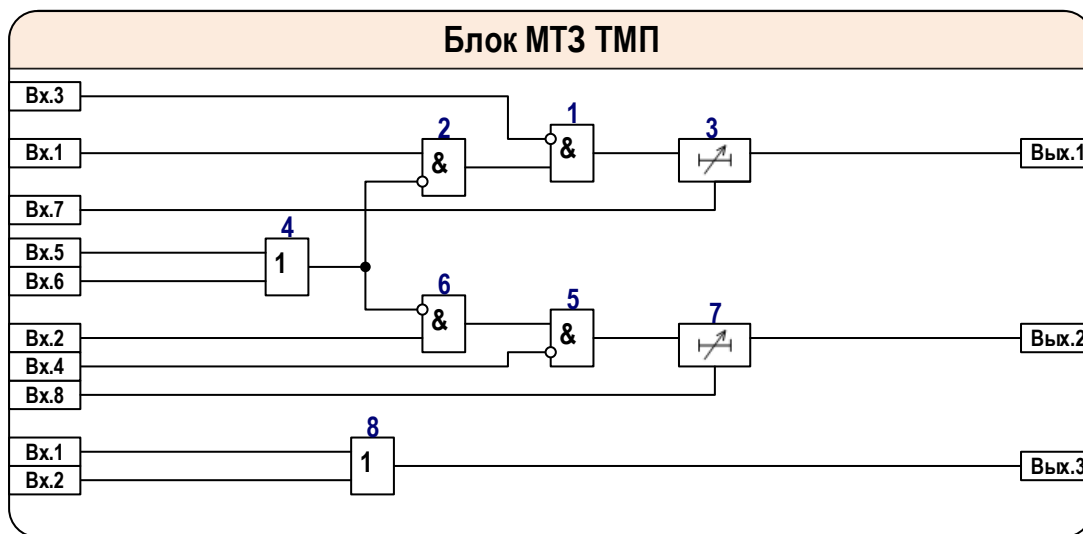
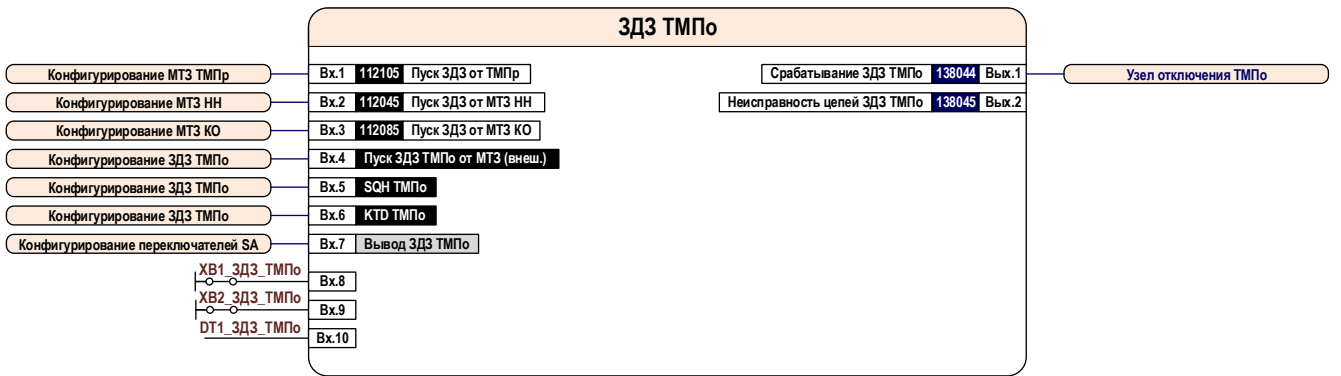


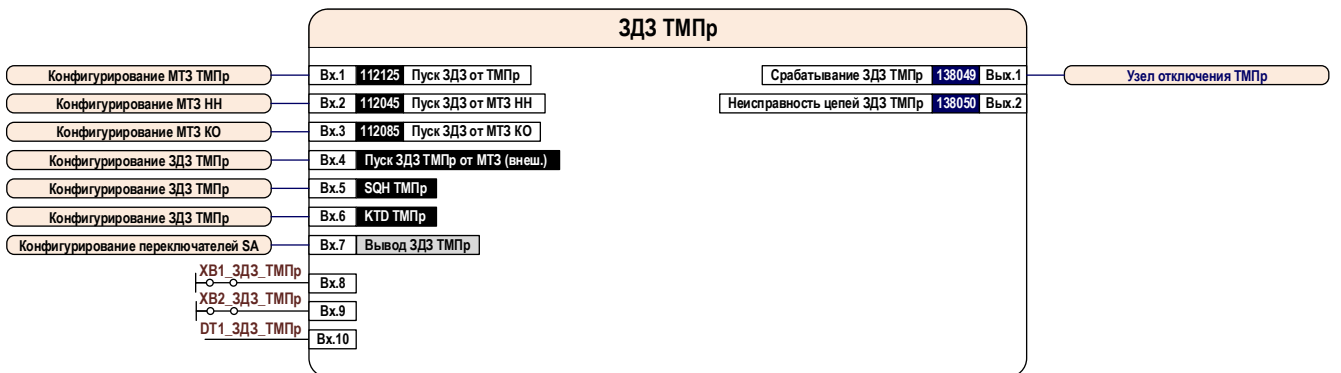
Рисунок А.15.3 – Функциональная схема логической части узла МТЗ ТМПр



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XB1_3д3_ТМПо	Действие 3Д3 ТМПо	0 – предусмотрено	не предусмотрено
		1 – не предусмотрено	
XB2_3д3_ТМПо	Выбор пуска 3Д3 ТМПо	1 – от МТЗ ТМПо(внт.1)	от МТЗ (внш.)
		2 – от МТЗ (внш.)	
		3 – от МТЗ НН(внт.2)	
		4 – от МТЗ КО(внт.3)	
XB3_3д3_ТМПо	Блокировка отключения ТМПо от 3Д3	0 – не предусмотрено	не предусмотрено
		1 – предусмотрено	

№	Наименование выдержки времени	tмин, с	tмакс, с	tумолч, с
DT1_3д3_ТМПо	Время срабатывания неисправности цепи 3Д3 ТМПо	0.00	27	0.05

Рисунок А.16.1 – Блок – схема узла 3Д3 ТМПо



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XB1_3д3_ТМПр	Действие 3Д3 ТМПр	0 – предусмотрено	не предусмотрено
		1 – не предусмотрено	
XB2_3д3_ТМПр	Выбор пуска 3Д3 ТМПр	1 – от МТЗ ТМПр(внт.1)	от МТЗ (внш.)
		2 – от МТЗ (внш.)	
		3 – от МТЗ НН(внт.2)	
		4 – от МТЗ КО(внт.3)	
XB3_3д3_ТМПр	Блокировка отключения ТМПо от 3Д3	0 – не предусмотрено	не предусмотрено
		1 – предусмотрено	

№	Наименование выдержки времени	tмин, с	tмакс, с	tумолч, с
DT1_3д3_ТМПр	Время срабатывания неисправности цепи 3Д3 ТМПр	0.00	27	0.05

Рисунок А.16.2 – Блок – схема узла 3Д3 ТМПр

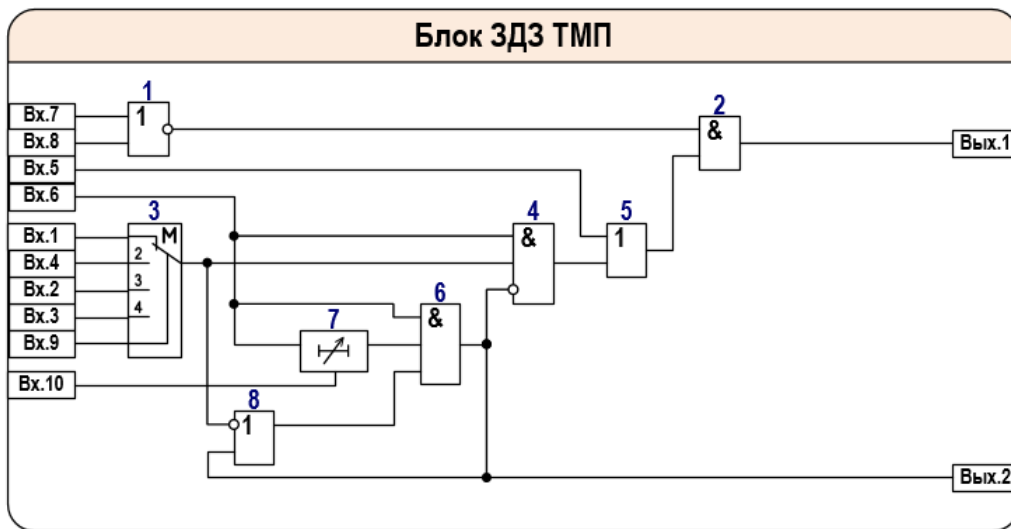


Рисунок А.16.3 – Функциональная схема логической части узлов ЗДЗ ТМП

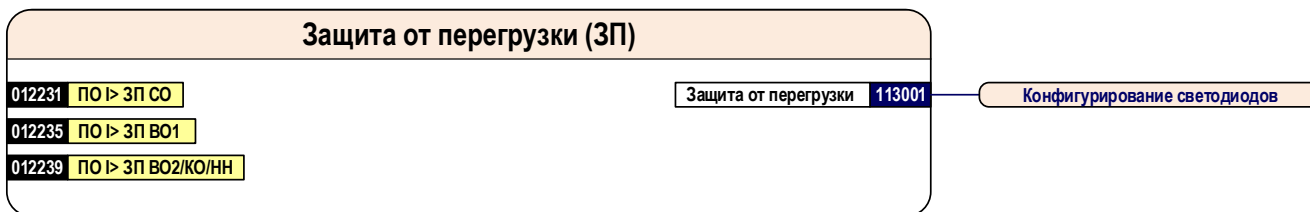
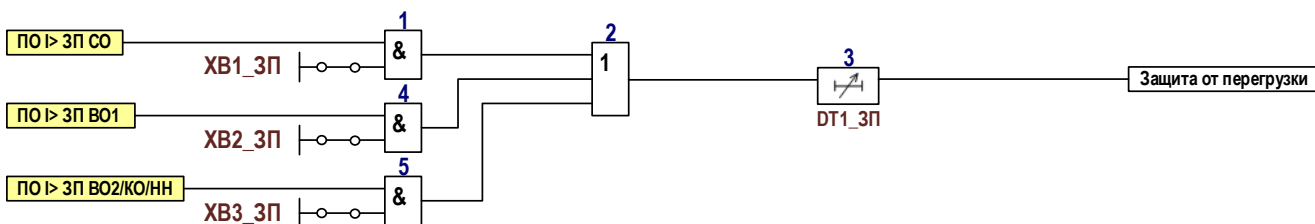


Рисунок А.17.1 – Блок – схема узла защиты от перегрузки



№	Наименование программной наклейки	Состояния	Состояние по умолчанию
ХВ1_ЗП	Защита от перегрузки СО	0 – не предусмотрена	предусмотрена
		1 – предусмотрена	
ХВ2_ЗП	Защита от перегрузки ВО1	0 – не предусмотрена	не предусмотрена
		1 – предусмотрена	
ХВ3_ЗП	Защита от перегрузки ВО2/КО	0 – не предусмотрена	не предусмотрена
		1 – предусмотрена	

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
DT1_ЗП	Задержка на срабатывание ЗП	0.00	27	27

Рисунок А.17.2 – Функциональная схема логической части узлов защит от перегрузки

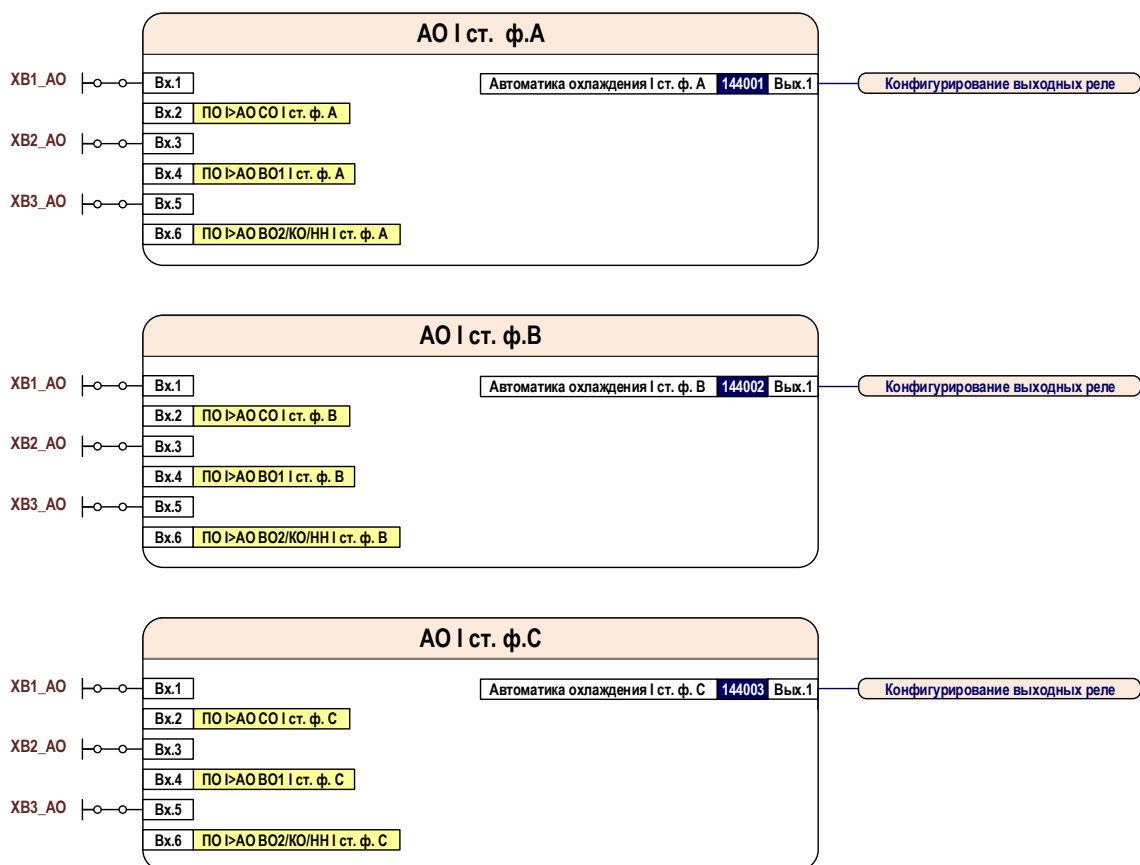


Рисунок А.18.1 – Блок – схема узла I ст. АО

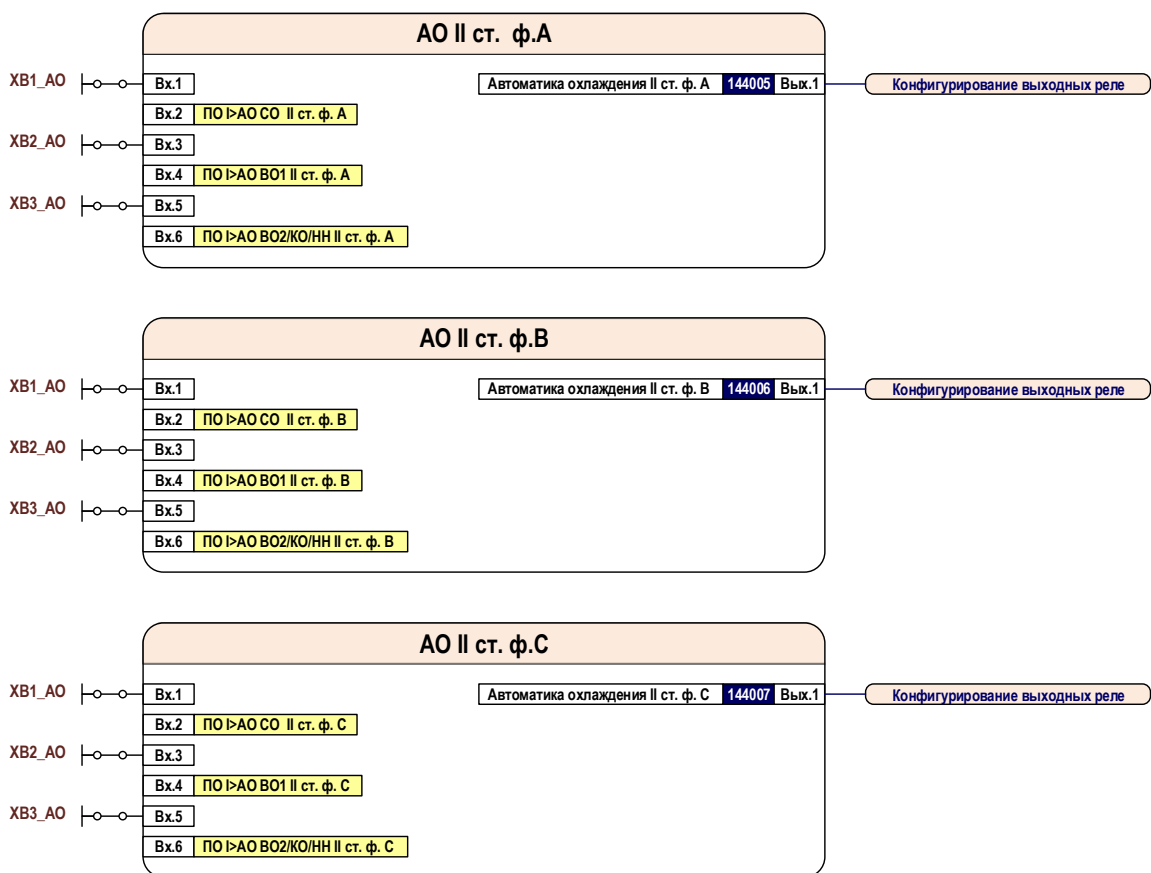


Рисунок А.18.2 – Блок – схема узла II ст. АО

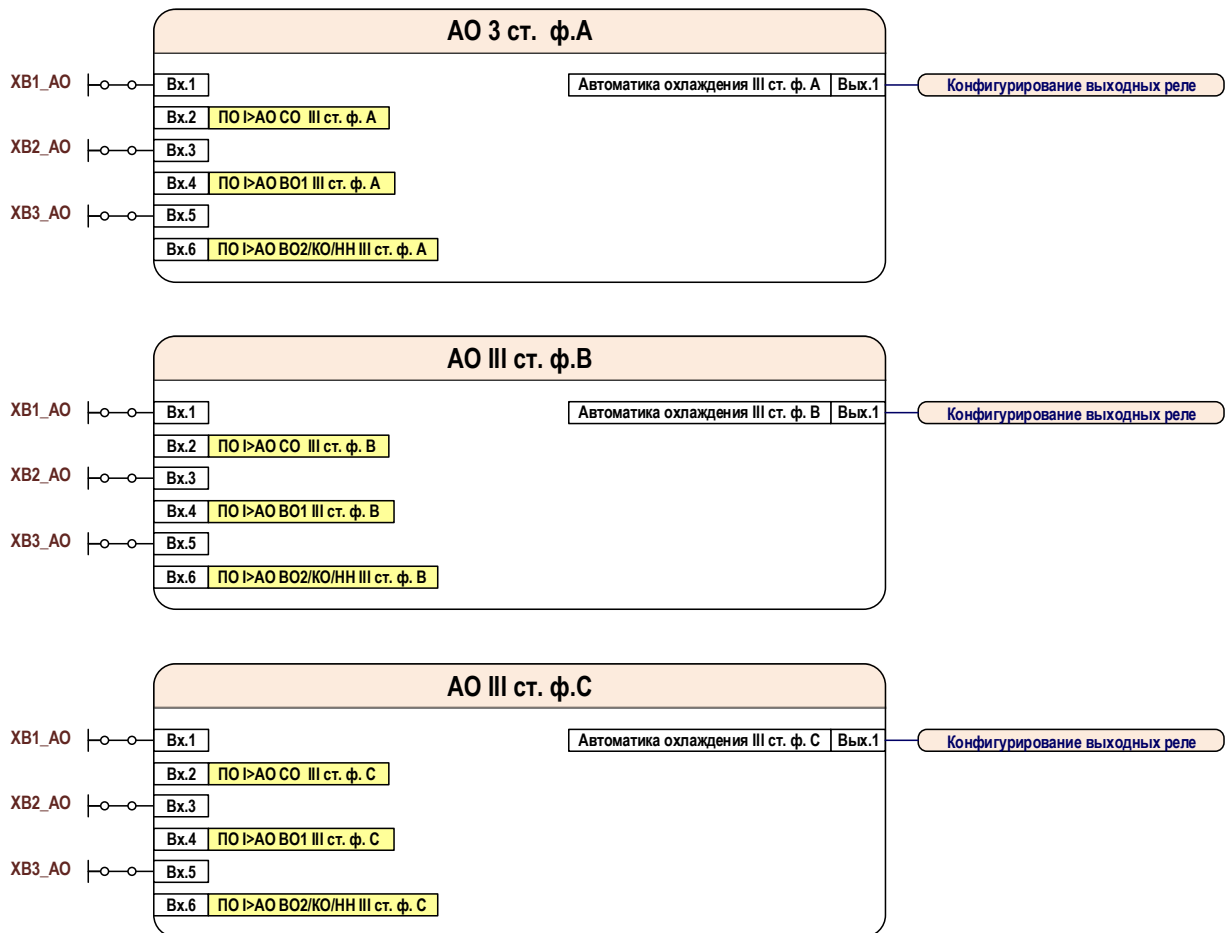


Рисунок А.18.3 – Блок – схема узла III ст. АО

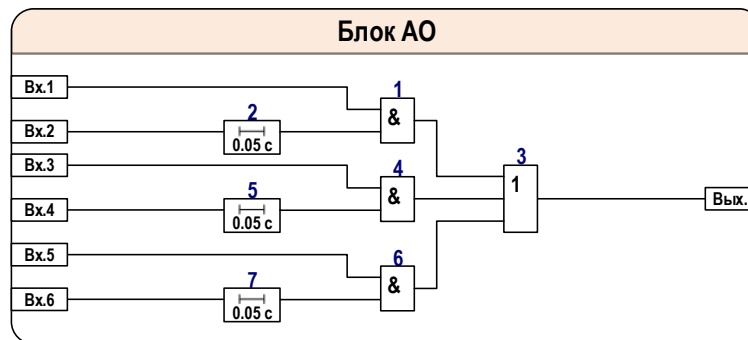
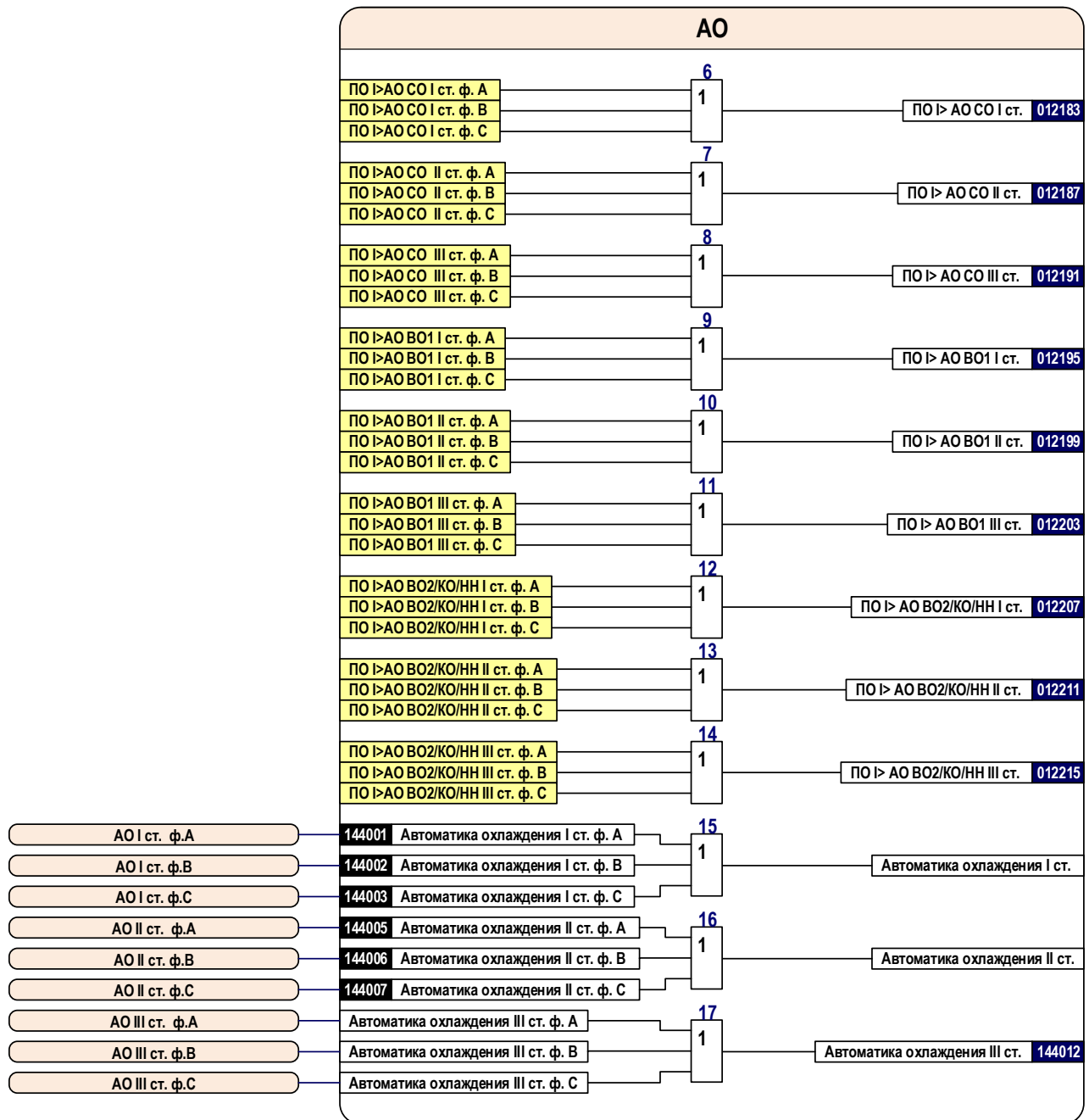


Рисунок А.18.4 – Функциональная схема логической части узла АО



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XB1_AO	Автоматика охлаждения по току CO	0 – не предусмотрена	предусмотрена
		1 – предусмотрена	
XB2_AO	Автоматика охлаждения по току VO1	0 – не предусмотрена	предусмотрена
		1 – предусмотрена	
XB3_AO	Автоматика охлаждения по току VO2/KO/HH	0 – не предусмотрена	предусмотрена
		1 – предусмотрена	

Рисунок А.19 – Общая логика АО

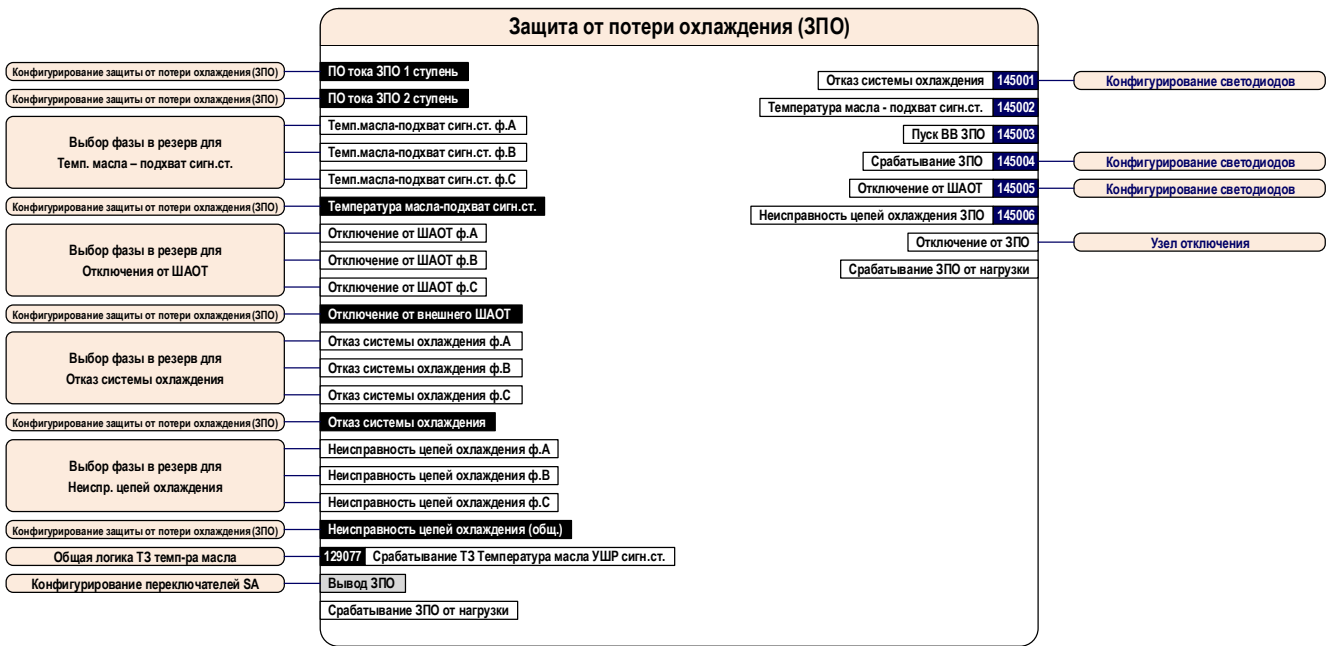
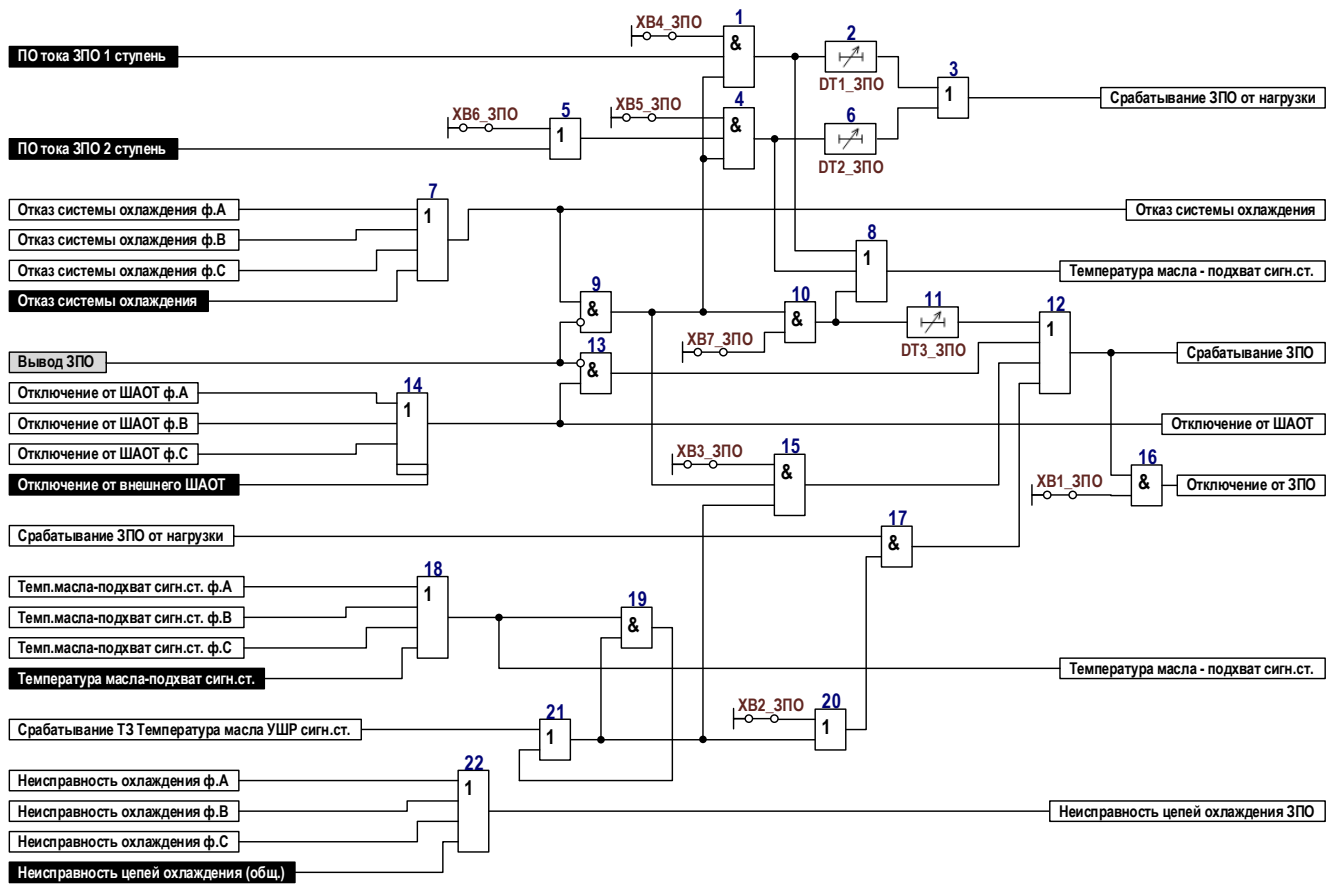


Рисунок А.20.1 – Блок – схема узла ЗПО



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XB1_ЗПО	Действие ЗПО на отключение	0 – не предусмотрено	не предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XB2_ЗПО	Контроль температуры для ЗПО I(II)ст.	0 – предусмотрен	предусмотрен
		1 – не предусмотрен	
XB3_ЗПО	Контроль температуры при потере дутья	0 – не предусмотрен	не предусмотрен
		1 – предусмотрен	
XB4_ЗПО	Действие ЗПО I ст. (с контролем нагрузки)	0 – не предусмотрено	не предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XB5_ЗПО	Действие ЗПО II ст. (с контролем нагрузки)	0 – не предусмотрено	не предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XB6_ЗПО	Контроль нагрузки для ЗПО II ступени	0 – предусмотрен	предусмотрен
		1 – не предусмотрен	
XB7_ЗПО	Действие ЗПО III ст. (при потере дутья)	0 – не предусмотрено	не предусмотрено
		1 – предусмотрено	

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , мин	t _{макс} , мин	t _{умолч} , мин
DT1_ЗПО	Время срабатывания ЗПО I ступень	1	60	10
DT2_ЗПО	Время срабатывания ЗПО II ступень	1	60	20
DT3_ЗПО	Время срабатывания ЗПО III ступень	1	60	60

Рисунок А.20.2 – Функциональная схема логической части узла ЗПО

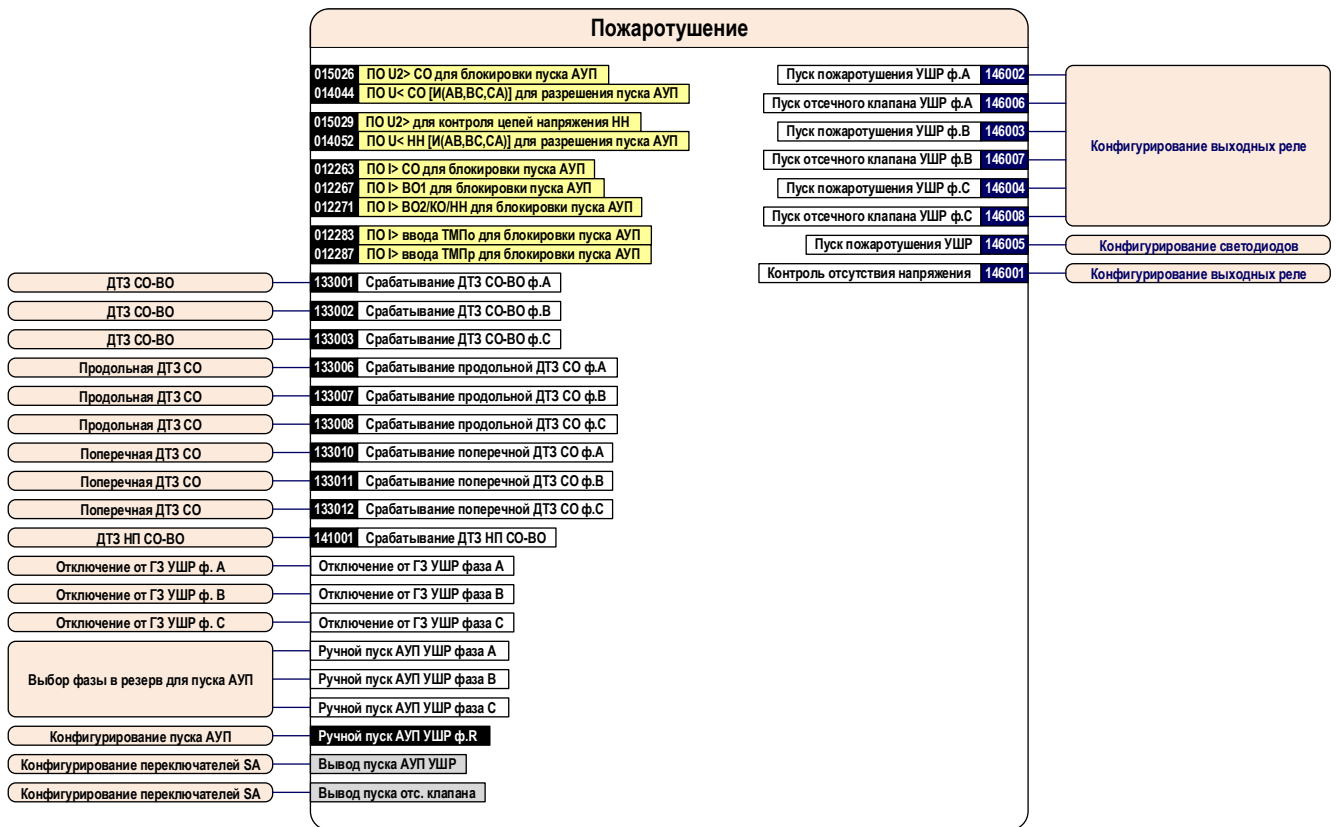
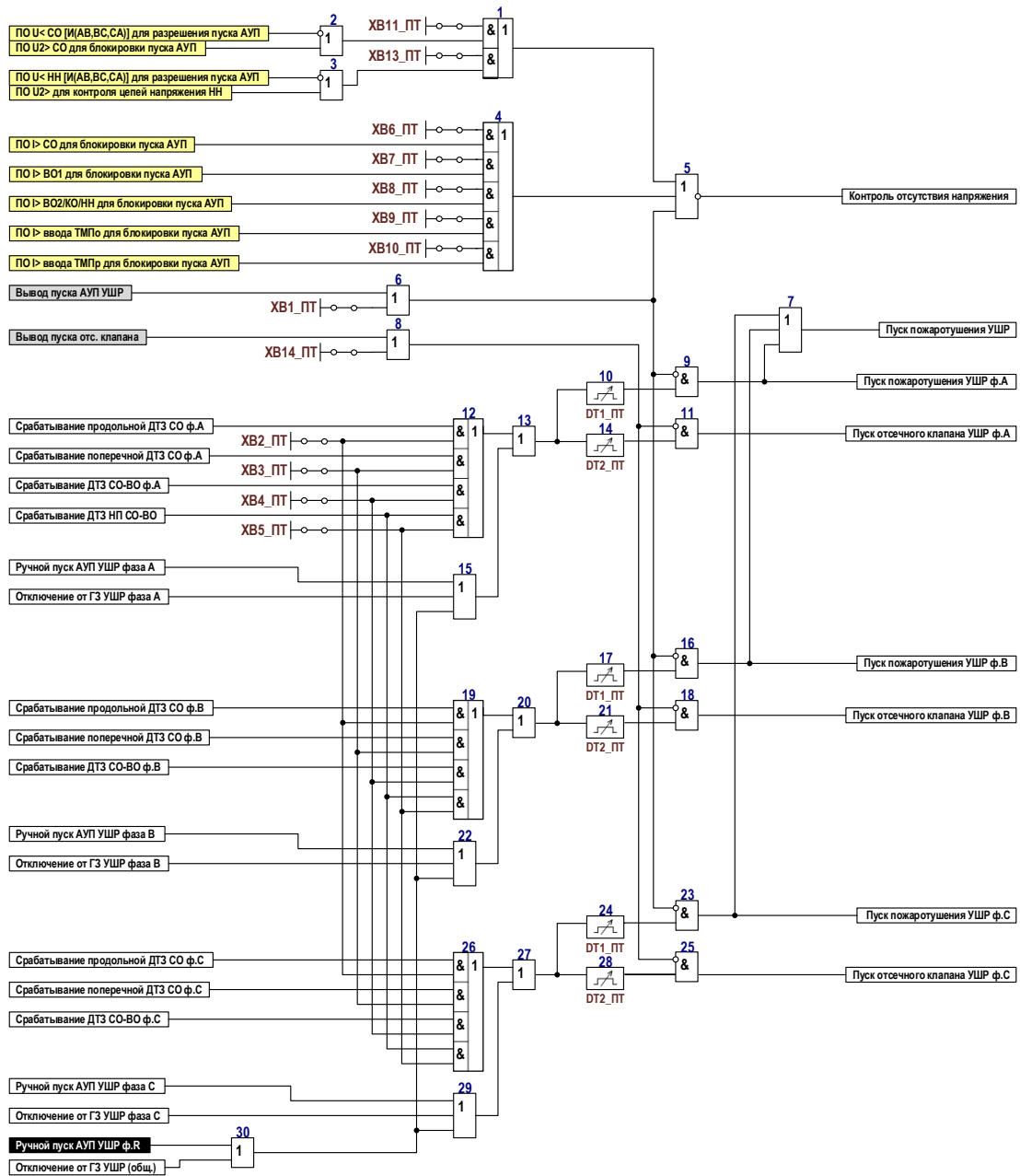


Рисунок А.21.1 – Блок – схема узла пожаротушения



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XV1_ПТ	Пуск АУП УШР	0 – предусмотрено 1 – не предусмотрено	не предусмотрено
XV2_ПТ	Действие продольной ДТЗ УШР на пуск АУП	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	предусмотрено
XV3_ПТ	Действие поперечной ДТЗ УШР на пуск АУП	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	предусмотрено
XV4_ПТ	Действие ДТЗ СО-ВО/КО на пуск АУП	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	предусмотрено
XV5_ПТ	Действие ДТЗ НП СО-ВО/КО на пуск АУП	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	не предусмотрено
XV6_ПТ	Действие ПО I> СО для блокировки пуска АУП	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	предусмотрено
XV7_ПТ	Действие ПО I> ВО1 для блокировки пуска АУП	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	предусмотрено
XV8_ПТ	Действие ПО I> ВО2/КО/НН для блокировки пуска АУП	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	предусмотрено
XV9_ПТ	Действие ПО I> ТМПо для блокировки пуска АУП	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	предусмотрено
XV10_ПТ	Действие ПО I> ТМПр для блокировки пуска АУП	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	предусмотрено
XV11_ПТ	Действие ПО U СО в логику пуска АУП	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	предусмотрено
XV13_ПТ	Действие ПО U НН в логику пуска АУП	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	предусмотрено
XV14_ПТ	Пуск отсечного клапана	0 – предусмотрено 1 – не предусмотрено	предусмотрено

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
DT1_ПТ	Длительность импульса на пуск АУП УШР	0.00	27	1
DT2_ПТ	Длительность импульса на пуск отсечного клапана	0.00	27	1

Рисунок А.21.2 – Функциональная схема логической части узла пожаротушения

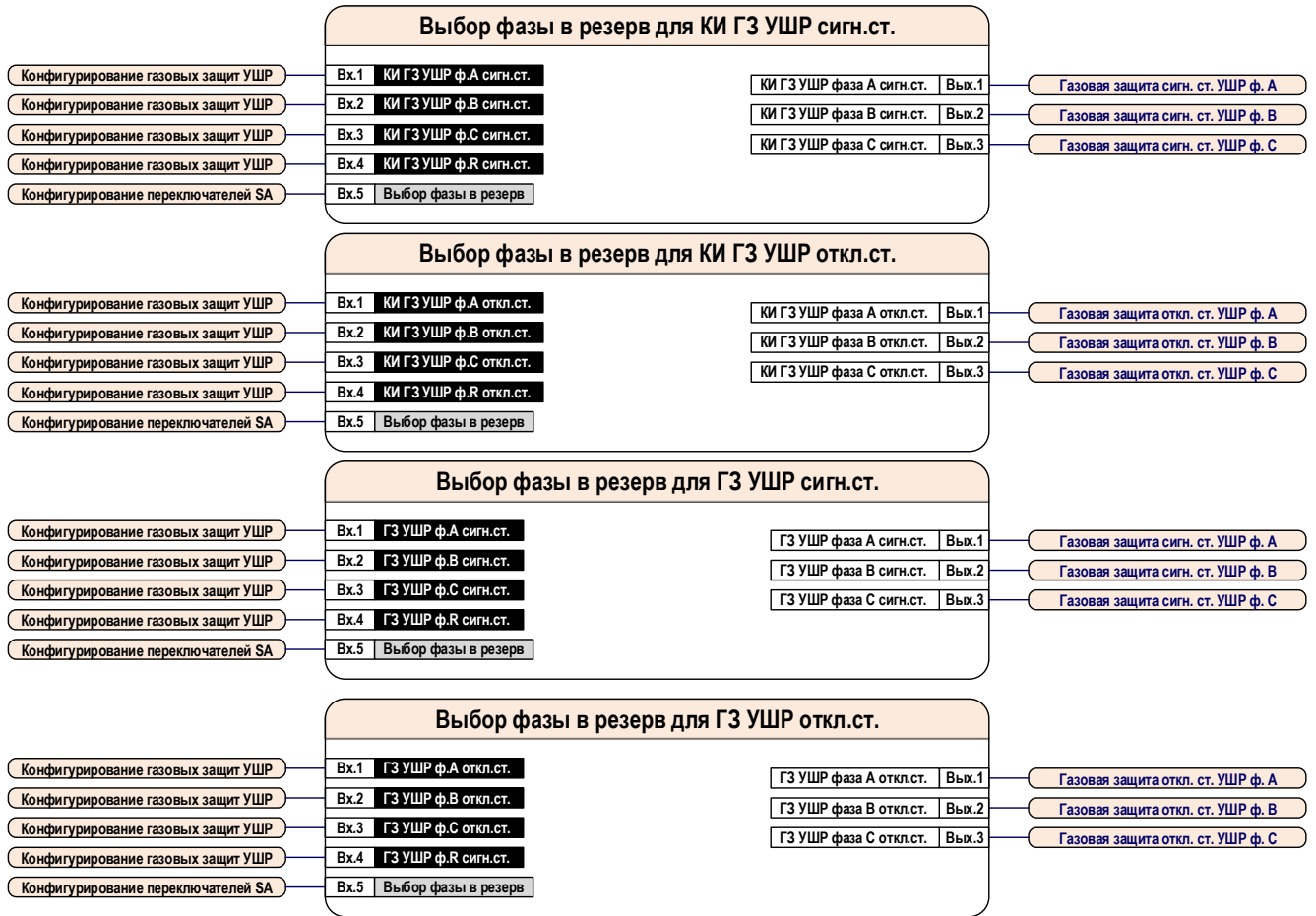


Рисунок А.22.1 – Блок – схемы узла ГЗ УШР

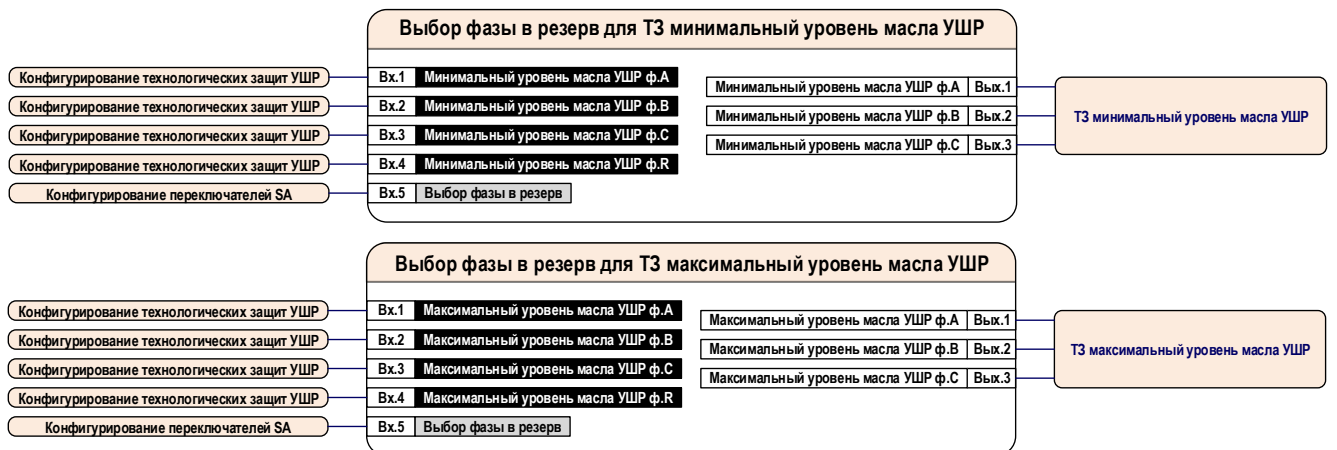


Рисунок А.2.22.2 – Блок – схемы узлов ТЗ уровней масла УШР

Рисунок А.222.4 – Блок – схемы узла ТЗ температуры обмотки

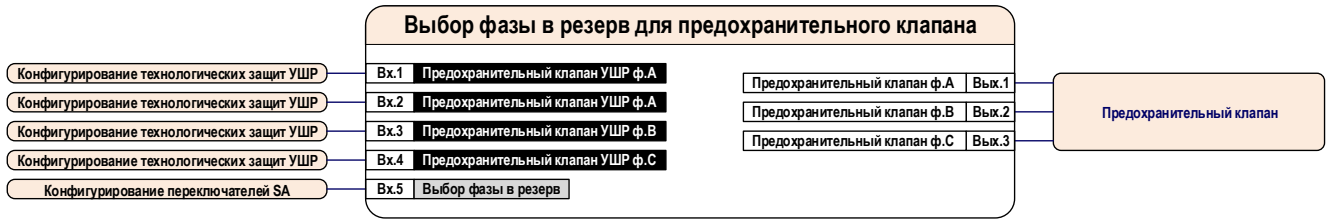


Рисунок А.222.5 – Блок – схема узла предохранительного клапана

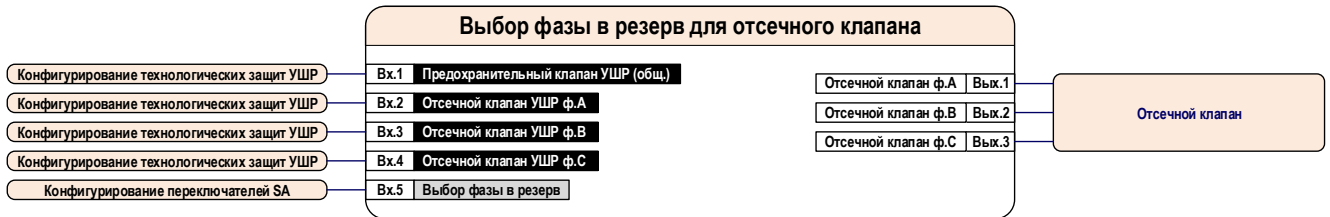


Рисунок А.222.6 – Блок – схема узла отсечного клапана

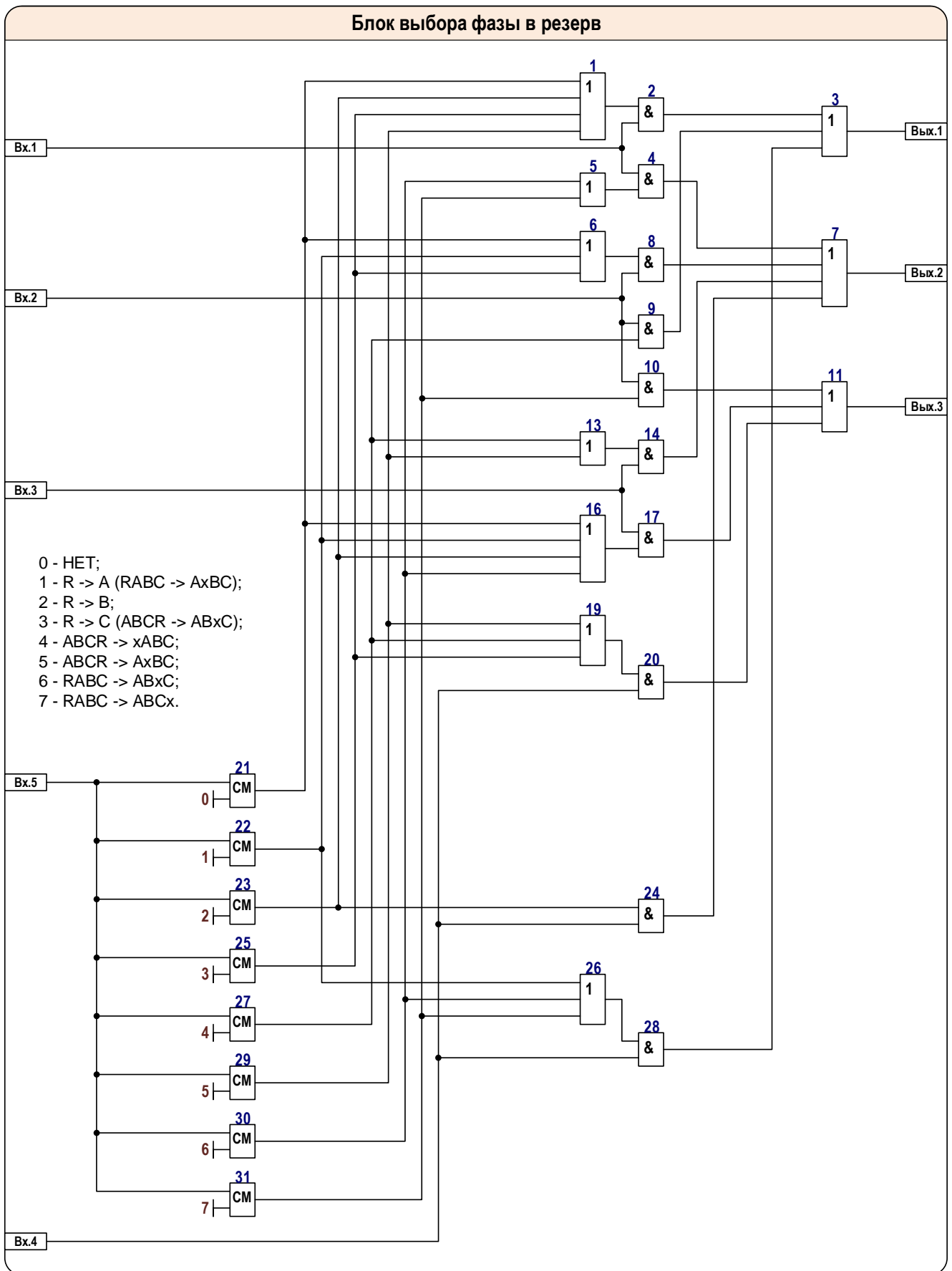


Рисунок А.222.7 – Функциональная схема логической части узла выбора фазы в резерв

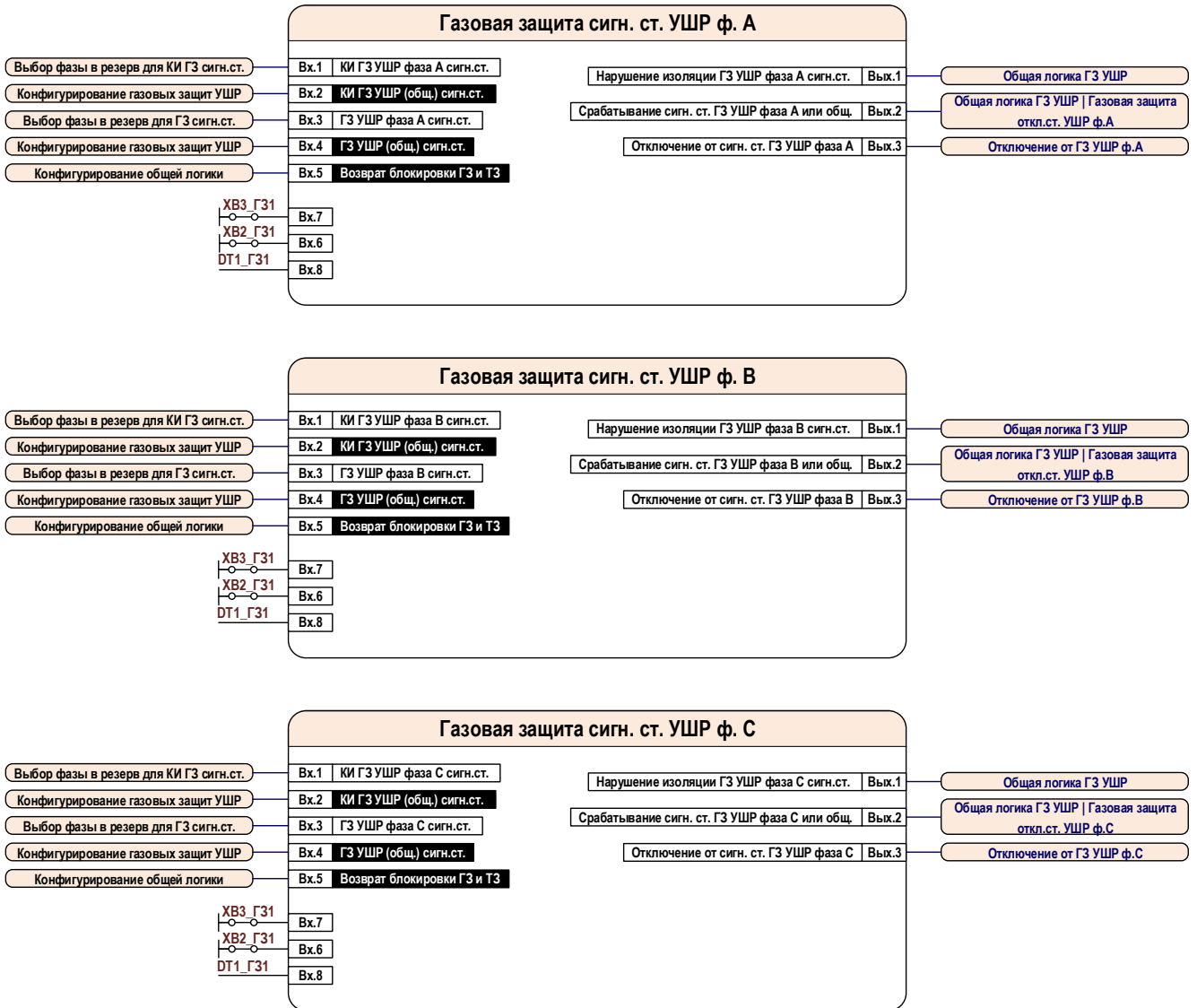


Рисунок А.23.1 – Блок – схемы узла ГЗ УШР сигнальная ступень

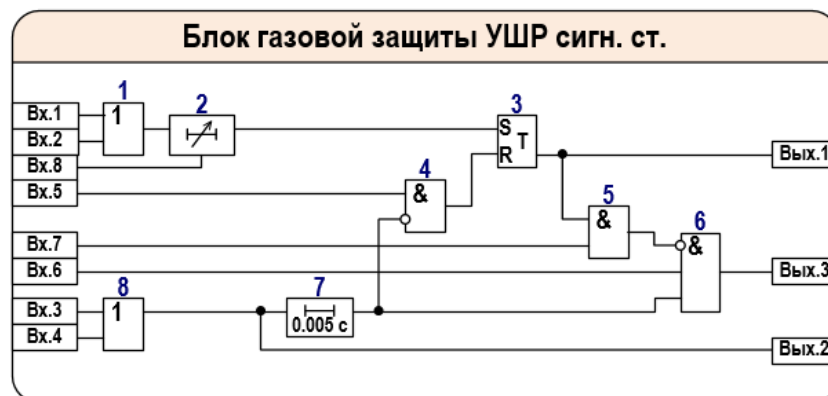


Рисунок А.23.2 – Функциональная схема логической части узла ГЗ УШР сигнальная ступень

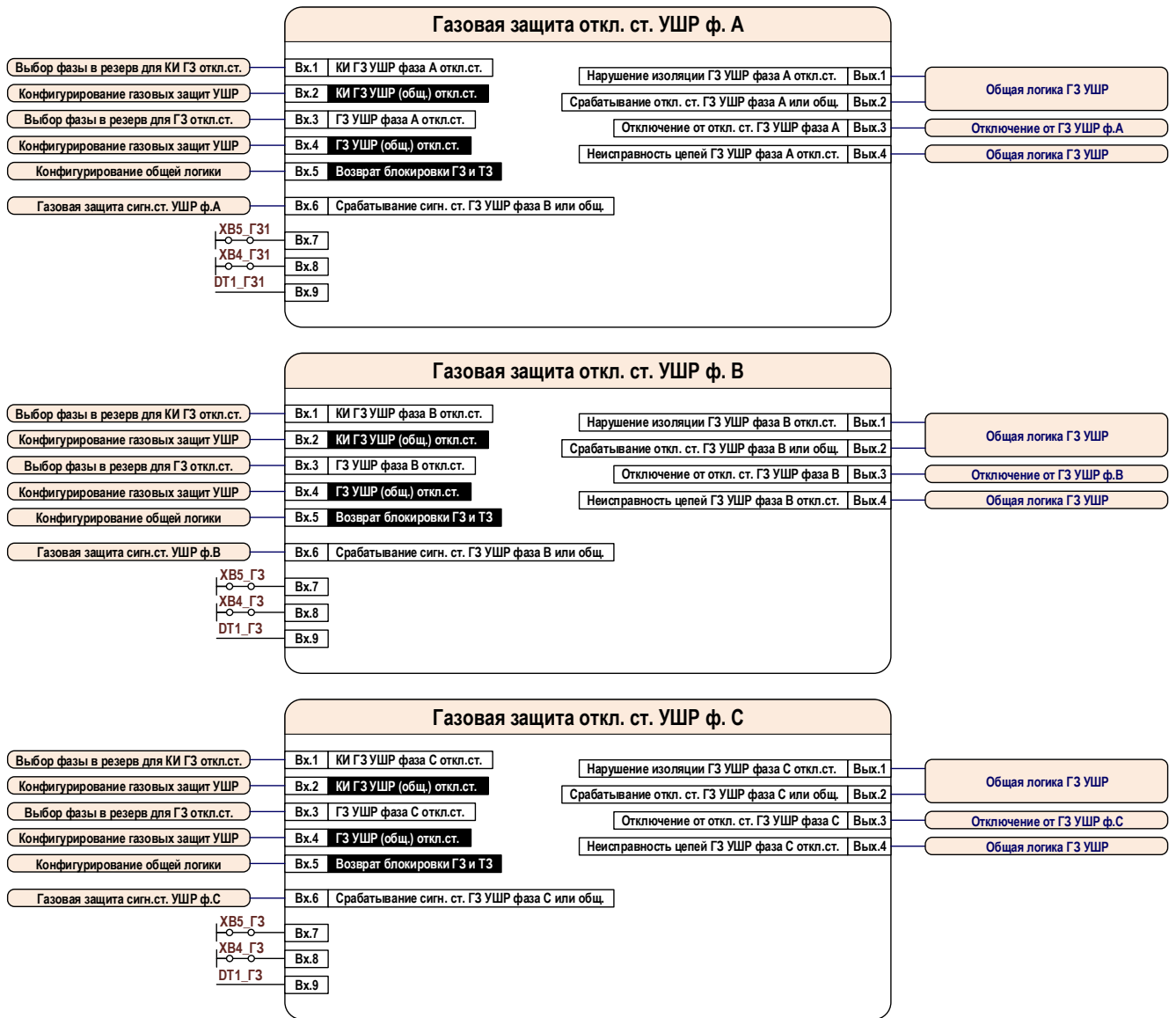


Рисунок А.24.1 – Блок – схемы узла ГЗ УШР отключающая ступень

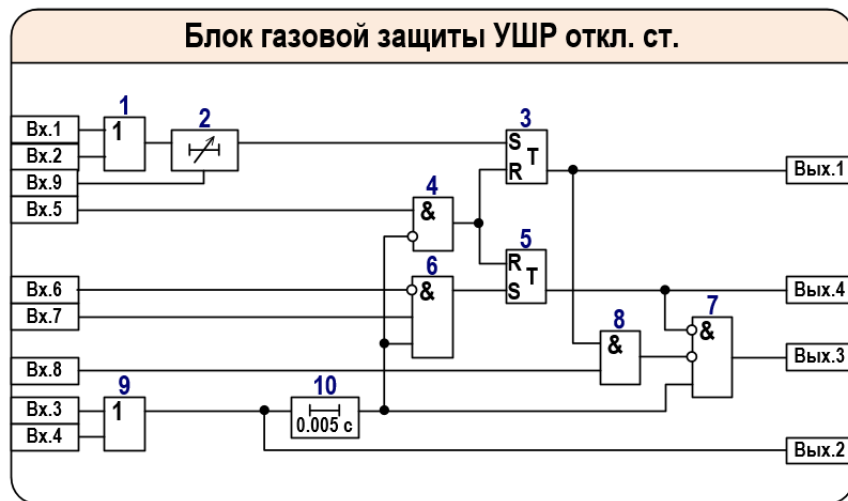


Рисунок А.24.2 – Функциональная схема логической части узла ГЗ УШР отключающая ступень

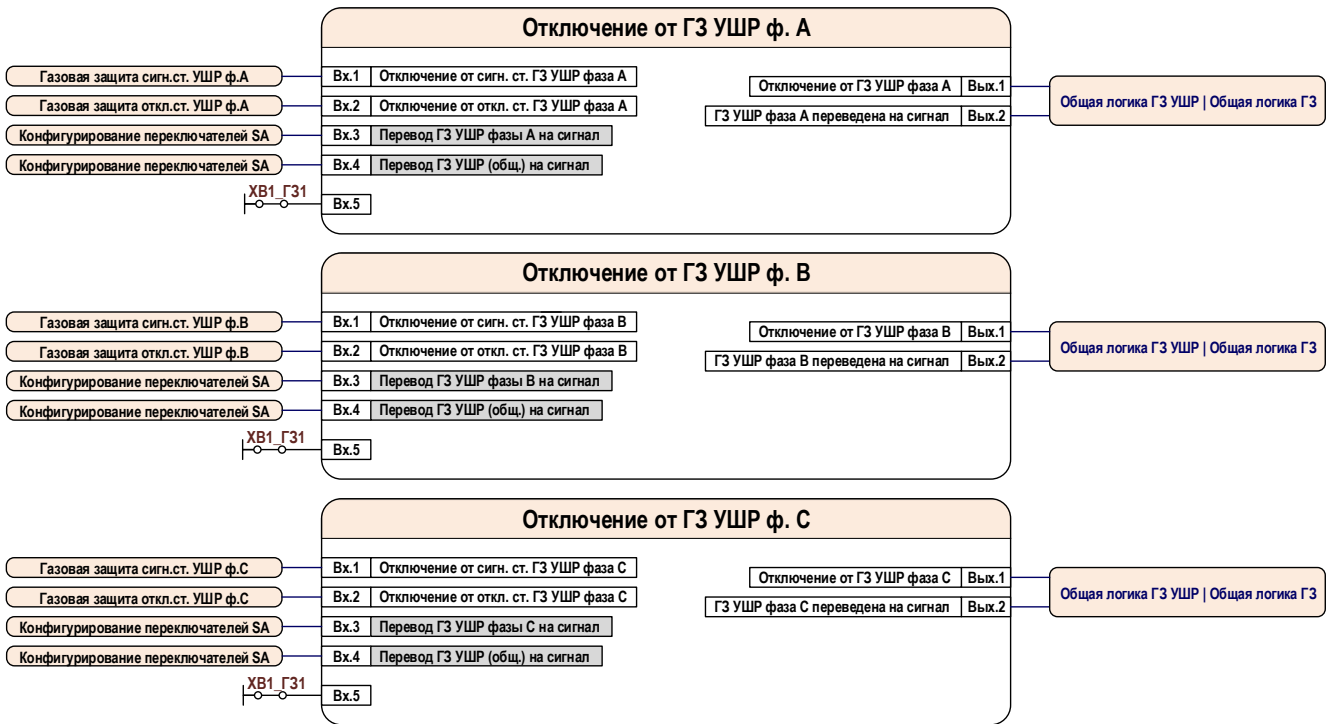


Рисунок А.25.1 – Блок – схемы узла отключения от ГЗ УШР

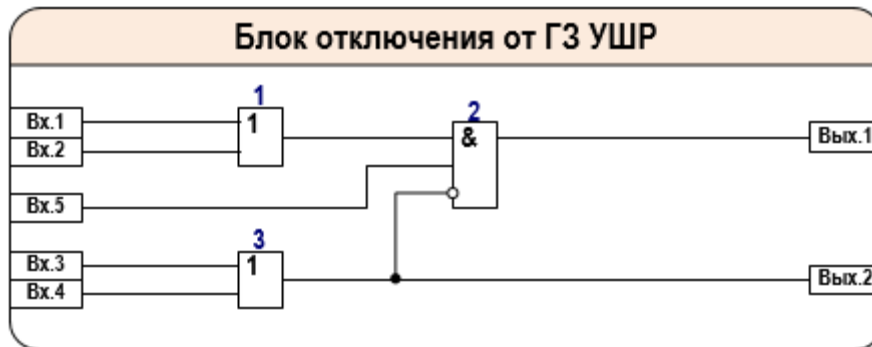
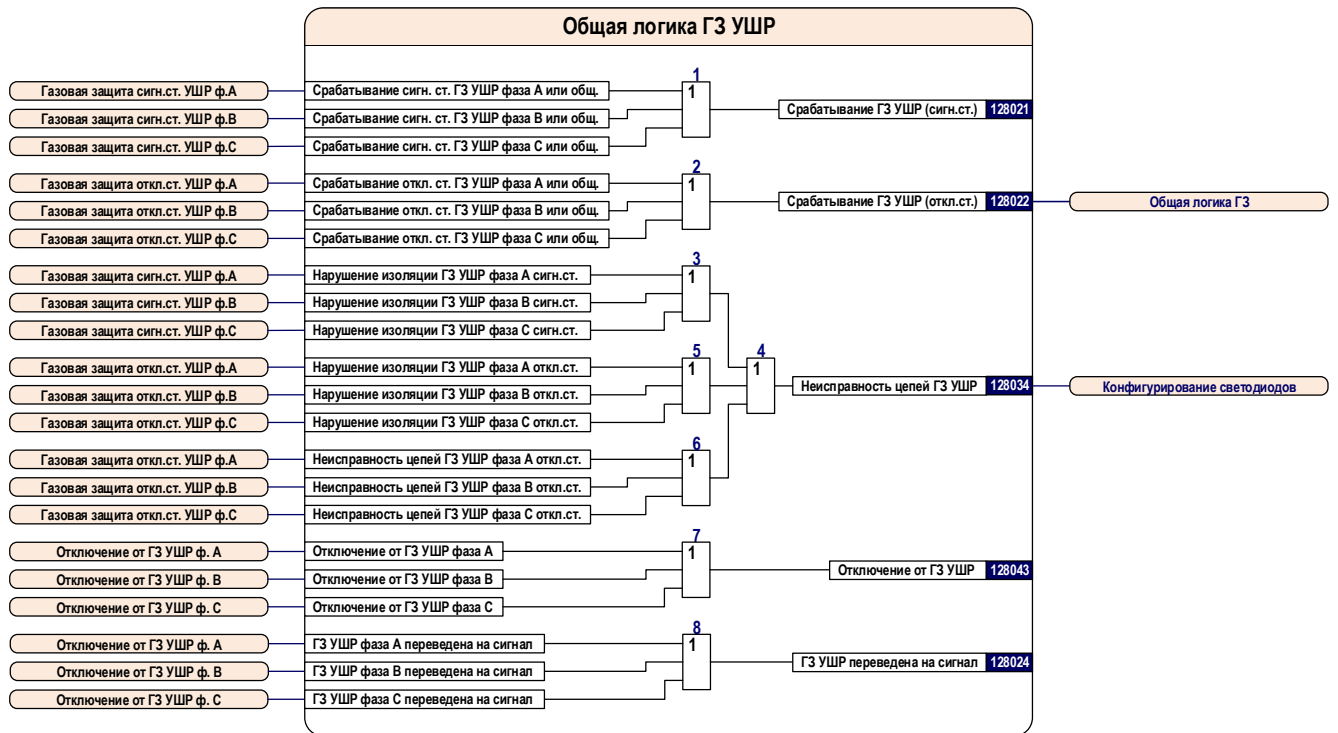


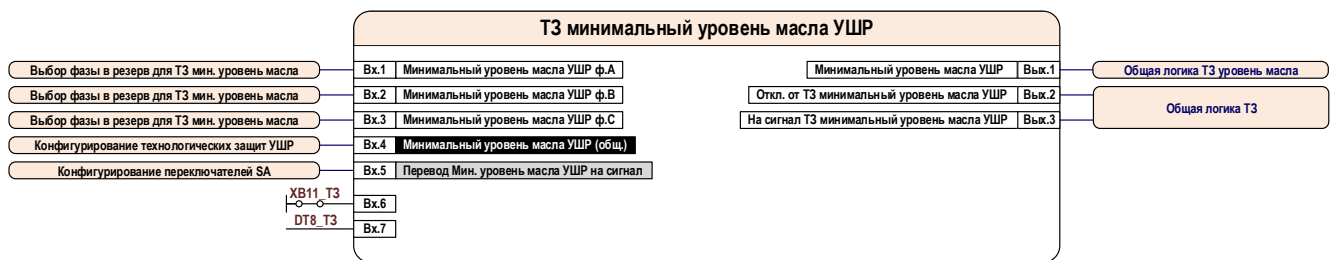
Рисунок А.25.1 – Блок – схемы узла отключения от ГЗ УШР2– Функциональная схема логической части узла отключения от ГЗ УШР



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XB1_ГЗ1	Действие ГЗ УШР на отключение	0 – не предусмотрено	предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XB2_ГЗ1	Перевод ГЗ УШР сигн.ст. на отключение	0 – не предусмотрено	не предусмотрен
		1 – предусмотрен	
XB3_ГЗ1	Действие КИ на вывод ГЗ УШР сигн.ст.	0 – не предусмотрено	не предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XB4_ГЗ1	Действие КИ на вывод ГЗ УШР откл.ст.	0 – не предусмотрено	предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XB5_ГЗ1	Действие откл.ст. ГЗ УШР с подтверждением от сигн.ст.	0 – не предусмотрено	не предусмотрено
		1 – предусмотрено	

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
DT1_ГЗ1	Задержка на срабатывание КИ ГЗ УШР	0.00	27.00	1.00

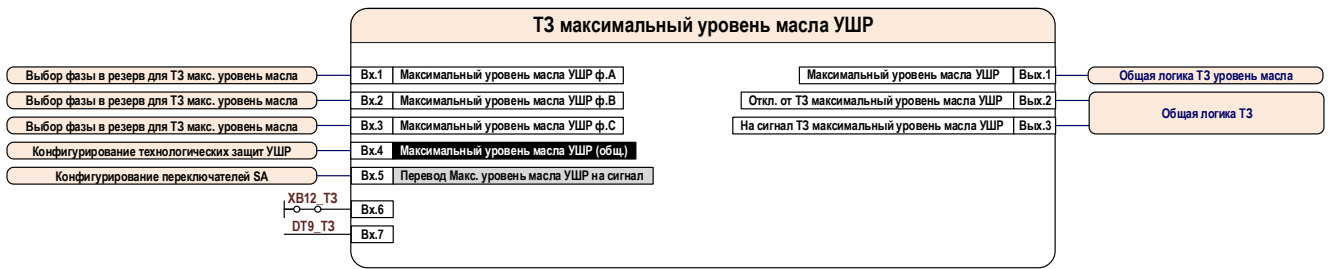
Рисунок А.26 – Логическая схема общей логики ГЗ УШР



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XB11_Т3	Действие Т3 мин. уровень масла УШР на отключение	0 – предусмотрено	предусмотрено
		1 – не предусмотрено	

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
DT8_Т3	Задержка срабатывания Т3 мин. уровень масла УШР	0.00	27.00	0.05

Рисунок А.27.1 – Блок – схема узла Т3 минимальный уровень масла УШР



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XВ12_T3	Действие Т3 макс. уровень масла УШР на отключение	0 – предусмотрено 1 – не предусмотрено	предусмотрено

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
DT9_T3	Задержка на прием сигн. 'Макс. уровень масла УШР'	0.00	27.00	0.05

Рисунок А.27.2 – Блок – схема узла Т3 максимальный уровень масла УШР

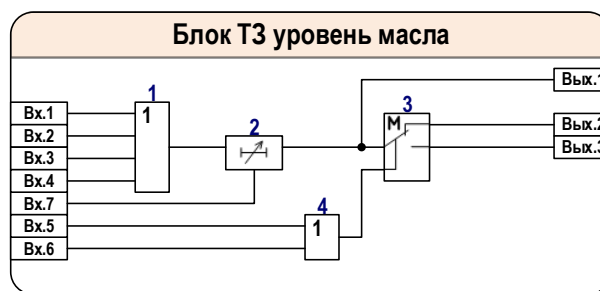


Рисунок А.27.3 – Функциональная схема логической части узла Т3 уровень масла

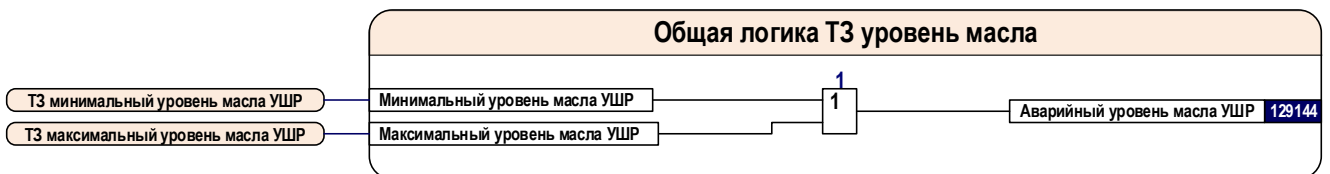
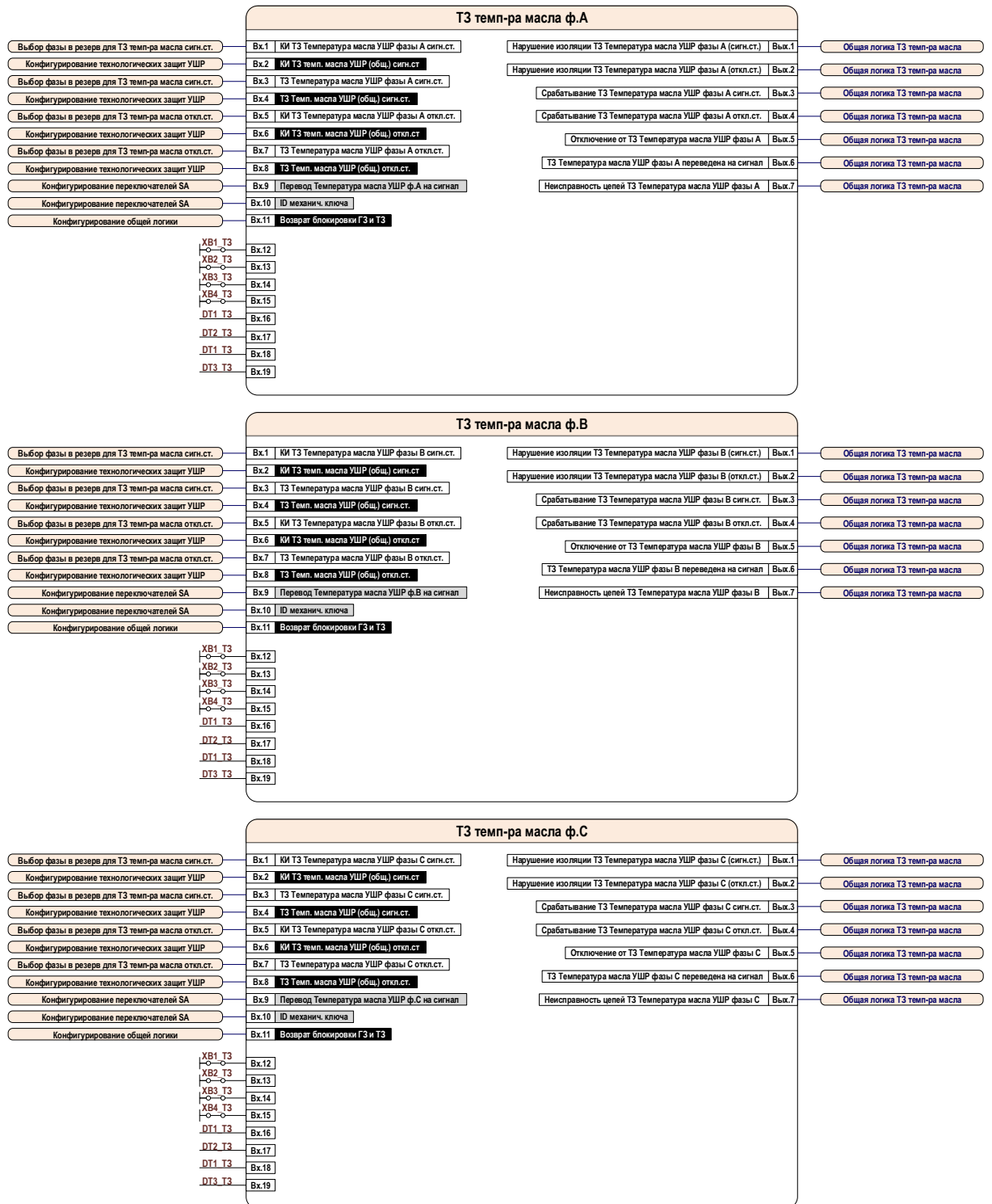


Рисунок .4 – Общая логика Т3 уровень масла



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XВ1 Т3	Действие Т3 температура масла УШР откл.ст. на отключение	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	предусмотрено
XВ2 Т3	Действие Т3 темп. масла УШР сигн.ст. на отключение	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	не предусмотрено
XВ3 Т3	Действие КИ на вывод Т3 темп. масла УШР откл.ст.	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	предусмотрено
XВ4 Т3	Дейст.Т3 темп.масла откл.ст.с подтверждением от сигн.ст.	0 – не предусмотрено 1 – предусмотрено	предусмотрено

№	Наименование выдержки времени	tмин, с	tмакс, с	tумолч, с
DT1 Т3	Задержка на срабатывание КИ Т3 УШР	0.00	27.00	1.00
DT2 Т3	Задержка на срабатывание Т3 темп.масла УШР сигн.ст.	0.00	27.00	0.00
DT3 Т3	Задержка на срабатывание Т3 темп.масла УШР откл.ст.	0.00	27.00	0.00

Рисунок А.28.1 – Блок – схемы узла Т3 температура масла

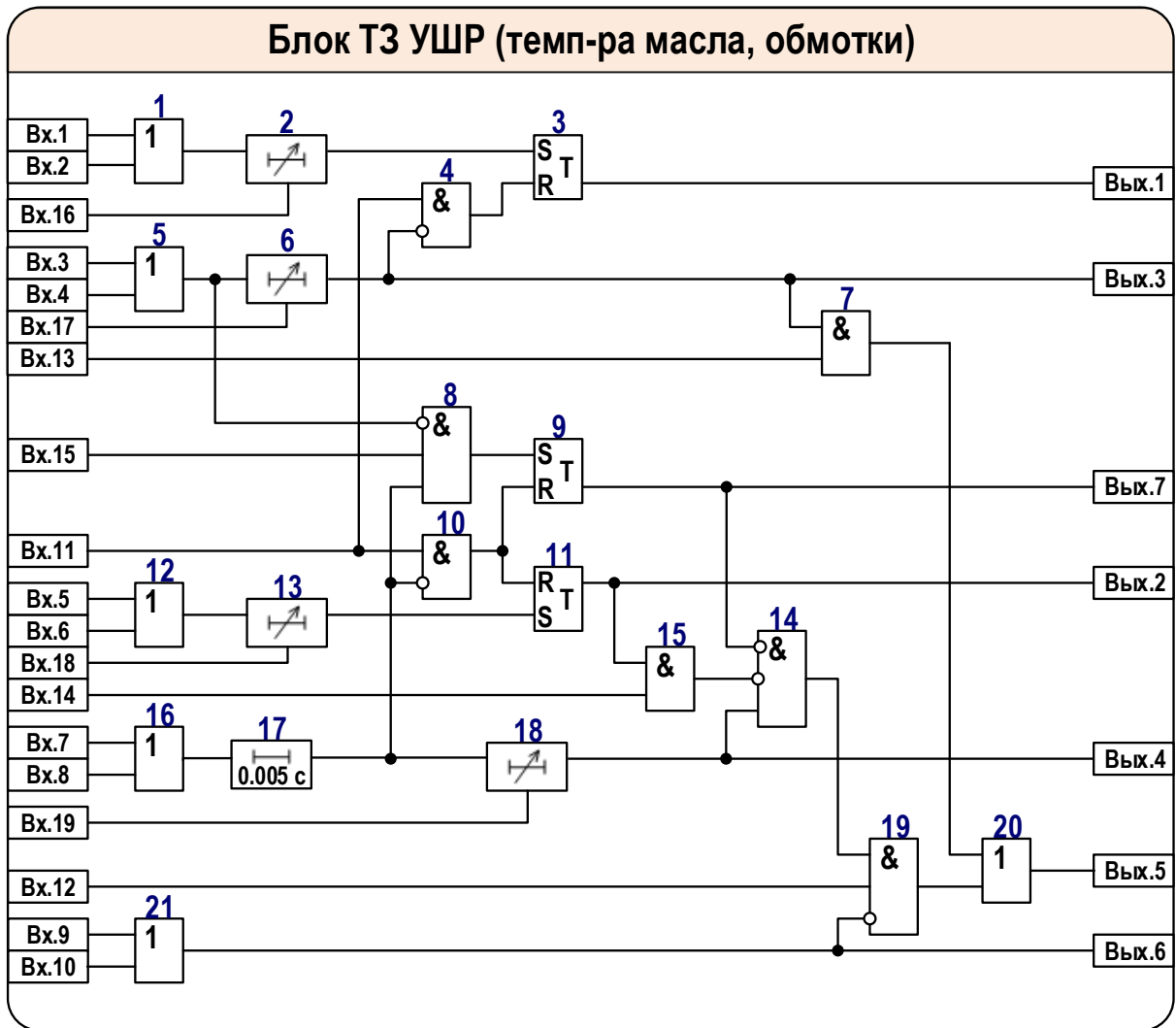


Рисунок А.28.2– Функциональная схема логической части узлов Т3 температура масла УШР, Т3 температура обмотки УШР

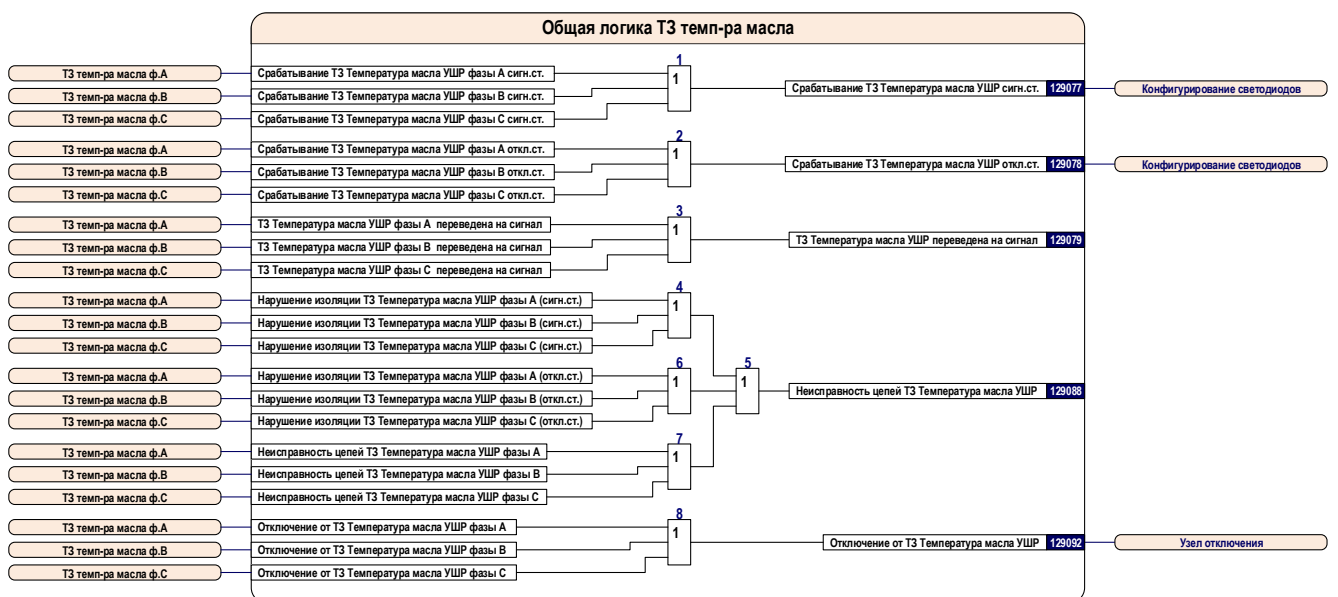
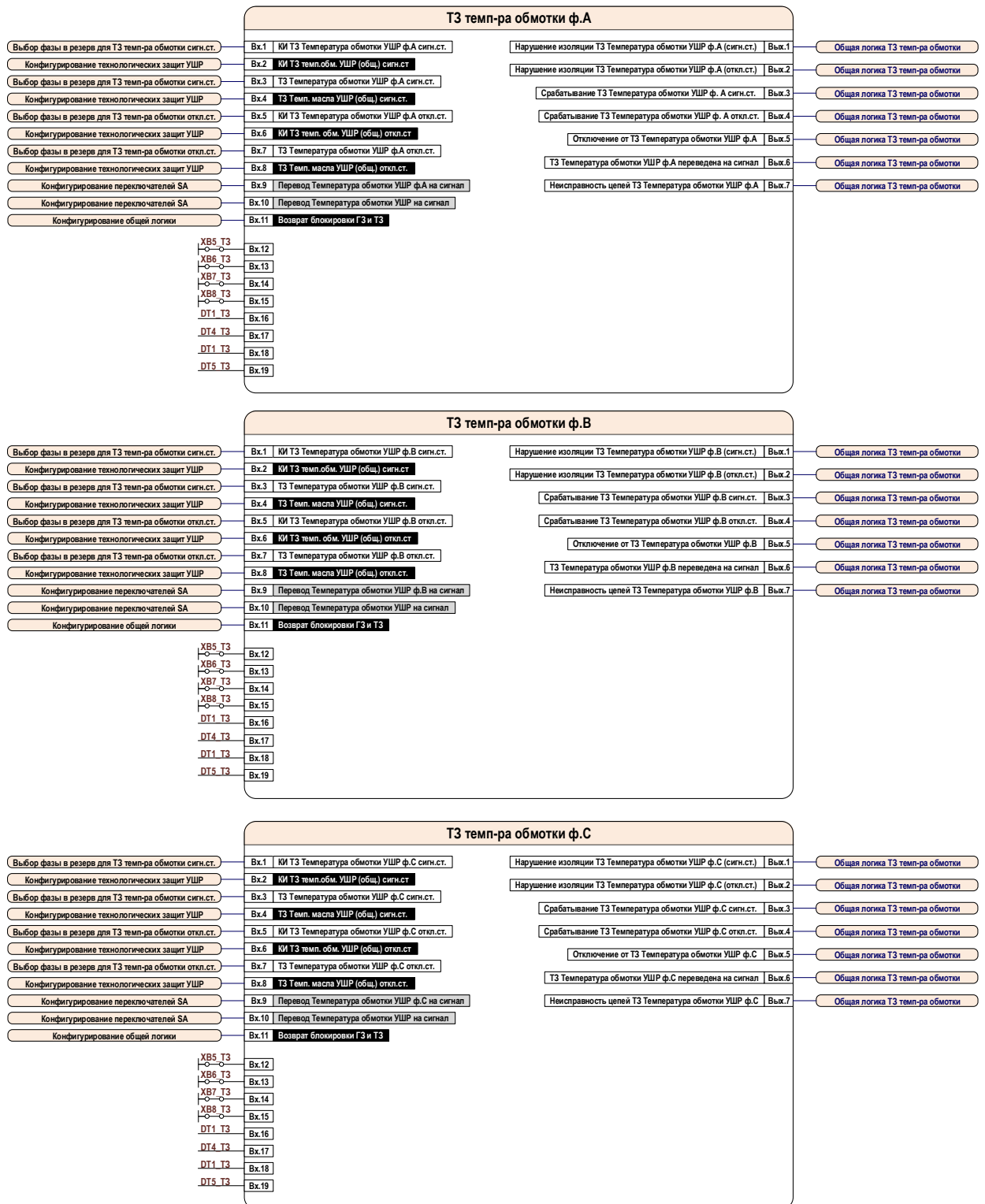


Рисунок А.29 – Логическая схема общей логики Т3 температура масла

Редакция от 03.10.2022



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XB5_T3	Действие Т3 темп. обмотки УШР откл.ст. на отключение	0 – не предусмотрено	предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XB6_T3	Действие Т3 темп. обмотки УШР сигн.ст. на отключение	0 – не предусмотрено	не предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XB7_T3	Действие КИ на вывод Т3 темп. обмотки УШР откл.ст.	0 – не предусмотрено	предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XB8_T3	Дейст. Т3 темп обмотки откл.ст.с подтверждением от сигн.ст.	0 – не предусмотрено	предусмотрено
		1 – предусмотрено	

№	Наименование выдержки времени	tмин, с	tмакс, с	tумолч, с
DT1_T3	Задержка на срабатывание КИ Т3 УШР	0.00	27.00	1.00
DT4_T3	Задержка на срабатывание Т3 темп.обмотки УШР сигн.ст.	0.00	27.00	0.00
DT5_T3	Задержка на срабатывание Т3 темп.обмотки УШР откл.ст.	0.00	27.00	0.00

Рисунок А.30 – Блок – схемы узла Т3 температура обмотки

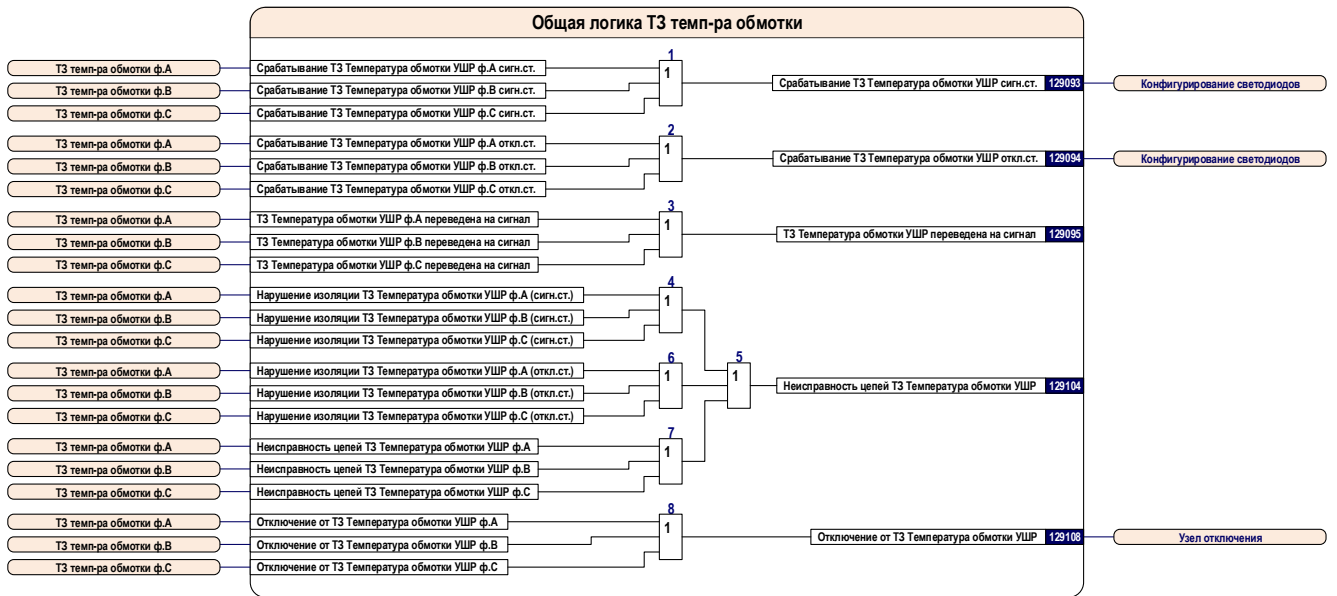
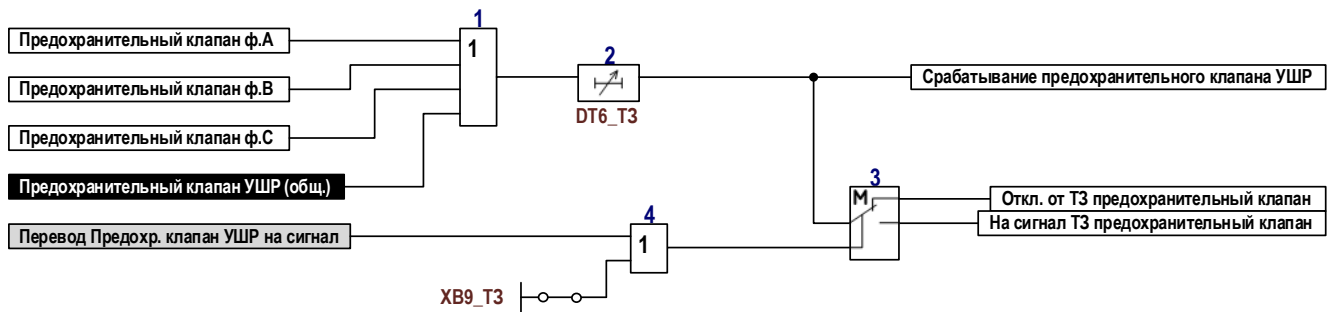


Рисунок А.31 – Логическая схема общей логики Т3 температура обмотки



Рисунок А.32.1– Блок – схема узла предохранительный клапан



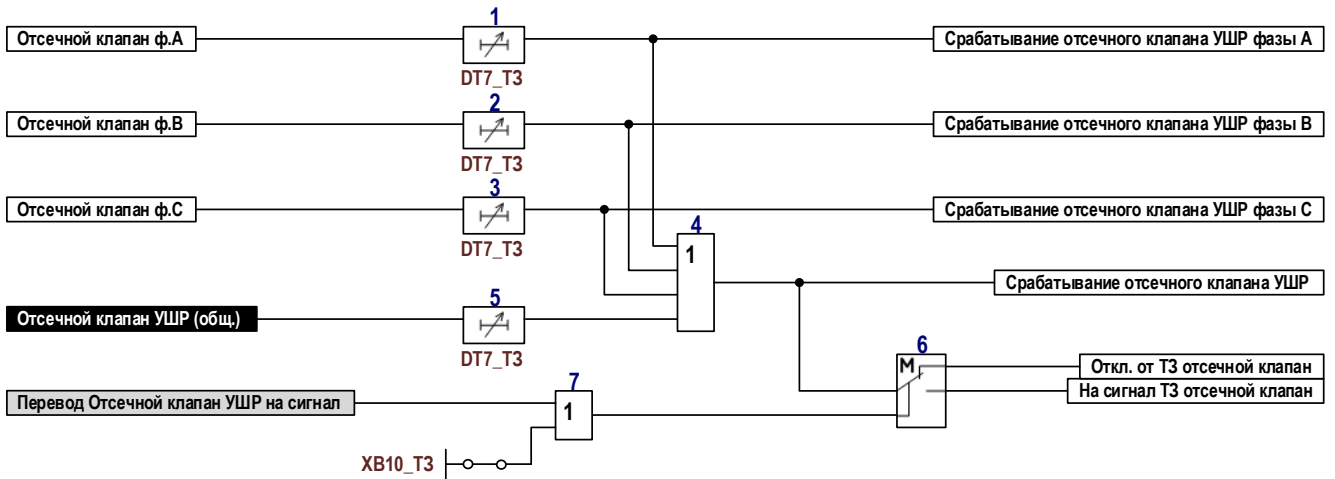
№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XV9_T3	Действие предохран. клапан на отключение УШР	0 – предусмотрено 1 – не предусмотрено	предусмотрено

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
DT6_T3	Время срабатывания 'Предохранительный клапан'	0.00	27	0.6

Рисунок А.32.1А.32.2– Функциональная схема логической части узла предохранительный клапан



Рисунок А.33.1 – Блок – схема узла отсечной клапан



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XВ10_T3	Действие отсечной клапан на отключение УШР	0 – предусмотрено	предусмотрено
		1 – не предусмотрено	

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
DT7_T3	Время срабатывания 'Отсечной клапан'	0.00	27	0.6

Рисунок А.33.2 – Функциональная схема логической части узла отсечной клапан

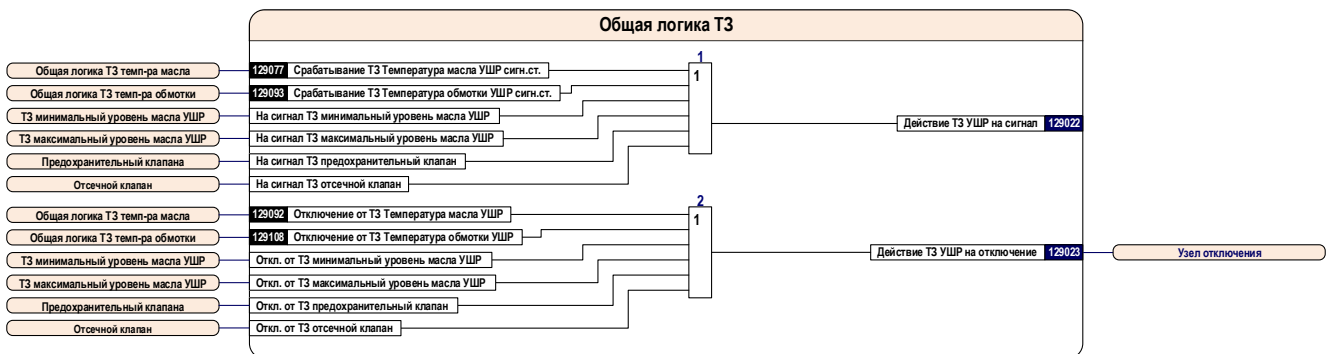


Рисунок А.34 – Логическая схема общей логики ТЗ



Рисунок А.35.1 – Блок – схема узла оперативный ток ЗДЗ ТМПо

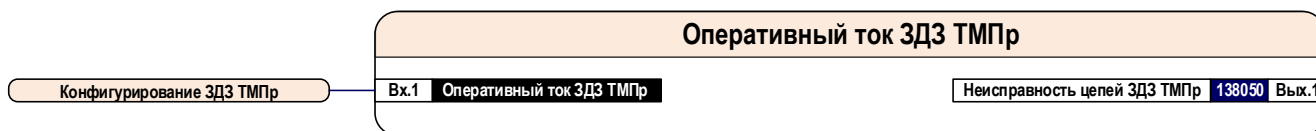


Рисунок А.35.2 – Блок – схема узла оперативный ток ЗДЗ ТМПр

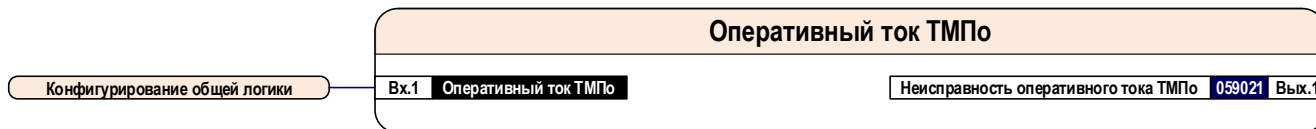


Рисунок А.35.3 – Блок – схема узла оперативный ток ТМПо

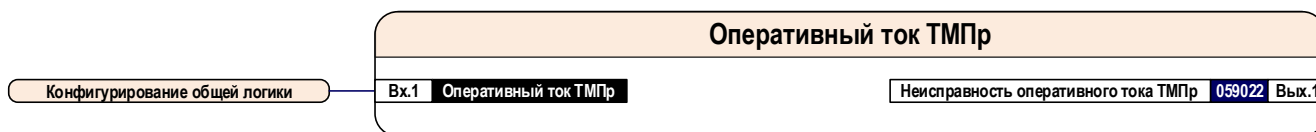


Рисунок А.35.4 – Блок – схема узла оперативный ток ТМПр

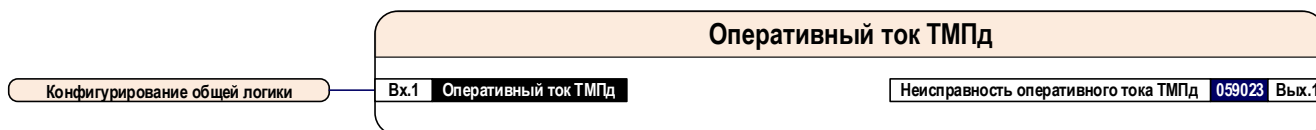


Рисунок А.35.5 – Блок – схема узла оперативный ток ТМПд

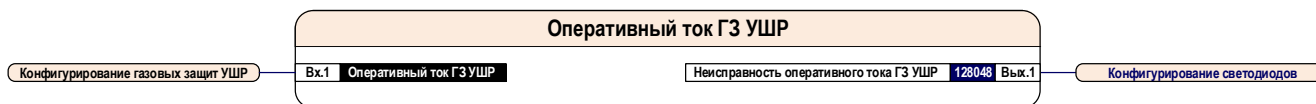


Рисунок А.35.6 – Блок – схема узла оперативный ток ГЗ УШР

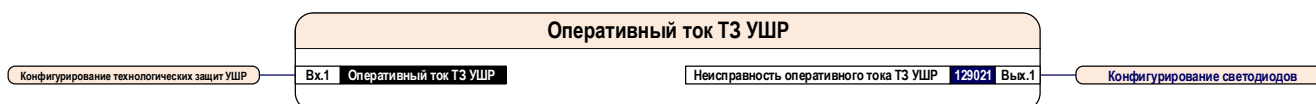


Рисунок А.35.7 – Блок – схема узла оперативный ток ТЗ УШР

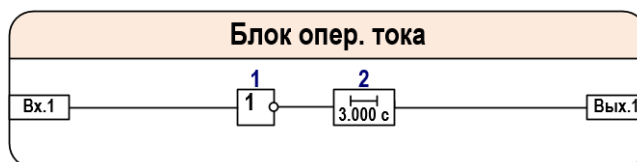


Рисунок А.35.8 – Функциональная схема логической части узла оперативного тока

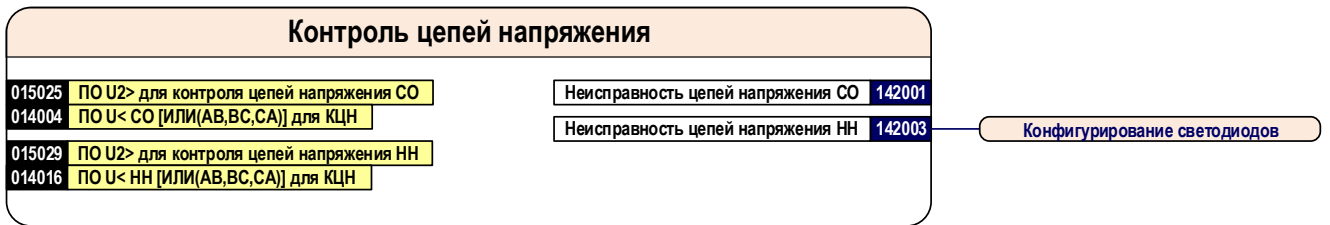
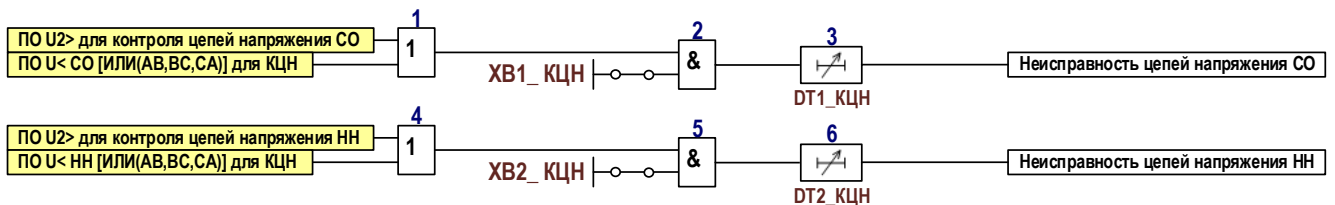


Рисунок А.36.1 – Блок – схема узла контроля цепей напряжения



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
ХВ1_КЦН	Контроль цепи напряжения СО	0 – не предусмотрен	не предусмотрен
		1 – предусмотрен	
ХВ2_КЦН	Контроль цепи напряжения нн	0 – не предусмотрен	не предусмотрен
		1 – предусмотрен	

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
DT1_КЦН	Время срабатывания неисправности цепей напряжения СО	0.00	27	10
DT2_КЦН	Время срабатывания неисправности цепей напряжения НН	0.00	27	10

Рисунок А.36.2 – Функциональная схема логической части узла контроля цепей напряжения

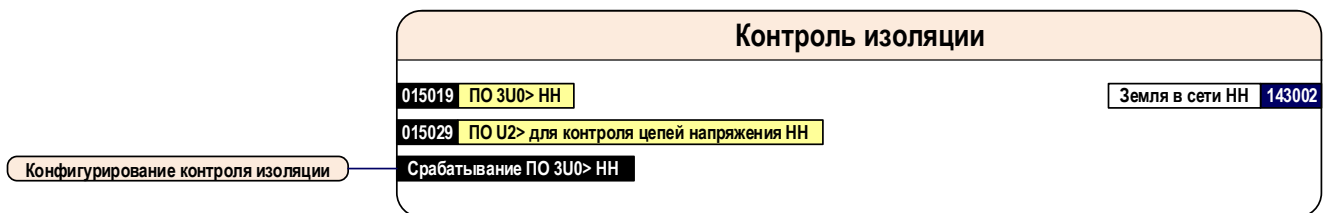


Рисунок А.37.1 – Блок – схема узла контроля изоляции



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
ХВ1_КИ	Действие контроля изоляции НН	0 – не предусмотрен	не предусмотрен
		1 – предусмотрен	

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
DT1_КИ	Время срабатывания контроля изоляции НН	0.00	27	10

Рисунок А.37.2 – Функциональная схема логической части узла контроля изоляции

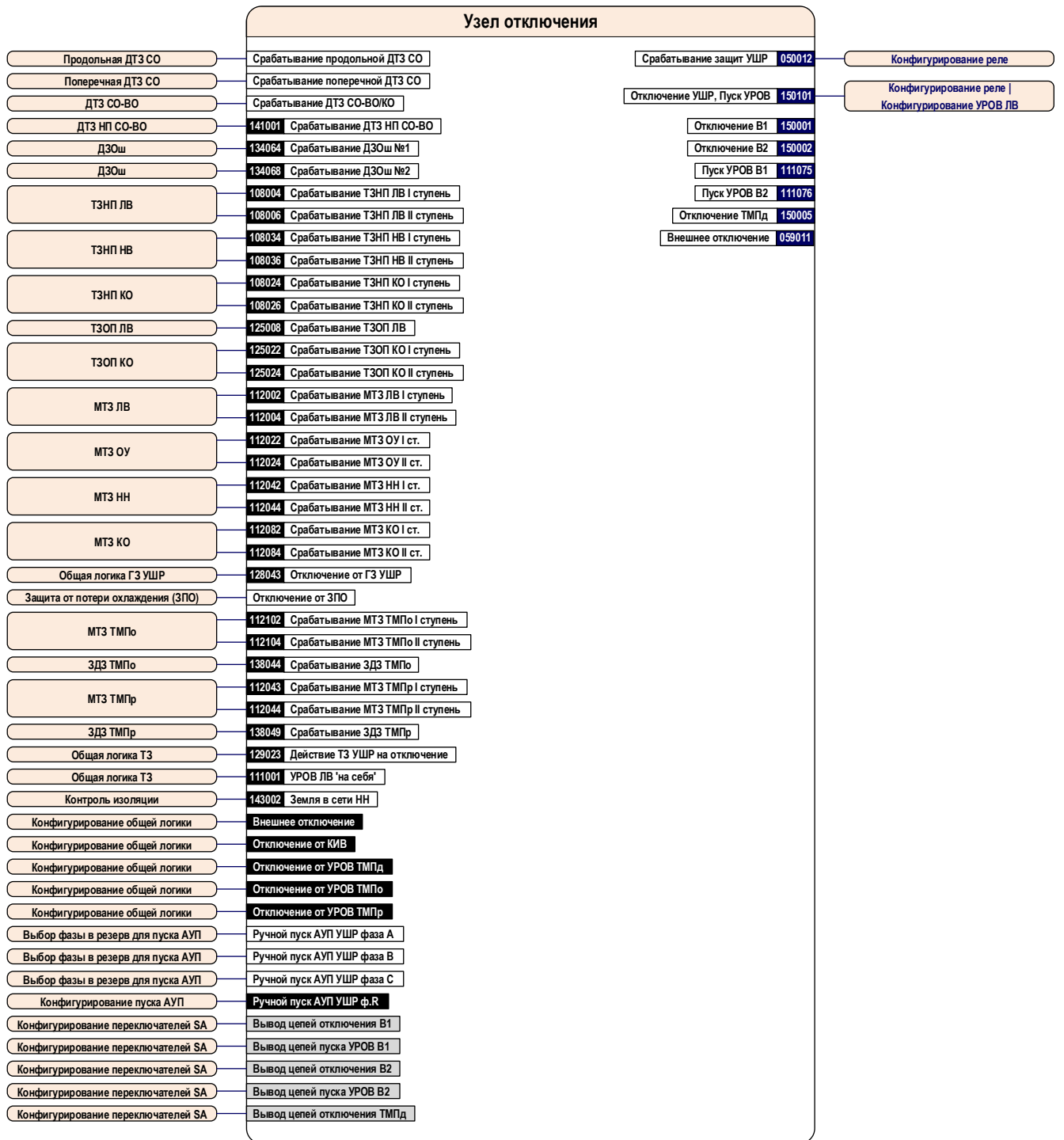
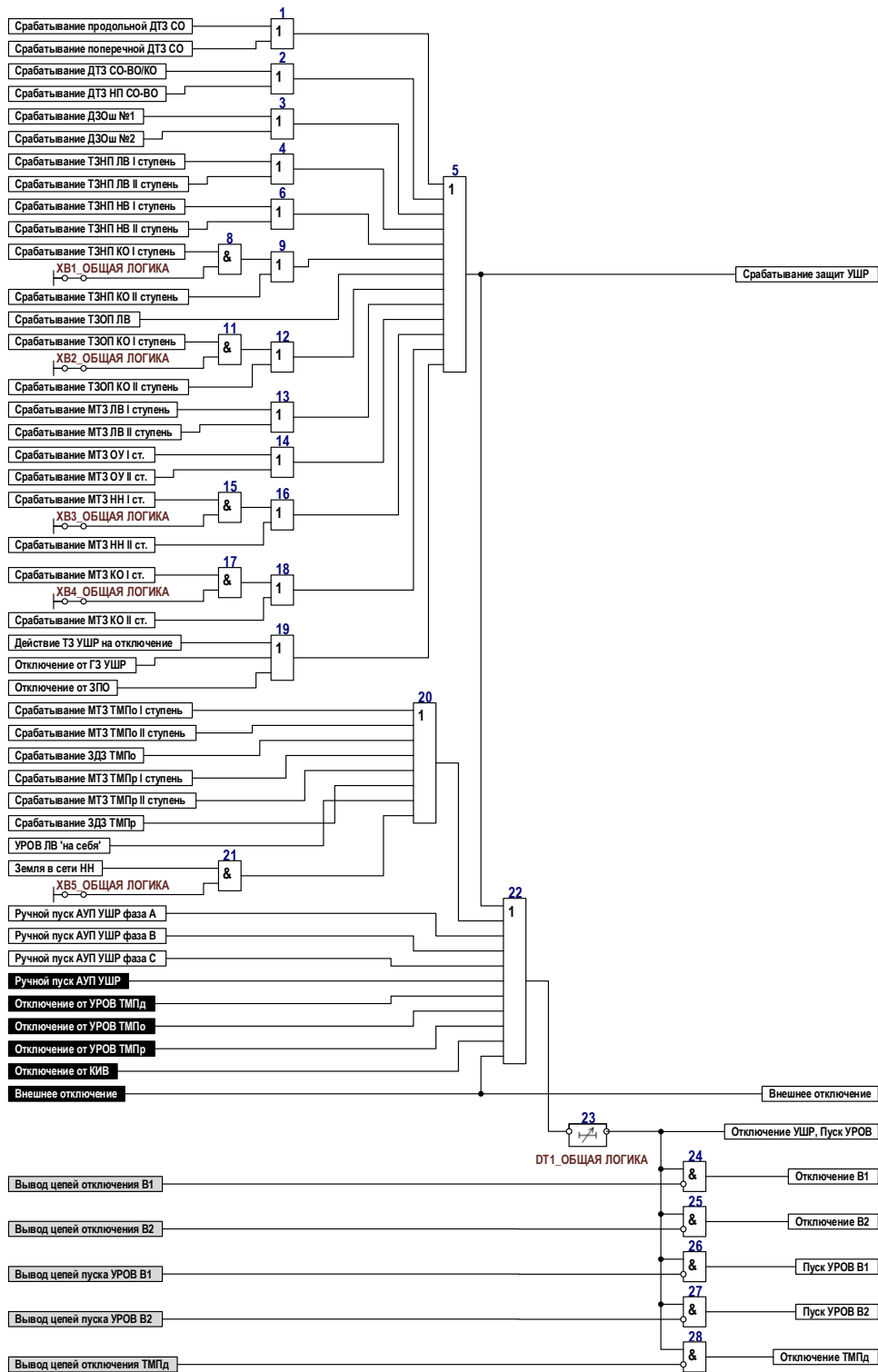


Рисунок А.38.1 – Блок – схема узла отключения



№	Наименование программной накладки	Состояния	Состояние по умолчанию
XВ1 ОБЩАЯ ЛОГИКА	Действие МТЗ НН I ст. на отключение УШР	0 – не предусмотрено	предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XВ2 ОБЩАЯ ЛОГИКА	Действие МТЗ КО I ст. на отключение УШР	0 – не предусмотрено	предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XВ3 ОБЩАЯ ЛОГИКА	Действие ТЗНП КО I ст. на отключение УШР	0 – не предусмотрено	предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XВ4 ОБЩАЯ ЛОГИКА	Действие ТЗОП КО I ст. на отключение УШР	0 – не предусмотрено	предусмотрено
		1 – предусмотрено	
XВ5 ОБЩАЯ ЛОГИКА	Действие КИ на отключение УШР	0 – не предусмотрено	предусмотрено
		1 – предусмотрено	

№	Наименование выдержки времени	t _{мин} , с	t _{макс} , с	t _{умолч} , с
DT1 ОБЩАЯ ЛОГИКА	Время подхвата при срабатывании защит	0.00	27.00	0.05

Рисунок А.38.2 – Функциональная схема логической части узла отключения

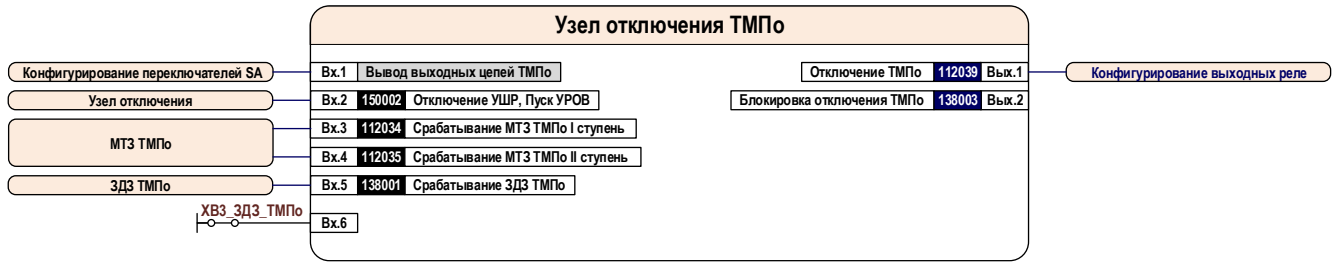


Рисунок А.39.1 – Блок – схема узла отключения ТМПО

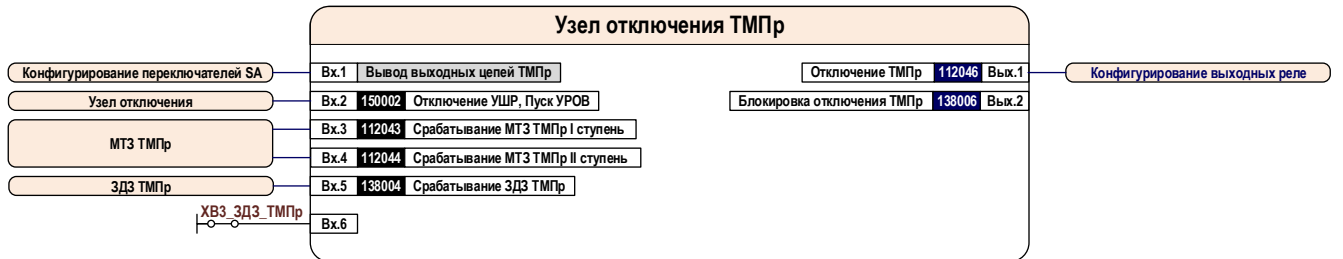


Рисунок А.39.2 – Блок – схема узла отключения ТМПр

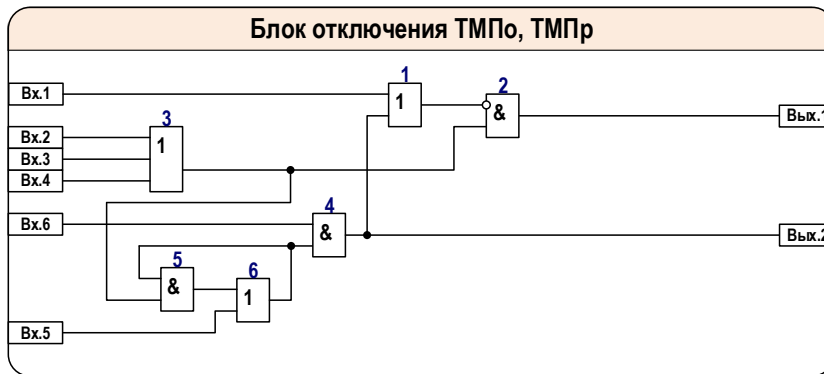


Рисунок А.39.3 – Функциональная схема логической части узлов отключения ТМПО и ТМПр

Конфигурирование дискретных входов					
900700	Прием сигнала съема сигнализации	-	Съем сигнализации	Съем сигнализации	Газовые защиты ТЗ темп-ра масла ТЗ темп-ра обмотки
152711	Прием сигнала 'Отключение ВЛ' по входу	-	-	Отключение ВЛ	ДТЗ СО-ВО
133701	Прием сигнала 'Возврат блокировки при обрыве цепей тока' по входу	-	-	Возврат блокировки при обрыве цепей тока	ДТЗ СО ДТЗ СО-ВО ДЗОш
133702	Прием сигнала 'Возврат блокировки ГЗ и ТЗ' по входу	800102	Электронная кнопка SB2	Возврат блокировки ГЗ и ТЗ	ГЗ УШР ГЗ РПН УШР

Рисунок А.40.1 – Конфигурирование дискретных входов

Конфигурирование ДТЗ СО-ВО					
133702	Прием сигнала 'Блокировка очувствления ДТЗ при АРКТ' по входу	-	-	Блокировка очувствления ДТЗ при АРКТ	ДТЗ СО-ВО

Рисунок А.40.2 – Конфигурирование ДТЗ СО-ВО

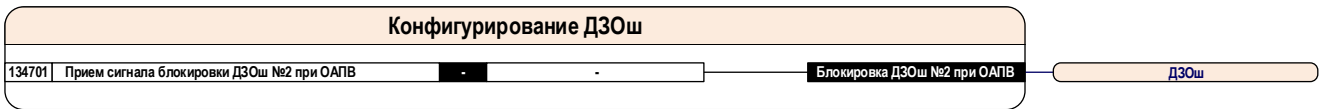


Рисунок А.40.3 – Конфигурирование ДЗОш

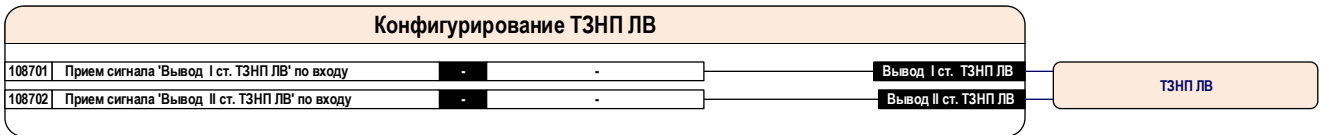


Рисунок А.40.4 – Конфигурирование ТЗНП ЛВ

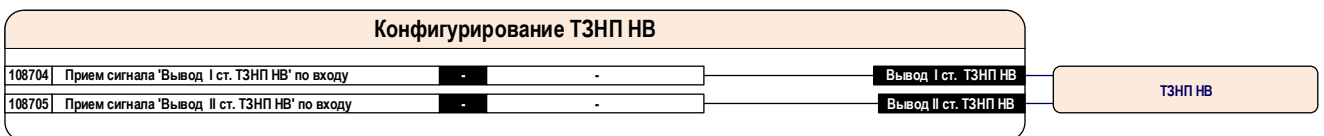


Рисунок А.40.5 – Конфигурирование ТЗНП НВ

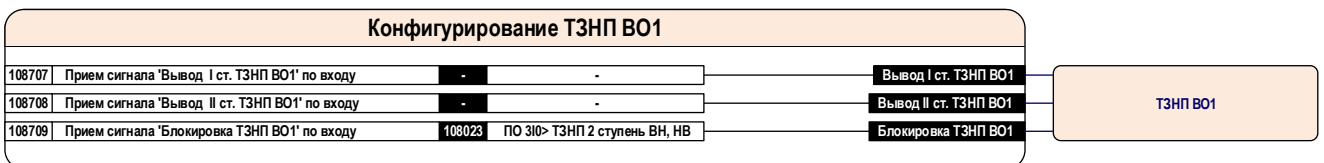


Рисунок А.40.6 – Конфигурирование ТЗНП ВО1

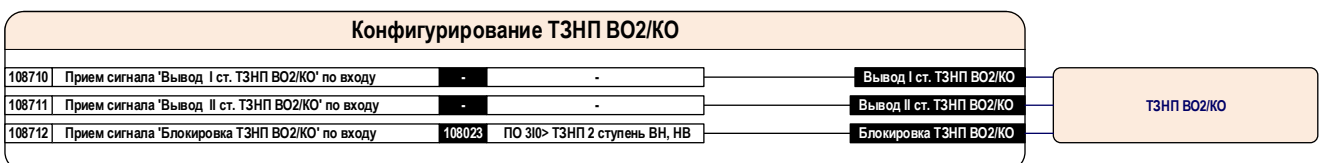


Рисунок А.40.7 – Конфигурирование ТЗНП ВО2/КО

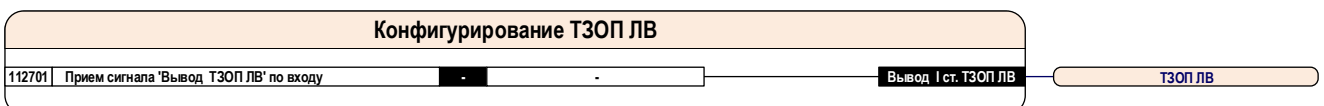


Рисунок А.40.8 – Конфигурирование ТЗОП ВН

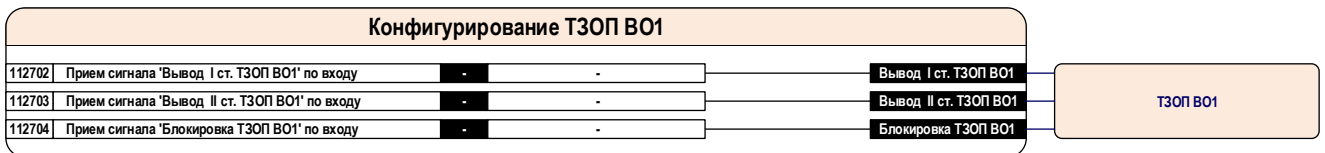


Рисунок А.40.9 – Конфигурирование ТЗОП ВО1

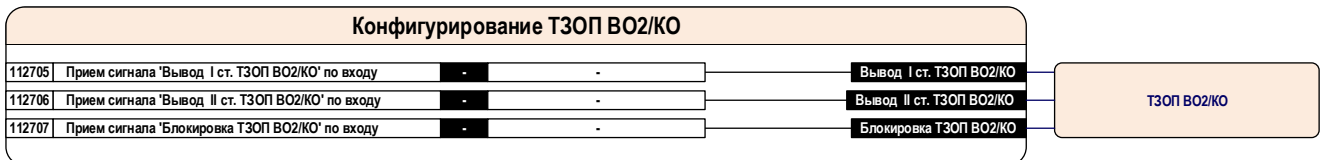


Рисунок А.40.10 – Конфигурирование ТЗОП ВО2/КО

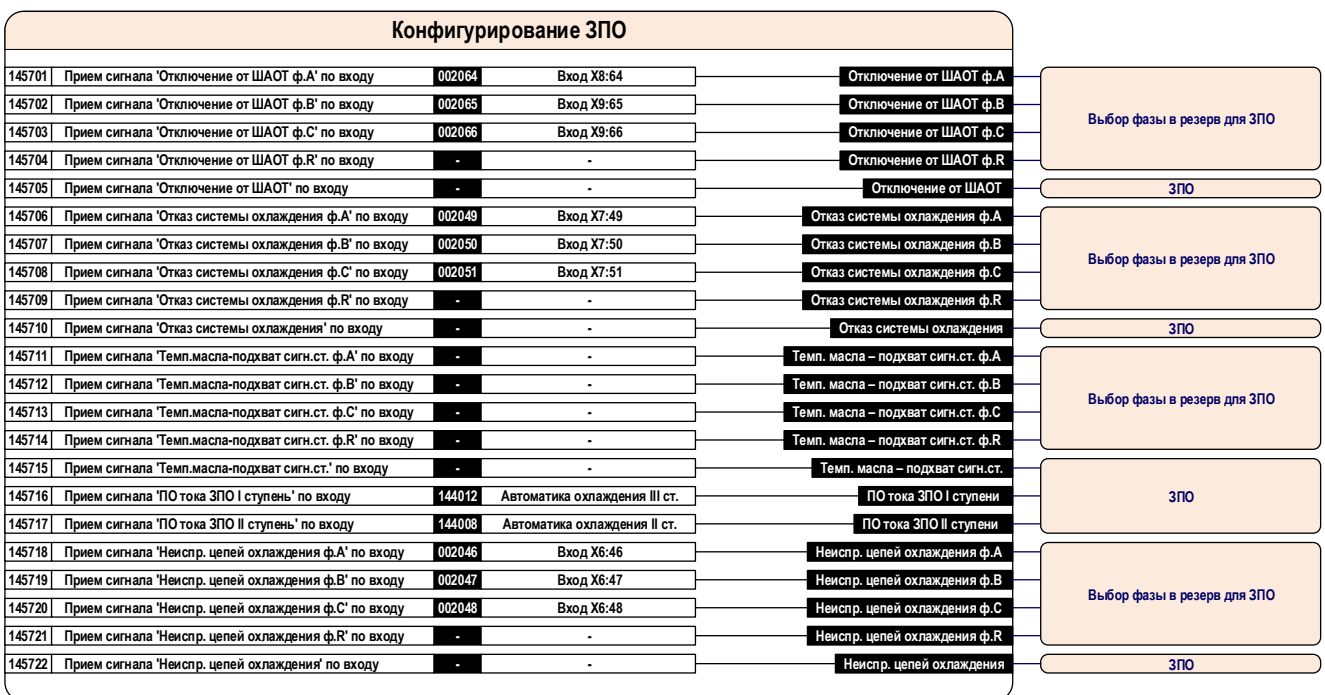


Рисунок А.40.11 – Конфигурирование ЗПО

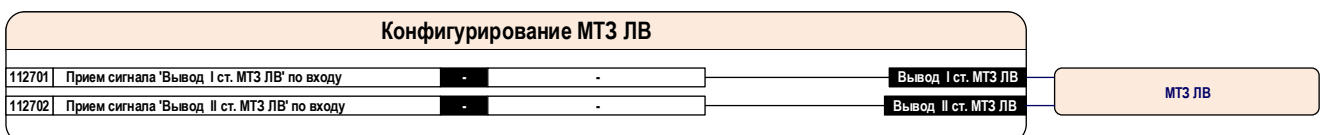


Рисунок А.40.12 – Конфигурирование МТЗ ЛВ

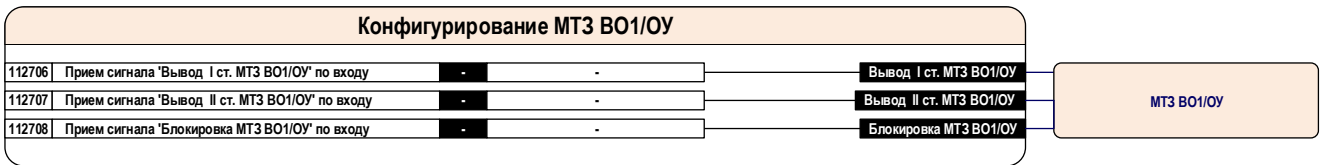


Рисунок А.40.13 – Конфигурирование МТЗ ВО1/ОУ

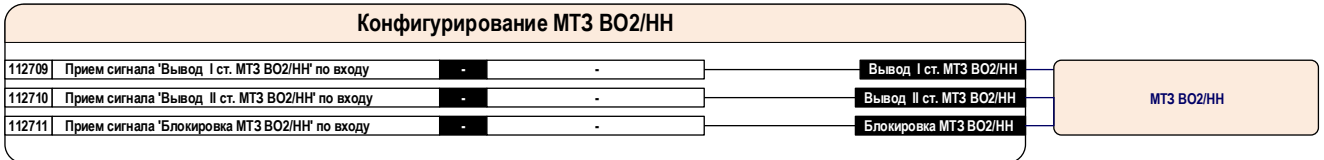


Рисунок А.40.14 – Конфигурирование МТЗ ВО2/НН

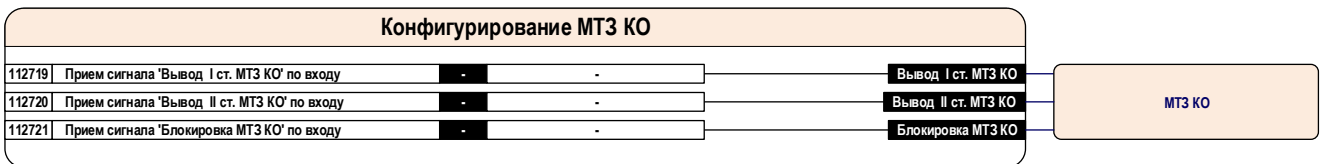


Рисунок А.40.15 – Конфигурирование МТЗ КО

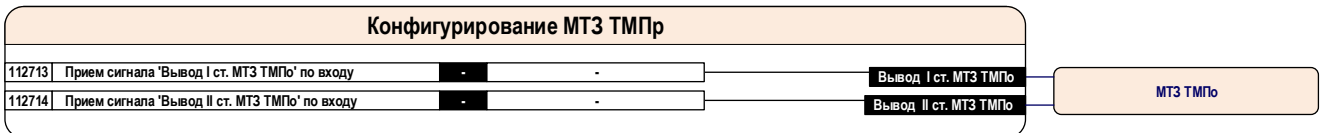


Рисунок А.40.16 – Конфигурирование МТЗ ТМПо

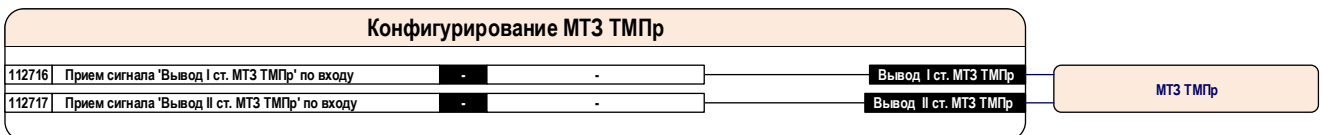


Рисунок А.40.17 – Конфигурирование МТЗ ТМПр

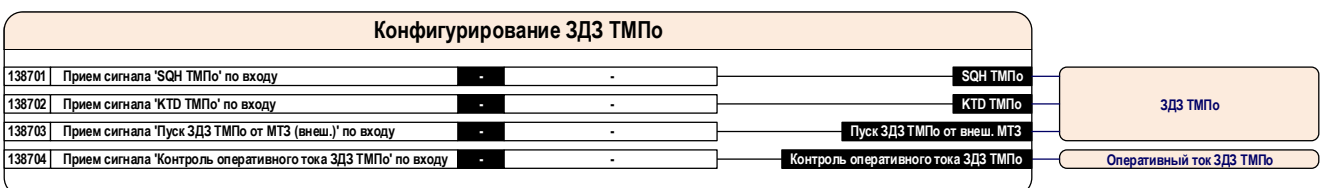


Рисунок А.40.18 – Конфигурирование ЗДЗ ТМПо

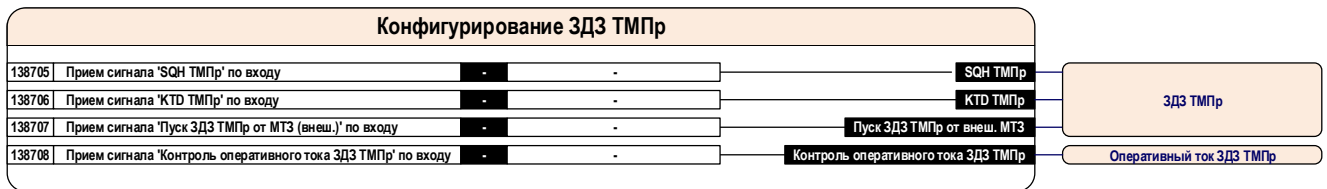


Рисунок А.40.19 – Конфигурирование ЗДЗ ТМПр

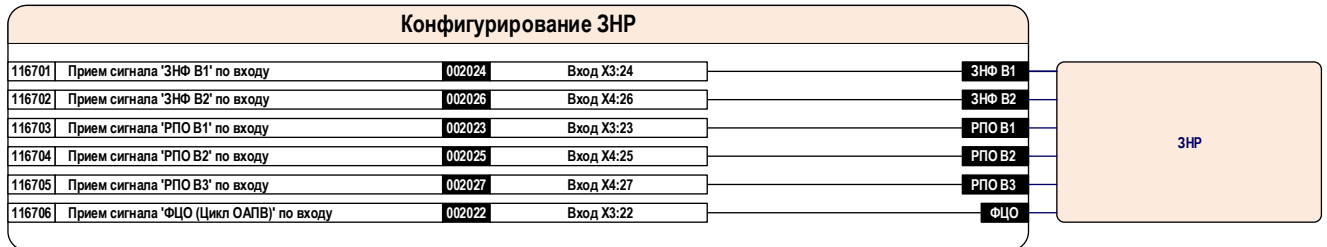


Рисунок А.40.20 – Конфигурирование ЗНР

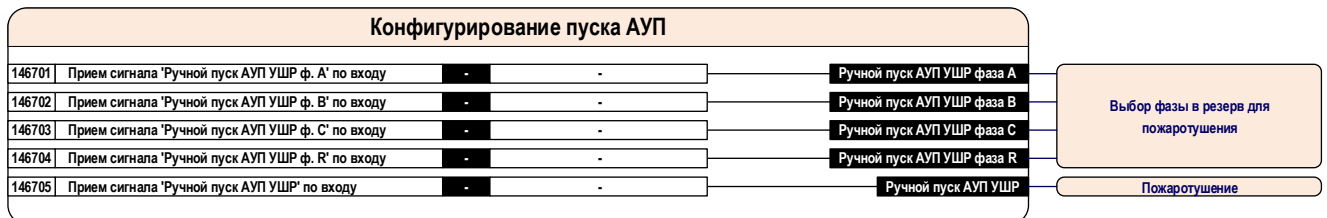


Рисунок А.40.21 – Конфигурирование пуска АУП

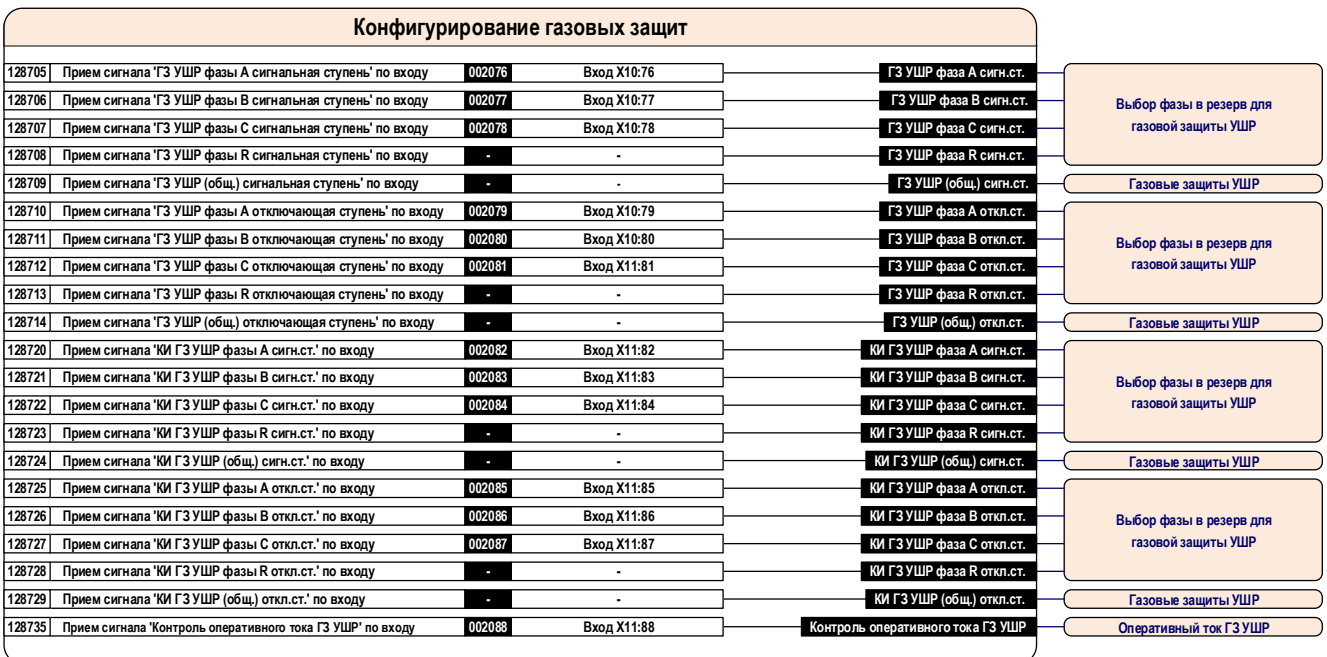


Рисунок А.40.22 – Конфигурирование газовых защит

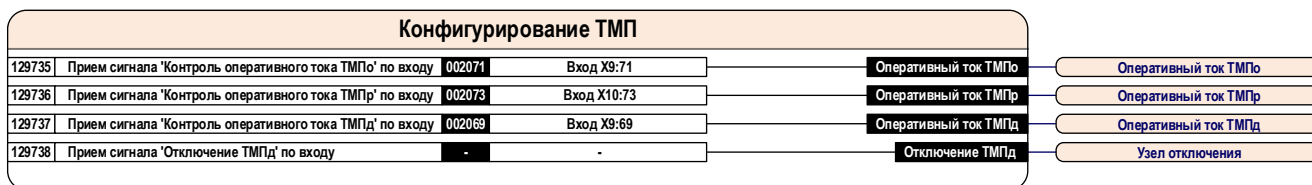


Рисунок А.40.24 – Конфигурирование ТМП



Рисунок А.40.25 – Конфигурирование узла отключения

Конфигурирование выходных реле					
003701	Вывод на выходное реле K1	Узел отключения	150003	Отключение В1	Реле K1 :X101 003001
003702	Вывод на выходное реле K2	Узел отключения	150003	Отключение В1	Реле K2 :X101 003002
003703	Вывод на выходное реле K3	Узел отключения	150003	Отключение В1	Реле K3 :X101 003003
003704	Вывод на выходное реле K4	Узел отключения	150003	Отключение В1	Реле K4 :X101 003004
003705	Вывод на выходное реле K5	Узел отключения	150003	Отключение В1	Реле K5 :X101 003005
003706	Вывод на выходное реле K6	Узел отключения	150003	Отключение В1	Реле K6 :X101 003006
003707	Вывод на выходное реле K7	-	-	-	Реле K7 :X101 003007
003708	Вывод на выходное реле K8	ЗНР	116001	Срабатывание ЗНР	Реле K8 :X101 003008
003709	Вывод на выходное реле K9	-	-	-	Реле K9 :X102 003009
003710	Вывод на выходное реле K10	Узел отключения	115005	Пуск УРОВ В1	Реле K10 :X102 003010
003711	Вывод на выходное реле K11	Узел отключения	115004	Отключение В2	Реле K11 :X102 003011
003712	Вывод на выходное реле K12	Узел отключения	115004	Отключение В2	Реле K12 :X102 003012
003713	Вывод на выходное реле K13	Узел отключения	115004	Отключение В2	Реле K13 :X102 003013
003714	Вывод на выходное реле K14	Узел отключения	115004	Отключение В2	Реле K14 :X102 003014
003715	Вывод на выходное реле K15	Узел отключения	115004	Отключение В2	Реле K15 :X102 003015
003716	Вывод на выходное реле K16	-	-	-	Реле K16 :X102 003016
003717	Вывод на выходное реле K17	Узел отключения	150004	Отключение В2	Реле K17 :X103 003017
003718	Вывод на выходное реле K18	-	-	-	Реле K18 :X103 003018
003719	Вывод на выходное реле K19	Узел отключения	150006	Пуск УРОВ В2	Реле K19 :X103 003019
003720	Вывод на выходное реле K20	Узел отключения	150009	Отключение ТМПд	Реле K20 :X103 003020
003721	Вывод на выходное реле K21	Узел отключения	112039	Отключение ТМПо	Реле K21 :X103 003021
003722	Вывод на выходное реле K22	Узел отключения	112046	Отключение ТМПр	Реле K22 :X103 003022
003723	Вывод на выходное реле K23	Пожаротушение	146006	Пуск отсечного клапана фаза А	Реле K23 :X103 003023
003724	Вывод на выходное реле K24	ЗНР	116001	Срабатывание ЗНР	Реле K24 :X103 003024
003725	Вывод на выходное реле K25	-	-	-	Реле K25 :X104 003025
003726	Вывод на выходное реле K26	Пожаротушение	146007	Пуск отсечного клапана фаза В	Реле K26 :X104 003026
003727	Вывод на выходное реле K27	Пожаротушение	146008	Пуск отсечного клапана фаза С	Реле K27 :X104 003027
003728	Вывод на выходное реле K28	Пожаротушение	146002	Пуск пожаротушения УШР фазы А	Реле K28 :X104 003028
003729	Вывод на выходное реле K29	Пожаротушение	146003	Пуск пожаротушения УШР фазы В	Реле K29 :X104 003029
003730	Вывод на выходное реле K30	Пожаротушение	146004	Пуск пожаротушения УШР фазы С	Реле K30 :X104 003030
003731	Вывод на выходное реле K31	Пожаротушение	146001	Контроль отсутствия напряжения	Реле K31 :X104 003031
003732	Вывод на выходное реле K32	-	-	-	Реле K32 :X104 003032
003733	Вывод на выходное реле K33	ТЗНП ВО/КО	108024	ПО 3Ю> ТЗНП 2 ступень ВН, НВ	Реле K33 :X101 003001
003734	Вывод на выходное реле K34	Узел отключения	150001	Срабатывание защит УШР	Реле K34 :X101 003002
003735	Вывод на выходное реле K35	Узел отключения	150001	Срабатывание защит УШР	Реле K35 :X101 003003
003736	Вывод на выходное реле K36	Узел отключения	150001	Срабатывание защит УШР	Реле K36 :X101 003004
003737	Вывод на выходное реле K37	Узел отключения	150001	Срабатывание защит УШР	Реле K37 :X101 003005
003738	Вывод на выходное реле K38	АО	144001	Автоматика охлаждения 1 ступень фаза А	Реле K38 :X101 003006
003739	Вывод на выходное реле K39	АО	144002	Автоматика охлаждения 1 ступень фаза В	Реле K39 :X101 003007
003740	Вывод на выходное реле K40	Узел отключения	150001	Срабатывание защит УШР	Реле K40 :X101 003008
003741	Вывод на выходное реле K41	-	-	-	Реле K41 :X102 003009
003742	Вывод на выходное реле K42	АО	144003	Автоматика охлаждения 1 ступень фаза С	Реле K42 :X102 003010
003743	Вывод на выходное реле K43	АО	144005	Автоматика охлаждения 2 ступень фаза А	Реле K43 :X102 003011
003744	Вывод на выходное реле K44	АО	144006	Автоматика охлаждения 2 ступень фаза В	Реле K44 :X102 003012
003745	Вывод на выходное реле K45	АО	144007	Автоматика охлаждения 2 ступень фаза С	Реле K45 :X102 003013
003746	Вывод на выходное реле K46	-	-	-	Реле K46 :X102 003014
003747	Вывод на выходное реле K47	-	-	-	Реле K47 :X102 003015
003748	Вывод на выходное реле K48	-	-	-	Реле K48 :X102 003016

Рисунок А.40.26 – Конфигурирование выходных реле

Конфигурирование переключателей SA			
050605	Прием сигнала вывода терминала	-	Вывод терминала
050606	Идентификатор механического ключа	-	
050607	Номер электронного ключа	800001	Электронный ключ 1
050609	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
050610	Прием сигнала на вх.1 группы уставок	-	Группа уставок
050611	Прием сигнала на вх.2 группы уставок	-	
050612	Прием сигнала на вх.3 группы уставок	-	
050613	Идентификатор механического ключа	-	
050614	Номер электронного ключа	-	
050616	Количество групп уставок	4	
133601	Прием сигнала вывода продольной ДТЗ СО	-	Вывод Продольной ДТЗ СО
133603	Номер электронного ключа	800002	Электронный ключ 2
133605	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
133606	Прием сигнала вывода блок. прод. ДТЗ СО при ОЦТ	-	Вывод блок. прод. ДТЗ СО при ОЦТ
133608	Номер электронного ключа	-	
133610	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	не предусмотрено
133611	Прием сигнала вывода поперечной ДТЗ СО	-	Вывод ПДЗР
133613	Номер электронного ключа	800003	Электронный ключ 3
133615	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
133616	Прием сигнала вывода ДТЗ СО-ВО	-	Вывод ДТЗ СО-ВО
133618	Номер электронного ключа	800004	Электронный ключ 4
133620	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
133621	Прием сигнала опер.ввод ВВ для дифф.отсечки ДТЗ СО-ВО	-	Опер.ввод ВВ для дифф.отсечки ДТЗ СО-ВО
133623	Номер электронного ключа	-	
133625	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
133626	Прием сигнала вывода блок. ДТЗ СО-ВО при ОЦТ	-	Вывод блок. ДТЗ СО-ВО при ОЦТ
133628	Номер электронного ключа	-	
133630	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	не предусмотрено
141601	Прием сигнала вывода ДТЗ НП СО-ВО	-	Вывод ДТЗ НП СО-ВО
141603	Номер электронного ключа	800005	Электронный ключ 5
141605	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
134601	Прием сигнала вывода ДЗОш №1	-	Вывод ДЗОш №1
134603	Номер электронного ключа	800006	Электронный ключ 6
134605	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
134606	Прием сигнала вывода ДЗОш №2	-	Вывод ДЗОш №2
134608	Номер электронного ключа	800007	Электронный ключ 7
134610	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
134619	Прием сигнала вывода блок. ДЗОш №1 при обрыве ЦТ	-	Вывод блок. ДЗОш №1 при обрыве ЦТ
134621	Номер электронного ключа	-	
134623	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	не предусмотрено
134624	Прием сигнала вывода блок. ДЗОш №2 при обрыве ЦТ	-	Вывод блок. ДЗОш №2 при обрыве ЦТ
134626	Номер электронного ключа	-	
134628	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	не предусмотрено
108601	Прием сигнала вывода ТЗНП ЛВ	-	Вывод ТЗНП ЛВ
108603	Номер электронного ключа	800008	Электронный ключ 8
108605	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
108606	Прием сигнала вывод ТЗНП НВ	-	Вывод ТЗНП НВ
108608	Номер электронного ключа	800009	Электронный ключ 9
108610	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
108611	Прием сигнала вывод ТЗНП ВО1	-	Вывод ТЗНП ВО1
108613	Номер электронного ключа	800010	Электронный ключ 10
108615	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
108616	Прием сигнала вывод ТЗНП ВО2/КО	-	Вывод ТЗНП ВО2/КО
108618	Номер электронного ключа	800011	Электронный ключ 11
108620	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
125601	Прием сигнала вывод ТЗОП ЛВ	-	Вывод ТЗОП ЛВ
125603	Номер электронного ключа	800012	Электронный ключ 12
125605	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
125606	Прием сигнала вывод ТЗОП ВО1	-	Вывод ТЗОП ВО1
125608	Номер электронного ключа	800013	Электронный ключ 13
125610	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
125611	Прием сигнала вывод ТЗОП ВО2/КО	-	Вывод ТЗОП ВО2/КО
125613	Номер электронного ключа	800014	Электронный ключ 14
125615	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
145601	Прием сигнала вывод ЗПО	-	Вывод ЗПО
145603	Номер электронного ключа	800021	Электронный ключ 21
145605	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
112601	Прием сигнала вывод МТЗ ЛВ	-	Вывод МТЗ ЛВ
112603	Номер электронного ключа	800015	Электронный ключ 15
112605	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
112606	Прием сигнала вывод МТЗ ВО1/ОУ	-	Вывод МТЗ МТЗ ВО1/ОУ
112608	Номер электронного ключа	800016	Электронный ключ 16
112610	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
112611	Прием сигнала вывод МТЗ ВО2/НН	-	Вывод МТЗ МТЗ ВО2/НН
112613	Номер электронного ключа	800017	Электронный ключ 17
112615	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
112616	Прием сигнала вывод МТЗ ТМПо	-	Вывод МТЗ ТМПо
112618	Номер электронного ключа	800019	Электронный ключ 19
112620	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
112626	Прием сигнала вывод МТЗ ТМПр	-	Вывод МТЗ ТМПр
112628	Номер электронного ключа	800020	Электронный ключ 20
112630	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
112636	Прием сигнала вывода МТЗ КО	-	Вывод МТЗ КО
112638	Номер электронного ключа	800018	Электронный ключ 18
112640	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
146601	Прием сигнала вывод пуска АУП УШР	-	Вывод пуска АУП УШР
146603	Номер электронного ключа	800023	Электронный ключ 23
146605	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
146606	Прием сигнала вывод пуска отсежного клапана	-	Вывод пуска отсежного клапана
146608	Номер электронного ключа	800024	Электронный ключ 24
146610	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено
138601	Прием сигнала вывод ЗДЗ ТМПо	-	Вывод ЗДЗ ТМПо
138603	Номер электронного ключа	-	
138605	Действие на лампу НЛ 'Вывод'	-	предусмотрено

Рисунок А.40.27 – Конфигурирование переключателей SA

Конфигурирование переключателей SA					
128601	Прием сигнала перевода ГЗ УШР фаза А на сигнал	-	-	Перевод ГЗ УШР фаза А на сигнал	Газовые защиты
128603	Номер электронного ключа	-	-		
128605	Прием сигнала перевода ГЗ УШР фаза В на сигнал	-	-	Перевод ГЗ УШР фаза В на сигнал	Газовые защиты
128607	Номер электронного ключа	-	-		
128609	Прием сигнала перевода ГЗ УШР фаза С на сигнал	-	-	Перевод ГЗ УШР фаза С на сигнал	Газовые защиты
128611	Номер электронного ключа	-	-		
128613	Прием сигнала перевода ГЗ УШР (общ.) на сигнал	-	-	Перевод ГЗ УШР (общ.) на сигнал	Газовые защиты
128615	Номер электронного ключа	800029	Электронный ключ 29		
129401	Прием сигнала перевода ТЗ темп. масла УШР ф.А на сигн.	-	-	Перевод ТЗ темп. масла УШР ф.А на сигнал	ТЗ темп-ра масла
129403	Номер электронного ключа	-	-		
129405	Прием сигнала перевода ТЗ темп. масла УШР ф.В на сигн.	-	-	Перевод ТЗ темп. масла УШР ф.В на сигнал	ТЗ темп-ра масла
129407	Номер электронного ключа	-	-		
129409	Прием сигнала перевода ТЗ темп. масла УШР ф.С на сигн.	-	-	Перевод ТЗ темп. масла УШР ф.С на сигнал	ТЗ темп-ра масла
129411	Номер электронного ключа	-	-		
129413	Прием сигнала перевода ТЗ темп. масла УШР (общ.) на сигнал	-	-	Перевод ТЗ темп. масла УШР (общ.) на сигнал	ТЗ темп-ра масла
129415	Номер электронного ключа	800028	Электронный ключ 28		
129417	Прием сигнала перевода ТЗ темп. обмотки УШР ф.А на сигн.	-	-	Перевод ТЗ темп. обмотки УШР ф.А на сигнал	ТЗ темп-ра обмотки
129419	Номер электронного ключа	-	-		
129421	Прием сигнала перевода ТЗ темп. обмотки УШР ф.В на сигн.	-	-	Перевод ТЗ темп. обмотки УШР ф.В на сигнал	ТЗ темп-ра обмотки
129423	Номер электронного ключа	-	-		
129425	Прием сигнала перевода ТЗ темп. обмотки УШР ф.С на сигн.	-	-	Перевод ТЗ темп. обмотки УШР ф.С на сигнал	ТЗ темп-ра обмотки
129427	Номер электронного ключа	-	-		
129429	Прием сигнала перевода ТЗ темп. обмотки УШР (общ.) на сигнал	-	-	Перевод ТЗ темп. обмотки УШР (общ.) на сигнал	ТЗ темп-ра обмотки
129431	Номер электронного ключа	800027	Электронный ключ 27		
129445	Прием сигнала перевода мин. уровень масла УШР на сигнал	-	-	Перевод мин. уровень масла УШР на сигнал	ТЗ уровень масла
129447	Номер электронного ключа	-	-		
129461	Прием сигнала перевода макс. уровень масла УШР на сигнал	-	-	Перевод макс. уровень масла УШР на сигнал	ТЗ уровень масла
129463	Номер электронного ключа	-	-		
129510	Прием сигнала перевода предохранительный клапан на сигнал	-	-	Перевод предохранительный клапан на сигнал	Предохранительный клапан
129512	Номер электронного ключа	800026	Электронный ключ 26		
129514	Прием сигнала перевода отсечной клапан на сигнал	-	-	Перевод отсечной клапан на сигнал	Отсечной клапан
129516	Номер электронного ключа	800025	Электронный ключ 25		
129518	Прием сигнала выбора резервной фазы 1	-	-	Выбор резервной фазы 1	Выбор резервной фазы
129519	Прием сигнала выбора резервной фазы 2	-	-	Выбор резервной фазы 2	
129520	Прием сигнала выбора резервной фазы 3	-	-	Выбор резервной фазы 3	
129521	Номер электронного ключа	800031	Электронный ключ 31		
129539	Прием сигнала вывода цепей отключения В1	-	Вход X1:1	Вывод выходных цепей отключения В1	
129541	Номер электронного ключа	-	-		
129543	Действие на лампу НЛ'Вывод'	-	предусмотрено		
129544	Прием сигнала вывода цепей пуска УРОВ В1	-	Вход X1:2	Вывод выходных цепей пуска УРОВ В1	
129546	Номер электронного ключа	-	-		
129548	Действие на лампу НЛ'Вывод'	-	предусмотрено		
129549	Прием сигнала вывода цепей отключения В2	-	Вход X1:3	Вывод выходных цепей отключения В2	
129551	Номер электронного ключа	-	-		
129553	Действие на лампу НЛ'Вывод'	-	предусмотрено		
129554	Прием сигнала вывода цепей пуска УРОВ В2	-	Вход X1:4	Вывод выходных цепей пуска УРОВ В2	
129556	Номер электронного ключа	-	-		
129558	Действие на лампу НЛ'Вывод'	-	предусмотрено		
129559	Прием сигнала вывода цепей отключения ТМПд	-	Вход X1:7	Вывод выходных цепей отключения ТМПд	
129561	Номер электронного ключа	-	-		
129563	Действие на лампу НЛ'Вывод'	-	предусмотрено		
129564	Прием сигнала вывода цепей отключения ТМПо	-	Вход X1:5	Вывод выходных цепей отключения ТМПо	
129566	Номер электронного ключа	-	-		
129568	Действие на лампу НЛ'Вывод'	-	предусмотрено		
129569	Прием сигнала вывода цепей отключения ТМПр	-	Вход X1:6	Вывод выходных цепей отключения ТМПр	
129571	Номер электронного ключа	-	-		
129573	Действие на лампу НЛ'Вывод'	-	предусмотрено		
129574	Прием сигнала вывод закрытия отсечного клапана	-	Вход X1:8	Закрытие отсечного клапана	
129576	Номер электронного ключа	-	-		
129578	Действие на лампу НЛ'Вывод'	-	предусмотрено		
129579	Прием сигнала вывода пуска ПТ	-	Вход X1:9	Пуск ПТ	
129581	Номер электронного ключа	-	-		
129583	Действие на лампу НЛ'Вывод'	-	предусмотрено		
129594	Прием сигнала вывода цепей отключения от ЗНР	-	Вход X1:10	Вывод выходных цепей отключения от ЗНР	
129596	Номер электронного ключа	-	-		
129598	Действие на лампу НЛ'Вывод'	-	не предусмотрено		

Рисунок А.40.28 – Окончание конфигурирования переключателей SA

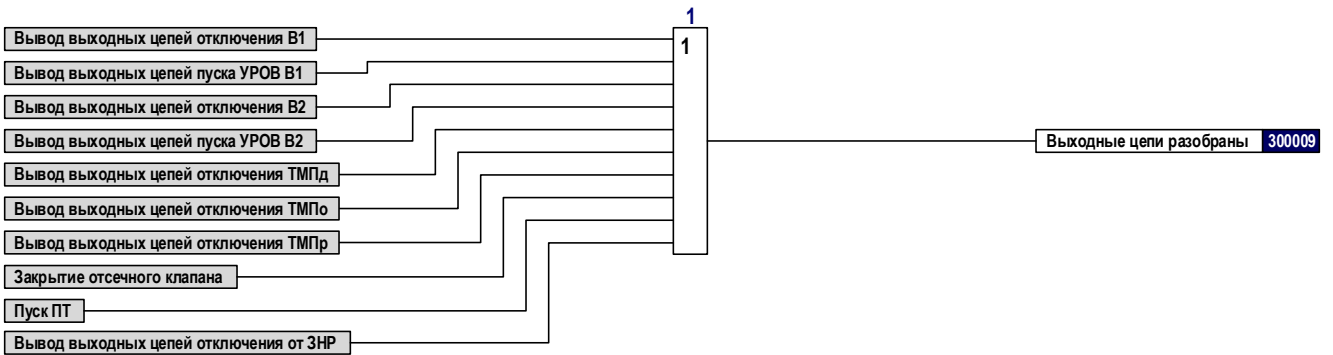


Рисунок А.40.29 – Функциональная логика контроля положения переключателей SA



Рисунок А.40.30 – Конфигурирование дополнительных SA

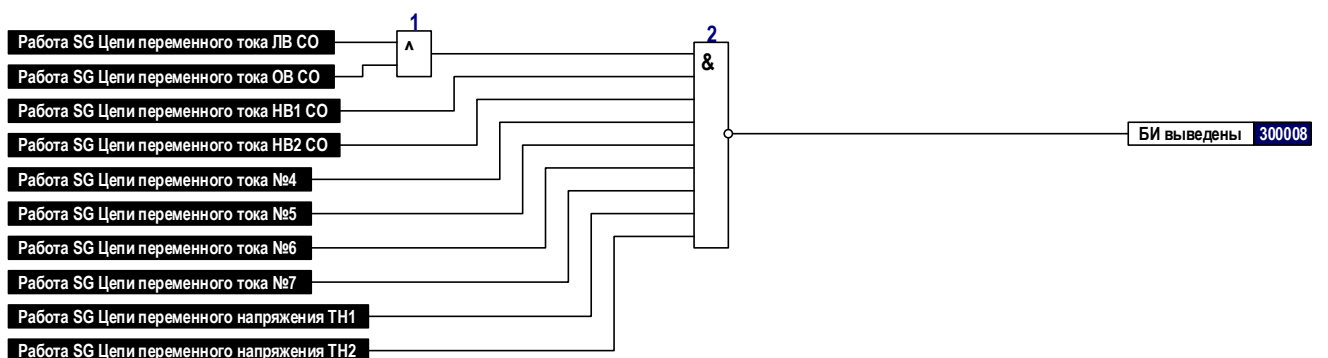


Рисунок А.40.31 – Конфигурирование рабочих крышек SG



Рисунок А.40.32 – Конфигурирование DT

Конфигурирование светодиодов						Срабат	Неисп	Без фикс	Крсн	Злн
900701	Вывод на светодиод 1	ДТЗ СО	133006	Срабатывание продольной ДТЗ СО ф.А	Светодиод 1	900001	V			V
900702	Вывод на светодиод 2	ДТЗ СО	133007	Срабатывание продольной ДТЗ СО ф.В	Светодиод 2	900002	V			V
900703	Вывод на светодиод 3	ДТЗ СО	133008	Срабатывание продольной ДТЗ СО ф.С	Светодиод 3	900003	V			V
900704	Вывод на светодиод 4	ПДТЗ	133010	Срабатывание поперечной ДТЗ СО ф.А	Светодиод 4	900004	V			V
900705	Вывод на светодиод 5	ПДТЗ	133011	Срабатывание поперечной ДТЗ СО ф.В	Светодиод 5	900005	V			V
900706	Вывод на светодиод 6	ПДТЗ	133012	Срабатывание поперечной ДТЗ СО ф.С	Светодиод 6	900006	V			V
900707	Вывод на светодиод 7	ТЗНП ЛВ	108003	Срабатывание ТЗНП ЛВ I ступень	Светодиод 7	900007	V			V
900708	Вывод на светодиод 8	ТЗНП ЛВ	108004	Срабатывание ТЗНП ЛВ II ступень	Светодиод 8	900008	V			V
900709	Вывод на светодиод 9	ТЗНП НВ	108008	Срабатывание ТЗНП НВ I ступень	Светодиод 9	900009	V			V
900710	Вывод на светодиод 10	ТЗНП НВ	108009	Срабатывание ТЗНП НВ II ступень	Светодиод 10	900010	V			V
900711	Вывод на светодиод 11	ТЗНП ВО1	108013	Срабатывание ТЗНП ВО1 I ступень	Светодиод 11	900011	V			V
900712	Вывод на светодиод 12	ТЗНП ВО1	108014	Срабатывание ТЗНП ВО1 II ступень	Светодиод 12	900012	V			V
900713	Вывод на светодиод 13	ТЗНП ВО2/КО	108018	Срабатывание ТЗНП ВО2/КО I ступень	Светодиод 13	900013	V			V
900714	Вывод на светодиод 14	ТЗНП ВО2/КО	108019	Срабатывание ТЗНП ВО2/КО II ступень	Светодиод 14	900014	V			V
900715	Вывод на светодиод 15	ТЗОП ЛВ	125001	Срабатывание ТЗОП ЛВ	Светодиод 15	900015	V			V
900716	Вывод на светодиод 16	Режим теста	300002	Режим теста	Светодиод 16	900016		V	V	V
900717	Вывод на светодиод 17	ТЗОП ВО1	125019	Срабатывание ТЗОП ВО1 I ступень	Светодиод 17	900017	V			V
900718	Вывод на светодиод 18	ТЗОП ВО1	125020	Срабатывание ТЗОП ВО1 II ступень	Светодиод 18	900018	V			V
900719	Вывод на светодиод 19	ТЗОП ВО2/КО	125024	Срабатывание ТЗОП ВО2/КО I ступень	Светодиод 20	900019	V			V
900720	Вывод на светодиод 20	ТЗОП ВО2/КО	125025	Срабатывание ТЗОП ВО2/КО II ступень	Светодиод 19	900020	V			V
900721	Вывод на светодиод 21	МТЗ ЛВ	112001	Срабатывание МТЗ ЛВ I ступень	Светодиод 21	900021	V			V
900722	Вывод на светодиод 22	МТЗ ЛВ	112002	Срабатывание МТЗ ЛВ II ступень	Светодиод 22	900022	V			V
900723	Вывод на светодиод 23	МТЗ ВО1/ОУ	112023	Срабатывание МТЗ ВО1 I ступень	Светодиод 23	900023	V			V
900724	Вывод на светодиод 24	МТЗ ВО1/ОУ	112024	Срабатывание МТЗ ВО1 II ступень	Светодиод 24	900024	V			V
900725	Вывод на светодиод 25	МТЗ ВО2/НН	112028	Срабатывание МТЗ ВО2/НН I ступень	Светодиод 25	900025	V			V
900726	Вывод на светодиод 26	МТЗ ВО2/НН	112029	Срабатывание МТЗ ВО2/НН II ступень	Светодиод 26	900026	V			V
900727	Вывод на светодиод 27	ЗПО	145001	Охладители отключены	Светодиод 27	900027		V		V
900728	Вывод на светодиод 28	ЗПО	145005	Отключение от ШАОТ	Светодиод 28	900028	V			V
900729	Вывод на светодиод 29	ЗПО	145004	Срабатывание ЗПО	Светодиод 29	900029	V			V
900730	Вывод на светодиод 30	Общая логика ГЗ УШР	128034	Неисправность ГЗ УШР	Светодиод 30	900030		V		V
900731	Вывод на светодиод 31	Общая логика ГЗ УШР	128043	Отключение от ГЗ УШР	Светодиод 31	900031	V			V
900732	Вывод на светодиод 32	-	-	-	Светодиод 32	900032				V
900733	Вывод на светодиод 33	Оперативный ток ГЗ УШР	128048	Неисправность оперативного тока ГЗ УШР	Светодиод 33	900033		V		V
900734	Вывод на светодиод 34	Общая логика ТЗ темп-ра масла	129083	Сраб. ТЗ темп-ра масла УШР сигн.ст.	Светодиод 34	900034		V		V
900735	Вывод на светодиод 35	Общая логика ТЗ темп-ра масла	129084	Сраб. ТЗ темп-ра масла УШР откл.ст.	Светодиод 35	900035		V		V
900736	Вывод на светодиод 36	Общая логика ТЗ темп-ра обмотки	129099	Сраб. ТЗ темп-ра обмотки УШР сигн.ст.	Светодиод 36	900036		V		V
900737	Вывод на светодиод 37	Общая логика ТЗ темп-ра обмотки	129100	Сраб. ТЗ темп-ра обмотки УШР откл.ст.	Светодиод 37	900037		V		V
900738	Вывод на светодиод 38	Оперативный ток ТЗ УШР	129021	Неисправность оперативного тока ТЗ УШР	Светодиод 38	900038		V		V
900739	Вывод на светодиод 39	Предохранительный клапан	129041	Сраб. предохранительного клапана УШР	Светодиод 39	900039	V			V
900740	Вывод на светодиод 40	Отсечной клапан	129033	Срабатывание отсечного клапана УШР	Светодиод 40	900040	V			V
900741	Вывод на светодиод 41	Пожаротушение	146005	Пуск пожаротушения УШР	Светодиод 41	900041	V			V
900742	Вывод на светодиод 42	Защита от перегрузки	113001	Защита от перегрузки	Светодиод 42	900042		V		V
900743	Вывод на светодиод 43	Узел отключения	150010	Внешнее отключение	Светодиод 43	900043	V			V
900744	Вывод на светодиод 44	-	-	-	Светодиод 44	900044				V
900745	Вывод на светодиод 45	-	-	-	Светодиод 45	900045				V
900746	Вывод на светодиод 46	-	-	-	Светодиод 46	900046				V
900747	Вывод на светодиод 47	Конфигурирование переключателей SA	300009	Входные цепи разобраны	Светодиод 47	900047			V	V
900748	Вывод на светодиод 48	Конфигурирование рабочих крышек SG	300008	БИ выведены	Светодиод 48	900048			V	V

Рисунок А.40.33 – Конфигурирование светодиодов

Список использованной литературы:

1. СТО 56947007- 29.120.70.187-2014 Методические указания по выбору параметров срабатывания устройств РЗА подстанционного оборудования производства ООО НПП «ЭКРА». Стандарт организации от 13.09.2014
2. А.Г. Долгополов. «Управляемые шунтирующие реакторы.» Москва, ООО ИД «Энергия», 2015
3. ГОСТ 11677-85 «Трансформаторы силовые. Общие технические условия.»
4. СТО 56947007-29.180.01.116-2012 «Инструкция по эксплуатации трансформаторов»
5. СТО 56947007-29.120.70.137-2012 «Методические указания по выбору параметров срабатывания устройств РЗА серии SIPROTEC (Siemens AG) трансформаторов с высшим напряжением 110-220 кВ»