

**ТЕРМИНАЛ ЗАЩИТЫ
ТРАНСФОРМАТОРА 110-220 кВ
ТИПА «ТОР 300 ДЗТ 5ХХ»
(прежнее обозначение «ГТ 2108.50Х», «ГТ 2108.51Х»)**

**Руководство по эксплуатации. Описание функций защит
АИПБ.656122.011-002 РЭ2**

Содержание

Введение	3
1 Описание и работа	5
1.1 Назначение	5
1.2 Функции устройства.....	5
1.2.1 Дифференциальная токовая защита	5
1.2.2 Газовая защита	13
1.2.3 Максимальная токовая защита ошиновки	15
1.2.4 Максимальная токовая защита ввода	17
1.2.5 Максимальная токовая защита с органом направления мощности.....	20
1.2.6 Токовая защита нулевой последовательности.....	23
1.2.7 Логическая защита шин	26
1.2.8 Устройство резервирования отказа выключателя.....	27
1.2.9 Комбинированный пуск по напряжению	29
1.2.10 Технологические защиты	31
1.2.11 Реле тока.....	32
1.2.12 Контроль цепей постоянного тока.....	33
1.2.13 Защиты выключателя	36
1.2.14 Автоматика управления выключателем	41
1.2.15 Модуль отключения выключателя.....	45
1.2.16 Узел фиксации положения выключателя.....	47
1.2.17 Модуль контроля ресурса выключателя.....	48
1.2.18 Фильтр напряжения обратной последовательности	54
1.2.19 Фильтр тока обратной и нулевой последовательностей.....	54
2 Рекомендации по проверке	55
2.1 Общие указания.....	55
2.2 Меры по безопасности.....	55
2.3 Проверка функций защит	55
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Элементы функциональных логических схем	57
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Формулы компенсации группы соединения	59

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на терминалы основных и резервных защит трансформаторов 110-220 кВ типа «ТОР 300 ДЗТ 5ХХ» (именуемые далее «терминалы») и содержит необходимые сведения их его эксплуатации и обслуживанию.

Настоящее РЭ содержит описание принципа действия защит. Основные технические характеристики, состав, конструктивное исполнение и описание устройства и работы терминала приведены в АИПБ.656122.011 РЭ1.

До включения терминала в работу необходимо ознакомиться с настоящим РЭ и АИПБ.656122.011 РЭ1.

Настоящее РЭ разработано в соответствии с требованиями ТУ 3433-024-54080722-2012.

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

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

Сокращения, используемые в тексте:

АВР	автоматический ввод резерва
АПВ	автоматическое повторное включение
АУВ	автоматика управления выключателем
БВГ	блокировка по второй гармонике
БПГ	блокировка по пятой гармонике
ВВС	выдержка времени на срабатывание
ГЗ	газовая защита
ГОСТ	национальный стандарт
ДЗШ	дифференциальная защита шин
ДТ	датчик тока
ДТЗ	дифференциальная токовая защита
ЗНФ	защита от непереключения фаз
ЗНФР	защита от неполнофазного режима
ИО	измерительный орган
ИТН	измерительный трансформатор напряжения
ИТТ	измерительный трансформатор тока
ИЧМ	интерфейс «человек-машина»
КЗ	короткое замыкание
КПН	комбинированный пуск по напряжению
КРВ	коммутационный ресурс выключателя
КС	контроль синхронизма
КСД	клапан сброса давления
КУ	ключ управления
КЦПТ	контроль цепей постоянного тока
МКРВ	модуль контроля ресурса выключателя
МРВ	механический ресурс выключателя
МТЗ	максимальная токовая защита
НЗ	нормально замкнутый (контакт)
ПМИ	программа и методика испытаний
РЗА	релейная защита и автоматика
РКТУ	реле контроля тока утечки
РПВ	реле положения «Включено»
РПН	регулирование под нагрузкой

РПО	реле положения «Отключено»
РТ	реле тока
РФК	реле фиксации команд
РЭ	руководство по эксплуатации
СН	среднее напряжение
ТАПВ	трехфазное автоматическое повторное включение
ТЗ	технологическая защита
ТЗНП	токовая защита нулевой последовательности
ТН	трансформатор напряжения
ТУ	технические условия
ТХ	тормозная характеристика
УРОВ	устройство резервирования отказа выключателя
УФН	узел фиксации несоответствия
ФНОП	фильтр напряжения обратной последовательности
ФТОНП	фильтр токов обратной и нулевой последовательностей
ХХ	холостой ход
ЦУ	цепи управления
ЭМ	электромагнит
ЭМВ	электромагнит включения
ЭМО	электромагнит отключения

1 Описание и работа

1.1 Назначение

В терминалах типа «ТОР 300 ДЗТ 5ХХ» реализованы основные и резервные защиты силового понижающего трансформатора (Т) и АУВ 110-220 кВ. Устройства предназначены для защиты трансформатора, в том числе ошиновки, включающей токоограничивающий реактор.

Терминал может содержать:

- дифференциальную токовую защиту (ДТЗ);
- газовую защиту (ГЗ);
- максимальную токовую защиту (МТЗ) ошиновки;
- максимальную токовую защиту ввода;
- токовую защиту нулевой последовательности (ТЗНП);
- логическую защиту шин (ЛЗШ);
- устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ);
- комбинированный пуск по напряжению (КПН);
- технологические защиты (ТЗ);
- контроль цепей постоянного тока (КЦПТ);
- защиту электромагнитов включения и отключения выключателя, защиту от неполнофазного режима (ЗНФР) и непереключения фаз (ЗНФ);
- контроль времени включения и отключения выключателя;
- автоматику управления выключателем (АУВ);
- модуль контроля ресурса выключателя (МКРВ);
- набор реле тока и напряжения для различных применений;
- фильтр напряжения обратной последовательности (ФНОП);
- фильтр токов обратной и нулевой последовательностей (ФТОНП).

Терминал также содержит функцию осциллографирования и регистрации. Описания функций осциллографирования и регистрации приведены в АИПБ.656122.011 РЭ1.

1.2 Функции устройства

1.2.1 Дифференциальная токовая защита

1.2.1.1 Принцип работы

ДТЗ предназначена для выполнения функции основной защиты сосредоточенных элементов: трансформатора, реактора, ошиновки.

Каждый программный блок ДТЗ может быть подключен не более чем к шести трехфазным группам измерительных трансформаторов тока (ИТТ) и реализует одну трехфазную дифференциальную зону защиты.

Предусмотрена возможность компенсации схемы соединения обмоток трансформаторов и цифрового выравнивания токов плеч ДТЗ. Поэтому рекомендуется для всех применений использовать ИТТ, соединенные в группу «звезда».

ДТЗ выполнена трехфазной, с торможением от максимального из токов плеч. Имеется дифференциальная токовая отсечка, выполненная без торможения. Для отстройки ДТЗ от режимов броска намагничивающего тока предусмотрены блокировка по второй гармонике и блокировка по форме тока. Для отстройки ДТЗ от режимов перевозбуждения трансформатора предусмотрена блокировка по пятой гармонике. Орган контроля исправности токовых цепей позволяет определить обрыв или замыкание вторичных цепей и автоматически увеличить уровень срабатывания ДТЗ для того, чтобы избежать излишнего срабатывания защиты в режиме протекания токов нагрузки.

ДТЗ селективно срабатывает при внутренних повреждениях в защищаемом трансформаторе и всех видах КЗ на его выводах и не срабатывает при внешних замыканиях, бросках тока намагничивания, неполнофазных режимах, качаниях, асинхронном режиме, несинхронных включениях и при оперативных переключениях.

ДТЗ при минимальных уставках по начальному току срабатывания и коэффициенту торможения отстроена от однополярных бросков тока намагничивания, с учетом влияния трансформаторов тока, с амплитудой, превышающей в шесть раз амплитуду синусоидального номинального тока трансформатора с основанием полуволны до 240°.

ДТЗ при минимальных уставках по начальному току срабатывания и коэффициенту торможения отстроена от разнополярных бросков тока намагничивания, с учетом влияния трансформаторов тока, с амплитудой, превышающей в два раза амплитуду синусоидального номинального тока трансформатора.

В случае применения для защиты трансформатора ДТЗ действует на отключение выключателей со всех сторон с запретом АПВ. В случае применения ДТЗ для защиты ошиновки запрет АПВ может не выполняться.

Предусмотрена возможность вывода ДТЗ.

Функциональный блок ДТЗ представлен на рисунке 1.

IA1	Отключение
IB1	ДТО
IC1	ДТО ф.А
IA2	ДТО ф.В
IB2	ДТО ф.С
IC2	ДО ТХ
IA3	ДО ТХ ф.А
IB3	ДО ТХ ф.В
IC3	ДО ТХ ф.С
IA4	Пуск ТХ
IB4	Пуск ТХ ф.А
IC4	Пуск ТХ ф.В
IA5	Пуск ТХ ф.С
IB5	Блк. 2 гарм. в работе
IC5	Внешнее КЗ
IA6	Блк. 2 гарм ф.А
IB6	Блк. 2 гарм ф.В
IC6	Блк. 2 гарм ф.С
	Блк. 5 гарм ф.А
	Блк. 5 гарм ф.В
	Блк. 5 гарм ф.С
	Блк. форм. тока ф.А
	Блк. форм. тока ф.В
	Блк. форм. тока ф.С
	Акт. б/действ. КИТЦ
	Б/действ. КИТЦ
	Пуск м/действ. КИТЦ
Съем блк. КИТЦ	М/действ. КИТЦ
Вывод	Блк. КИТЦ

Блок ДТЗ

Рисунок 1 – Функциональный блок ДТЗ

Таблица 1 – Входы и выходы функционального блока ДТЗ

Аналоговые входы	
IA1, IB1, IC1	Токи первого плеча фаз А, В, С
IA2, IB2, IC2	Токи второго плеча фаз А, В, С
IA3, IB3, IC3, ..., IA6, IB6, IC6	Токи соответствующих плеч фаз А, В, С
Логические входы	
Съем блк. КИТЦ	Съем блокировки ДТЗ от КИТЦ
Вывод	Вывод ДТЗ
Логические выходы	
Отключение	Отключение от ДТЗ
ДТО	Срабатывание дифференциальной токовой отсечки
ДТО ф. А, В, С	Срабатывание дифференциальной токовой отсечки фаз А, В, С
ДО ТХ	Срабатывание дифференциального органа с торможением
ДО ТХ ф. А, В, С	Срабатывание дифференциального органа с торможением фаз А, В, С
Пуск ТХ	Срабатывание тормозной характеристики
Пуск ТХ ф. А, В, С	Срабатывание тормозной характеристики фаз А, В, С
Блк. 2 гарм. в работе	Включение блокировки по второй гармонике
Внешнее КЗ	Внешнее короткое замыкание
Блк. 2 гарм. ф. А, В, С	Блокировка по второй гармонике фаз А, В, С
Блк. 5 гарм. ф. А, В, С	Блокировка по пятой гармонике фаз А, В, С
Блк. форм. тока ф. А, В, С	Блокировка по форме тока фаз А, В, С
Акт. б/действ. КИТЦ	Активация быстродействующего органа контроля исправности токовых цепей
Б/действ. КИТЦ	Быстродействующий орган контроля исправности токовых цепей
Пуск м/действ. КИТЦ	Пуск медленнодействующего органа контроля исправности токовых цепей
М/действ. КИТЦ	Медленнодействующий орган контроля исправности токовых цепей
Блк. КИТЦ	Действие КИТЦ на блокировку ДТЗ

1.2.1.1.1 Компенсация групп соединения

При выполнении ДТЗ трансформатора следует учитывать, что его обмотки могут иметь различную группу соединения, в общем случае – от 0 до 11 группы. Для компенсации группы соединения обмоток предусмотрены уставки «Схема1», «Схема2», «Схема3», «Схема4», «Схема5», «Схема6», задаваемые отдельно для каждой из сторон трансформатора. Значения уставки (от 0 до 24) задают формулу для преобразования токов и приведены в приложении Б.

Пример.

Трехобмоточный трансформатор Y/d/d-11-11, группа ИТТ «звезда» со всех сторон. Возможны два варианта компенсации группы и схемы соединения:

Вариант 1 (традиционный)

Для стороны ВН уставка «Схема1» задается равной 11. Для сторон СН и НН уставки «Схема2» и «Схема3» задаются равными 0. Таким образом дифференциальный ток фазы А будет рассчитываться по следующему выражению (фазы В и С – аналогично)

$$I_{\text{диф,А}} = \frac{I_{A1} - I_{B1}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{k_{\text{выр1}}}{I_{\text{ном,1}} \cdot 100\%} + I_{A2} \cdot \frac{k_{\text{выр2}}}{I_{\text{ном,2}} \cdot 100\%} + I_{A3} \cdot \frac{k_{\text{выр3}}}{I_{\text{ном,3}} \cdot 100\%},$$

где $k_{выр1}$, $k_{выр2}$, $k_{выр3}$ – коэффициенты выравнивания, %, задаваемые в уставках ДТЗ (1.2.1.1.2);

$I_{ном,1}$, $I_{ном,2}$, $I_{ном,3}$ – номинальные токи выбранных ответвлений токовых входов терминала, подключенных к ИТТ сторон 1, 2 и 3.

В данном случае путем вычисления разности фаз осуществляется поворот векторов токов стороны ВН относительно токов сторон СН и НН. При этом токи нулевой последовательности автоматически исключаются из токов ВН.

Вариант 2

Для стороны ВН уставка «Схема1» задается равной 12. Для сторон СН и НН уставки «Схема2» и «Схема3» задаются равными 13. Таким образом дифференциальный ток фазы А будет рассчитываться по следующему выражению (фазы В и С – аналогично)

$$I_{-диф,А} = (I_{A1} - I_{01}) \cdot \frac{k_{выр1}}{I_{ном,1} \cdot 100\%} + \frac{I_{A2} - I_{B2}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{k_{выр2}}{I_{ном,2} \cdot 100\%} + \frac{I_{A3} - I_{B3}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{k_{выр3}}{I_{ном,3} \cdot 100\%},$$

В данном случае путем вычисления разности фаз осуществляется поворот векторов токов сторон СН и НН относительно токов стороны ВН. При этом выполняется исключение токов нулевой последовательности из токов ВН, т.к. они не трансформируются на стороны СН и НН.

1.2.1.1.2 Цифровое выравнивание

Возможны случаи, при которых номинальные первичные и вторичные токи ИТТ плеч ДТЗ отличаются таким образом, что для правильного определения дифференциального тока требуется выравнивание измеряемых токов. Выравнивание осуществляется двумя способами: 1) грубое выравнивание путем выбора номинального тока аналогового входа терминала, 2) точное выравнивание с помощью заданных коэффициентов.

Цифровое выравнивание токов плеч ДТЗ позволяет привести измеряемые токи к единому базису и выполняется с использованием коэффициентов, задаваемых отдельно для каждого плеча. Коэффициент цифрового выравнивания для ДТЗ можно определить по формуле

$$k_{выр,k} = \frac{I_{перв,k} I_{ном,k}}{I_{баз,k} I_{втор,k}} \cdot 100\% ,$$

$$I_{баз,k} = \frac{S_{баз}}{\sqrt{3} U_{баз,k}} ,$$

где k – индекс, обозначающий сторону (плечо) ДТЗ;

$I_{баз,k}$ – базисный ток, рассчитываемый одинаково для всех сторон k ;

$I_{перв,k}$ – номинальный первичный ток высоковольтного ИТТ стороны k ;

$I_{втор,k}$ – номинальный вторичный ток высоковольтного ИТТ стороны k ;

$I_{ном,k}$ – номинальный ток выбранного ответвления токового входа терминала, подключенного к ИТТ стороны k ;

$S_{баз}$ – базисная мощность, равная мощности наиболее мощной обмотки трансформатора;

$U_{баз,k}$ – базисное напряжение, равное номинальному напряжению обмотки трансформатора, соответствующей стороне k .

Примечание – В случае, когда ИТТ соединены в группу «треугольник», номинальный вторичный ток ИТТ соответствующей стороны следует умножить на $\sqrt{3}$.

В случае применения ДТЗ для защиты ошиновки или реактора коэффициенты цифрового выравнивания рекомендуется определять по формуле

$$k_{выр,k} = \frac{I_{перв,k} I_{ном,k}}{I_{баз} I_{втор,k}} \cdot 100\% ,$$

$$I_{баз} = \max_k \left(\frac{I_{перв,k} I_{ном,k}}{I_{втор,k}} \right) ,$$

где $I_{\text{баз}}$ – базисный ток.

1.2.1.1.3 Дифференциальная токовая отсечка

Дифференциальная токовая отсечка (ДТО) реагирует на действующее значение основной гармоники дифференциального тока и выполнена без торможения, без блокировок по второй и пятой гармонике и по форме тока. Она предназначена для быстрого отключения повреждений с большим током КЗ (как правило, на выводах).

1.2.1.1.4 Дифференциальный орган с торможением

Основной рабочей величиной ДТЗ является дифференциальный ток $I_{\text{диф}}$, который определяется как модуль векторной суммы токов плеч $I_{\text{п1}*}$, $I_{\text{п2}*}$, $I_{\text{п3}*}$, $I_{\text{п4}*}$, $I_{\text{п5}*}$, $I_{\text{п6}*}$, определенных с учетом компенсации группы соединения и цифрового выравнивания по формулам

$$I_{\text{диф,А}} = |I_{\text{п1}*,\text{А}} + I_{\text{п2}*,\text{А}} + I_{\text{п3}*,\text{А}} + I_{\text{п4}*,\text{А}} + I_{\text{п5}*,\text{А}} + I_{\text{п6}*,\text{А}}|,$$

$$I_{\text{диф,В}} = |I_{\text{п1}*,\text{В}} + I_{\text{п2}*,\text{В}} + I_{\text{п3}*,\text{В}} + I_{\text{п4}*,\text{В}} + I_{\text{п5}*,\text{В}} + I_{\text{п6}*,\text{В}}|,$$

$$I_{\text{диф,С}} = |I_{\text{п1}*,\text{С}} + I_{\text{п2}*,\text{С}} + I_{\text{п3}*,\text{С}} + I_{\text{п4}*,\text{С}} + I_{\text{п5}*,\text{С}} + I_{\text{п6}*,\text{С}}|,$$

где $I_{\text{п1}*}$, $I_{\text{п2}*}$, $I_{\text{п3}*}$, $I_{\text{п4}*}$, $I_{\text{п5}*}$, $I_{\text{п6}*}$ – токи плеч, определенные с учетом компенсации группы (Схемак) и цифрового выравнивания

$$\begin{bmatrix} I_{\text{пк}*,\text{А}} \\ I_{\text{пк}*,\text{В}} \\ I_{\text{пк}*,\text{С}} \end{bmatrix} = \text{Схемак} \times \begin{bmatrix} I_{\text{пк},\text{А}} \\ I_{\text{пк},\text{В}} \\ I_{\text{пк},\text{С}} \end{bmatrix} \times \frac{k_{\text{выр,к}}}{100}.$$

Тормозной ток ДТЗ $I_{\text{торм}}$ равен наибольшему из токов плеч всех трех фаз ДТЗ

$$I_{\text{макс, А}} = \max(I_{\text{п1}*,\text{А}}, I_{\text{п2}*,\text{А}}, I_{\text{п3}*,\text{А}}, I_{\text{п4}*,\text{А}}, I_{\text{п5}*,\text{А}}, I_{\text{п6}*,\text{А}}, I_{\Sigma 12*,\text{А}}, I_{\Sigma 34*,\text{А}}, I_{\Sigma 56*,\text{А}}),$$

$$I_{\text{макс, В}} = \max(I_{\text{п1}*,\text{В}}, I_{\text{п2}*,\text{В}}, I_{\text{п3}*,\text{В}}, I_{\text{п4}*,\text{В}}, I_{\text{п5}*,\text{В}}, I_{\text{п6}*,\text{В}}, I_{\Sigma 12*,\text{В}}, I_{\Sigma 34*,\text{В}}, I_{\Sigma 56*,\text{В}}),$$

$$I_{\text{макс, С}} = \max(I_{\text{п1}*,\text{С}}, I_{\text{п2}*,\text{С}}, I_{\text{п3}*,\text{С}}, I_{\text{п4}*,\text{С}}, I_{\text{п5}*,\text{С}}, I_{\text{п6}*,\text{С}}, I_{\Sigma 12*,\text{С}}, I_{\Sigma 34*,\text{С}}, I_{\Sigma 56*,\text{С}}),$$

$$I_{\text{торм}} = \max(I_{\text{макс, А}}, I_{\text{макс, В}}, I_{\text{макс, С}}),$$

где $I_{\Sigma 12*} = I_{\text{п1}*} + I_{\text{п2}*}$, если программная накладка «**Нсумм12**» установлена в положение «1 – да» (таблица 2), иначе $I_{\Sigma 12*} = 0$;

$I_{\Sigma 34*} = I_{\text{п3}*} + I_{\text{п4}*}$, если программная накладка «**Нсумм34**» установлена в положение «1 – да» (таблица 2), иначе $I_{\Sigma 34*} = 0$;

$I_{\Sigma 56*} = I_{\text{п5}*} + I_{\text{п6}*}$, если программная накладка «**Нсумм56**» установлена в положение «1 – да» (таблица 2), иначе $I_{\Sigma 56*} = 0$.

Программные накладки «**Нсумм12**», «**Нсумм34**» и «**Нсумм56**» позволяют учитывать при расчете тормозного тока сумму токов двух плеч, что позволяет увеличить тормозной ток в режиме внешнего КЗ в случае подключения одной, двух или трех обмоток трансформатора через два ИТТ, например, в случае Т-образной конфигурации, сдвоенного токоограничивающего реактора и т.д.

Вид тормозной характеристики срабатывания, состоящей из трех участков, показан на рисунке 2. Первый участок выполнен горизонтальным, а другие два – наклонными. Предусмотрена возможность регулировки начального уровня срабатывания «**Иднач**», коэффициента торможения второго участка «**Кторм2**», начального тормозного тока третьего участка «**Иторм3**». Начальный тормозной ток второго участка регулируется уставкой «**Иторм2**». Коэффициент торможения третьего участка регулируется уставкой «**Кторм3**».

Примечание – Под коэффициентом торможения понимается отношение приращения дифференциального тока срабатывания к приращению тормозного тока, выраженное в процентах.

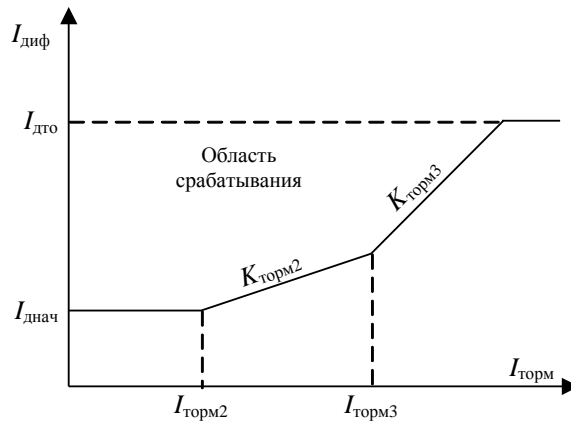


Рисунок 2 – Тормозная характеристика ДТЗ

1.2.1.1.5 Блокировка по второй гармонике

ИО блокировки по второй гармонике реагирует на отношение модуля второй гармоники дифференциального тока к модулю основной гармоники. При превышении уставки ИО блокирует срабатывание тормозной характеристики. Рекомендуемое значение уставки блокировки «**Kf2f1**» составляет 10 %.

Предусмотрены следующие режимы активации ИО блокировки по второй гармонике, задаваемые с помощью уставки «**НактБлkf2**»:

- режим непрерывной активации;
- режим автоматической активации.

В большинстве случаев рекомендуется использовать режим непрерывной активации блокировки по второй гармонике. При этом блокирование ДТЗ разрешается в любом режиме. Применение режима автоматической активации позволяет уменьшить время отключения повреждения, возникшего во время длительного нормального режима, если оно сопровождается значительным насыщением трансформаторов тока.

В режиме автоматической активации блокировка находится в действии при выполнении одного из условий:

- тормозной ток $I_{\text{торм}}$ менее 2 % базисного тока ($I_{\text{баз}}$);
- тормозной ток резко увеличился, в то время как дифференциальный ток $I_{\text{диф}}$ остался достаточно малым.

В первом случае предусмотрено продление работы блокировки при постановке силового трансформатора под напряжение в течение 10 с. Во втором случае блокировка вводится в действие на 5 с с момента обнаружения внешнего замыкания для дополнительного торможения дифференциального органа в данном режиме, а также в случае возможного режима броска намагничивающего тока, возникающего после отключения внешнего замыкания.

1.2.1.1.6 Блокировка по пятой гармонике

ИО блокировки по пятой гармонике реагирует на отношение модуля пятой гармоники дифференциального тока к модулю основной гармоники. При превышении уставки ИО блокирует срабатывание тормозной характеристики. Рекомендуемое значение уставки блокировки «**Kf5f1**» составляет 25 %.

1.2.1.1.7 Блокировка по форме тока

ИО блокировки по форме тока реагирует на скорость изменения мгновенного дифференциального тока. При обнаружении пауз в дифференциальном токе более 5 мс ИО действует на блокировку срабатывания тормозной характеристики.

1.2.1.1.8 Контроль исправности токовых цепей

Для исключения излишнего срабатывания ДТЗ при обрыве или замыкании вторичных цепей переменного тока в режиме нагрузочных токов предусмотрен контроль исправности токовых цепей (КИТЦ) ДТЗ.

Предусмотрены быстродействующий и медленнодействующий каналы модуля КИТЦ ДТЗ.

Быстродействующий канал модуля КИТЦ ДТЗ автоматически вводится в работу при соблюдении в течение 10 с следующих условий:

- токи хотя бы двух плеч имеют величину более 10 % $I_{баз}$;
- тормозной ток не превышает 125 % $I_{баз}$;
- приращения токов плеч не превышают 5 % $I_{баз}$;
- небаланс в цепи дифференциального тока не превышает уставки по начальному дифференциальному току.

Будучи введенным в работу, быстродействующий канал реагирует на внезапное увеличение дифференциального тока одной, двух или трех фаз на величину более уставки «**дЛобрыв**» при одновременном снижении на величину более уставки «**дЛобрыв**» токов одного из плеч ДТЗ и отсутствии увеличения токов остальных плеч. При обнаружении данного режима модуль КИТЦ немедленно действует на сигнал и на заграбление уровня срабатывания ТХ по начальному дифференциальному току до значения «**дЗагр**», которое должно быть отстроено от максимального нагрузочного режима в любом из плеч. При срабатывании быстродействующего канала модуля КИТЦ осуществляется подхват действия. Автоматический возврат быстродействующего канала осуществляется при наличии вышеприведенных условий для ввода канала в работу, однако для контроля небаланса в цепи дифференциального тока используется адаптивный уровень срабатывания, равный сумме уставки «**дЛобрыв**» с учетом коэффициента возврата и величины дифференциального тока в режиме, предшествующем возникновению неисправности токовых цепей.

Программная накладка «**НбдоКИТЦ**» контролирует действие быстродействующего канала КИТЦ на блокировку ДТЗ.

Медленнодействующий канал модуля КИТЦ ДТЗ реагирует на уровень основной гармоники дифференциального тока и при превышении им уставки «**Лобрыв**» в течение времени более уставки «**Тобрыв**» действует на сигнал и на заграбление уровня срабатывания ТХ по начальному дифференциальному току до значения «**дЗагр**», аналогично быстродействующему каналу. При пропадании небаланса осуществляется возврат.

Программная накладка «**НмдоКИТЦ**» контролирует действие медленнодействующего канала КИТЦ на блокировку ДТЗ.

Рекомендуется при применении ДТЗ для схемы соединения ИТТ «неполная звезда» принять следующие меры, способствующие корректной работе модуля КИТЦ и ДТЗ в целом:

- подключить фазу В на ток общего провода фаз А и С, как показано на рисунке 3;
- посредством программной накладки «**НвыводВ**» осуществить вывод канала фазы В ДТЗ, т.к. внешние КЗ могут сопровождаться повышенными токами небаланса в фазе В.

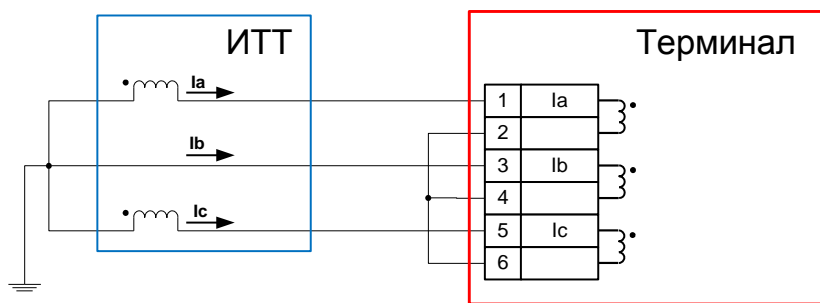


Рисунок 3 – Рекомендуемая схема подключения к ИТТ при «неполной звезде»

Таблица 2 – Уставки ДТЗ¹

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Схема1	от 0 до 24 (шаг 1)	0	Схема соединения токовых цепей 1-го плеча

¹ Перечень уставок может быть сокращен в зависимости от схемы применения блока (количества плеч дифференциальной защиты)

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Схема2	от 0 до 24 (шаг 1)	0	Схема соединения токовых цепей 2-го плеча
Схема3	от 0 до 24 (шаг 1)	0	Схема соединения токовых цепей 3-го плеча
Схема4	от 0 до 24 (шаг 1)	0	Схема соединения токовых цепей 4-го плеча
Схема5	от 0 до 24 (шаг 1)	0	Схема соединения токовых цепей 5-го плеча
Схема6	от 0 до 24 (шаг 1)	0	Схема соединения токовых цепей 6-го плеча
Квыр1	от 10 до 500 (шаг 1)	100	Коэффициент выравнивания токов 1-го плеча, %
Квыр2	от 10 до 500 (шаг 1)	100	Коэффициент выравнивания токов 2-го плеча, %
Квыр3	от 10 до 500 (шаг 1)	100	Коэффициент выравнивания токов 3-го плеча, %
Квыр4	от 10 до 500 (шаг 1)	100	Коэффициент выравнивания токов 4-го плеча, %
Квыр5	от 10 до 500 (шаг 1)	100	Коэффициент выравнивания токов 5-го плеча, %
Квыр6	от 10 до 500 (шаг 1)	100	Коэффициент выравнивания токов 6-го плеча, %
Идто	от 300 до 3000 (шаг 1)	600	Ток срабатывания ДТО, % $I_{баз}$
Иднач	от 20 до 100 (шаг 1)	30	Начальный ток срабатывания ТХ, % $I_{баз}$
Идзагр	от 20 до 1000 (шаг 1)	30	Начальный ток срабатывания ТХ в режиме загробления, % $I_{баз}$
Иторм2	от 60 до 300 (шаг 1)	100	Начальный ток торможения 2-го участка ТХ, % $I_{баз}$
Кторм2	от 20 до 100 (шаг 1)	40	Коэффициент торможения 2-го участка ТХ, %
Иторм3	от 120 до 1000 (шаг 1)	300	Начальный ток торможения 3-го участка ТХ, % $I_{баз}$
Кторм3	от 20 до 100 (шаг 1)	50	Коэффициент торможения 3-го участка ТХ, %
Кf2f1	от 10 до 50 (шаг 1)	10	Уставка блокировки по второй гармонике, %
Кf5f1	от 10 до 50 (шаг 1)	25	Уставка блокировки по пятой гармонике, %
dЮбрыв	от 5 до 100 (шаг 1)	10	Ток срабатывания быстродействующего органа КИТЦ, % $I_{баз}$
Юбрыв	от 5 до 100 (шаг 1)	30	Ток срабатывания медленнодействующего органа КИТЦ, % $I_{баз}$
Нсумм12	–	0	Использование суммы токов 1-го и 2-го плеч при расчете $I_{торм}$ (0 – нет; 1 – да)
Нсумм34	–	0	Использование суммы токов 3-го и 4-го плеч при расчете $I_{торм}$ (0 – нет; 1 – да)

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Нсумм56	–	0	Использование суммы токов 5-го и 6-го плеч при расчете $I_{\text{торм}}$ (0 – нет; 1 – да)
НактБлkf2	–	1	Режим работы БВГ (0 – вывод; 1 – постоянно; 2 – автоматически)
Нввод	–	1	Ввод защиты (0 – нет; 1 – да)
НвыводВ	–	0	Вывод канала фазы В (0 – нет; 1 – да)
НбдоКИТЦ	–	1	Ввод действия быстродействующего канала КИТЦ на блокировку (0 – нет; 1 – да)
НмдоКИТЦ	–	1	Ввод действия медленнодействующего канала КИТЦ на блокировку (0 – нет; 1 – да)
Тобрыв	от 0 до 30000 (шаг 1)	10000	Время срабатывания медленнодействующего органа КИТЦ, мс

1.2.1.2 Средняя основная погрешность ДТО по току срабатывания составляет не более $\pm 3\%$ от уставки.

1.2.1.3 Дополнительная погрешность ДТО по току срабатывания не превышает $\pm 5\%$ от средних значений уставок, определенных при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

1.2.1.4 Коэффициент возврата ДТО равен 0,95.

1.2.1.5 Время срабатывания ДТО при подаче двукратного тока срабатывания составляет не более 25 мс.

1.2.1.6 Время возврата ДТО при сбросе тока от пятикратного тока срабатывания до нуля составляет не более 40 мс.

1.2.1.7 Средняя основная погрешность по начальному дифференциальному току срабатывания составляет не более $\pm 10\%$. Средняя основная погрешность по начальным тормозным токам и коэффициентам торможения – не более $\pm 5\%$ от уставки.

1.2.1.8 Дополнительная погрешность по начальному дифференциальному току срабатывания, начальным тормозным токам и коэффициентам торможения при изменении температуры окружающей среды в рабочем диапазоне не превышает $\pm 5\%$ от средних значений уставок, определенных при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

1.2.1.9 Коэффициент возврата дифференциального органа с торможением составляет не менее 0,8.

1.2.1.10 Время срабатывания дифференциального органа с торможением при подаче дифференциального тока, превышающего уровень срабатывания в два раза и более, составляет не более 30 мс, а с учетом выходных реле – не более 40 мс.

1.2.1.11 Время возврата дифференциального органа с торможением при сбросе десятикратного тока до нуля составляет не более 40 мс.

1.2.1.12 Средняя основная погрешность по уровню блокировки по второй гармонике составляет не более $\pm 10\%$.

1.2.1.13 Средняя основная погрешность по уровню блокировки по пятой гармонике составляет не более $\pm 10\%$.

1.2.1.14 Средняя основная погрешность по току срабатывания быстродействующего и медленнодействующего каналов модуля КИТЦ составляет не более $\pm 10\%$.

1.2.2 Газовая защита

Функциональный блок ГЗ представлен на рисунке 4, реализация приведена на рисунке 5.

РКТУ	Снижение изоляции
Съем блокировки	Отключение
Сигн. ступень	Сигнал
Откл. ступень	
На сигнал	

Блок ГЗ

Рисунок 4 – Функциональный блок ГЗ

Таблица 3 – Входы и выходы функционального блока ГЗ

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
РКТУ	Срабатывание реле контроля тока утечки
Съем блокировки	Съем блокировки газовой защиты
Сигн. ступень	Срабатывание сигнальной ступени ГЗ
Откл. ступень	Срабатывание отключающей ступени ГЗ
На сигнал	Перевод действия отключающей ступени ГЗ на сигнал
Логические выходы	
Снижение изоляции	Снижение изоляции цепи, контролируемой ГЗ
Отключение	Действие ГЗ на отключение
Сигнал	Сигнализация о запрете отключения от ГЗ

ГЗ предназначена для защиты от повреждений внутри кожуха, сопровождающихся выделением газа, подключается к цепям РКТУ, отключающего и сигнального элемента газового реле (реле давления). ГЗ при срабатывании действует на отключение выключателей всех сторон защищаемого элемента с запретом АПВ, а также действует на пуск УРОВ выключателя, от которого осуществляется питание.

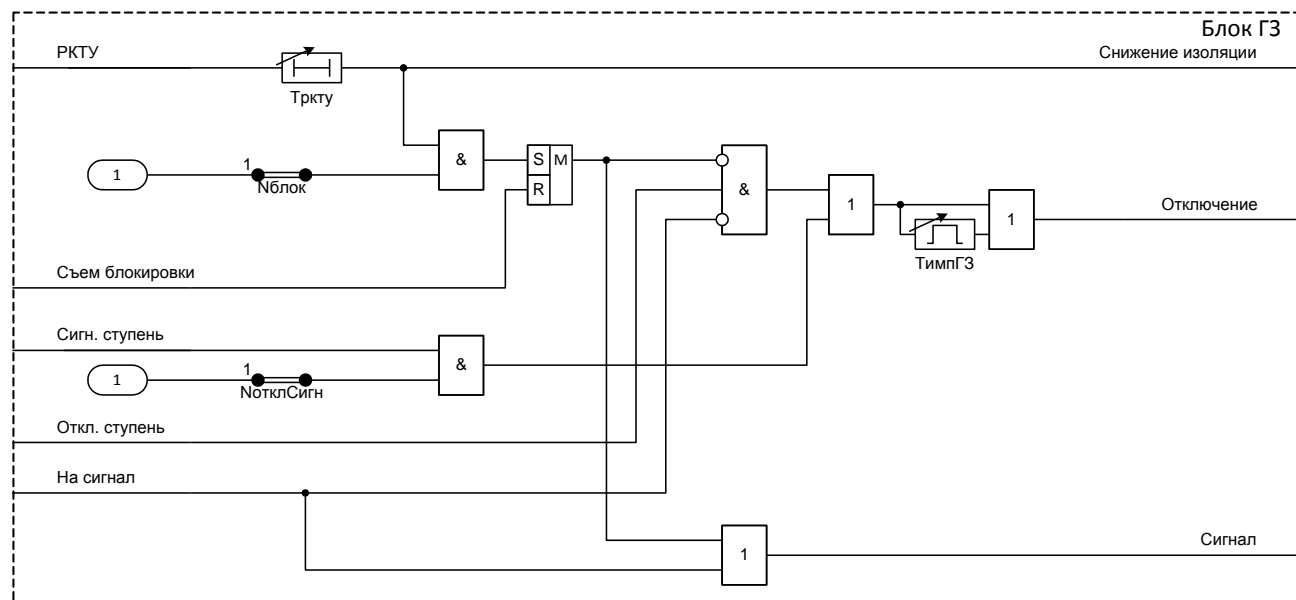


Рисунок 5 – Реализация программного модуля ГЗ

Действие отключающей ступени может быть оперативно переведено только на сигнал с помощью переключателя (логический вход «На сигнал»). Также действие отключающей ступени может автоматически переводиться на сигнал при обнаружении снижения изоляции ее цепей (логический вход «РКТУ»), контролируемом по сигналу от РКТУ в составе шкафа. Перевод на сигнал и сигнализация о снижении изоляции осуществляется с выдержкой времени «Тркту». Данная блокировка действия отключающей ступени ГЗ выполнена с

запоминанием в ПЗУ с помощью RS-триггера. Для ввода ступени в действие требуется выполнить съём блокировки ГЗ. Автоматический запрет действия отключающей ступени ГЗ может быть введен с помощью программной накладки «**Нблок**», если установить ее в положение «1 – да».

Сигнальная ступень ГЗ, как правило, действует только на сигнализацию. Однако, она может быть переведена на отключение с помощью программной накладки «**НотклСигн**», если установить ее в положение «1 – да». При этом действие сигнальной ступени становится аналогичным отключающей ступени.

Примечание – Логика ГЗ терминала может быть изменена в соответствии с доступными сигналами ГЗ.

Таблица 4 – Уставки ГЗ

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Нблок	–	0	Автоматический запрет действия отключающей ступени ГЗ (0 – нет; 1 – да)
НотклСигн	–	0	Ввод действия сигнальной ступени ГЗ на отключение (0 – нет; 1 – да)
Тркту	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС блокировки ГЗ от РКТУ, мс
ТимпГЗ	от 0 до 30000 (шаг 1)	100	Минимальная длительность отключения от ГЗ, мс

1.2.3 Максимальная токовая защита ошиновки

1.2.3.1 Принцип работы

Функциональный блок МТЗ ошиновки представлен на рисунке 6, его реализация представлена на рисунке 7.

Ia	Срабатывание 1ст.
Ib	Срабатывание 2ст.
Ic	Срабатывание 3ст.
Пуск по напряж.	Срабатывание
Вывод	

Блок МТЗ ошиновки

Рисунок 6 – Функциональный блок МТЗ ошиновки

Таблица 5 – Входы и выходы функционального блока МТЗ ошиновки

Аналоговые входы	
Ia, Ib, Ic	Токи фаз А, В, С
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
Пуск по напряж.	Пуск по напряжению
Вывод	Вывод защиты в целом
Логические выходы	
Срабатывание 1 ст.	Срабатывание 1 ступени
Срабатывание 2 ст.	Срабатывание 2 ступени
Срабатывание 3 ст.	Срабатывание 3 ступени
Срабатывание	Срабатывание хотя бы одной ступени

МТЗ ошиновки предназначена для резервирования основных защит элемента (силового трансформатора, токоограничивающего реактора, вольтодобавочного трансформатора и др.)

и защиты от длительного протекания токов внешних замыканий. Подключается к вторичным цепям ИТТ защищаемого элемента. МТЗ ошиновки, как правило, действует на отключение защищаемого элемента с запретом АПВ и пуском УРОВ, а также на отключение питаемых присоединений с возможностью АВР.

Модуль МТЗ ошиновки содержит три ступени. Уровни срабатывания ИО тока первой, второй и третьей ступени регулируются уставками «**Iст1**», «**Iст2**», «**Iст3**» соответственно.

Первая ступень выполнена с блокировкой по второй гармонике, которая реагирует на отношение уровня второй гармоники (100 Гц) к уровню основной гармоники (50 Гц) тока.

Уставка «**НактРазн**» позволяет перевести ИО в режим работы по расчетной разности токов фаз. Расчетные разности токов фаз, подводимые к ИО тока ступеней МТЗ ошиновки, определяются по формулам

$$I'_A = \left| \frac{I_A - I_B}{\sqrt{3}} \right|,$$

$$I'_B = \left| \frac{I_B - I_C}{\sqrt{3}} \right|,$$

$$I'_C = \left| \frac{I_C - I_A}{\sqrt{3}} \right|,$$

где I_A , I_B , I_C – токи, подводимые ко входам блока МТЗ ошиновки.

Режим работы третьей ступени определяется программной накладкой «**Нст3U**», позволяющей выполнить ступень с пуском по напряжению либо без него.

Время срабатывания ступеней регулируется уставками «**Тст1**», «**Тст2**», «**Тст3**».

Ступени вводятся в работу программными накладками «**Нст1**», «**Нст2**», «**Нст3**».

Предусмотрена возможность вывода из работы модуля МТЗ ошиновки посредством программной накладки «**Нввод**» или внешним сигналом «**Вывод**».

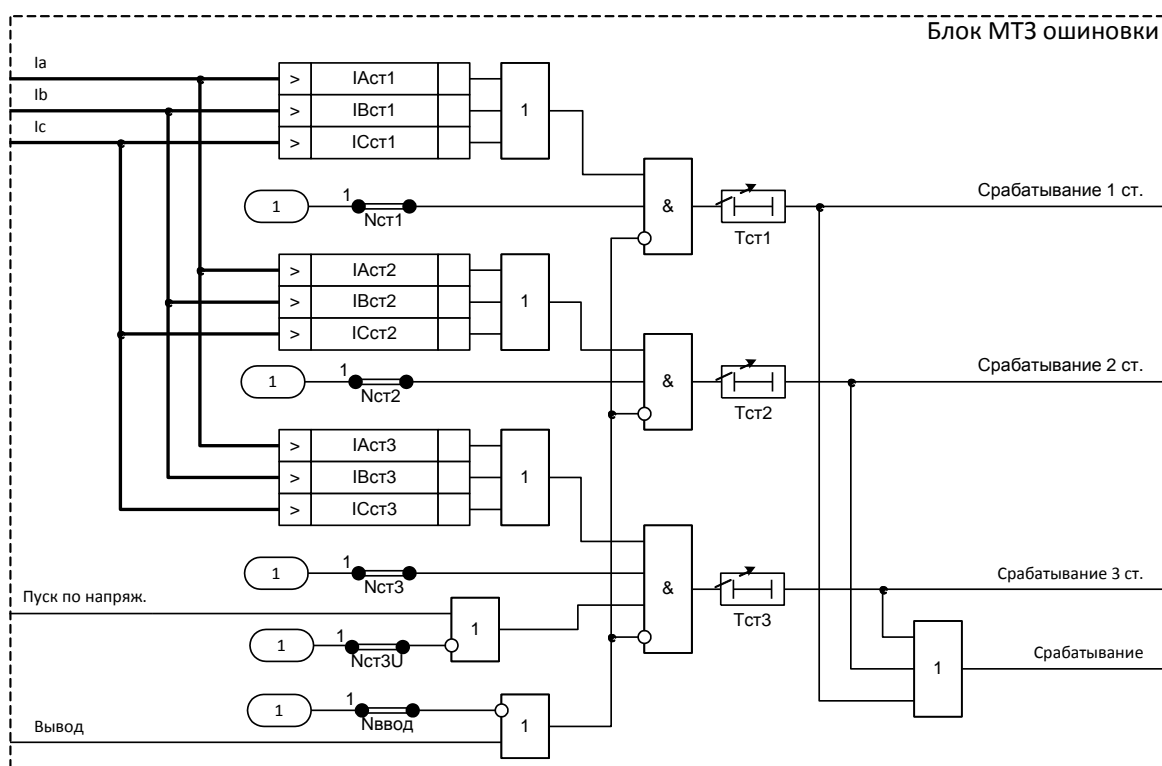


Рисунок 7 – Реализация программного модуля МТЗ ошиновки

Таблица 6 – Уставки МТЗ ошиновки

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Kf2f1	от 20 до 100 (шаг 1)	100	Уставка блокировки 1 ступени по второй гармонике, %
Iст1	от 20 до 3000 (шаг 1)	100	Ток срабатывания 1 ступени, % $I_{ном}$
Iст2	от 5 до 3000 (шаг 1)	100	Ток срабатывания 2 ступени, % $I_{ном}$
Iст3	от 5 до 3000 (шаг 1)	100	Ток срабатывания 3 ступени, % $I_{ном}$
Nст1	–	0	Ввод 1 ступени (0 – нет; 1 – да)
Nст2	–	0	Ввод 2 ступени (0 – нет; 1 – да)
Nст3	–	0	Ввод 3 ступени (0 – нет; 1 – да)
Nст3U	–	0	Пуск по напряжению 3 ступени (0 – вывод; 1 – ввод)
НактРазн	–	0	Использование разности токов фаз (0 – нет; 1 – да)
Nввод	–	0	Ввод защиты (0 – нет; 1 – да)
Tст1	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС 1 ступени, мс
Tст2	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС 2 ступени, мс
Tст3	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС 3 ступени, мс

1.2.3.2 Средняя основная погрешность по току срабатывания ИО тока не превышает $\pm 3\%$.

1.2.3.3 Средняя основная погрешность по уровню блокировки по второй гармонике составляет не более $\pm 10\%$.

1.2.3.4 Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО тока при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

1.2.3.5 Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО тока при изменении частоты в пределах от 0,9 до 1,1 $f_{ном}$ не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

1.2.3.6 Коэффициент возврата ИО тока составляет не менее 0,8 для значения уставки ниже 20% и не менее 0,9 для значения уставки выше 20%.

1.2.3.7 Время срабатывания ИО тока не превышает 30 мс при подаче двукратного тока срабатывания.

1.2.3.8 Время возврата ИО тока при сбросе тока от 10 $I_{сраб}$ до нуля не превышает 35 мс.

1.2.4 Максимальная токовая защита ввода

1.2.4.1 Принцип работы

Функциональный блок МТЗ ввода представлен на рисунке 8, его реализация приведена на рисунке 9.

Ia	Срабатывание 1 ст.
Ib	Срабатывание 2 ст.
Ic	Срабатывание 3 ст.
РПО	Защита выведена
Пуск по напряж.	Срабатывание
Вывод	Доп. ВВС

Блок МТЗ ввода

Рисунок 8 – Функциональный блок МТЗ ввода

Таблица 7 – Входы и выходы функционального блока МТЗ ввода

Аналоговые входы	
Ia, Ib, Ic	Токи фаз А, В, С
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
РПО	Сигнал отключенного состояния выключателя
Пуск по напряж.	Пуск по напряжению
Вывод	Вывод защиты в целом
Логические выходы	
Срабатывание 1 ст.	Срабатывание 1 ступени
Срабатывание 2 ст.	Срабатывание 2 ступени
Срабатывание 3 ст.	Срабатывание 3 ступени
Защита выведена	Сигнализация о выводе защиты
Срабатывание	Срабатывание
Доп. ВВС	Срабатывание ступени с дополнительной выдержкой времени

МТЗ ввода подключается к вторичным цепям ИТТ защищаемого элемента, выполнена тремя ступенями. Первая ступень действует на отключение выключателя защищаемого ввода с запретом АПВ и АВР, вторая и третья ступени действуют на отключение выключателя защищаемого ввода с возможностью АПВ.

Уровни срабатывания ИО тока первой, второй и третьей ступени регулируются уставками «Iст1», «Iст2», «Iст3» соответственно.

Первая ступень выполнена с блокировкой по второй гармонике, которая реагирует на отношение уровня второй гармоники (100 Гц) к уровню основной гармоники (50 Гц) тока.

Режим работы третьей ступени определяется программной накладкой «Nct3U», позволяющей выполнить ступень с пуском по напряжению либо без него.

Время срабатывания ступеней регулируется уставками «Tст1», «Tст2», «Tст3».

Первая ступень выполнена с автоматическим ускорением, время ввода которого регулирует уставка «Tуск».

В случае если срабатывание ступени не привело к снятию соответствующих пусковых условий, то по истечению выдержки времени, которая регулируется уставкой «Tдоп», сформируется команда на отключение поврежденного элемента со всех сторон.

Ступени вводятся в работу программными накладками «Nct1», «Nct2», «Nct3».

Предусмотрена возможность вывода из работы модуля МТЗ ввода посредством программной накладки «Nввод» или входным сигналом «Вывод».

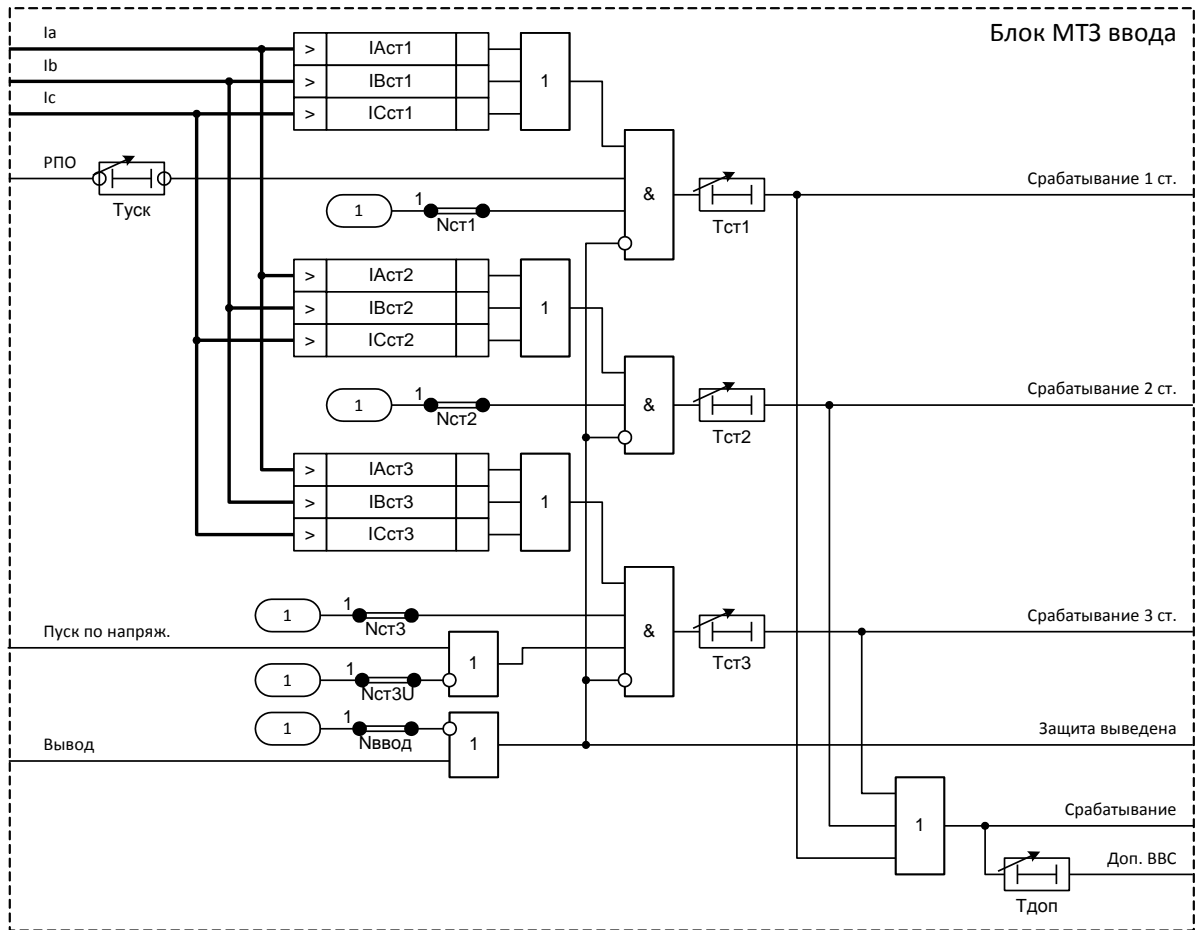


Рисунок 9 – Реализация программного модуля МТЗ ввода

Таблица 8 – Уставки МТЗ ввода

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Kf2f1	от 20 до 100 (шаг 1)	100	Уставка блокировки 1 ступени по второй гармонике, %
Ict1	от 20 до 3000 (шаг 1)	100	Ток срабатывания 1 ступени, % $I_{НОМ}$
Ict2	от 5 до 3000 (шаг 1)	100	Ток срабатывания 2 ступени, % $I_{НОМ}$
Ict3	от 5 до 3000 (шаг 1)	100	Ток срабатывания 3 ступени, % $I_{НОМ}$
Nct1	–	0	Ввод 1 ступени (0 – нет; 1 – да)
Nct2	–	0	Ввод 2 ступени (0 – нет; 1 – да)
Nct3	–	0	Ввод 3 ступени (0 – нет; 1 – да)
Nct3U	–	0	Запуск по напряжению 3 ступени (0 – вывод; 1 – ввод)
Nввод	–	0	Ввод защиты (0 – нет; 1 – да)
Tct1	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС 1 ступени, мс
Tct2	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС 2 ступени, мс

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
ТстЗ	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС 3 ступени, мс
Тдоп	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	Дополнительная ВВС, мс
Туск	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	Время ввода автоматического ускорения, мс

1.2.4.2 Средняя основная погрешность по току срабатывания ИО тока не превышает $\pm 3\%$.

1.2.4.3 Средняя основная погрешность по уровню блокировки по второй гармонике составляет не более $\pm 10\%$.

1.2.4.4 Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО тока при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

1.2.4.5 Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО тока при изменении частоты в пределах от 0,9 до $1,1 f_{\text{ном}}$ не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

1.2.4.6 Коэффициент возврата ИО тока составляет не менее 0,8 для значения уставки ниже 20 % и не менее 0,9 для значения уставки выше 20 %.

1.2.4.7 Время срабатывания ИО тока не превышает 30 мс при подаче двукратного тока срабатывания.

1.2.4.8 Время возврата ИО тока при сбросе тока от $10 I_{\text{сраб}}$ до нуля не превышает 35 мс.

1.2.5 Максимальная токовая защита с органом направления мощности

1.2.5.1 Принцип работы

Функциональный блок МТЗ ОНМ представлен на рисунке 10, его реализация приведена на рисунке 11.

Ia	Срабатывание 1 ст.
Ib	Срабатывание 2 ст.
Ic	Срабатывание 3 ст.
Uab	Защита выведена
Ubc	Срабатывание
Uca	Доп. ВВС
РПО	
Пуск по напряж.	
Вывод	

Блок МТЗ ОНМ

Рисунок 10 – Функциональный блок МТЗ ОНМ

Таблица 9 – Входы и выходы функционального блока МТЗ ОНМ

Аналоговые входы	
Ia, Ib, Ic	Токи фаз А, В, С
Uab, Ubc, Uca	Междуфазные напряжения АВ, ВС, СА
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
РПО	Сигнал отключенного состояния выключателя
Пуск по напряж.	Пуск по напряжению
Вывод	Вывод защиты в целом
Логические выходы	

Срабатывание 1 ст.	Срабатывание 1 ступени
Срабатывание 2 ст.	Срабатывание 2 ступени
Срабатывание 3 ст.	Срабатывание 3 ступени
Защита выведена	Сигнализация о выводе защиты
Срабатывание	Срабатывание
Доп. ВВС	Срабатывание ступени с дополнительной выдержкой времени

МТЗ ОНМ подключается к вторичным цепям ИТТ и ИТН защищаемого элемента, выполнена тремя ступенями. Первая ступень действует на отключение выключателя защищаемого ввода с запретом АПВ и АВР, вторая и третья ступени действуют на отключение выключателя защищаемого ввода с возможностью АПВ.

Уровни срабатывания ИО тока первой, второй и третьей ступени регулируются уставками «**Ист1**», «**Ист2**», «**Ист3**» соответственно.

Первая ступень выполнена с блокировкой по второй гармонике, которая реагирует на отношение уровня второй гармоники (100 Гц) к уровню основной гармоники (50 Гц) тока.

Третья ступень выполнена с возможностью контроля сигнала пуска по напряжению и контроля направления протекания мощности КЗ. Режим работы третьей ступени определяется программной накладкой «**Нст3U**», позволяющей выполнить ступень с пуском по напряжению либо без него.

Контроль направления протекания мощности КЗ осуществляется тремя ИО направления мощности, включенными по девяностоградусной схеме. Каналы фаз А, В, С используют для работы токи и соответствующие междуфазные напряжения основной гармоники (I_a и U_{bc} – канал фазы А, I_b и U_{ca} – канал фазы В, I_c и U_{ab} – канал фазы С).

Для корректной работы ОНМ осуществляется контроль уровней тока и напряжения. Ток точной работы и напряжение точной работы ОНМ составляют 5 % от соответствующих номинальных величин.

ОНМ правильно определяет направленность при всех несимметричных замыканиях, а также при симметричных замыканиях, когда напряжение имеет значительный уровень.

За положительное направление выбрано направление «в объект». Режим работы ОНМ может быть выбран при помощи программной накладки «**Ннапр3**», позволяющей выбрать направление контроля мощности, а так же вывести из работы ОНМ.

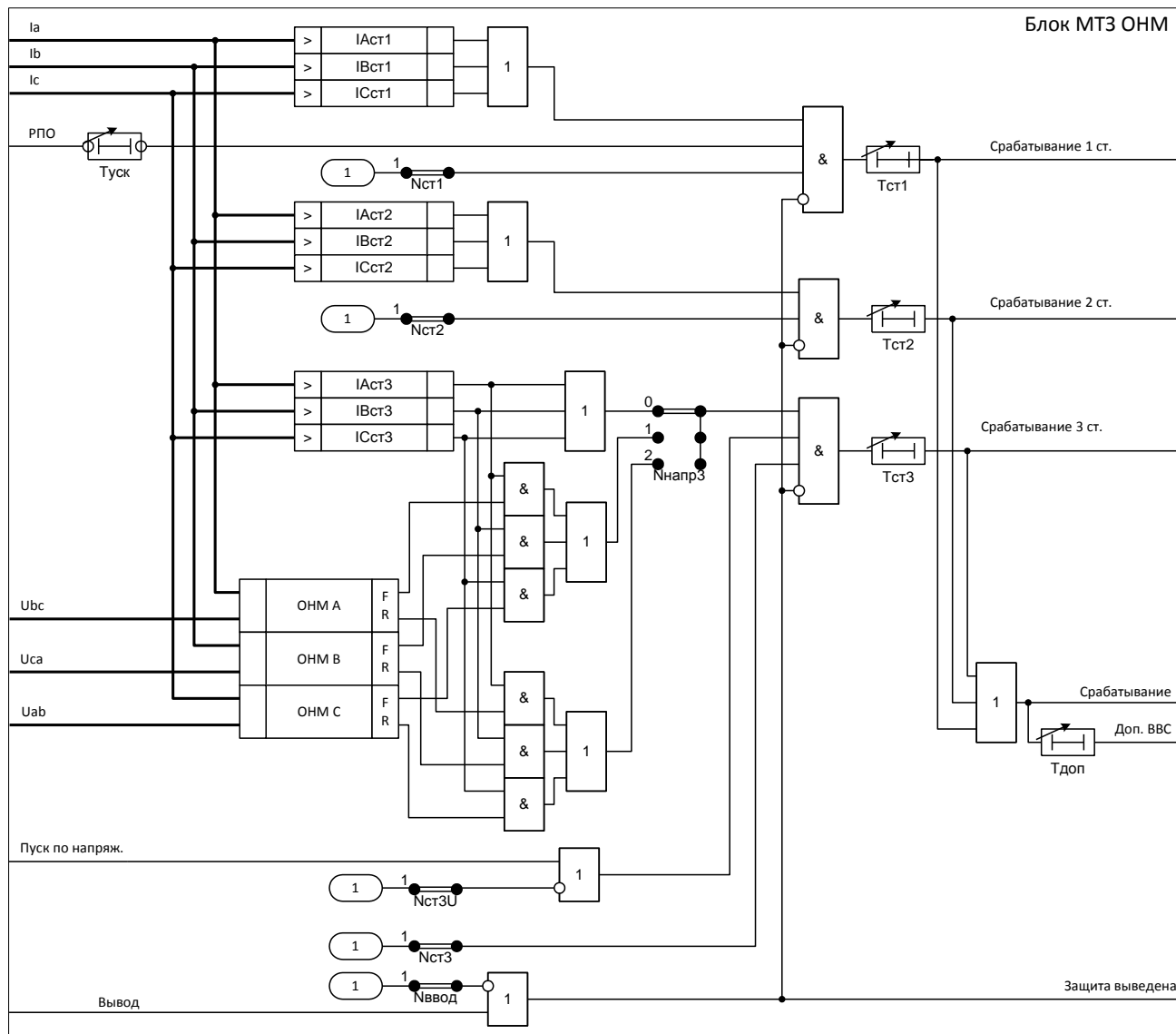


Рисунок 11 – Реализация программного модуля МТЗ ввода

Время срабатывания ступеней регулируется уставками «Тст1», «Тст2», «Тст3».

Первая ступень выполнена с автоматическим ускорением, время ввода которого регулирует уставка «Туск».

В случае если срабатывание ступени не привело к снятию соответствующих пусковых условий, то по истечению выдержки времени, которая регулируется уставкой «Тдоп», сформируется команда на отключение поврежденного элемента со всех сторон.

Ступени вводятся в работу программными накладками «Nct1», «Nct2», «Nct3».

Предусмотрена возможность вывода из работы модуля МТЗ ввода с ОНМ посредством программной накладки «Nввод» или входным сигналом «Вывод».

Таблица 10 – Уставки МТЗ ввода с ОНМ

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Kf2f1	от 20 до 100 (шаг 1)	100	Уставка блокировки 1 ступени по второй гармонике, %
Iст1	от 20 до 3000 (шаг 1)	100	Ток срабатывания 1 ступени, % $I_{НОМ}$
Iст2	от 5 до 3000 (шаг 1)	100	Ток срабатывания 2 ступени, % $I_{НОМ}$
Iст3	от 5 до 3000 (шаг 1)	100	Ток срабатывания 3 ступени, % $I_{НОМ}$

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Фмч	от 0 до 90 (шаг 1)	0	Угол максимальной чувствительности ОНМ, град
Нст1	–	0	Ввод 1 ступени (0 – нет; 1 – да)
Нст2	–	0	Ввод 2 ступени (0 – нет; 1 – да)
Нст3	–	0	Ввод 3 ступени (0 – нет; 1 – да)
Ннапр3	–	0	Контроль направления мощности 3 ступени (0 – без контроля мощности; 1 – направление в объект; 2 – направление в сеть)
Нст3U	–	0	Пуск по напряжению 3 ступени (0 – вывод; 1 – ввод)
Нввод	–	0	Ввод защиты (0 – нет; 1 – да)
Тст1	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС 1 ступени, мс
Тст2	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС 2 ступени, мс
Тст3	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС 3 ступени, мс
Тдоп	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	Дополнительная ВВС, мс
Туск	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	Время ввода автоматического ускорения, мс

1.2.5.2 Средняя основная погрешность по току срабатывания ИО тока не превышает $\pm 3\%$.

1.2.5.3 Средняя основная погрешность по уровню блокировки по второй гармонике составляет не более $\pm 10\%$.

1.2.5.4 Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО тока при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

1.2.5.5 Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО тока при изменении частоты в пределах от 0,9 до $1,1 f_{\text{ном}}$ не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

1.2.5.6 Средняя абсолютная основная погрешность ОНМ по углу максимальной чувствительности составляет не более $\pm 5^\circ$. Рабочий сектор ОНМ составляет не менее 160° .

1.2.5.7 Коэффициент возврата ИО тока составляет не менее 0,8 для значения уставки ниже 20 % и не менее 0,9 для значения уставки выше 20 %.

1.2.5.8 Время срабатывания ИО тока не превышает 30 мс при подаче двукратного тока срабатывания.

1.2.5.9 Время возврата ИО тока при сбросе тока от $10 I_{\text{сраб}}$ до нуля не превышает 35 мс.

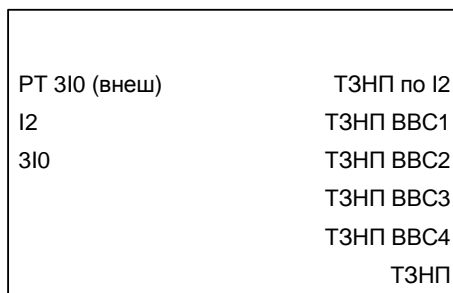
1.2.5.10 Время срабатывания ОНМ при одновременной подаче токов $3 I_{\text{сраб}}$ и напряжений $3 U_{\text{сраб}}$ не превышает 40 мс.

1.2.5.11 Время возврата ОНМ при одновременном сбросе токов и напряжений от $I_{\text{ном}}$ и $U_{\text{ном}}$ до нуля не превышает 40 мс.

1.2.6 Токовая защита нулевой последовательности

1.2.6.1 Принцип работы

Функциональный блок ТЗНП представлен на рисунке 12, его реализация приведена на рисунке 13.



Блок ТЗНП

Рисунок 12 – Функциональный блок ТЗНП

Таблица 11 – Входы и выходы функционального блока ТЗНП

Аналоговые входы	
І2	Ток обратной последовательности
ЗІО	Утроенный ток нулевой последовательности
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
РТ ЗІО (внеш)	Срабатывание внешнего реле утроенного тока нулевой последовательности
Логические выходы	
ТЗНП по І2	Действие на выключатель защищаемого элемента с контролем наличия тока обратной последовательности
ТЗНП ВВС1	Действие на отключение выключателя смежного элемента
ТЗНП ВВС2	Действие на деление шин
ТЗНП ВВС3	Действие на отключение выключателя ввода защищаемого элемента
ТЗНП ВВС4	Действие на отключение всего защищаемого элемента
ТЗНП	Срабатывание ТЗНП

ТЗНП предназначена для резервирования защит смежных элементов сети, работающей с глухозаземленной нейтралью. Содержит ИО утроенного тока нулевой последовательности, ИО тока обратной последовательности

С первой выдержкой времени ТЗНП действует на смежный элемент, работающий с разземленной нейтралью, со второй – на деление шин, с третьей – на отключение питающего ввода со стороны сети с глухозаземленной нейтралью, с четвертой – на отключение всех выключателей защищаемого объекта.

При работе защищаемого элемента в режиме разземленной нейтрали реализована логика отключения от защиты смежного элемента с контролем тока обратной последовательности и наличием сигнала срабатывания внешнего реле утроенного тока нулевой последовательности.

Программной накладкой «**НкритІ2**» осуществляется выбор использования критерия контроля отключения током обратной последовательности.

ТЗНП выполнена с блокировкой по второй гармонике, которая реагирует на отношение уровня второй гармоники (100 Гц) к уровню основной гармоники (50 Гц) утроенного тока нулевой последовательности.

Уровень срабатывания ИО утроенного тока нулевой последовательности регулируется уставкой «**ЗІОсраб**».

Уровень срабатывания ИО тока обратной последовательности регулируется уставкой «**І2сраб**».

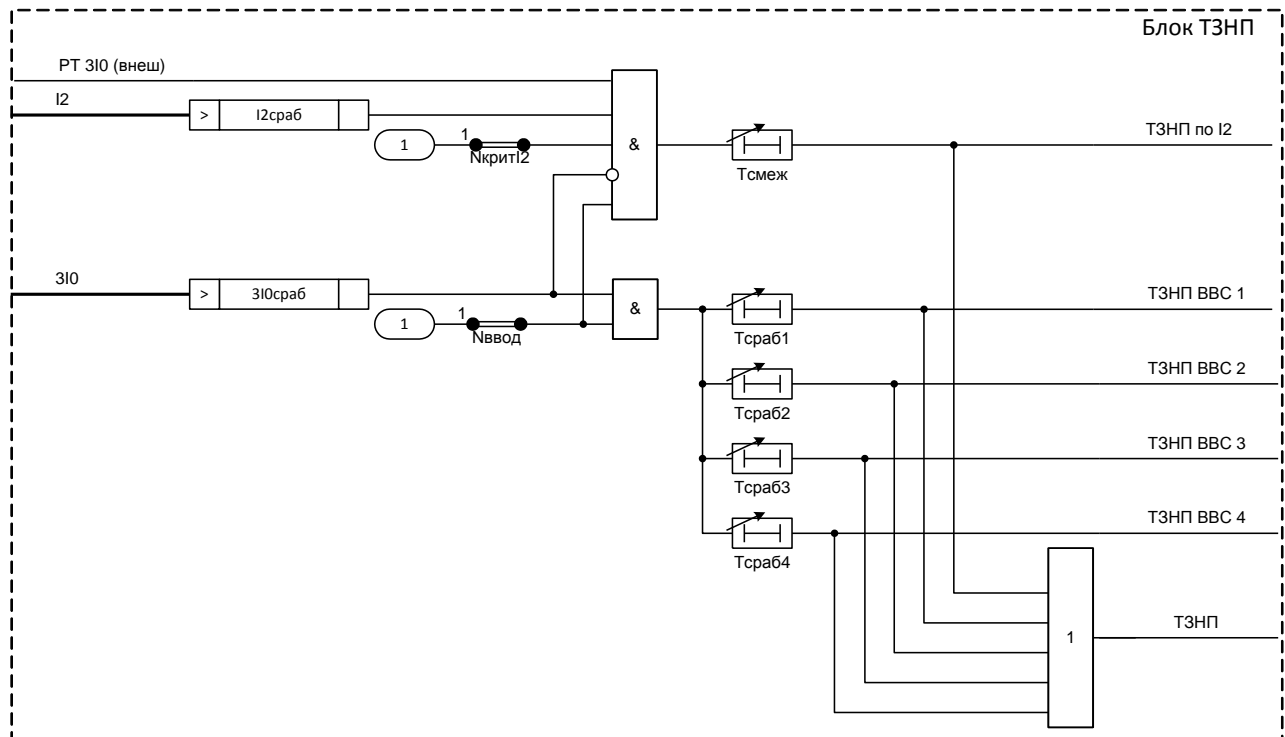


Рисунок 13 – Реализация программного модуля ТЗНП

Время срабатывания на соответствующее действие регулируется уставками «Тсраб1», «Тсраб2», «Тсраб3», «Тсраб4».

Уставкой «Тсмеж» регулируется время работы логики отключения выключателя ввода защищаемого элемента от РТ нулевой последовательности смежного элемента с контролем тока обратной последовательности.

Таблица 12 – Уставки ТЗНП

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Kf2f1	от 20 до 100 (шаг 1)	100	Уставка блокировки по второй гармонике, %
310сраб	от 20 до 3000 (шаг 1)	100	Ток срабатывания ИО утроенного тока нулевой последовательности, % $I_{НОМ}$
I2сраб	от 5 до 3000 (шаг 1)	100	Ток срабатывания ИО тока обратной последовательности, % $I_{НОМ}$
НкритI2	–	0	Ввод критерия контроля отключения от защит смежного элемента с контролем тока обратной последовательности (0 – нет; 1 – да)
Нввод	–	0	Ввод защиты (0 – нет; 1 – да)
Тсраб1	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС на отключение выключателя смежного трансформатора, мс
Тсраб2	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС на деление шин, мс
Тсраб3	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС на отключение выключателя, мс
Тсраб4	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС на отключение трансформатора, мс
Тсмеж	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС логики критерия отключения от защиты смежного элемента с контролем тока обратной последовательности, мс

1.2.6.2 Средняя основная погрешность по току срабатывания ИО тока не превышает $\pm 3\%$.

1.2.6.3 Средняя основная погрешность по уровню блокировки по второй гармонике тока $3I_0$ составляет не более $\pm 10\%$.

1.2.6.4 Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО тока при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

1.2.6.5 Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО тока при изменении частоты в пределах от 0,9 до 1,1 $f_{\text{ном}}$ номинальной не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

1.2.6.6 Коэффициент возврата ИО тока составляет не менее 0,8 для значения уставки ниже 20 % и не менее 0,9 для значения уставки выше 20 %.

1.2.6.7 Время срабатывания ИО тока не превышает 30 мс при подаче двукратного тока срабатывания.

1.2.6.8 Время возврата ИО тока при сбросе тока от $10 I_{\text{сраб}}$ до нуля не превышает 35 мс.

1.2.7 Логическая защита шин

1.2.7.1 Принцип работы

Функциональный блок ЛЗШ представлен на рисунке 14, его реализация приведена на рисунке 15.

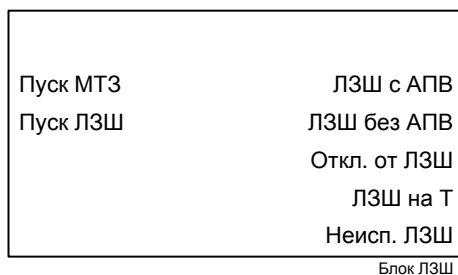


Рисунок 14 – Функциональный блок ЛЗШ

Таблица 13 – Входы и выходы функционального блока ЛЗШ

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
Пуск МТЗ	Пуск ЛЗШ от МТЗ
Пуск ЛЗШ	Пуск ЛЗШ от защит
Логические выходы	
ЛЗШ с АПВ	Отключение от ЛЗШ с АПВ
ЛЗШ без АПВ	Отключение от ЛЗШ без АПВ
Откл. от ЛЗШ	Отключение от ЛЗШ
ЛЗШ на Т	Отключение трансформатора от ЛЗШ
Неисп. ЛЗШ	Неисправность ЛЗШ

ЛЗШ срабатывает при пуске выбранной ступени МТЗ и отсутствии пуска максимальных токовых защит присоединений, отходящих от соответствующей стороны. Сигнал от МТЗ присоединений формируется с помощью цепочки последовательных нормально-замкнутых контактов.

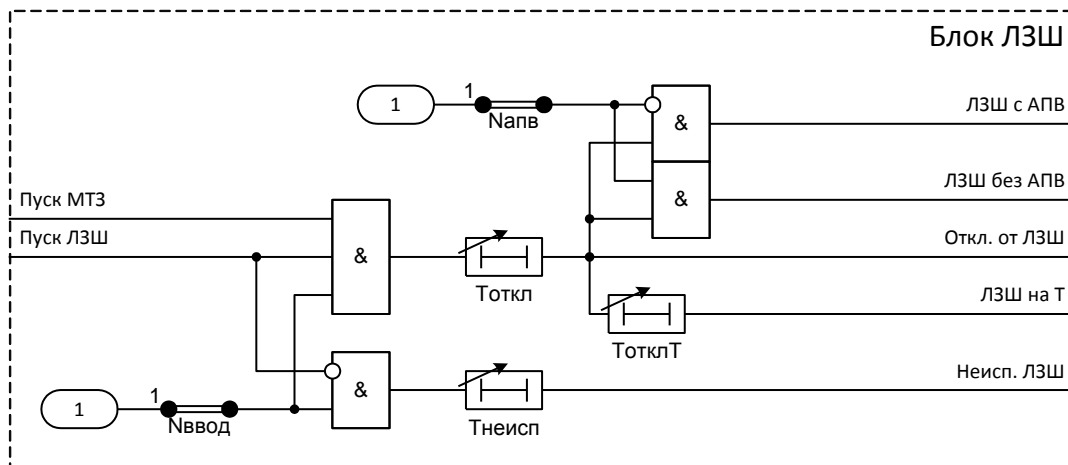


Рисунок 15 – Реализация программного модуля ЛЗШ

ЛЗШ действует на отключение стороны с выдержкой времени «Тоткл» с АПВ или без АПВ в зависимости от положения накладки «Напв».

При отключении выключателя от ЛЗШ своей стороны формируется сигнал запрета АВР соответствующей стороны.

С дополнительной выдержкой времени «ТотклТ» ЛЗШ действует на отключение трансформатора при отказе выключателя своей стороны.

Время срабатывания сигнализации о неисправности ЛЗШ при длительном срабатывании МТЗ хотя бы одного присоединения соответствующей стороны регулируется уставкой «Тнеисп».

ЛЗШ может быть выведена из работы программной накладкой «Нввод».

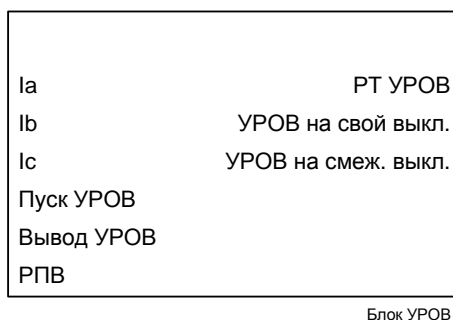
Таблица 14 – Уставки ЛЗШ

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Нввод	–	1	Ввод защиты (0 – нет; 1 – да)
Напв	–	1	Запрет АПВ при отключении от ЛЗШ (0 – нет; 1 – да)
Тоткл	от 10 до 30000 (шаг 1)	500	Выдержка времени на отключении от ЛЗШ, мс
ТотклТ	от 0 до 30000 (шаг 1)	500	Выдержка времени на отключение трансформатора от ЛЗШ, мс
Тнеисп	от 0 до 30000 (шаг 1)	10000	Выдержка времени на сигнализацию о неисправности ЛЗШ, мс

1.2.8 Устройство резервирования отказа выключателя

1.2.8.1 Принцип работы

Функциональный блок УРОВ представлен на рисунке 16, его реализация приведена на рисунке 17.



Блок УРОВ

Рисунок 16 – Функциональный блок УРОВ

Таблица 15 – Входы и выходы функционального блока УРОВ

Аналоговые входы	
Ia, Ib, Ic	Токи фаз А,В,С
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
Пуск УРОВ	Пуск от защит
Вывод УРОВ	Вывод функции
РПВ	Сигнал включенного положения выключателя
Логические выходы	
РТ УРОВ	Срабатывание ИО тока УРОВ
УРОВ на свой выкл.	Срабатывание УРОВ на отключение своего выключателя
УРОВ на смеж. выкл.	Срабатывание УРОВ на отключение смежных выключателей

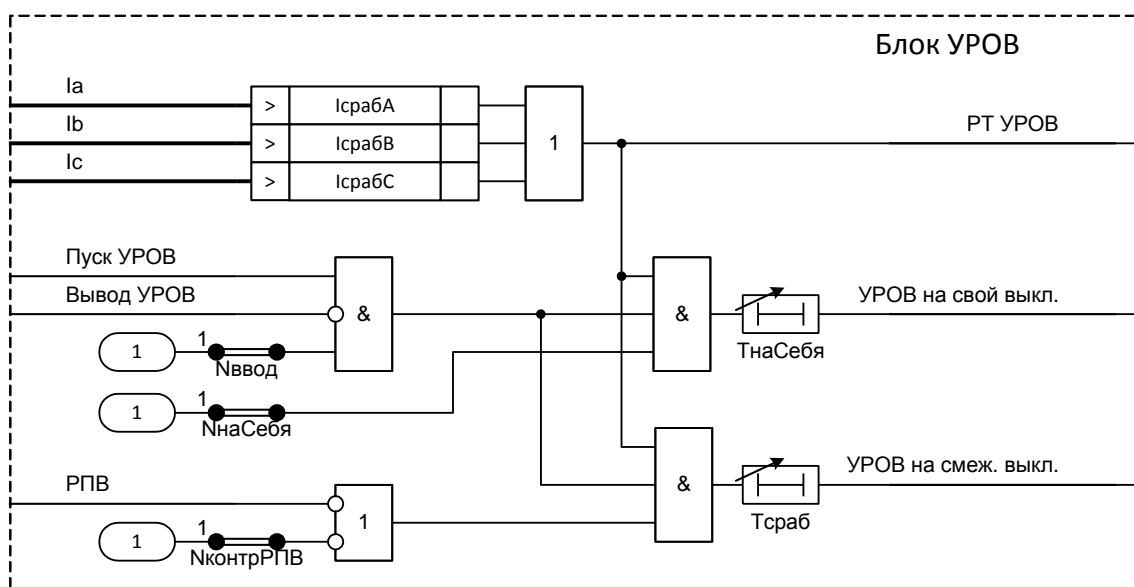


Рисунок 17 – Реализация программного модуля УРОВ

УРОВ подключается к ИГТ в цепи выключателя и предназначено для определения отказа выключателя при действии на его отключение от защит. УРОВ, как правило, действует на отключение смежных выключателей соответствующей системы шин и защищаемого объекта.

УРОВ содержит три ИО фазного тока, предназначенных для контроля протекания тока через выключатель. Уровень срабатывания ИО тока регулируется уставкой «**Isраб**».

УРОВ может быть введена в работу программной накладкой «**Nввод**». УРОВ может быть выведена внешним сигналом «**Вывод УРОВ**».

УРОВ срабатывает, если возникают условия отключения, формирующие сигнал «**Пуск УРОВ**».

УРОВ формирует сигнал на отключение смежных выключателей, если ток через выключатель протекает в течение времени, превышающего уставку «**Тсраб**». Выдержка времени срабатывания УРОВ на повторное отключение своего выключателя задается уставкой «**ТнаСебя**».

Контроль РПВ при действии УРОВ на смежный выключатель может быть введен при помощи накладки «**NконтрРПВ**».

Действие УРОВ на свой выключатель может быть введено при помощи накладки «**NнаСебя**».

Таблица 16 – Уставки УРОВ

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Исраб	от 4 до 100 (шаг 1)	10	Ток срабатывания реле тока УРОВ, % $I_{ном}$
Нввод	–	1	Работа функции УРОВ (0 – нет; 1 – да)
НконтрРПВ	–	1	Контроль РПВ при действии УРОВ на смежный выключатель (0 – нет; 1 – да)
НнаСебя	–	1	Действие УРОВ на свой выключатель (0 – нет; 1 – да)
Тсраб	от 10 до 30000 (шаг 1)	500	Выдержка времени на срабатывание УРОВ, мс
ТнаСебя	от 0 до 30000 (шаг 1)	500	Выдержка времени на повторное отключение выключателя, мс

1.2.8.2 Средняя основная погрешность по току срабатывания ИО УРОВ не превышает $\pm 5\%$.

1.2.8.3 Дополнительная погрешность по току срабатывания всех токовых ИО УРОВ при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

1.2.8.4 Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО УРОВ при изменении частоты в пределах от 0,9 до 1,1 $f_{ном}$ не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

1.2.8.5 Коэффициент возврата ИО УРОВ не менее 0,9.

1.2.8.6 Время срабатывания токовых ИО УРОВ не превышает 25 мс при подаче двукратного тока срабатывания.

1.2.8.7 Время возврата токовых ИО УРОВ при сбросе тока от 30 $I_{ном}$ до нуля при минимальной уставке не превышает 20 мс.

1.2.8.8 ИО тока УРОВ правильно работает при искажении формы вторичного тока трансформатора тока, соответствующем токовой погрешности до 50 % включительно, в установившемся режиме при значении вторичного тока от 4 до 30 $I_{ном}$.

1.2.9 Комбинированный пуск по напряжению

1.2.9.1 Принцип работы

Функциональный блок КПН приведен на рисунке 18, реализация блока приведена на рисунке 19.

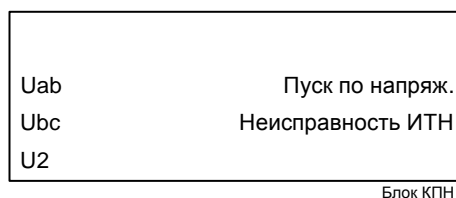


Рисунок 18 – Функциональный блок КПН

Таблица 17 – Входы и выходы функционального блока КПН

Аналоговые входы	
Uab	Междуфазное напряжение АВ
Ubc	Междуфазное напряжение ВС
U2	Напряжение обратной последовательности
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	Отсутствуют

Логические выходы	
Пуск по напряж.	Превышение допустимого уровня обратной последовательности или снижение ниже допустимого хотя бы одного линейного напряжения
Неисправность ИТН	Неисправность измерительного трансформатора напряжения

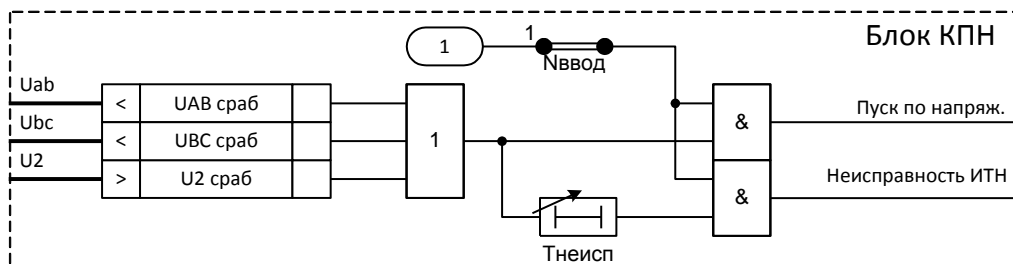


Рисунок 19 – Реализация программного модуля КПН

КПН предназначен для формирования разрешающего сигнала (пуска по напряжению) максимальным токовым защитами. Подключается на междуфазные напряжения U_{ab} , U_{bc} и напряжение обратной последовательности U_2 .

КПН содержит два ИО минимального напряжения и один ИО максимального напряжения, логическая сумма сигналов срабатывания которых формирует сигнал пуска по напряжению.

Уровень срабатывания ИО минимального действия регулируется уставкой «**Uмин**».

Уровень срабатывания ИО максимального действия регулируется уставкой «**U2макс**».

Время срабатывания сигнализации о неисправности ИТН регулируется уставкой «**Тнеисп**».

Предусмотрена возможность вывода из работы блока КПН посредством программной накладки «**Нввод**».

Таблица 18 – Уставки КПН

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Uмин	от 5 до 100 (шаг 1)	60	Напряжение срабатывания ИО минимального напряжения, % $U_{ном}$
U2макс	от 5 до 50 (шаг 1)	6	Напряжение срабатывания ИО максимального напряжения обратной последовательности, % $U_{ном}$
Нввод	–	0	Ввод функции (0 – нет; 1 – да)
Тнеисп	от 0 до 30000 (шаг 1)	3000	ВВС сигнализации о неисправности ТН, мс

1.2.9.2 Средняя основная погрешность по напряжению срабатывания ИО максимального и минимального напряжения составляет $\pm 3\%$.

1.2.9.3 Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания ИО максимального и минимального напряжения при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

1.2.9.4 Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания ИО максимального и минимального напряжения при изменении частоты в диапазоне от 0,9 до 1,1 $f_{ном}$ не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

1.2.9.5 Коэффициент возврата ИО максимального напряжения составляет не менее 0,9, органов минимального напряжения – не более 1,1.

1.2.9.6 Время срабатывания ИО максимального напряжения обратной последовательности не превышает 30 мс при подаче напряжения скачком от нуля до $2 U_{сраб}$.

1.2.9.7 Время возврата ИО максимального напряжения обратной последовательности при сбросе напряжения от $2 U_{сраб}$ до нуля не превышает 35 мс.

1.2.9.8 Время срабатывания ИО минимального напряжения не превышает 35 мс при сбросе напряжения от $2 U_{сраб}$ до нуля.

1.2.9.9 Время возврата ИО минимального напряжения при подаче напряжения скачком от нуля до $2 U_{сраб}$ не превышает 35 мс.

1.2.10 Технологические защиты

Функциональный блок ТЗ представлен на рисунке 20, реализация приведена на рисунке 21.

Техн. защита 1	Отключение ТЗ1
Техн. защита 2	Отключение ТЗ2
Техн. защита 3	Отключение ТЗ3
Техн. защита 4	Отключение ТЗ4

Блок ТЗ

Рисунок 20 – Функциональный блок ТЗ

Таблица 19 – Входы и выходы функционального блока ТЗ

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
Техн. защита 1	Срабатывание технологической защиты 1
Техн. защита 2	Срабатывание технологической защиты 2
Техн. защита 3	Срабатывание технологической защиты 3
Техн. защита 4	Срабатывание технологической защиты 4
Логические выходы	
Отключение ТЗ1	Отключение от технологической защиты 1
Отключение ТЗ2	Отключение от технологической защиты 2
Отключение ТЗ3	Отключение от технологической защиты 3
Отключение ТЗ4	Отключение от технологической защиты 4

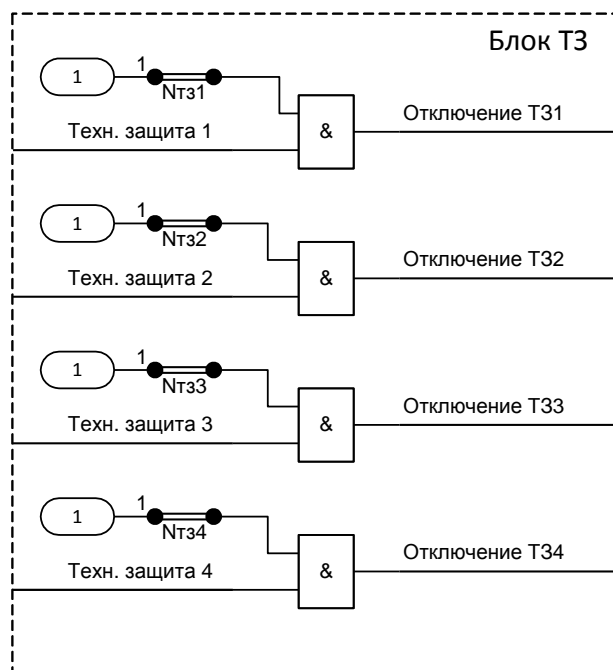


Рисунок 21 – Реализация программного модуля ТЗ

ТЗ позволяет формировать сигнал на отключение защищаемого объекта при срабатывании его технологических защит, например: клапана сброса давления, отсечного клапана, датчиков температуры масла (обмоток), датчиков уровня масла и т.д.

Формирование отключающего воздействия соответствующей защиты регулируется программными накладками «Nтз1», «Nтз2», «Nтз3», «Nтз4».

Таблица 20 – Уставки ТЗ

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Nтз1	–	0	Отключение от технологической защиты 1 (0 – нет; 1 – да)
Nтз2	–	0	Отключение от технологической защиты 2 (0 – нет; 1 – да)
Nтз3	–	0	Отключение от технологической защиты 3 (0 – нет; 1 – да)
Nтз4	–	0	Отключение от технологической защиты 4 (0 – нет; 1 – да)

1.2.11 Реле тока

1.2.11.1 Принцип работы

Функциональный блок РТ представлен на рисунке 22, его реализация приведена на рисунке 23.

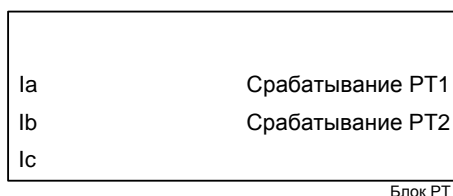


Рисунок 22 – Функциональный блок РТ

Таблица 21 – Входы и выходы функционального блока РТ

Аналоговые входы	
Ia, Ib, Ic	Токи фаз А, В, С
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	Отсутствуют
Логические выходы	
Срабатывание РТ1	Срабатывание РТ 1 ступени
Срабатывание РТ2	Срабатывание РТ 2 ступени

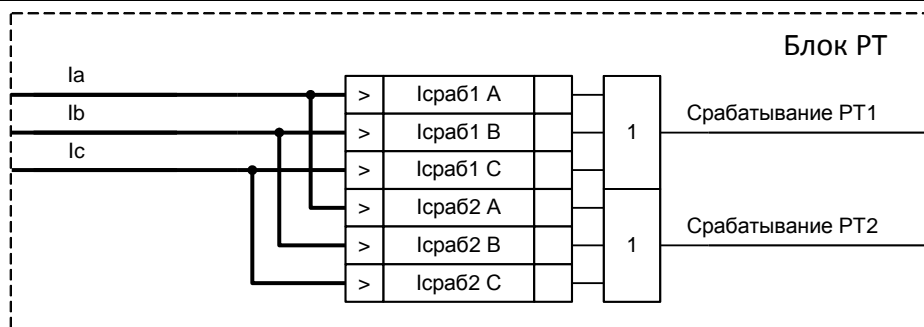


Рисунок 23 – Реализация программного модуля РТ

РТ содержит две ступени по три ИО, которые подключены на ток соответствующей фазы.

Уровни срабатывания ступеней регулируются уставками «Iст1», «Iст2».

Таблица 22 – Уставки РТ

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Iст1	от 5 до 3000 (шаг 1)	100	Ток срабатывания ИО 1 ступени, % $I_{ном}$
Iст2	от 5 до 3000 (шаг 1)	100	Ток срабатывания ИО 2 ступени, % $I_{ном}$

1.2.11.2 Средняя основная погрешность по току срабатывания ИО тока не превышает $\pm 3\%$.

1.2.11.3 Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО тока при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

1.2.11.4 Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО тока при изменении частоты в пределах от 0,9 до 1,1 $f_{ном}$ не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

1.2.11.5 Коэффициент возврата ИО тока составляет не менее 0,8 для значения уставки ниже 20 % и не менее 0,9 для значения уставки выше 20 %.

1.2.11.6 Время срабатывания ИО тока не превышает 30 мс при подаче двукратного тока срабатывания.

1.2.11.7 Время возврата ИО тока при сбросе тока от $10 I_{сраб}$ до нуля не превышает 35 мс.

1.2.12 Контроль цепей постоянного тока

1.2.12.1 Принцип работы

Функциональный блок КЦПТ приведен на рисунке 24, реализация блока КЦПТ приведена на рисунке 25.

Iэм01	ДТл ЭМО1
Iэмв	ДТл ЭМВ
Iэм02	ДТл ЭМО2
Uэм1	СН опер. тока 1
Uэм2	СН опер. тока 2
ДТ ЭМО1	
ДТ ЭМВ	
ДТ ЭМО2	
Неисп. опер. тока 1	
Неисп. опер. тока 2	

Блок КЦПТ

Рисунок 24 – Функциональный блок КЦПТ

Таблица 23 – Входы и выходы функционального блока КЦПТ

Аналоговые входы	
Iэм01	Ток ЭМО1
Iэмв	Ток ЭМВ
Iэм02	Ток ЭМО2
Uэм1	Напряжение в цепях управления ЭМО1 и ЭМВ
Uэм2	Напряжение в цепях управления ЭМО2
Аналоговые выходы	
Отсутствуют	
Логические входы	
ДТ ЭМО1	Датчик тока ЭМО1
ДТ ЭМВ	Датчик тока ЭМВ
ДТ ЭМО2	Датчик тока ЭМО2
Неисп. опер. тока 1	Неисправность оперативного тока ЭМ1

Неисп. опер. тока 2	Неисправность оперативного тока ЭМ2
Логические выходы	
ДТл ЭМО1	Датчик тока ЭМО1 (логический)
ДТл ЭМВ	Датчик тока ЭМВ (логический)
ДТл ЭМО2	Датчик тока ЭМО2 (логический)
СН опер. тока 1	Снижение напряжения оперативного тока 1
СН опер. тока 2	Снижение напряжения оперативного тока 2

В устройстве реализован контроль постоянного тока.

Функция контроля цепей постоянного тока позволяет отслеживать:

- уровень напряжения оперативного постоянного тока первого электромагнита отключения (ЭМО1) и электромагнита включения (ЭМВ);
- уровень тока в ЭМО1 (ЭМВ) при отключении (включении) выключателя;
- уровень напряжения оперативного постоянного тока второго электромагнита отключения (ЭМО2);
- уровень тока в ЭМО2 при отключении выключателя.

В зависимости от типоразмера устройства предусмотрены два варианта датчиков токов (ДТ) электромагнитов:

- дискретные входы «ДТ ЭМВ», «ДТ ЭМО1», «ДТ ЭМО2», шунтированные малоомным резистором. Резистор выбирается исходя из тока отключения выключателя в режиме пониженного напряжения постоянного тока до 80 % от номинального значения;
- встроенные ИО постоянного тока терминала «Iэмo1», «Iэмo2» и «Iэмв». В этом случае ток срабатывания задается уставками в широком диапазоне. Уставки ИО выбираются исходя из уровня токов при пониженном напряжении на подстанции.

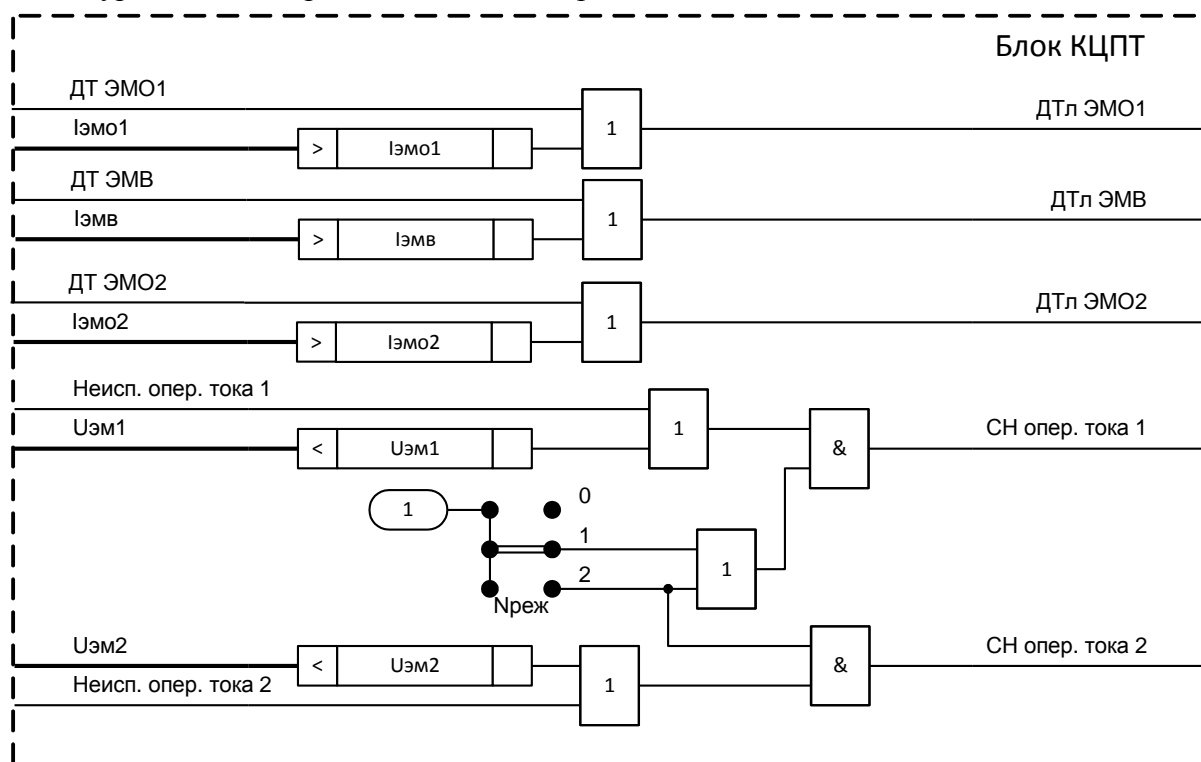


Рисунок 25 – Реализация программного модуля КЦПТ

Для контроля каждого тока может использоваться только один из двух вариантов датчиков тока. Устройство защиты объединяет сигналы дискретных входов и ИО и формирует логические сигналы «ДТл ЭМО1», «ДТл ЭМВ», «ДТл ЭМО2».

В зависимости от типоразмера устройства предусмотрены два варианта датчиков напряжения:

- сигналы «Неисп. опер. тока 1» и «Неисп. опер. тока 2». Порог срабатывания входов составляет 65 % $U_{пит}$;

- минимальные ИО постоянного напряжения терминала «Уэм1», «Уэм2», срабатывающие при снижении напряжения (СН) в цепях управления электромагнитами ниже уставки. В этом случае напряжение срабатывания задается уставками.

Для контроля каждого напряжения может использоваться только один из двух вариантов датчиков напряжения. Устройство защиты объединяет сигналы дискретных входов и ИО и формирует логические сигналы «СН опер. тока 1», «СН опер. тока 2» для защит выключателя.

Накладка «Нреж» задает режим контроля постоянных напряжений:

- «Нреж» = 0 – контроль напряжений выведен. Этот режим вводится, если функция АУВ в терминале не используется;

- «Нреж» = 1 – осуществляется контроль первого напряжения оперативного постоянного тока – объединенных цепей ЭМВ и ЭМО1. Режим используется для выключателей с одним электромагнитом отключения;

- «Нреж» = 2 – осуществляется контроль обоих напряжений оперативного постоянного тока: цепей ЭМВ, ЭМО1 и ЭМО2. Режим используется для выключателей с двумя электромагнитами отключения.

Таблица 24 – Уставки КЦПТ

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Иэм01	от 0,05 до 15 (шаг 0,01)	2,4	Ток срабатывания датчика тока ЭМО1, А
Иэмв	от 0,05 до 15 (шаг 0,01)	0,8	Ток срабатывания датчика тока ЭМВ, А
Иэм02	от 0,05 до 15 (шаг 0,01)	4	Ток срабатывания датчика тока ЭМО2, А
Уэм1	от 0 до 300 (шаг 1)	150	Напряжение срабатывания сигнализации контроля снижения напряжения на ЭМО1 и ЭМВ, В
Уэм2	от 0 до 300 (шаг 1)	150	Напряжение срабатывания сигнализации контроля снижения напряжения на ЭМО2, В
Нреж	–	1	Режим контроля постоянных напряжений (0 – вывод, 1 – контроль ЭМ1, 2 – контроль ЭМ1 и ЭМ2)

Примечание – Ток срабатывания датчика постоянного тока рекомендуется считать исходя из минимального напряжения $U_{\text{мин}}$, при котором допустима работа привода выключателя:
 $I=0,9 \times I_{\text{НОМ}} \times U_{\text{мин}} / U_{\text{НОМ}}$

1.2.12.2 Средняя основная погрешность по току срабатывания всех ИО постоянного тока не превышает $\pm 10\%$ от уставки или 50 мА.

1.2.12.3 Дополнительная погрешность по току срабатывания всех ИО постоянного тока при изменении температуры в рабочем диапазоне не превышает $\pm 10\%$ от среднего значения, определенного при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

1.2.12.4 Коэффициент возврата всех токовых ИО не менее 0,9.

1.2.12.5 Время срабатывания ИО постоянного тока не превышает 15 мс при подаче двукратного тока срабатывания и не превышает 30 мс при подаче тока, превышающего ток срабатывания на 20 %.

1.2.12.6 Время возврата ИО постоянного тока при сбросе десятикратного тока от $10 I_{\text{сраб}}$ до нуля не превышает 30 мс.

1.2.12.7 Средняя основная погрешность по напряжению срабатывания всех ИО постоянного напряжения не превышает $\pm 10\%$ от уставки или 10 В.

1.2.12.8 Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания всех ИО постоянного напряжения при изменении температуры в рабочем диапазоне не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определенного при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

1.2.12.9 Коэффициент возврата всех ИО постоянного напряжения не более 1,1.

1.2.12.10 Время срабатывания ИО постоянного напряжения при сбросе напряжения от двукратного напряжения срабатывания до нуля не превышает 20 мс.

1.2.12.11 Время возврата ИО постоянного напряжения не превышает 20 мс при подаче двукратного напряжения срабатывания.

1.2.13 Защиты выключателя

1.2.13.1 Блок защиты выключателя предназначен для выявления неисправностей в цепях управления и в самом выключателе. В устройствах реализованы следующие функции защит выключателя:

- контроль целостности цепей управления;
- защита от непереключения фаз и от неполнофазного режима;
- защита электромагнитов включения и отключения от длительного протекания тока;
- контроль затягивания включения и отключения выключателя.

Функциональный блок защиты выключателя приведен на рисунке 26, реализация блока защиты выключателя приведена на рисунке 27.

Блок. упр. выкл.	Расц. ЭМВ и ЭМО1
ДТ ЭМВ	Расц. ЭМО2
ДТ ЭМО1	Обесточить ЭМ
ДТ ЭМО2	Неисправность ЦУ
Импульс ОТКЛ	ЗНФ
Пуск ЗНФ от СБК	ЗНФР
РПО	Затян. вкл.
РПО2	Затян. откл.
РПВ1	РПОл
РПВ2	
Пуск ТНЗНП	
Откл. ЭМО1, ЭМО2	
Включение	
Съем сигнализации	
РТ УРОВ	
Внешняя ЗНФР	

Блок защит выключателя

Рисунок 26 – Функциональный блок защит выключателя

Таблица 25 – Входы и выходы функционального блока защит выключателя

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
Блок. упр. выкл.	Блокировка управления выключателем
ДТ ЭМВ	Датчик тока ЭМВ
ДТ ЭМО1	Датчик тока ЭМО1
ДТ ЭМО2	Датчик тока ЭМО2
Импульс ОТКЛ	Отключение выключателя от КУ и телеуправления
Пуск ЗНФ от СБК	Пуск защиты от непереключения фаз от сборки блок-контактов
РПО	Сигнал отключенного положения выключателя через последовательно соединенные блок-контакты выключателя
РПО2	Сигнал 2 отключенного положения выключателя через параллельно соединенные блок-контакты или ЭМВ всех трех фаз
РПВ1	Сигнал включенного положения выключателя (ЭМО1)
РПВ2	Сигнал включенного положения выключателя (ЭМО2)

Пуск ТНЗНП	Ненаправленный пуск ступеней ТНЗНП
Откл. ЭМО1, ЭМО2	Отключение выключателя
Включение	Включение выключателя
Съем сигнализации	Съем сигнализации
РТ УРОВ	Срабатывание ИО тока УРОВ
Внешняя ЗНФР	Работа внешней ЗНФР
Логические выходы	
Расц. ЭМВ и ЭМО1	Действие на расцепитель ЭМВ и ЭМО1
Расц. ЭМО2	Действие на расцепитель ЭМО2
Обесточить ЭМ	Обесточить все ЭМ
Неисправность ЦУ	Неисправность цепей управления выключателем
ЗНФ	Срабатывание защиты от непереключения фаз
ЗНФР	Срабатывание защиты от неполнофазного режима
Затян. вкл.	Затянутое включение выключателя
Затян. откл.	Затянутое отключение выключателя
РПОл	РПО для контроля ЦУ

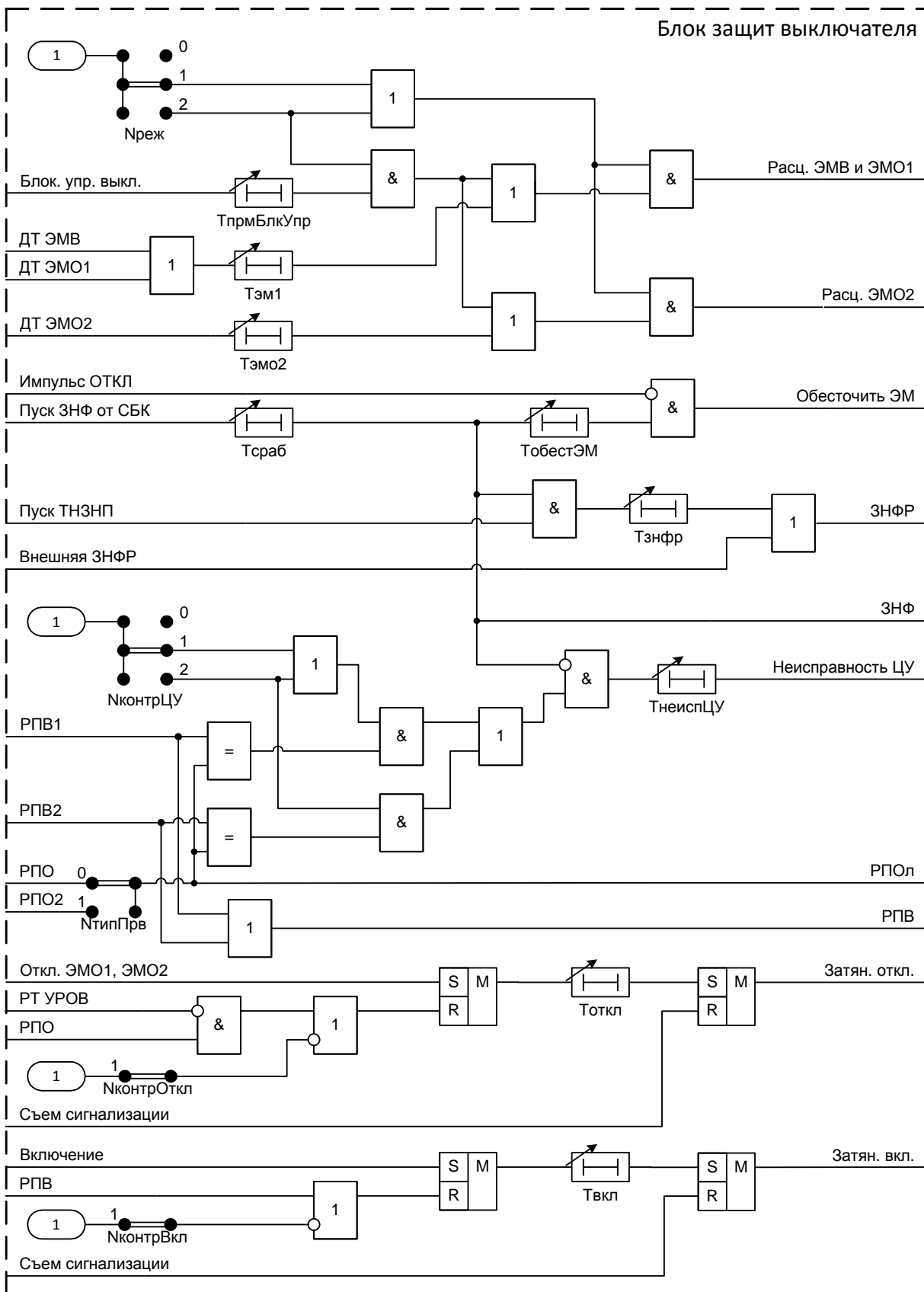


Рисунок 27 – Реализация программного модуля защит выключателя

1.2.13.2 Контроль целостности цепей управления

Терминал получает информацию о включенном положении выключателя (сигналы «РПВ1» и «РПВ2») через дискретные входы, подключаемые непосредственно к соответствующим электромагнитам отключения (ЭМО1 и ЭМО2). Дискретные входы шунтируются резисторами, которые выбираются таким образом, чтобы обеспечить

достаточный уровень тока через контакт расцепителя в цепи ЭМО, препятствующий его окислению, и недостаточный уровень для срабатывания.

Формирование сигнала отключенного положения «РПО» для выключателя с трехфазным приводом производится аналогично сигналу «РПВ1». В некоторых случаях сопротивление электромагнита включения сопоставимо с сопротивлением дискретного входа. Тогда дискретный сигнал «РПО» может заводиться через блок-контакт выключателя.

При пофазном управлении выключателем предпочтительно заводить на терминал два сигнала: «РПО» и «РПО2». В этом случае сигнал «РПО» необходимо формировать через последовательно соединенные блок-контакты выключателя, а сигнал «РПО2» – через параллельно соединенные блок-контакты или ЭМВ всех трех фаз.

Программная накладка «**НтипПрв**» определяет тип привода выключателя и формирование специального логического сигнала «РПОл»:

- «**НтипПрв**» = 0 – трехфазный привод (контроль ЦУ осуществляется по сигналу «РПО», «РПОл» соответствует «РПО»);
- «**НтипПрв**» = 1 – пофазное управление (контроль ЦУ осуществляется по сигналу «РПО2», «РПОл» соответствует «РПО2»).

При одновременном отсутствии или наличии сигналов «РПОл» (отключенное состояние выключателя) и «РПВ» (включенное состояние выключателя) и отсутствии сигнала «Запуск ЗНФ от СБК» с выдержкой времени «**ТнеиспЦУ**» формируется сигнал о неисправности цепей управления «Неисправность ЦУ». Программная накладка «**НконтрЦУ**» задает режим контроля целостности цепей управления и режим контроля напряжений постоянного тока:

- «**НконтрЦУ**» = 0 – контроль напряжений и целостности цепей управления выведен. Этот режим вводится, если функции АУВ в терминале не используется;
- «**НконтрЦУ**» = 1 – осуществляется контроль объединенных цепей ЭМВ и ЭМО1. Режим используется для выключателей с одним электромагнитом отключения;
- «**НконтрЦУ**» = 2 – осуществляется контроль цепей ЭМВ, ЭМО1 и ЭМО2. Режим используется для выключателей с двумя электромагнитами отключения.

1.2.13.3 Защита от непереключения фаз и от неполнофазного режима

Защита построена с использованием входного дискретного сигнала «Запуск ЗНФ от СБК» (пуск защиты неполнофазного режима от сборки блок-контактов выключателя), который появляется при неполнофазном включении выключателя.

Защита от непереключения фаз и от неполнофазного режима (выполняется только для выключателей с пофазным управлением электромагнитами):

- по сигналу «Запуск ЗНФ от СБК» производится автоматическое отключение включившихся фаз с выдержкой времени «**Тсраб**» (сигнал «ЗНФ» на рисунке 27);
- если отключение выключателя не ликвидирует неполнофазный режим, то при отсутствии сигнала «Импульс ОТКЛ» схема формирует сигнал «Обесточить ЭМ» в цепи управления электромагнитами выключателя с выдержкой времени «**ТобестЭМ**»;
- при фиксации сигнала «Запуск ЗНФ от СБК» и одновременном пуске ТНЗНП формируется сигнал срабатывания защиты от неполнофазного режима «ЗНФР», действующий на пуск УРОВ с выдержкой времени «**Тзифр**»;
- для работы защиты в схемах с двумя выключателями на присоединение предусмотрено срабатывание ЗНФР от входного дискретного сигнала «Внешняя ЗНФР».

1.2.13.4 Защита электромагнитов выключателя от длительного протекания тока.

При помощи датчиков тока (ДТ ЭМВ, ДТ ЭМО1, ДТ ЭМО2) защита электромагнитов включения и отключения контролирует наличие токов через электромагниты выключателя (ЭМВ, ЭМО1, ЭМО2).

Если длительность протекания токов через электромагниты ЭМВ и ЭМО1 (ЭМО2) превышает уставку «**Тэм1**» («**Тэм2**») или фиксируется сигнал «Блок. упр. выкл.» о блокировании управления выключателем в течение времени, большего уставки

«ТпрмБлкУпр», то формируется сигнал во внешние цепи на обесточение электромагнитов («Расц. ЭМВ и ЭМО1» или «Расц. ЭМО2» на рисунке 27).

Программная накладка «Нреж» определяет режим работы защиты электромагнитов от длительного протекания тока:

- «Нреж» = 0 – защита электромагнитов отсутствует;
- «Нреж» = 1 – защита срабатывает при длительном протекании тока в электромагнитах выключателя;
- «Нреж» = 2 – защита срабатывает при получении сигналов о блокировании управления выключателем либо при длительном протекании тока по электромагнитам выключателя. Здесь при наличии входного сигнала блокирования управления выключателем «Блок. упр. выкл.» происходит обесточение ЭМО1 и ЭМО2. Это может понадобиться в том случае, если действие на выключатель может привести к повреждению первичного оборудования.

1.2.13.5 Контроль затягивания отключения и включения выключателя

Терминал контролирует время от момента подачи команды на отключение выключателя до момента отключения выключателя, который фиксируется по пропаданию тока (сигнал от ИО фазных токов УРОВ) и появлению сигнала «РПО». Максимальное время отключения выключателя определяется уставкой «Тоткл».

Функция контроля затягивания отключения выключателя может вводиться в работу программной накладкой «НконтрОткл».

Терминал контролирует время от момента подачи команды на включение выключателя до момента появления сигнала «РПВ». При затягивании включения выключателя формируется сигнал, который в зависимости от проекта может действовать в цепи сигнализации. Максимальное время включения выключателя определяется уставкой «Твкл».

Функция контроля затягивания включения выключателя может вводиться в работу программной накладкой «НконтрВкл».

Сброс сигналов «Затян. вкл.» и «Затян. откл.» осуществляется сигналом «Съем сигнализации».

Таблица 26 – Уставки блока защит выключателя

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Контроль ЦУ			
НконтрЦУ	–	1	Ввод контроля целостности цепей управления (0 – вывод, 1 – РПВ1, 2 – РПВ1 и РПВ2)
НтипПрв	–	0	Тип привода управления выключателем (0 – трёхфазный, 1 – пофазный)
ТнеиспЦУ	от 200 до 20000 (шаг 1)	2000	Выдержка времени для фиксации несправности цепей управления выключателем, мс
ЗНФ и ЗНФР			
Тсраб	от 700 до 20000 (шаг 1)	700	Выдержка времени защиты от непереключения фаз, мс
ТобестЭМ	от 700 до 20000 (шаг 1)	1000	Выдержка времени на посыл сигнала «обесточить цепи ЭМ выключателя», мс
Тзнфр	от 700 до 20000 (шаг 1)	700	Выдержка времени на запуск функции УРОВ от защиты от неполнофазного режима, мс
Защита ЭМО и ЭМВ			

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Нреж	–	1	Режим работы защиты ЭМ от длительного протекания тока (0 – вывод, 1 – защита срабатывает при длительном протекании тока в электромагнитах выключателя, 2 – защита срабатывает при получении сигналов о блокировании управления выключателем либо при длительном протекании тока по электромагнитам выключателя)
ТпрмБлкУпр	от 700 до 20000 (шаг 1)	1000	Выдержка времени на прием сигнала о блокировании управления выключателем, мс
Тэм1	от 700 до 20000 (шаг 1)	1500	Выдержка времени защиты от длительного протекания тока в ЭМО1 и ЭМВ, мс
Тэмо2	от 700 до 20000 (шаг 1)	1500	Выдержка времени защиты от длительного протекания тока в ЭМО2, мс
Контроль затягивания			
НконтрВкл	–	0	Контроль затягивания отключения (0 – вывод, 1 – ввод)
НконтрОткл	–	0	Контроль затягивания включения (0 – вывод, 1 – ввод)
Тоткл	от 50 до 5000 (шаг 1)	1000	Время отключения выключателя, мс
Твкл	от 50 до 5000 (шаг 1)	1000	Время включения выключателя, мс

1.2.14 Автоматика управления выключателем

1.2.14.1 Трехфазное автоматическое повторное включение

Устройства защит «ТОР 300 ДЗТ 5ХХ» реализуют функцию трехфазного автоматического повторного включения (ТАПВ). Логика работы ТАПВ позволяет выполнять двукратное ТАПВ присоединения, однократное ТАПВ шин.

Модуль фиксации несоответствия (УФН), логика работы которого представлена на рисунке 28, обнаруживает и запоминает несоответствие между ключом управления и истинным состоянием выключателя. Команда «отключить», поступающая от оперативного переключателя, сбрасывает состояние УФН, пуск АПВ не производится.

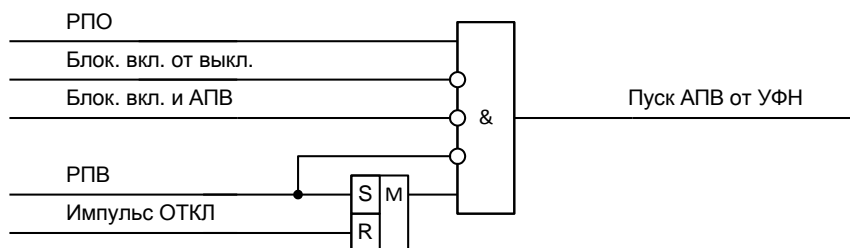


Рисунок 28 – Узел фиксации положения выключателя и фиксации несоответствия

Дополнительно предусмотрена блокировка ТАПВ по внешним входным сигналам «Блок. вкл. и АПВ» и «Блок. вкл. от выкл.». Данная блокировка ТАПВ может понадобиться, например, при подключении силовых трансформаторов к шинам подстанции со схемой «мостик» через разъединители. В этом случае при работе защиты трансформатора происходит отключение линейного и секционного выключателей. ТАПВ данных выключателей должно блокироваться до момента отключения разъединителя. При снятии входных сигналов блокирования происходит пуск АПВ.

Внутренний сигнал «Запрет АПВ» (рисунок 29) формируется при появлении сигнала «Откл. ВН с запр. АПВ», при формировании запрета АПВ от внешних устройств. Этот сигнал действует на блокирование логики ТАПВ присоединения и шин.

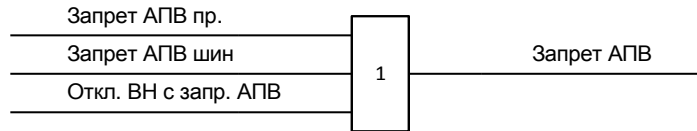
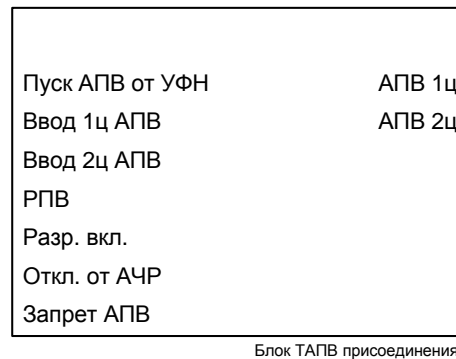


Рисунок 29 – Логика формирования запрета АПВ

Длительность импульсного сигнала на включение выключателя от АПВ присоединения и шин определяется уставкой «Т_{длитВкл}».

1.2.14.1.1 ТАПВ присоединения

Функциональный блок ТАПВ присоединения приведен на рисунке 30.



Блок ТАПВ присоединения

Рисунок 30 – Функциональный блок ТАПВ присоединения

Таблица 27 – Входы и выходы функционального блока ТАПВ присоединения

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
Пуск АПВ от УФН	Пуск АПВ от узла фиксации несоответствия
Ввод 1ц АПВ	Ввод первого цикла АПВ
Ввод 2ц АПВ	Ввод второго цикла АПВ
РПВ	Сигнал включенного положения выключателя
Разр. вкл.	Разрешение включения от модуля КСиФ
Откл. от АЧР	Отключение выключателя от АЧР
Запрет АПВ	Запрет АПВ
Логические выходы	
АПВ 1ц	Включение выключателя от первого цикла АПВ
АПВ 2ц	Включение выключателя от второго цикла АПВ

Пуск АПВ присоединения происходит при несоответствии между положением ключа управления выключателем и реальным состоянием выключателя (сигнал «Пуск АПВ от УФН»). Схема ТАПВ автоматически блокируется при первом (оперативном) включении на КЗ, при отключении выключателя оперативным персоналом, при приеме запрета от внешних защит (сигнал «Запрет АПВ»).

ТАПВ разрешается после нахождения выключателя во включенном положении (сигнал «РПВ») в течение времени готовности привода выключателя к следующему включению. Время готовности ТАПВ присоединения определяется уставкой «Т_{гот}».

Длительность первого цикла ТАПВ присоединения определяется уставкой «Т_{цикл1}». Длительность второго цикла ТАПВ присоединения определяется уставкой «Т_{цикл2}».

Таблица 28 – Уставки ТАПВ присоединения

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Тгот	от 500 до 32000 (шаг 1)	1000	Время готовности ТАПВ присоединения, мс
Тцикл1	от 200 до 32000 (шаг 1)	500	Выдержка времени первого цикла ТАПВ, мс
Тцикл2	от 200 до 3000000 (шаг 1)	10000	Выдержка времени второго цикла ТАПВ, мс

1.2.14.1.2 ТАПВ шин

Функциональный блок ТАПВ шин приведен на рисунке 31.

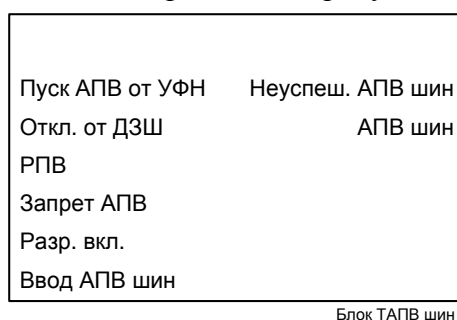


Рисунок 31 – Функциональный блок ТАПВ шин

Таблица 29 – Входы и выходы функционального блока ТАПВ шин

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
Пуск АПВ от УФН	Пуск АПВ от узла фиксации несоответствия
Откл. от ДЗШ	Отключение выключателя от ДЗШ
РПВ	Сигнал включенного положения выключателя
Запрет АПВ	Запрет АПВ
Разр. вкл.	Разрешение включения от модуля КСиФ
Ввод АПВ шин	Ввод ТАПВ шин
Логические выходы	
Неуспеш. АПВ шин	Неуспешное ТАПВ шин
АПВ шин	Включение выключателя от ТАПВ шин

Пуск АПВ шин происходит при срабатывании защиты шин (ДЗШ) и при несоответствии между положением ключа управления выключателем и реальным состоянием выключателя (сигнал «Пуск АПВ от УФН»). При этом ТАПВ присоединения запрещается. В том случае, если при проведении ТАПВ шин ДЗШ сработает повторно, формируется сигнал «Неуспеш. АПВ шин» и происходит блокирование АПВ шин.

ТАПВ разрешается после нахождения выключателя во включенном положении (сигнал «РПВ») в течение времени готовности привода выключателя к следующему включению. Время готовности ТАПВ шин определяется уставкой «Тгот».

Длительность цикла ТАПВ шин определяется уставкой «Тсраб».

Длительность импульсного сигнала «Откл. от ДЗШ» определяется уставкой «ТотклДЗШ».

Длительность сигнала запрета АПВ шин определяется уставкой «ТзапрАПВш».

ТАПВ шин может быть введено в работу при помощи программной накладки «Nввод».

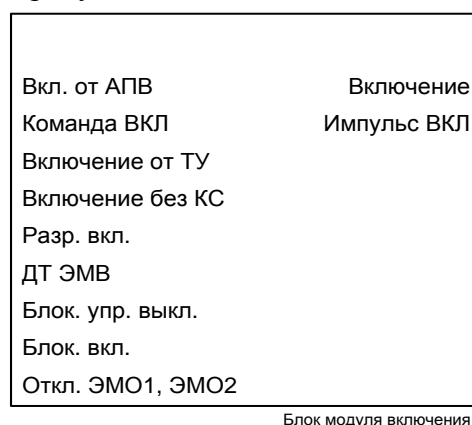
Таблица 30 – Уставки ТАПВ шин

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Нввод	–		Работа модуля ТАПВ шин (0 – вывод, 1 – ввод)
Тгот	от 500 до 32000 (шаг 1)	1000	Время готовности ТАПВ шин, мс
ТотклДЗШ	от 50 до 5000 (шаг 1)	50	Длительность сигнала «Отключение от ДЗШ», мс
Тсраб	от 200 до 30000 (шаг 1)	500	Выдержка времени на проведение ТАПВ шин, мс
ТзапрАПВш	от 100 до 3000 (шаг 1)	2000	Длительность контроля сигналов на запрет ТАПВ шин (неуспешное ТАПВ), мс

1.2.14.2 Модуль включения выключателя

Модуль включения выключателя формирует сигналы на электромагниты включения выключателя при появлении команд оперативного включения «Команда ВКЛ», «Включение от ТУ» или сигналов включения «Вкл. от АПВ», «Включение без КС».

Функциональный блок модуля включения представлен на рисунке 32. Логика работы модуля включения показана на рисунке 33.



Блок модуля включения

Рисунок 32 – Функциональный блок модуля включения выключателя

Таблица 31 – Входы и выходы функционального блока модуля включения

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
Вкл. от АПВ	Включение выключателя от АПВ
Команда ВКЛ	Включение выключателя от ключа управления
Включение от ТУ	Включение выключателя от телеуправления
Включение без КС	Включение выключателя без контроля сигнала разрешения от модуля КСиФ
Разр. вкл.	Разрешение включения от модуля КСиФ
ДТ ЭМВ	Датчик тока ЭМВ
Блок. упр. выкл.	Блокировка управления выключателем
Блок. вкл.	Блокировка включения выключателя
Откл. ЭМО1, ЭМО2	Отключение выключателя
Логические выходы	
Включение	Включение выключателя
Импульс ВКЛ	Включение выключателя от КУ и телеуправления

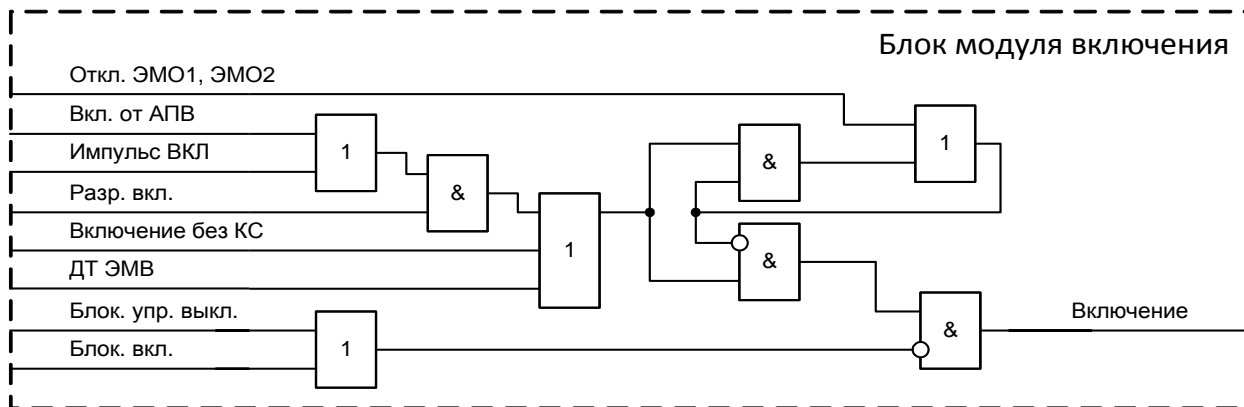


Рисунок 33 – Реализация программного модуля включения выключателя

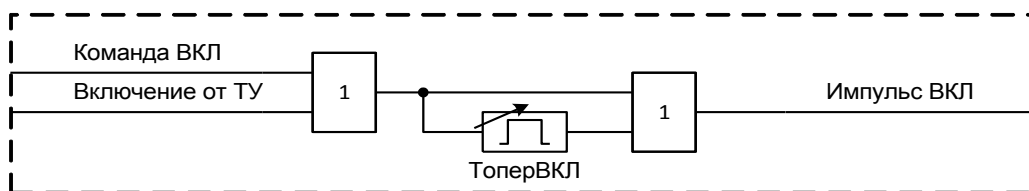


Рисунок 34 - Формирование внутренней команды на включение выключателя

Для формирования сигнала на включение выключателя от оперативного ключа и по каналам телеуправления реализована логическая цепочка, представленная на рисунке 34. Она формирует команду на включение выключателя. Минимальная длительность команды включения определяется уставкой «ТоперВкл».

Для формирования сигнала на включение выключателя без контроля разрешающего сигнала от логики контроля синхронизма и фазирования предусмотрен сигнал «Включение без КС».

Обеспечивается подхват воздействия на электромагниты включения на время протекания тока по электромагнитам (сигнал «ДТ ЭМВ»).

Если одновременно с сигналом на электромагниты включения датчики тока фиксируют протекание тока через электромагниты отключения, то включение выключателя блокируется до тех пор, пока не прекратится сигнал включения. Узел включения выключателя может быть заблокирован сигналом блокирования управления выключателем «Блок. упр. выкл.» и сигналом блокирования включения «Блок. вкл.».

Подача команды на включение выключателя прекращается при появлении сигнала «Блок. вкл.».

Таблица 32 – Уставки модуля включения

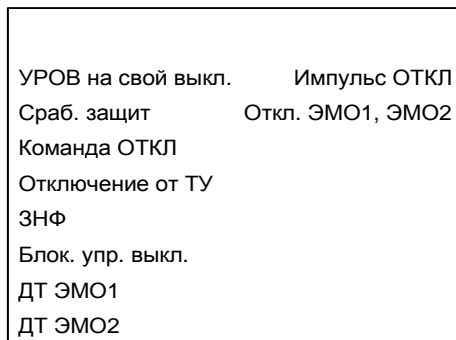
Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
ТоперВкл	от 100 до 1000 (шаг 1)	150	Длительность команды на включение выключателя от ключа управления (телеуправления), мс

1.2.15 Модуль отключения выключателя

Узел отключения выключателя формирует сигналы на электромагниты отключения выключателя при отсутствии сигнала о блокировании управления выключателем «Блок. упр. выкл.» и при появлении команд оперативного отключения «Команда ОТКЛ», «Отключение от ТУ» или сигналов отключения:

- действие УРОВ на свой выключатель;
- срабатывание защит (ДЗШ, основной и резервной защит объекта);
- защита от непереключения фаз («ЗНФ»).

Функциональный блок модуля отключения выключателя представлен на рисунке 35, его реализация на рисунке 36.



Блок модуля отключения

Рисунок 35 – Модуль отключения выключателя

Таблица 33 – Входы и выходы функционального блока модуля отключения

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
УРОВ на свой выкл.	Действие УРОВ на свой выключатель
Сраб. защит	Срабатывание защит устройства
Команда ОТКЛ	Отключение выключателя от ключа управления
Отключение от ТУ	Отключение выключателя от телеуправления
ЗНФ	Срабатывание защиты от непереключения фаз
Блок. упр. выкл.	Блокировка управления выключателем
ДТ ЭМО1	Датчик тока ЭМО1
ДТ ЭМО2	Датчик тока ЭМО2
Логические выходы	
Импульс ОТКЛ	Отключение выключателя от КУ и телеуправления
Откл. ЭМО1, ЭМО2	Отключение выключателя

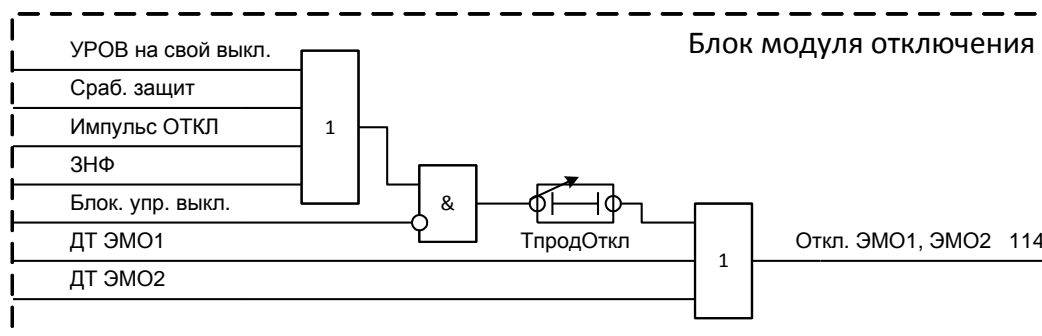


Рисунок 36 – Реализация программного модуля отключения выключателя

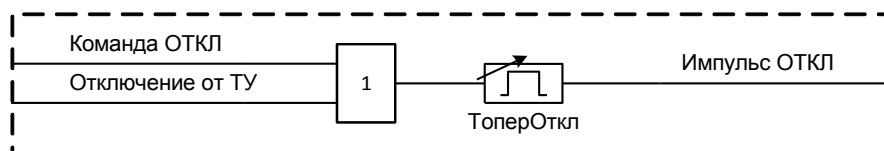


Рисунок 37– Формирование команды на отключение выключателя

Для формирования сигнала на отключение выключателя от оперативного ключа и от сигналов телеуправления реализована логическая цепочка, изображенная на рисунке 37. Она однократно формирует внутреннюю команду на отключение выключателя. Длительность команды отключения определяется уставкой «ТоперОткл».

Предусмотрен подхват действия на электромагниты отключения выключателя при срабатывании ИО датчиков тока «ДТ ЭМО1», «ДТ ЭМО2».

Подача команд на отключение выключателя прекращается при появлении внешнего сигнала «Блок. упр. выкл.».

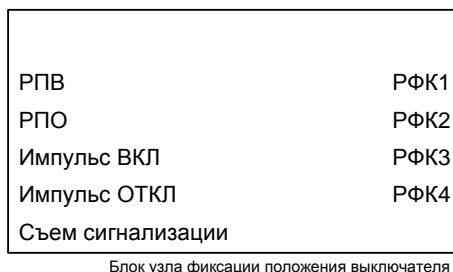
Обеспечивается продление сигнала отключения на время, определяемое уставкой «ТпродОткл».

Таблица 34 – Уставки модуля отключения

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
ТоперОткл	от 50 до 5000 (шаг 1)	150	Длительность команды на отключение выключателя от ключа управления (телеуправления), мс
ТпродОткл	от 100 до 6000 (шаг 1)	150	Время продления отключающего сигнала, мс

1.2.16 Узел фиксации положения выключателя

Функциональный блок узла фиксации положения выключателя приведен на рисунке 38, реализация блока узла фиксации положения выключателя приведена на рисунках 39 и 40.



Блок узла фиксации положения выключателя

Рисунок 38 – Функциональный блок узла фиксации положения выключателя

Таблица 35 – Входы и выходы узла фиксации положения выключателя

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
РПВ	Сигнал включенного положения выключателя
РПО	Сигнал отключенного положения выключателя
Импульс ОТКЛ	Отключение выключателя от КУ и телеуправления
Импульс ВКЛ	Включение выключателя от КУ и телеуправления
Съем сигнализации	Съем сигнализации устройства
Логические выходы	
РФК1	РФК1
РФК2	РФК2
РФК3	РФК3
РФК4	РФК4

Формируются сигналы «РФК1» и «РФК2». Триггер фиксирует включенное положение выключателя по сигналу «РПВ». Возврат триггера осуществляется от оперативных команд отключения или от сигнала «РПО».

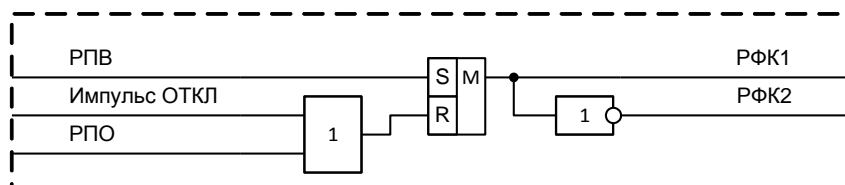


Рисунок 39 – Формирование сигналов РФК1, РФК2

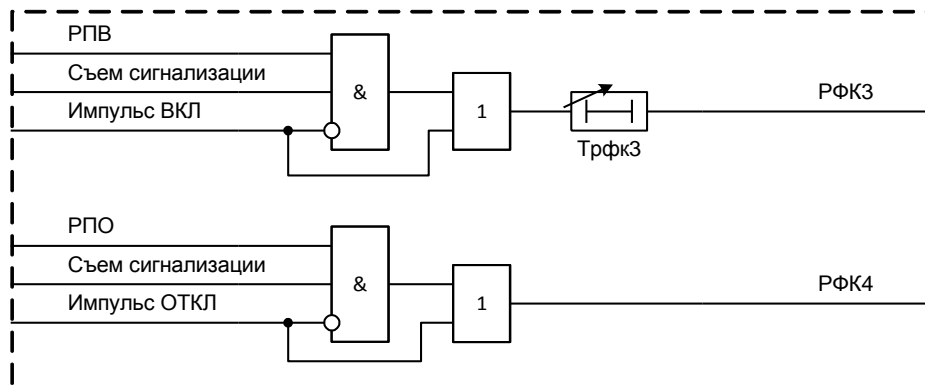


Рисунок 40 – Формирование сигналов РФК3, РФК4

В составе терминала предусматривается двухпозиционное реле, предназначенное для выполнения цепей сигнализации положения выключателя.

Сигналы «РФК3» и «РФК4», представленные на рисунке 40, используются для выполнения сигнализации команд оперативного управления выключателем.

Квитирование (установка в соответствии с положением выключателя) осуществляется сигналом «Съём сигнализации».

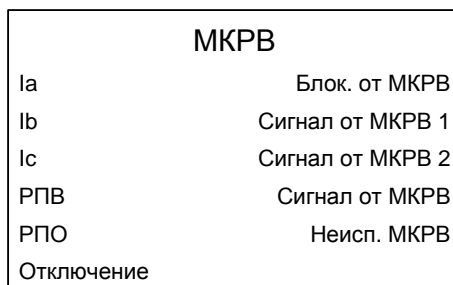
Таблица 36 – Уставки узла фиксации положения выключателя

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Трфк3	от 50 до 500 (шаг 1)	500	Выдержка времени на формирование сигнала «РФК3», мс

1.2.17 Модуль контроля ресурса выключателя

1.2.17.1 Принцип работы

Функциональный блок МКРВ приведен на рисунке 41.



Блок МКРВ

Рисунок 41 – Функциональный блок МКРВ

Таблица 37 – Входы и выходы функционального блока МКРВ

Аналоговые входы	
Ia, Ib, Ic	Токи фаз А, В, С
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
РПВ	Сигнал включенного положения выключателя
РПО	Сигнал отключенного положения выключателя
Откл. ЭМО1, ЭМО2	Отключение выключателя
Логические выходы	
Блок. от МКРВ	Блокировка включения от МКРВ
Сигнал от МКРВ 1	Сигнал от МКРВ 1
Сигнал от МКРВ 2	Сигнал от МКРВ 2
Сигнал от МКРВ	Сигнал от МКРВ
Неисп. МКРВ	Неисправность МКРВ

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

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

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

В соответствии с ГОСТ 18397-86:

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

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

Счетчики МКРВ должны быть сброшены после проведения ремонта выключателя, а также при установке устройства защиты.

В случае снижения ресурса выключателя ниже заранее определенных уровней формируются сигналы «Сигнал от МКРВ1» и «Сигнал от МКРВ2». Сигналы имеют активное состояние все время, пока наблюдается пониженный ресурс выключателя (до ремонта выключателя и сброса счетчиков). Сигналы используются для светодиодной индикации на панели терминала.

«Сигнал от МКРВ» является фиксируемым сигналом и означает пересечение одного из пороговых уровней. Сигнал может быть снят при помощи кнопки «Съем сигнализации» на панели устройства. Сигнал используется для действия в цепи центральной сигнализации.

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

1.2.17.2 Контроль механического ресурса выключателя

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

Пороговое число циклов определяется документацией на конкретный выключатель. Для масляных выключателей 110-220 кВ количество циклов механической стойкости составляет не менее 10000.

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

Уставками «МсрабМРВ1» и «МсрабМРВ2» задаются пороговые уровни срабатывания первой и второй ступеней контроля МРВ. При этом формируются сигналы «Сигнал от МКРВ1» и «Сигнал от МКРВ2» соответственно.

Режим работы контроля механического ресурса задается программной накладкой «**НрежМРВ**»:

- «**НрежМРВ**» = 0 – контроль МРВ выведен из работы;
- «**НрежМРВ**» = 1 – осуществляется контроль МРВ и формируются сигналы «Сигнал от МКРВ1» и «Сигнал от МКРВ2»;
- «**НрежМРВ**» = 2 – осуществляется контроль МРВ и формируются сигналы «Сигнал от МКРВ1» и «Сигнал от МКРВ2». При достижении нулевого уровня остаточного ресурса включение выключателя блокируется.

Примечание – Пример для исходных данных $M_{допОткл} = 3000$, $M_{срабМРВ1} = 60\%$, $M_{срабМРВ2} = 30\%$. После 1200 коммутаций сработает первая сигнальная ступень контроля механического ресурса, означающая необходимость первого планового ремонта; после 2100 коммутаций – второго планового ремонта, после 3000 коммутаций – очередного ремонта и блокировании управления.

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

Пользователю предоставляется возможность установки текущего значения МРВ (например, восстановление работоспособности при замене или капитальном ремонте выключателя) при помощи локального пользовательского интерфейса.

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

1.2.17.3 Контроль коммутационного ресурса выключателя

Ресурс по коммутационной стойкости выключателя определяет число производимых отключений при заданных уровнях токов. Для масляных выключателей ВМТ-220 количество циклов В-О при номинальном токе выключателя составляет 400, а при номинальном токе отключения – 8. Усредненных параметров по КРВ не существует. Уставки модуля контроля КРВ задаются для каждого конкретного выключателя в соответствии с его паспортными данными.

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

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

Характеристика $M=f(I_{откл})$ может быть задана как 11-ю (рисунок 42), так и двумя точками (рисунок 43) в виде пар чисел: число коммутаций – отключаемый ток (уставки $M_{откл1} \dots M_{откл11}$ и $I_{откл1} \dots I_{откл11}$ – для характеристики, задаваемой 11-ю точками). Выбор характеристики производится при помощи наклейки «**Нреж**». При «**Нреж**» = 1 расчет производится по двум точкам, при «**Нреж**» = 2 – по одиннадцати точкам.

Характеристика, изображенная на рисунке 43, задается следующими уставками: «**Iоткл1**» – номинальный ток отключения выключателя, кА; «**Iоткл2**» – номинальный ток выключателя, кА; «**Mоткл1**» – допустимое количество циклов при номинальном токе отключения; «**Mоткл2**» – количество циклов при номинальном токе выключателя.

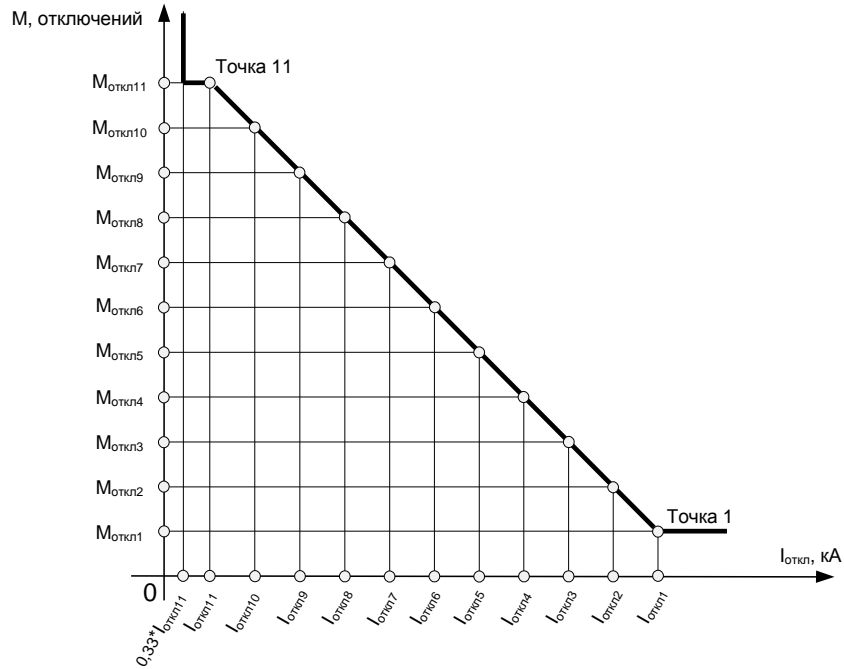


Рисунок 42– Характеристика коммутационного ресурса выключателя, задаваемая 11-ю точками

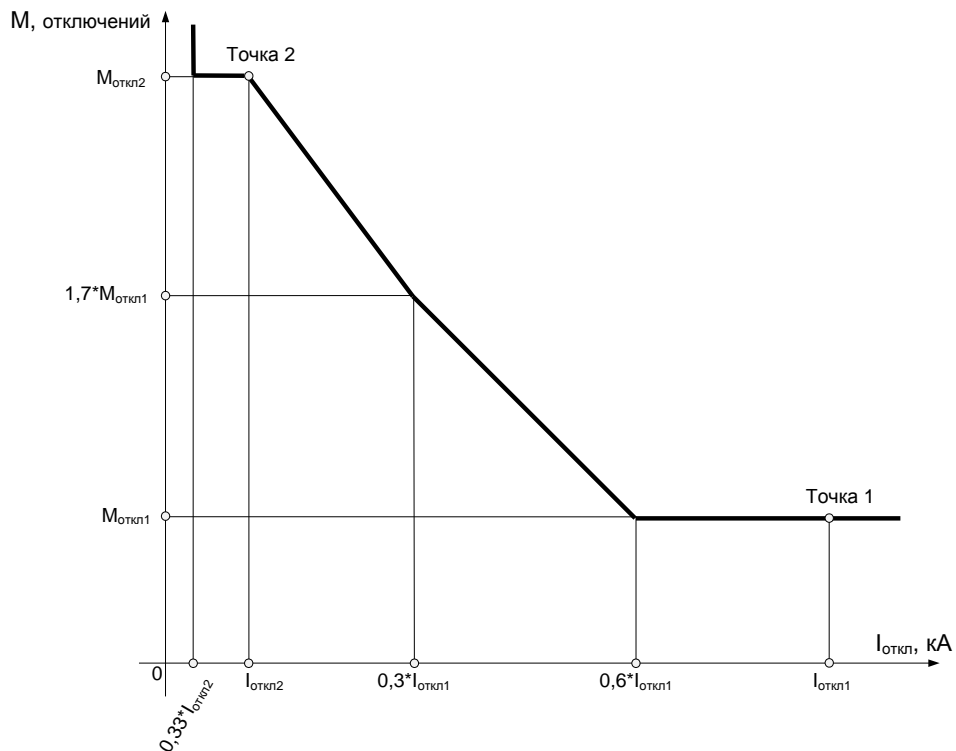


Рисунок 43 – Характеристика коммутационного ресурса выключателя, задаваемая 2-мя точками

Уставками «**МсрабКРВ1**» и «**МсрабКРВ2**» задаются пороговые уровни срабатывания первой и второй ступени контроля КРВ. При этом формируются сигналы «Сигнал от МКРВ1» и «Сигнал от МКРВ2» соответственно. Снижение остаточного ресурса ниже порогового значения хотя бы для одной фазы (полюса) выключателя приводит к срабатыванию соответствующей ступени.

Режим работы контроля коммутационного ресурса выключателя задается программной накладкой «**ПрежКРВ**»:

- «**ПрежКРВ**» = 0 – контроль КРВ выведен из работы;
- «**ПрежКРВ**» = 1 – осуществляется контроль КРВ и формируются сигналы «Сигнал от МКРВ1» и «Сигнал от МКРВ2»;

- «НрежКРВ» = 2 – осуществляется контроль КРВ и формируются сигналы «Сигнал от МКРВ 1» и «Сигнал от МКРВ 2». При достижении нулевого уровня остаточного ресурса включение выключателя блокируется.

Пользователю предоставляется возможность установки значения КРВ для каждой фазы в отдельности (например, восстановление работоспособности при замене или ремонте выключателя) при помощи локального пользовательского интерфейса.

В меню ИЧМ (Диагн. выключателя – Токи отключения) отображаются токи последнего отключения выключателя для каждой фазы выключателя.

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

Устройство фиксирует циклы В-О по последовательности смены сигналов положения выключателя и изменению уровня токов фаз. Возможна избыточная фиксация или несрабатывание счетчика циклов В-О при нарушении обмена сигналами между комплектом АУВ и выключателем. В связи с тем, что ток, как правило, изменяет свое значение в цикле отключения, зафиксированный ток отключения может отличаться от реального тока отключения. Погрешность работы пороговых элементов модуля контроля КРВ не превышает 0,1 %.

Если уставки блока будут неправильно заданы, то сформируется сигнал «Неисп. МКРВ», который может быть выведен на светодиодную сигнализацию.

Таблица 38 – Уставки функции контроля ресурса выключателя

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
МдопОткл	от 1 до 60000 (шаг 1)	10000	Допустимое число отключений
МсрабМРВ1	от 0 до 100 (шаг 0,01)	60	Порог первой ступени сигнализации контроля ресурса выключателя (механический ресурс), %
МсрабМРВ2	от 0 до 100 (шаг 0,01)	30	Порог второй ступени сигнализации контроля ресурса выключателя (механический ресурс), %
Мрем	от 1 до 1000 (шаг 1)	300	Число отключений для проф. ремонта
Ннеисп	–	0	Работа сигнализации неисправности от модуля ресурса контроля выключателя (0 – вывод, 1 – ввод)
НрежМРВ	–	1	Режим работы контроля механического ресурса выключателя (0 – вывод, 1 – на сигнал, 2 – контроль действует на блокировку включения выключателя при полной выработке его механического ресурса)
Твкл	от 1 до 1000 (шаг 1)	1000	Уставка сигнализации времени включения выключателя, мс
Тоткл	от 1 до 1000 (шаг 1)	1000	Уставка сигнализации времени отключения выключателя, мс
Характеристика КРВ			
Юткл1	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	60	Ток точки 1 характеристики ресурса по коммутационной стойкости, кА
Юткл2	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	55	Ток точки 2 характеристики ресурса по коммутационной стойкости, кА
Юткл3	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	50	Ток точки 3 характеристики ресурса по коммутационной стойкости, кА

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
Юткл4	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	45	Ток точки 4 характеристики ресурса по коммутационной стойкости, кА
Юткл5	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	40	Ток точки 5 характеристики ресурса по коммутационной стойкости, кА
Юткл6	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	35	Ток точки 6 характеристики ресурса по коммутационной стойкости, кА
Юткл7	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	30	Ток точки 7 характеристики ресурса по коммутационной стойкости, кА
Юткл8	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	25	Ток точки 8 характеристики ресурса по коммутационной стойкости, кА
Юткл9	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	20	Ток точки 9 характеристики ресурса по коммутационной стойкости, кА
Юткл10	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	15	Ток точки 10 характеристики ресурса по коммутационной стойкости, кА
Юткл11	от 0,20 до 60 (шаг 0,01)	10	Ток точки 11 характеристики ресурса по коммутационной стойкости, кА
Моткл1	от 5 до 60000 (шаг 1)	200	Допустимое количество отключений в точке 1 характеристики ресурса по коммутационной стойкости
Моткл2	от 5 до 60000 (шаг 1)	300	Допустимое количество отключений в точке 2 характеристики ресурса по коммутационной стойкости
Моткл3	от 5 до 60000 (шаг 1)	400	Допустимое количество отключений в точке 3 характеристики ресурса по коммутационной стойкости
Моткл4	от 5 до 60000 (шаг 1)	500	Допустимое количество отключений в точке 4 характеристики ресурса по коммутационной стойкости
Моткл5	от 5 до 60000 (шаг 1)	600	Допустимое количество отключений в точке 5 характеристики ресурса по коммутационной стойкости
Моткл6	от 5 до 60000 (шаг 1)	700	Допустимое количество отключений в точке 6 характеристики ресурса по коммутационной стойкости
Моткл7	от 5 до 60000 (шаг 1)	800	Допустимое количество отключений в точке 7 характеристики ресурса по коммутационной стойкости
Моткл8	от 5 до 60000 (шаг 1)	900	Допустимое количество отключений в точке 8 характеристики ресурса по коммутационной стойкости
Моткл9	от 5 до 60000 (шаг 1)	1000	Допустимое количество отключений в точке 9 характеристики ресурса по коммутационной стойкости
Моткл10	от 5 до 60000 (шаг 1)	1100	Допустимое количество отключений в точке 10 характеристики ресурса по коммутационной стойкости
Моткл11	от 5 до 60000 (шаг 1)	1200	Допустимое количество отключений в точке 11 характеристики ресурса по коммутационной стойкости

Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию	Наименование уставки
МсрабКРВ1	от 0 до 100 (шаг 0,01)	60	Порог первой ступени сигнализации контроля ресурса выключателя (коммутационный ресурс), %
МсрабКРВ2	от 0 до 100 (шаг 0,01)	30	Порог второй ступени сигнализации контроля ресурса выключателя (коммутационный ресурс), %
Нреж	–	2	Выбор алгоритма расчета ресурса по коммутационной стойкости (1 – по двум точкам, 2 – по одиннадцати точкам)
НрежКРВ	–	1	Режим работы контроля коммутационного ресурса выключателя (0 – вывод, 1 – на сигнал, 2 – контроль действует на блокировку включения выключателя при полной выработке его коммутационного ресурса)

1.2.18 Фильтр напряжения обратной последовательности
Функциональный блок ФНОП представлен на рисунке 44.

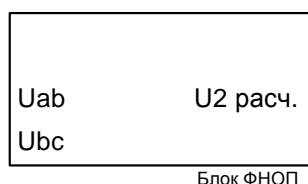


Рисунок 44 – Функциональный блок ФНОП

Таблица 39 – Входы и выходы функционального блока ФНОП

Аналоговые входы	
Uab, Ubc	Междуфазные напряжения АВ, ВС
Аналоговые выходы	
U2 расч.	Расчетное значение напряжение обратной последовательности
Логические входы	Отсутствуют
Логические выходы	Отсутствуют

Блок предназначен для расчета величины напряжения обратной последовательности по данным междуфазных напряжений \underline{U}_{ab} и \underline{U}_{bc} по формуле

$$\underline{U}_{2\text{расч}} = \frac{1}{3}(\underline{U}_{ab} + \underline{U}_{bc} e^{-j\pi/3}).$$

1.2.19 Фильтр тока обратной и нулевой последовательностей
Функциональный блок ФТОНП приведен на рисунке 45.

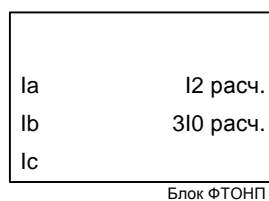


Рисунок 45 – Функциональный блок ФТОНП

Таблица 40 – Входы и выходы функционального блока ФТОНП

Аналоговые входы	
I _a , I _b , I _c	Токи фаз А, В, С
Аналоговые выходы	
I ₂ расч.	Расчетное значение тока обратной последовательности
3I ₀ расч.	Расчетное значение утроенного тока нулевой последовательности
Логические входы	Отсутствуют
Логические выходы	Отсутствуют

Блок предназначен для расчета величин тока обратной последовательности и утроенного тока нулевой последовательности по данным токам фаз по формуле

$$\underline{I}_{2\text{расч}} = \frac{1}{3} (\underline{I}_a + \underline{I}_b e^{j4\pi/3} + \underline{I}_c e^{j2\pi/3}),$$

$$3\underline{I}_{0\text{расч}} = \underline{I}_a + \underline{I}_b + \underline{I}_c.$$

2 Рекомендации по проверке

2.1 Общие указания

Общие указания по эксплуатационным ограничениям при подготовке терминала к использованию и работе с ним, порядку внешнего осмотра, установки, подключения и ввода в эксплуатацию, настройке и работе с интерфейсом пользователя, техническому обслуживанию, хранению и утилизации приведены в АИПБ.656122.011 РЭ1.

2.2 Меры по безопасности

2.2.1 При эксплуатации и техническом обслуживании устройства необходимо руководствоваться «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также требованиями настоящего РЭ.

2.2.2 Монтаж, обслуживание и эксплуатацию устройства разрешается производить лицам, прошедшим специальную подготовку.

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

2.2.4 Перед включением и во время работы устройство должно быть надежно заземлено через заземляющий винт, расположенный на задней панели с контуром заземления (корпусом ячейки, шкафа) медным проводником сечением не менее 4 мм² наиболее коротким путем.

2.3 Проверка функций защит

В данном разделе приводятся описание проверки функции дифференциальной защиты.

Описания остальных проверок защит приведены в АИПБ.656122.011-002 ПМИ.

2.3.1 Определение величины срабатывания дифференциальной отсечки и дифференциального органа с торможением.

Проверке подлежат все плечи дифференциальной защиты.

Предварительно необходимо выставить актуальные значения уставок:

- схемы соединения токовых цепей для каждой стороны;
- коэффициенты выравнивания токов для каждой стороны.

Дифференциальная токовая защита выполнена пофазно, соответственно, проверку следует выполнять для каждой фазы отдельно. Фиксация срабатывания осуществляется по факту замыкания контакта выходного реле терминала «Контрольный выход», на которое на время проверки конфигурируется сигнал пуска тормозной характеристики соответствующей

фазы (выходные сигналы функционального блока ДТЗ: «Пуск ТХ ф.А», «Пуск ТХ ф.В», «Пуск ТХ ф.С»).

Проверку уставки «**Иднач**» следует проводить, с использованием не более двух плеч защиты, следующим образом:

- конфигурируя на аналоговые входы терминала токи двух плеч с учетом компенсации групп соединения и цифрового выравнивания добиться равенства нулю дифференциального тока так, чтобы максимальный из токов плеч не превышал уставку «**Иторм2**»;

- снижением уровня одного из токов плеч добиться срабатывания выходного реле терминала «Контрольный выход». Модуль векторной суммы токов плеч с учетом компенсации групп соединения и цифрового выравнивания должен соответствовать, в рамках допустимой погрешности, уставке «**Иднач**»;

- увеличением уровня тока используемого плеча добиться размыкания контакта выходного реле терминала «Контрольный выход». Модуль векторной суммы токов плеч с учетом компенсации групп соединения и цифрового выравнивания должен соответствовать, в рамках допустимой погрешности, уровню возврата.

Проверку уставки «**Идто**» допускается проводить, с использованием одного плеча защиты, следующим образом:

- конфигурируя на терминал один ток плеча защиты с учетом компенсации групп соединения и цифрового выравнивания добиться срабатывания выходного реле терминала «Контрольный выход». Полученное значение с учетом компенсации групп соединения и цифрового выравнивания должно соответствовать, в рамках допустимой погрешности, уставке «**Идто**»;

- снижением тока используемого плеча с учетом компенсации групп соединения и цифрового выравнивания определить уровень возврата.

2.3.2 Снятие тормозной характеристики

Снимать характеристики следует отдельно для каждой фазы. Фиксация срабатывания осуществляется по факту замыкания выходного реле терминала «Контрольный выход», на которое на время проверки конфигурируется сигнал пуска тормозной характеристики соответствующей фазы (выходные сигналы функционального блока ДТЗ: «Пуск ТХ ф.А», «Пуск ТХ ф.В», «Пуск ТХ ф.С»).

Снятие k -ой точки тормозной характеристики (срабатывания и возврата) дифференциальной защиты осуществляется следующим способом:

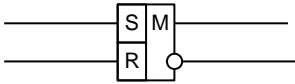
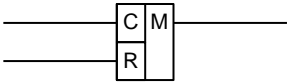
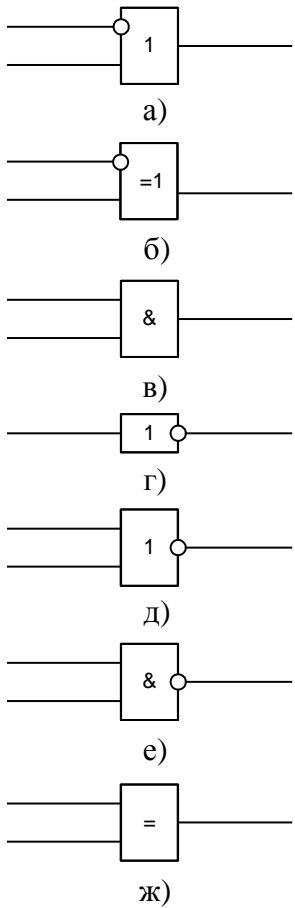
- конфигурируя на терминал токи двух плеч защиты с учетом компенсации групп соединения и цифрового выравнивания, добиться равенства нулю дифференциального тока, при этом необходимо учесть, что максимальный из токов плеч является тормозным ($I_{\text{торм}k}$);

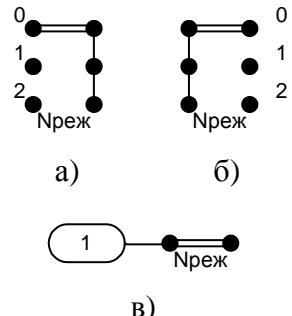
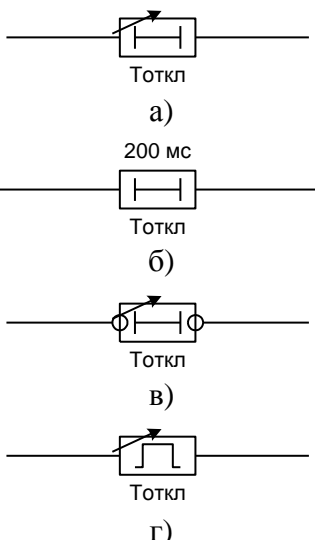
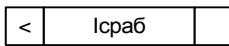
- снижением уровня минимального из токов плеч добиться срабатывания выходного реле терминала «Контрольный выход». Модуль векторной суммы токов плеч с учетом компенсации групп соединения и цифрового выравнивания соответствует k -ой точке срабатывания ($I_{\text{торм}k}$; $I_{\text{диф.ср}k}$) тормозной характеристики;

- увеличением уровня тока используемого плеча добиться размыкания контакта выходного реле терминала «Контрольный выход». Модуль векторной суммы токов плеч с учетом компенсации групп соединения и цифрового выравнивания соответствует k -ой точке возврата ($I_{\text{торм}k}$; $I_{\text{диф.возв}k}$) тормозной характеристики;

- снятие следующей $(k+1)$ -ой точки начинается с увеличения максимального из токов плеч защиты, затем повторяется описанная процедура.

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Элементы функциональных логических схем (обязательное)

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

Обозначение	Полное название
 <p>а) б)</p> <p>в)</p>	<p>Программная накладка выбора режима работы. Применяются три варианта условного графического изображения элемента:</p> <p>1) на рисунках а) и б) положение накладки определяет путь прохождения сигнала;</p> <p>2) на рисунке в) значение накладки логическая «1» определяет ввод сигнала. При выводе накладки на схему подается логический ноль.</p> <p>Буквенное обозначение накладки – N.</p> <p>Примечание – Обозначения положений накладок: 0 – вывод (нет), 1 – ввод (да)</p>
 <p>а)</p> <p>200 мс</p> <p>б)</p> <p>в)</p> <p>г)</p>	<p>«Выдержка времени» применяется для обозначения в схеме таймеров. Элемент может быть с фиксированным или задаваемым пользователем значением. Разновидности: элемент с задержкой на срабатывание, с задержкой на возврат и формирования импульса.</p> <p>Примеры:</p> <p>а) элемент времени¹⁾ на срабатывание. Задержка Тоткл регулируется;</p> <p>б) элемент времени с фиксированной задержкой на срабатывание;</p> <p>в) элемент времени на возврат. Задержка Тоткл регулируется;</p> <p>г) элемент формирования импульса. Задержка Тоткл регулируется.</p> <p>Буквенное обозначение элемента времени – Т.</p> <p>Примечание – Над элементом «Выдержка времени» указывается значение выдержки времени, под элементом – позиционное обозначение</p>
<p>¹⁾ элемент времени, выдержка времени, таймер</p>	
	<p>«Измерительный орган» по типу может быть максимального (>), минимального (<) действия. Для ИО с однозначным или неопределенным типом действия (РНМ) тип действия может не задаваться.</p> <p>Пример: ИО минимального действия, где Исраб – наименование ИО</p>
 <p>а)</p> <p>б)</p>	<p>«Функциональный блок» используется для обозначения на схеме блоков (рисунок а), функциональность которых пояснена в сопроводительной эксплуатационной документации.</p> <p>Пример: на рисунке б) приведен функциональный блок БК по току</p>

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Формулы компенсации группы соединения
(обязательное)

1	2	1	2	1	2	1	2
0	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	1	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	12	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \times \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	13	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$
2	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	3	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	14	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & -2 \\ -2 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	15	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$
4	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	5	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	16	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \times \begin{bmatrix} -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \\ 2 & -1 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	17	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$
6	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	7	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	18	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \times \begin{bmatrix} -2 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & -2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	19	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$
8	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	9	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \begin{bmatrix} 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	20	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \times \begin{bmatrix} -1 & -1 & 2 \\ 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	21	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \begin{bmatrix} 0 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$
10	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	11	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	22	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \times \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & -2 \\ -2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$	23	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \times \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$
				24	$\begin{bmatrix} i_{п,А} \\ i_{п,В} \\ i_{п,С} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$		

Примечания

1 В столбце «1» приведены значения уставок «Схема1», «Схема2», «Схема3», «Схема4», «Схема5», «Схема6».

2 В столбце «2» приведены формулы преобразования токов плеч ДТЗ.

