Утвержден
АИПБ.656122.011-010 РЭ2-ЛУ

ТЕРМИНАЛ ЗАЩИТЫ ШИН 6-750 кВ И УРОВ ТИПА «ТОР 300 ДЗШ 5XX»

Руководство по эксплуатации. Описание функций защит АИПБ.656122.011-010 РЭ2 v21.2

Авторские права на данный документ принадлежат ООО «Релематика», 2013.
Данный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, скопирован, распространен без разрешения ООО «Релематика».

Адрес предприятия-изготовителя:
428020, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 1, ООО «Релематика»
Тел.: (8352) 24-06-50, факс: (8352) 24-02-43
Сайт: www.relematika.ru
E-mail: service@relematika.ru, rza@relematika.ru

Содержание

1 Описание и работа 5
1.1 Назначение 5
1.2 Функции устройства 7
1.2.1 Дифференциальная токовая защита шин (ДЗШ) 7
1.2.2 Дифференциальная токовая защита шин 565 (ДЗШ 565) 12
1.2.3 Фиксация присоединений 16
1.2.4 Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ) 21
1.2.5 Фильтр напряжения обратной последовательности (ФНОП) 23
1.2.6 Фильтр симметричных составляющих напряжений (ФСС U) 23
1.2.7 Расчет действующего значения токов (RMS) 24
2 Рекомендации по проверке 25
2.1 Общие указания 25
2.2 Меры безопасности 25
2.3 Проверка функций защит 25
2.3.1 Определение величины срабатывания дифференциального органа с торможением 25
2.3.2 Снятие тормозной характеристики 25
2.3.3 Определение величины срабатывания ДЗШ 565 26
Приложение А (обязательное) Элементы функциональных логических схем 27
Список сокращений 29

Настоящее РЭ распространяется на терминалы защиты шин 6-750 кВ и УРОВ типа «ТОР 300 ДЗШ 5ХХ» (далее – устройства или терминалы) и содержит необходимые сведения по их 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.

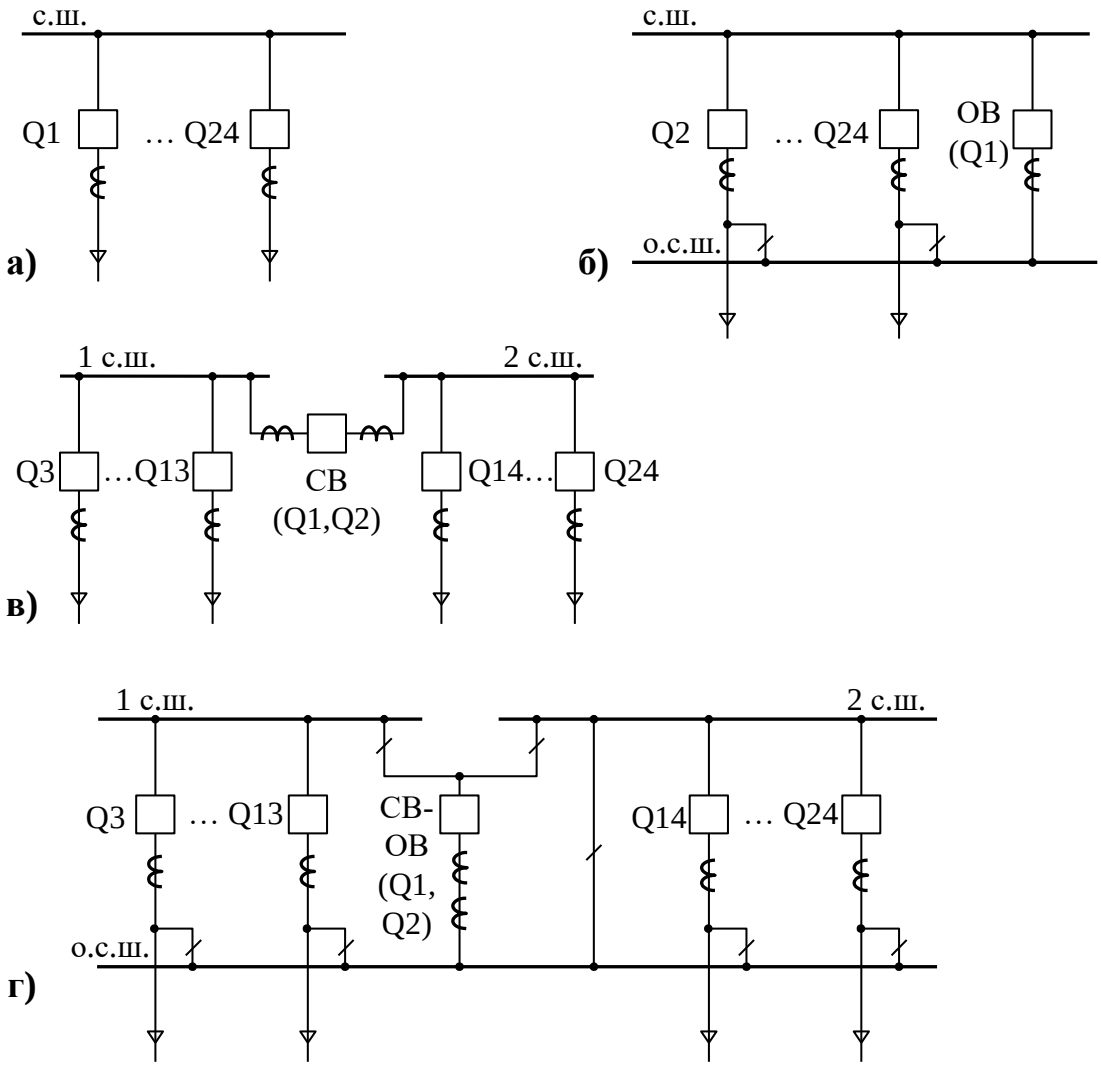
Надежность и долговечность терминала обеспечиваются не только качеством изделия, но и правильным соблюдением режимов и условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации. Поэтому выполнение всех требований, изложенных в настоящем документе, является обязательным.

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.

1 Описание и работа

1.1 Назначение

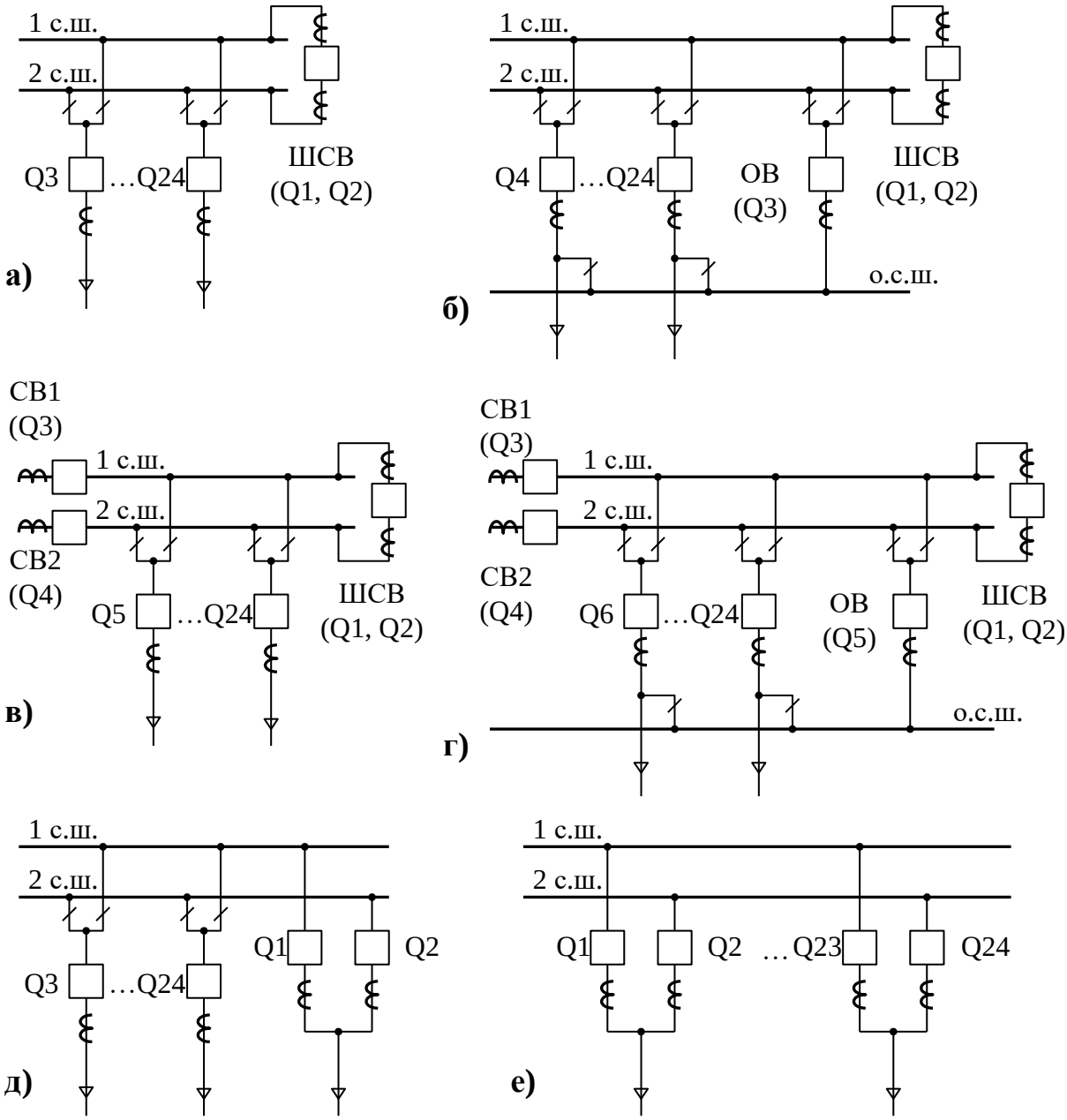
Терминал защиты шин 6-750 кВ и УРОВ типа «ТОР 300 ДЗШ 5ХХ» предназначен для применения в составе шкафов микропроцессорной защиты шин 6-750 кВ и УРОВ типа «Ш2600 10.5ХХ», по одному на каждую фазу. Устройство предназначено для защиты одиночной системы шин с/без обходной системой шин или двойной системы шин с/без обходной системой шин с жесткой и изменяемой фиксацией присоединений, в том числе секционированной, с числом присоединений (ИТТ) не более 24 (рисунки 1, 2).



с.ш. – система (секция) шин
о.с.ш. – обходная система шин
СВ – секционный выключатель
ОВ – обходной выключатель

а) одиночная система шин;
б) одиночная система шин с ОВ;
в) одиночная секционированная система шин;
г) одиночная секционированная система шин с совмещенным секционным и ОВ

Рисунок 1 – Возможные применения терминала защиты типа «ТОР 300 ДЗШ 5ХХ»



а) двойная система шин с ШСВ, с изменяемой фиксацией;

б) двойная система шин с ОВ и ШСВ;

в) двойная секционированная система шин с ШСВ;

г) двойная секционированная система шин с ОВ и ШСВ;

д) двойная система шин с использованием двух выключателей вместо ШСВ;

е) двойная система шин с двумя выключателями на присоединение (аналогично «полуторная» система шин)

Рисунок 2 – Возможные применения терминала защиты типа «ТОР 300 ДЗШ 5ХХ»

Терминал «ТОР 300 ДЗШ 5ХХ» содержит основную защиту шин с абсолютной селективностью и УРОВ всех присоединений. В состав функций защит входят:

- дифференциальная токовая защита шин (ДЗШ) с торможением, состоящая из пускового органа (ПО) и избирательных органов первой (ИО1) и второй (ИО2) систем шин;
- реле контроля исправности токовых цепей ДЗШ (КИТЦ ДЗШ);
- чувствительные токовые органы ДЗШ (ЧТО ДЗШ);
- УРОВ всех присоединений;
- логика ручного опробования;
- логика запрета АПВ.

По согласованию с помощью конфигурируемой логики могут быть реализованы другие функции защиты (например, реле тока для опробования или МТЗ присоединений) или логические цепочки.

Терминал также содержит функции осциллографирования и регистрации.

Защиты, входящие в состав устройства, обеспечивают селективное отключение защищаемой системы шин при повреждении в данной системе шин.

1.2 Функции устройства

1.2.1 Дифференциальная токовая защита шин (ДЗШ)

Функциональный блок измерительного органа ДЗШ приведен на рисунке 3, его реализация приведена далее.

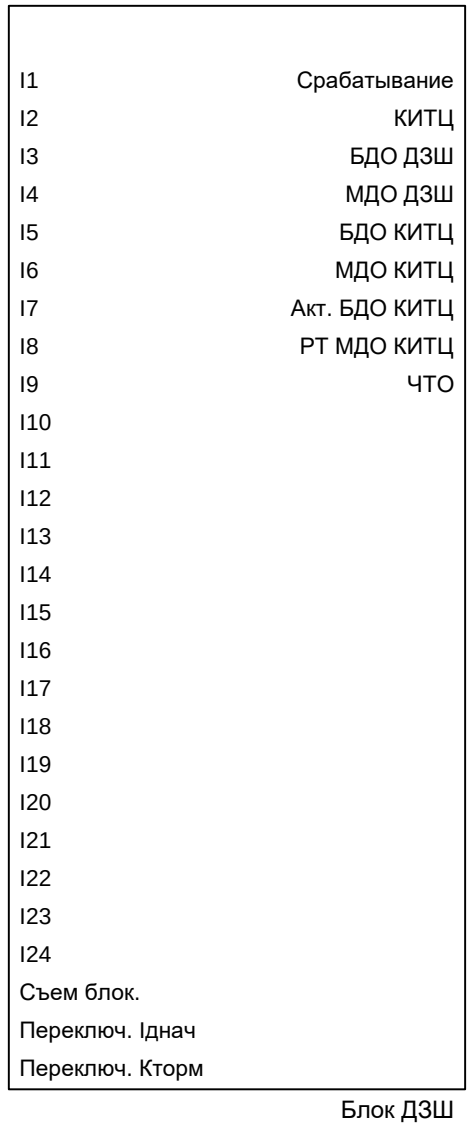


Рисунок 3 – Функциональный блок измерительного органа ДЗШ

Таблица 1 – Входы и выходы функционального блока измерительного органа ДЗШ

Аналоговые входы	
I1-I24	Токи присоединений Q1-Q24 (одна фаза)
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
Съем блок.	Сброс сигнала неисправности токовых цепей
Переключ. Iднач	Переключение между уставками по начальному дифференциальному току
Переключ. Кторм	Переключение между уставками по коэффициенту торможения

Логические выходы	
Срабатывание	Срабатывание измерительного органа ДЗШ (суммарный сигнал)
КИТЦ	Неисправность токовых цепей (суммарный сигнал)
БДО ДЗШ	Срабатывание быстродействующего органа ДЗШ
МДО ДЗШ	Срабатывание медленнодействующего органа ДЗШ
БДО КИТЦ	Срабатывание быстродействующего органа КИТЦ (с запоминанием в ПЗУ)
МДО КИТЦ	Срабатывание медленнодействующего органа КИТЦ (с запоминанием в ПЗУ)
Акт. БДО КИТЦ	Активация быстродействующего органа КИТЦ
РТ МДО КИТЦ	Пуск реле тока медленнодействующего органа КИТЦ
ЧТО	Срабатывание чувствительного токового органа

ДЗШ выполнена трехфазной трехсистемной, т.е. каждая фаза обрабатывается одним терминалом «ТОР 300 ДЗШ 5ХХ» независимо от двух других. Терминал «ТОР 300 ДЗШ 5ХХ» имеет до 24 входов для подключения к соответствующим фазам 24 ИТТ от присоединений Q1-Q24.

Терминал позволяет выполнить селективную защиту одной фазы двух систем (секций) шин. Для этого он содержит три однофазные дифференциальные зоны: ПО, ИО1 и ИО2.

ДЗШ является защитой с абсолютной селективностью и предназначена для отключения всех видов замыканий внутри защищаемой зоны. ДЗШ действует на отключение всех выключателей поврежденной системы (секции) шин и пуск УРОВ соответствующих выключателей.

ДЗШ содержит основной дифференциальный орган, чувствительный токовый орган и реле дифференциального тока для КИТЦ для каждой дифференциальной зоны: ПО, ИО1 и ИО2.

1.2.1.1 Цифровое выравнивание токов

В дифференциальной защите реализовано цифровое выравнивание токов плеч. Выравнивание осуществляется приведением измеряемых вторичных токов к единому базису с помощью коэффициентов трансформации, рассчитанных по заданным первичным ($I_{перв1}\ldots I_{перв24}$) и вторичным ($I_{втор1}\ldots I_{втор24}$) токам ИТТ

$$k_{выр,\,n} = \frac{I_{н,итт,перв,n} \cdot I_{н,птт,n}}{I_{баз} \cdot I_{н,итт,втор,n}} \cdot 100\ \%,$$

где $I_{н,итт,перв,n}$, $I_{н,итт,втор,n}$ – первичный и вторичный номинальные токи ИТТ присоединения n, А;

$I_{н,птт,n}$ – номинальный ток ответвления токового входа терминала, к которому производится подключение вторичных токовых цепей ИТТ присоединения n, А;

$I_{баз}$ – базисный ток, А.

Базисный ток равен наибольшему номинальному первичному току ИТТ, подключенных к устройству защиты

$$I_{баз} = \max(I_{перв1}\ldots I_{перв24}).$$

Номинальные токи входов терминала ДЗШ, к которым подключены ИТТ присоединений ($I_{терм1}\ldots I_{терм24}$), как правило, задаются равными соответствующим номинальным вторичным токам ($I_{втор1}\ldots I_{втор24}$), следовательно, формула вычисления коэффициента выравнивания примет следующий вид

$$k_{выр,\,n} = \frac{I_{н,итт,перв,n}}{I_{баз}} \cdot 100\ \%.$$

Примечание – Выравнивание токов плеч ДЗШ осуществляется от 1 до 100 % от $I_{баз}$, за который принимается максимальный номинальный первичный ток ИТТ среди всех присоединений.

Уставки коэффициентов выравнивания для каждого из 24 присоединений в устройстве обозначаются «**Квыр1**» – «**Квыр24**» соответственно и задаются в процентах от базисного тока.

1.2.1.2 Фиксация присоединений

Дифференциальный орган (рисунок 3) позволяет изменять фиксацию токов присоединений, т.е. их включение в свою дифференциальную зону. Каждое из присоединений Q1-Q24 может вводиться или выводиться из расчетов величин для дифференциального органа.

1.2.1.3 Основной дифференциальный орган

Основной дифференциальный орган ДЗШ (рисунок 3) предназначен для отключения всех видов замыканий внутри защищаемой зоны и выполнен в виде пофазного измерительного органа для одной зоны защиты.

Рабочие величины измерительного органа ДЗШ рассчитываются следующим образом. Мгновенный дифференциальный ток рассчитывается как сумма мгновенных значений токов всех присоединений, подключенных к соответствующему органу

$$i_{диф} = \frac{i_1 \cdot k_{выр\,1}}{I_{терм1} \cdot 100\,\%} + \frac{i_2 \cdot k_{выр\,2}}{I_{терм2} \cdot 100\,\%} + \ldots + \frac{i_n \cdot k_{выр\,n}}{I_{термn} \cdot 100\,\%}.$$

Мгновенный входной ток $i_{вх}$ рассчитывается как максимальный из суммы положительных мгновенных значений токов и модуля суммы отрицательных мгновенных значений токов

$$i_{вх} = \max\left(\sum i_+, \left|\sum i_-\right|\right).$$

В качестве основной рабочей величины $I_{диф}$ используется действующее значение основной гармоники дифференциального тока $i_{диф}$.

В качестве тормозного тока $I_{торм}$ используется действующее среднеквадратическое значение сигнала $i_{вх}$, что позволяет увеличить тормозной ток при внешних КЗ, сопровождающихся насыщением одного или нескольких ИТТ.

Структурная схема каждого основного дифференциального органа показана на рисунке 4. Дифференциальный орган постоянно контролирует возникновение внутренних КЗ и обеспечивает отключение со временем порядка (20-25) мс. Детектор внешнего КЗ обеспечивает отстройку от тяжелых внешних КЗ, сопровождающихся насыщением ИТТ с участками правильной трансформации более 2,5 мс.

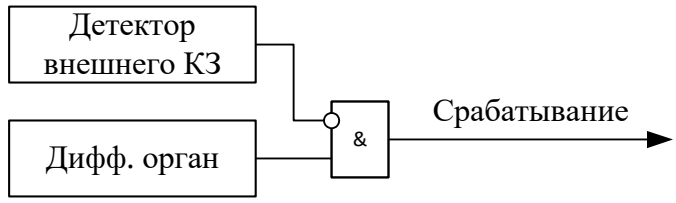


Рисунок 4 – Структурная схема измерительного органа ДЗШ

Область срабатывания измерительного органа ДЗШ показана в виде тормозной характеристики на рисунке 5. Наклон тормозной характеристики измерительного органа ДЗШ определяется с помощью коэффициента торможения $K_{торм}$, задаваемого уставкой «**Кторм**». Уровень срабатывания горизонтального участка $I_{диф,нач}$ определяется уставкой по начальному дифференциальному току «**Iднач**».

Примечание – Под коэффициентом торможения понимается отношение приращения дифференциального тока срабатывания к приращению тормозного тока.

При подаче сигнала на вход «Переключ. Iднач» для задания уровня срабатывания горизонтального участка используется уставка по начальному дифференциальному току «**Iднач2**».

При подаче сигнала на вход «Переключ. Кторм» для задания коэффициента торможения используется уставка «**Кторм2**».

Перечень уставок измерительного органа ДЗШ приведен в таблице 2.

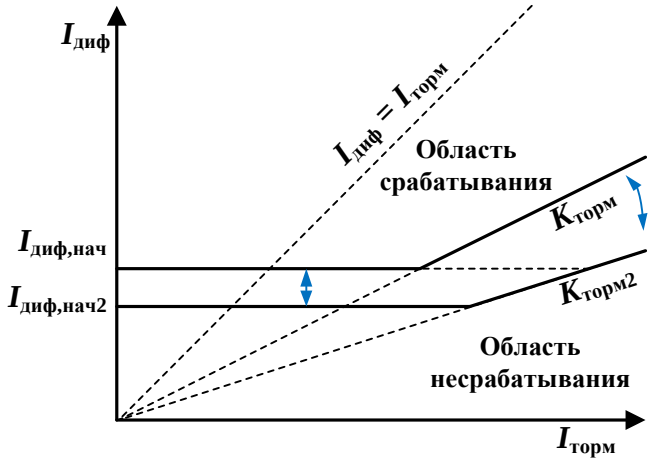


Рисунок 5 – Характеристика срабатывания измерительного органа ДЗШ

1.2.1.4 Чувствительные токовые органы (ЧТО)

ЧТО предназначены для автоматического повышения чувствительности ДЗШ в цикле АПВ шин и при доотключении присоединений с малым током КЗ, когда чувствительность основных дифференциальных органов ДЗШ может оказаться недостаточной. Также ЧТО могут использоваться для отключения присоединения при ручном опробовании.

ЧТО реагирует на действующее значение основной гармоники дифференциального тока $I_{диф}$. Уровень срабатывания ЧТО регулируется уставкой «**Iчто**».

ЧТО при минимальных уставках по току срабатывания отстроена от однополярных бросков тока намагничивания, с учетом влияния ИТТ, с амплитудой, превышающей в шесть раз амплитуду синусоидального базисного тока (максимального первичного номинального тока ИТТ) с основанием полуволны до 240º.

ЧТО при минимальных уставках по току срабатывания отстроена от разнополярных бросков тока намагничивания, с учетом влияния ИТТ, с амплитудой, превышающей в два раза амплитуду синусоидального базисного тока (максимального первичного номинального тока ИТТ).

1.2.1.5 Контроль исправности токовых цепей (КИТЦ)

В составе пофазного измерительного органа ДЗШ предусмотрен орган, предназначенный для выявления неисправностей в токовых цепях (обрывов, замыканий и т.д.), которые приводят к повышенным токам небаланса в дифференциальной цепи и могут быть причиной излишнего срабатывания ДЗШ. Каждый измерительный орган имеет в своем составе быстродействующий и медленнодействующий канал контроля исправности токовых цепей. Уровни срабатывания обоих каналов регулируются уставкой «**Iобрыв**».

Медленнодействующий канал реагирует только на действующие среднеквадратические значения дифференциальных токов $I_{диф}$. При обнаружении повышенного небаланса в дифференциальной цепи реле дифференциального тока с выдержкой времени «**Тобрыв**» действует на сигнализацию с запоминанием в ПЗУ.

Быстродействующий канал реагирует на одновременный сброс тока в одном из плеч измерительного органа ДЗШ на величину уставки «**Iобрыв**» при одновременном увеличении дифференциального тока выше этой же уставки. При этом контролируется отсутствие набросов тока в других плечах. Канал активируется в течение 10 с, если хотя бы два тока плеч имеют величину более 10 %, ни один из токов плеч не превышает 125 % по модулю, отсутствуют наброcы в токах плеч более 5 % и небаланс в дифференциальном токе не

превышает уставки. Орган действует на сигнализацию с запоминанием в ПЗУ. Автоматический возврат быстродействующего канала осуществляется при наличии вышеприведенных условий для ввода канала в работу.

Блокировка ДЗШ при срабатывании медленнодействующего и быстродействующего каналов, если требуется, выполняется с помощью конфигурируемой логики в основной схеме логики защиты. Предусмотрена возможность вывода действия сигнала срабатывания быстродействующего канала на блокировку с помощью уставки «**NбдоКИТЦ**».

Съем запоминания в ПЗУ сигнала неисправности токовых цепей ДЗШ производится по входу «Съем блок.» дифференциального органа (рисунок 3).

1.2.1.6 Уставки измерительного органа ДЗШ

Таблица 2 – Уставки измерительного органа ДЗШ

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Коэффициенты выравнивания			
Коэффициент выравнивания тока присоединения Q1-Q24, %	Квыр (1-24)	от 1,0 до 100 (шаг 0,1)	100
Общие уставки			
Начальный дифференциальный ток срабатывания измерительного органа ДЗШ, % от $I_{баз}$	Iднач	от 40 до 300 (шаг 1)	120
Начальный дифференциальный ток срабатывания измерительного органа ДЗШ в режиме переключения Iднач, % от $I_{баз}$	Iднач2	от 40 до 300 (шаг 1)	120
Дифференциальный ток срабатывания ЧТО, % от $I_{баз}$	Iчто	от 20 до 300 (шаг 1)	50
Дифференциальный ток срабатывания органа КИТЦ, % от $I_{баз}$	Iобрыв	от 4 до 20 (шаг 1)	10
Коэффициент торможения, %	Кторм	от 25 до 50 (шаг 1)	50
Коэффициент торможения в режиме переключения Кторм, %	Кторм2	от 25 до 50 (шаг 1)	50
Использование быстродействующего органа КИТЦ (0 – нет, 1 – да)	NбдоКИТЦ	–	1
ВВС при обнаружении неисправности токовых цепей, мс	Тобрыв	от 0 до 60000 (шаг 1)	10000
Примечание – Уставки измерительных органов ДЗШ «**Iднач**», «**Iчто**», «**Iобрыв**» задаются в процентах (%) от базисного тока $I_{баз}$, равного максимальному первичному номинальному току ИТТ.			

1.2.1.7 Средняя основная погрешность измерительного органа ДЗШ по начальному дифференциальному току срабатывания и коэффициенту торможения и ЧТО по дифференциальному току срабатывания составляет не более ±3 % от уставки.

1.2.1.8 Дополнительная погрешность измерительного органа ДЗШ по начальному дифференциальному току срабатывания и коэффициенту торможения и ЧТО по дифференциальному току срабатывания при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур не превышает ±5 % от среднего значения уставки, определенного при температуре (20±5) ºС.

1.2.1.9 Дополнительная погрешность измерительного органа ДЗШ по начальному дифференциальному току срабатывания и коэффициенту торможения и ЧТО по дифференциальному току срабатывания при изменении частоты в пределах от 0,9 до 1,1 $f_{ном}$ не превышает ±5 % от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

1.2.1.10 Коэффициент возврата измерительного органа ДЗШ составляет не менее 0,8.

1.2.1.11 Время срабатывания измерительного органа ДЗШ при подаче двукратного тока срабатывания (2 $I_{срab}$) составляет не более 30 мс, включая время работы выходных реле терминала.

1.2.1.12 Время возврата измерительного органа ДЗШ при сбросе тока срабатывания от 10 $I_{срab}$ до нуля составляет не более 35 мс.

1.2.1.13 Коэффициент возврата ЧТО составляет не менее 0,8.

1.2.1.14 Время срабатывания ЧТО при подаче двукратного тока срабатывания (2 $I_{срab}$) составляет не более 25 мс.

1.2.1.15 Время возврата ЧТО при сбросе тока от 10 $I_{срab}$ до нуля составляет не более 35 мс.

1.2.1.16 Средняя основная погрешность по току срабатывания измерительного органа дифференциального тока для КИТЦ составляет не более ±10 % от уставки.

1.2.1.17 Дополнительная погрешность по току срабатывания измерительного органа дифференциального тока для КИТЦ при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур не превышает ±5 % от среднего значения уставки, определенного при температуре (20±5) ºС.

1.2.1.18 Дополнительная погрешность по току срабатывания измерительного органа дифференциального тока для КИТЦ при изменении частоты в пределах от 0,9 до 1,1 $f_{ном}$ не превышает ±5 % от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

1.2.1.19 Коэффициент возврата измерительного органа дифференциального тока для КИТЦ составляет не менее 0,8.

1.2.1.20 Время срабатывания измерительного органа дифференциального тока для КИТЦ при подаче двукратного тока (2 $I_{срab}$) срабатывания не превышает 25 мс.

1.2.1.21 Время возврата измерительного органа дифференциального тока для КИТЦ при сбросе тока от 10 $I_{срab}$ до нуля не превышает 35 мс.

Примечание – Здесь и далее по тексту, если специально не оговаривается, подразумевается, что время срабатывания/возврата измерительных органов или защиты включает время работы выходных реле терминала «ТОР 300 ДЗШ 5ХХ».

1.2.2 Дифференциальная токовая защита шин 565 (ДЗШ 565)

Функциональный блок измерительного органа ДЗШ 565 приведен на рисунке 6, его реализация приведена далее.

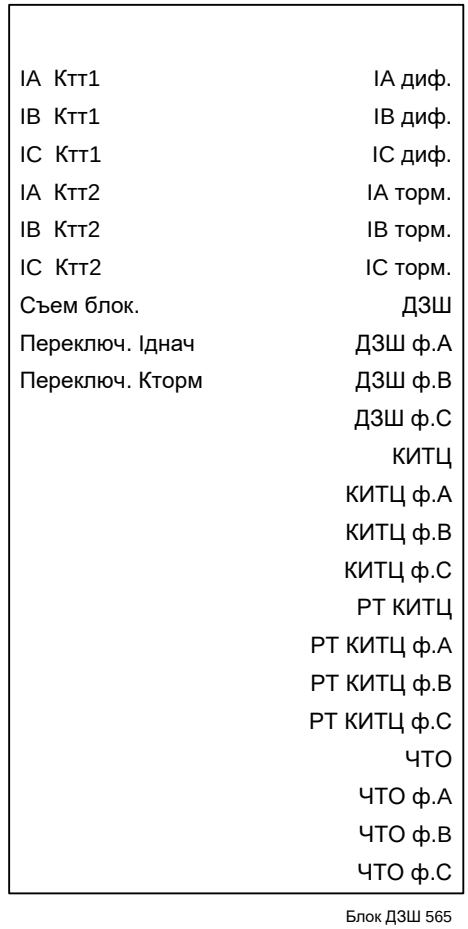


Рисунок 6 – Функциональный блок измерительного органа ДЗШ 565

Таблица 3 – Входы и выходы функционального блока измерительного органа ДЗШ 565

Аналоговые входы	
IA Ктт1, IB Ктт1, IC Ктт1	Дифференциальные токи присоединений с коэффициентом трансформации K_{TT1} фаз А, В, С
IA Ктт2, IB Ктт2, IC Ктт2	Дифференциальные токи присоединений с коэффициентом трансформации K_{TT2} фаз А, В, С
Аналоговые выходы	
IA диф., IB диф., IC диф.	Дифференциальные токи фаз А, В, С
IA торм., IB торм., IC торм.	Тормозные токи фаз А, В, С
Логические входы	
Съем блок.	Сброс сигнала неисправности токовых цепей
Переключ. Iднач	Переключение между уставками по начальному дифференциальному току
Переключ. Кторм	Переключение между уставками по коэффициенту торможения
Логические выходы	
ДЗШ	Срабатывание измерительного органа ДЗШ (суммарный сигнал)
ДЗШ ф.А, ДЗШ ф.В, ДЗШ ф.С	Срабатывание измерительного органа ДЗШ фаз А, В, С
КИТЦ	Неисправность токовых цепей (суммарный сигнал)
КИТЦ ф.А, КИТЦ ф.В, КИТЦ ф.С	Неисправность токовых цепей фаз А, В, С
РТ КИТЦ	Пуск реле тока КИТЦ
РТ КИТЦ ф.А,	Пуск реле тока КИТЦ фаз А, В, С

РТ КИТЦ ф.В, РТ КИТЦ ф.С	
ЧТО	Срабатывание чувствительного токового органа
ЧТО ф.А, ЧТО ф.В, ЧТО ф.С	Срабатывание чувствительного токового органа фаз А, В, С

Блок ДЗШ 565 выполнен трехфазным. Каждый программный модуль ДЗШ 565 может быть подключен на токи от двух трехфазных групп ИТТ присоединений с коэффициентами трансформации $K_{\text{ТТ1}}$ и $K_{\text{ТТ2}}$ и реализует одну трехфазную зону защиты.

ДЗШ является защитой с абсолютной селективностью и предназначена для отключения всех видов замыканий внутри защищаемой зоны. ДЗШ действует на отключение всех выключателей поврежденной системы (секции) шин с возможностью запрета АПВ.

ДЗШ 565 содержит основной дифференциальный орган, чувствительный токовый орган и реле дифференциального тока для КИТЦ.

В терминале на основе блока ДЗШ 565 могут быть выполнены три трехфазные дифференциальные зоны (ПО, ИО1 и ИО2) для защиты двух систем (секций) шин.

1.2.2.1 Цифровое выравнивание токов

В дифференциальном органе (рисунок 6) реализовано цифровое выравнивание токов плеч. Выравнивание реализовано приведением измеряемых входных вторичных токов к единому базису с помощью цифровых коэффициентов выравнивания «**Квыр1**», «**Квыр2**», рассчитанных по заданным первичным и вторичным токам ИТТ, применяемых в группах. За базис следует принимать наибольший номинальный первичный ток ИТТ в схеме ДЗШ. Токи и уставки измерительного органа ДЗШ 565 выражаются в процентах от базисной величины.

1.2.2.2 Основной дифференциальный орган

Основной дифференциальный орган ДЗШ 565 предназначен для отключения всех видов замыканий внутри защищаемой зоны и выполнен в виде трехфазного измерительного органа для одной зоны защиты.

Рабочие величины измерительного органа ДЗШ рассчитываются следующим образом. Мгновенный дифференциальный ток фазы рассчитывается как сумма мгновенных значений токов от группы ИТТ с коэффициентом трансформации $K_{\text{ТТ1}}$ и от группы ИТТ с коэффициентом трансформации $K_{\text{ТТ2}}$, подключенных к дифференциальному органу

$$i_{\text{диф}} = \frac{i_{\text{Ктт1}} \cdot k_{выр1}}{I_{терм1} \cdot 100\ \%} + \frac{i_{\text{Ктт2}} \cdot k_{выр2}}{I_{терм2} \cdot 100\ \%}.$$

Структурная схема каждого основного дифференциального органа показана на рисунке 7. Дифференциальный орган постоянно контролирует возникновение внутренних КЗ и обеспечивает отключение со временем порядка (25-30) мс. Детектор искажения формы обеспечивает отстройку от тяжелых внешних КЗ, сопровождающихся насыщением ИТТ с участками правильной трансформации более 2,5 мс. При срабатывании детектор искажения формы загрубляет основной дифференциальный орган.

Рисунок 7 – Структурная схема измерительного органа ДЗШ

Применение детектора искажения формы основано на отличии формы кривой бросков намагничивающего тока силовых трансформаторов и токов небаланса при внешних КЗ от синусоиды, расположенной симметрично относительно оси времени.

Уровень срабатывания измерительного органа ДЗШ 565 при отсутствии сигнала загрубления от детектора искажения формы определяется уставкой «**Iсраб**».

Перечень уставок измерительного органа ДЗШ приведен в таблице 4.

1.2.2.3 Чувствительные токовые органы (ЧТО)

Реализация и назначение работы ЧТО в блоке ДЗШ 565 аналогично 1.2.1.4.

1.2.2.4 Контроль исправности токовых цепей (КИТЦ)

В составе трехфазного измерительного органа ДЗШ 565 предусмотрены пофазные органы, предназначенные для выявления неисправностей в токовых цепях (обрывов, замыканий и т.д.), которые приводят к повышенным токам небаланса в дифференциальной цепи и могут быть причиной излишнего срабатывания ДЗШ. Ток срабатывания КИТЦ регулируется уставкой «**Iобрыв**».

КИТЦ реагирует на действующее значение дифференциального тока $I_{диф}$ в соответствующей фазе. При обнаружении повышенного небаланса в дифференциальной цепи реле дифференциального тока с выдержкой времени «**Тобрыв**» действует на сигнализацию с запоминанием в ПЗУ.

Блокировка ДЗШ при срабатывании КИТЦ, если требуется, выполняется с помощью конфигурируемой логики в основной схеме логики защиты.

Съем запоминания в ПЗУ сигнала неисправности токовых цепей ДЗШ производится по входу «Съем блок.» дифференциального органа (рисунок 6).

1.2.2.5 Уставки измерительного органа ДЗШ 565

Таблица 4 – Уставки измерительного органа ДЗШ 565

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Коэффициенты выравнивания			
Коэффициент выравнивания тока от группы ИТТ с Ктт1, %	Квыр1	от 10 до 500 (шаг 1)	100
Коэффициент выравнивания тока от группы ИТТ с Ктт2, %	Квыр2	от 10 до 500 (шаг 1)	100
Общие уставки			
Ток срабатывания измерительного органа ДЗШ, % от $I_{баз}$	Iсраб	от 40 до 2000 (шаг 1)	120
Ток срабатывания ЧТО, % от $I_{баз}$	Iчто	от 20 до 300 (шаг 1)	50
Ток срабатывания органа КИТЦ, % от $I_{баз}$	Iобрыв	от 4 до 100 (шаг 1)	10
ВВС при обнаружении неисправности токовых цепей, мс	Тобрыв	от 0 до 60000 (шаг 1)	10000
Примечание – Уставки измерительных органов ДЗШ «**Iсраб**», «**Iчто**», «**Iобрыв**» задаются в процентах (%) от базисного тока $I_{баз}$, равного максимальному первичному номинальному току ИТТ.			

1.2.2.6 Средняя основная погрешность измерительного органа ДЗШ и ЧТО по току срабатывания составляет не более ±3 % от уставки.

1.2.2.7 Дополнительная погрешность измерительного органа ДЗШ и ЧТО по току срабатывания при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур не превышает ±5 % от среднего значения уставки, определенного при температуре (20±5) ºС.

1.2.2.8 Дополнительная погрешность измерительного органа ДЗШ и ЧТО по току срабатывания при изменении частоты в пределах от 0,9 до 1,1 $f_{ном}$ не превышает ±5 % от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

1.2.2.9 Коэффициент возврата измерительного органа ДЗШ составляет не менее 0,8.

1.2.2.10 Время срабатывания измерительного органа ДЗШ при подаче двукратного тока срабатывания (2 $I_{срab}$) составляет не более 30 мс, включая время работы выходных реле терминала.

1.2.2.11 Время возврата измерительного органа ДЗШ при сбросе тока срабатывания от 10 $I_{срab}$ до нуля составляет не более 35 мс.

1.2.2.12 Коэффициент возврата ЧТО составляет не менее 0,8.

1.2.2.13 Время срабатывания ЧТО при подаче двукратного тока срабатывания (2 $I_{срab}$) составляет не более 25 мс.

1.2.2.14 Время возврата ЧТО при сбросе тока от 10 $I_{срab}$ до нуля составляет не более 35 мс.

1.2.2.15 Средняя основная погрешность измерительного органа для КИТЦ по току срабатывания составляет не более ±10 % от значения уставки.

1.2.2.16 Дополнительная погрешность измерительного органа для КИТЦ по току срабатывания при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур не превышает ±5 % от среднего значения уставки, определенного при температуре (20±5) ºС.

1.2.2.17 Дополнительная погрешность измерительного органа для КИТЦ по току срабатывания при изменении частоты в пределах от 0,9 до 1,1 $f_{ном}$ не превышает ±5 % от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

1.2.2.18 Коэффициент возврата измерительного органа для КИТЦ составляет не менее 0,8.

1.2.2.19 Время срабатывания измерительного органа для КИТЦ при подаче двукратного тока (2 $I_{срab}$) срабатывания не превышает 25 мс.

1.2.2.20 Время возврата измерительного органа для КИТЦ при сбросе тока от 10 $I_{срab}$ до нуля не превышает 35 мс.

1.2.3 Фиксация присоединений

Функциональный блок фиксации каждого присоединения приведен на рисунке 7, реализация блока приведена на рисунке 8 на примере присоединения Q1. Блок фиксации присоединения имеет скрытые связи «Qxx-1с.ш.» и «Qxx-2с.ш.» с блоком измерительного органа ДЗШ, блоком фиксации «шины-присоединения» (BB2Q), блоком фиксации «присоединения-шины» (Q2BB) и блоком отсутствия фиксации.

Функциональный блок фиксации «шины-присоединения» (BB2Q) приведен на рисунке 9, реализация блока приведена на рисунке 10.

Функциональный блок фиксации «присоединения-шины» (Q2BB) приведен на рисунке 11, реализация блока приведена на рисунке 12.

Функциональный блок отсутствия фиксации приведен на рисунке 13, реализация блока приведена на рисунке 14.

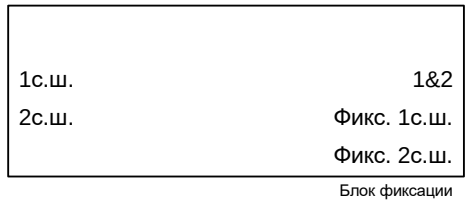


Рисунок 7 – Функциональный блок фиксации присоединения

Таблица 5 – Входы и выходы функционального блока фиксации присоединения

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
1с.ш.	Фиксация присоединения за 1с.ш.
2с.ш.	Фиксация присоединения за 2с.ш.

Логические выходы	
1&2	Одновременная фиксация за 1с.ш. и 2с.ш. (неселективный режим)
Фикс. 1с.ш.	Присоединение зафиксировано за 1с.ш.
Фикс. 2с.ш.	Присоединение зафиксировано за 2с.ш.

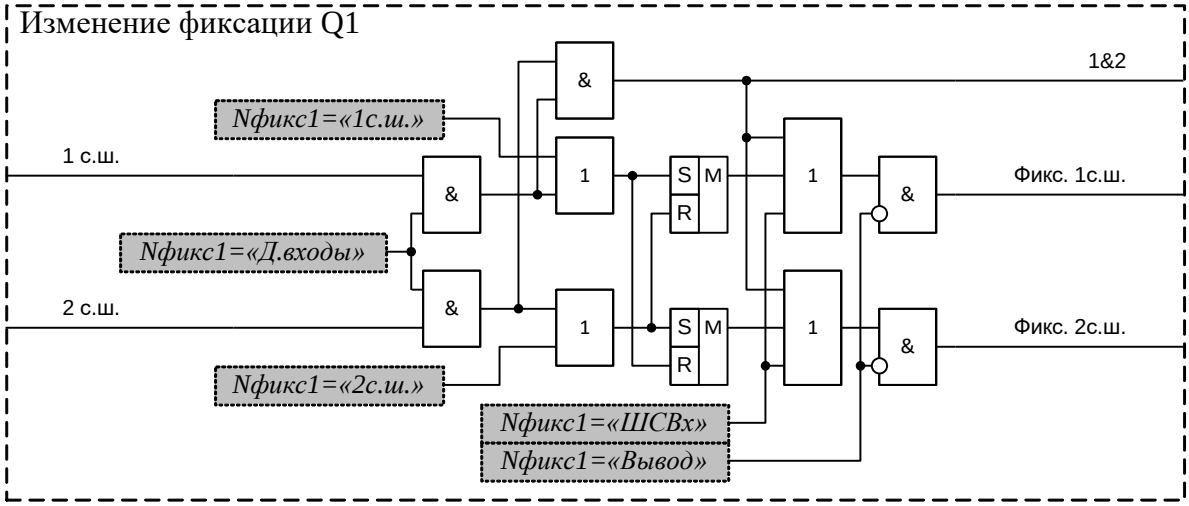


Рисунок 8 – Реализация функционального блока фиксации присоединения Q1

Примечание – Изменение фиксация остальных присоединений аналогично.

Фиксация присоединений (рисунок 7, рисунок 8) определяется программными накладками «**Nфикс1**» **–** «**Nфикс24**». Уставки приведены в таблице 9.

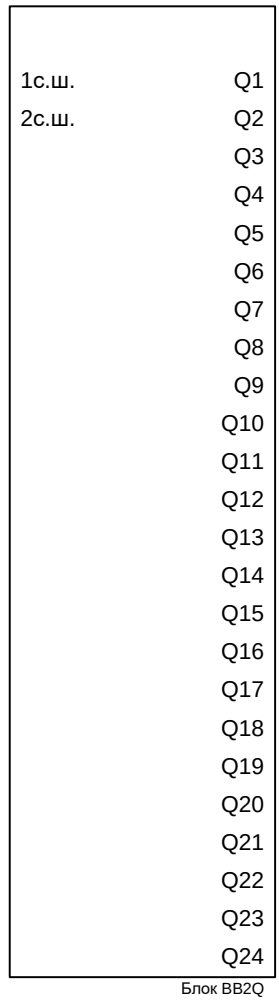


Рисунок 9 – Функциональный блок фиксации «шины-присоединения» (ВВ2Q)

Таблица 6 – Входы и выходы функционального блока фиксации «шины-присоединения»

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
1с.ш.	Сигнал, соответствующий 1с.ш. (например, отключение или др.)
2с.ш.	Сигнал, соответствующий 2с.ш. (например, отключение или др.)
Логические выходы	
Q1-Q24	Сигнал, соответствующий присоединению Q1-Q24

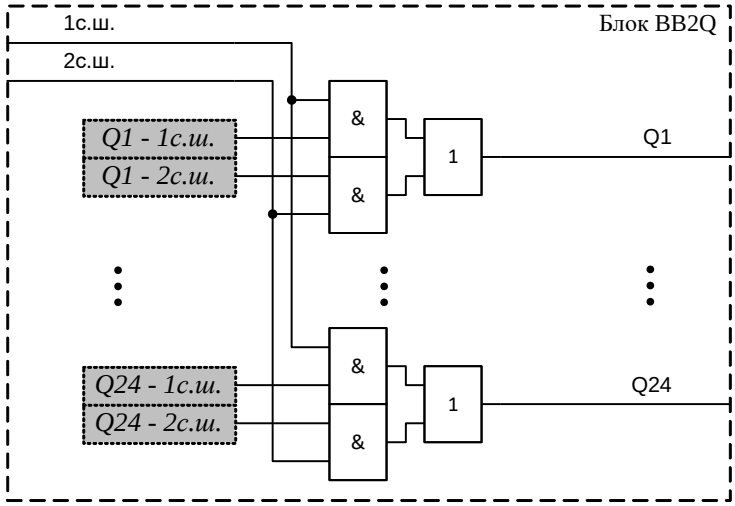


Рисунок 10 – Реализация функционального блока фиксации «шины-присоединения» (BB2Q)

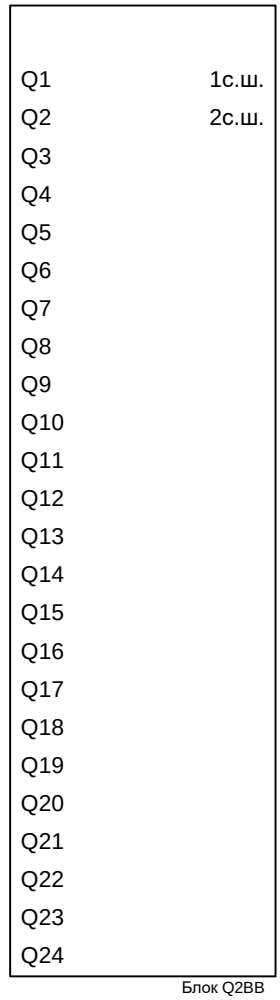


Рисунок 11 – Функциональный блок фиксации «присоединения-шины» (Q2BB)

Таблица 7 – Входы и выходы функционального блока фиксации «присоединения-шины»

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
Q1-Q24	Сигнал, соответствующий присоединению Q1-Q24
Логические выходы	
1с.ш.	Сигнал, соответствующий 1с.ш. (например, отключение или др.)
2с.ш.	Сигнал, соответствующий 2с.ш. (например, отключение или др.)

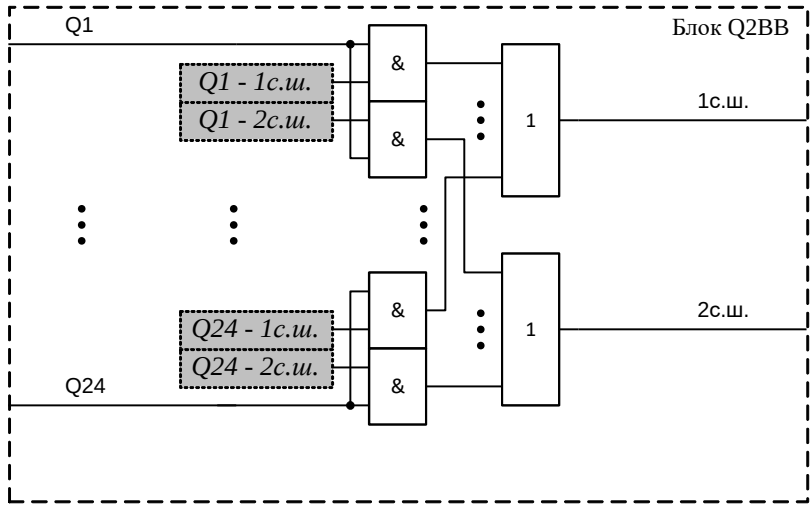


Рисунок 12 – Реализация функционального блока фиксации «присоединения-шины» (Q2BB)

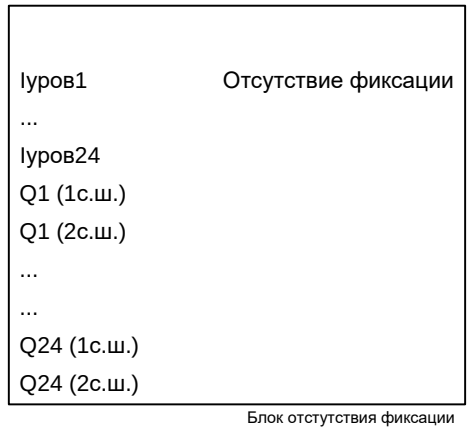


Рисунок 13 – Функциональный блок отсутствия фиксации

Таблица 8 – Входы и выходы функционального блока отсутствия фиксации

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
Iуров1-Iуров24	Пуск реле тока УРОВ Q1-Q24
Q1 (1с.ш.)-Q24 (1с.ш.)	Фиксация присоединения Q1-Q24 за 1с.ш.
Q1 (2с.ш.)-Q24 (2с.ш.)	Фиксация присоединения Q1-Q24 за 2с.ш.
Логические выходы	
Отсутствие фиксации	Отсутствие сигналов фиксации присоединений

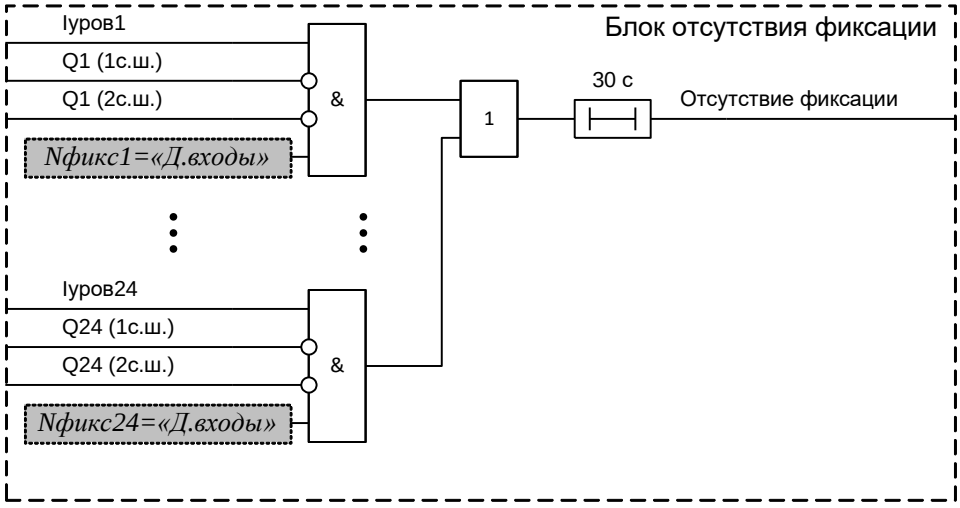


Рисунок 14 – Реализация функционального блока отсутствия фиксации

Влияние положений накладок на выходные сигналы «Qxx-1с.ш.» и «Qxx-2с.ш.» показано на рисунке 8, влияние на работу дифференциальных органов конфигурируется и описано в АИПБ.656122.011-010.0Х РЭ3 на соответствующую модификацию защиты.

Блок фиксации «шины-присоединения» (рисунки 9, 10) предназначен для определения соответствия между заданной системой шин (первой или второй) и присоединениями, которые подключены к ней, с учетом заданной фиксации присоединений.

Блок фиксации «присоединения-шины» (рисунки 11, 12) предназначен для определения соответствия между заданным присоединением и системой шин (первой или второй), к которой подключено данное присоединение, с учетом заданной фиксации присоединений.

Блок отсутствия фиксации (рисунки 13, 14) предназначен для выявления пропадания сигналов фиксации присоединения за 1с.ш. и 2с.ш. Блок определяет пропадание фиксации только для тех присоединений, фиксация которых задается по дискретным входам. Использование данного блока целесообразно в случае применения сигналов из схемы реле-повторителей положения разъединителей.

Таблица 9 – Уставки фиксации присоединений

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение
Фиксация присоединения Q1 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы, 4 –ШСВ1, 5 – ШСВ2, 6 – ШСВ1,–ШСВ2 , 7 – –ШСВ1,ШСВ2)	Nфикс1	–	4
Фиксация присоединения Q2 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы, 4 –ШСВ1, 5 – ШСВ2, 6 – ШСВ1,–ШСВ2 , 7 – –ШСВ1,ШСВ2)	Nфикс2	–	5
Фиксация присоединения Q3 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс3	–	3
Фиксация присоединения Q4 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс4	–	3
Фиксация присоединения Q5 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс5	–	3
Фиксация присоединения Q6 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс6	–	3
Фиксация присоединения Q7 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс7	–	3
Фиксация присоединения Q8 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс8	–	3
Фиксация присоединения Q9 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс9	–	3

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значе-ние
Фиксация присоединения Q10 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс10	–	3
Фиксация присоединения Q11 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс11	–	3
Фиксация присоединения Q12 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс12	–	3
Фиксация присоединения Q13 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс13	–	3
Фиксация присоединения Q14 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс14	–	3
Фиксация присоединения Q15 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс15	–	3
Фиксация присоединения Q16 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс16	–	3
Фиксация присоединения Q17 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс17	–	3
Фиксация присоединения Q18 (0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш., 3 – Д.входы)	Nфикс18	–	3

1.2.4 Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)

1.2.4.1 Принцип работы

Функциональный блок УРОВ приведен на рисунке 15, реализация блока УРОВ приведена на рисунке 16.

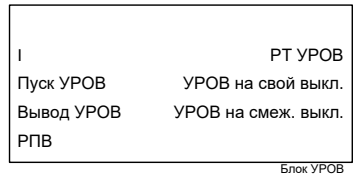


Рисунок 15 – Функциональный блок УРОВ

Таблица 10 – Входы и выходы функционального блока УРОВ

Аналоговые входы	
I	Ток в присоединении (одна фаза)
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
Пуск УРОВ	Пуск УРОВ от защит
Вывод УРОВ	Вывод УРОВ
РПВ	Сигнал включенного положения выключателя
Логические выходы	
РТ УРОВ	Срабатывание измерительного органа тока УРОВ
УРОВ на свой выкл.	Действие УРОВ на отключение своего выключателя
УРОВ на смеж. выкл.	Действие УРОВ на отключение смежных выключателей

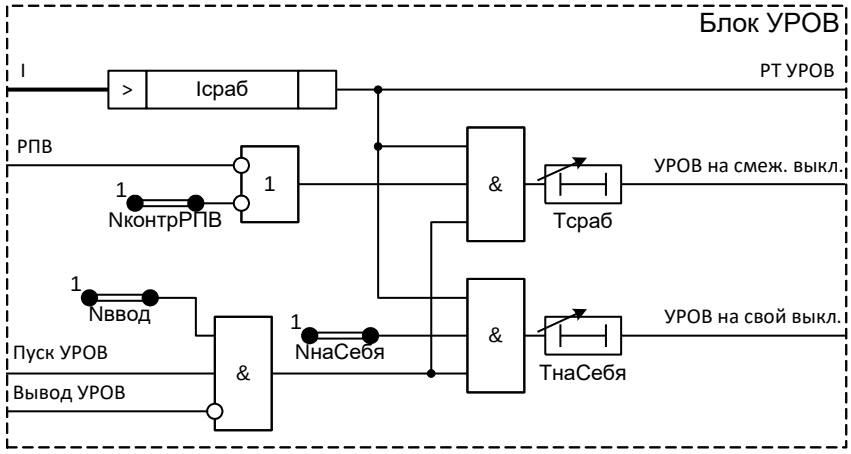


Рисунок 16 – Реализация функционального блока УРОВ

УРОВ подключается к ИТТ 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 измерительный орган максимального фазного тока, предназначенный для контроля протекания тока через выключатель. Уровень срабатывания измерительного органа тока регулируется уставкой «**Iсраб**».

УРОВ может быть введено в работу программной накладкой «**Nввод**». УРОВ может быть выведено 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 программной накладки «**NконтрРПВ**».

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

Таблица 11 – Уставки УРОВ

Наименование уставки	Обозначение	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Ток срабатывания реле тока УРОВ, % от $I_{ном}$	Iсраб	от 4 до 100 (шаг 1)	10
Работа функции УРОВ (0 – нет, 1 – да)	Nввод	–	0
Контроль РПВ при действии УРОВ на смежный выключатель (0 – нет, 1 – да)	NконтрРПВ	–	0
Действие УРОВ на свой выключатель (0 – нет, 1 – да)	NнаСебя	–	1
Замедление отключения смежных выключателей, мс	Тсраб	от 0 до 60000 (шаг 1)	500
Замедление повторного отключения своего выключателя, мс	ТнаСебя	от 0 до 60000 (шаг 1)	0

1.2.4.2 Средняя основная погрешность измерительного органа тока УРОВ не превышает ±3 % от уставки.

1.2.4.3 Дополнительная погрешность по току срабатывания измерительного органа тока УРОВ при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур не превышает ±5 % от среднего значения, определенного при температуре (20±5) ºС.

1.2.4.4 Дополнительная погрешность по току срабатывания измерительного органа тока УРОВ при изменении частоты в диапазоне от 0,9 до 1,1 $f_{ном}$ не превышает ±5 % от среднего значения, определенного при номинальной частоте.

1.2.4.5 Коэффициент возврата измерительного органа тока УРОВ не менее 0,9.

1.2.4.6 Время срабатывания токовых измерительных органов УРОВ не превышает 25 мс при подаче двукратного тока срабатывания (2 $I_{сраб}$).

1.2.4.7 Время возврата токовых измерительных органов УРОВ при сбросе входного тока от 30 $I_{ном}$ до нуля составляет не более 20 мс (в программной части).

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

Примечание – Здесь не приводится время возврата по контакту, т.к. возврат схемы УРОВ от реле тока осуществляется в программной части терминала и для расчета выдержки времени УРОВ следует использовать время возврата именно в программной части.

1.2.5 Фильтр напряжения обратной последовательности (ФНОП)

Функциональный блок ФНОП приведен на рисунке 17.

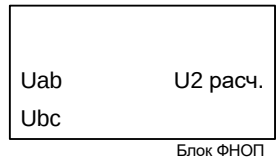


Рисунок 17 – Функциональный блок ФНОП

Таблица 12 – Входы и выходы функционального блока ФНОП

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

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

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

1.2.6 Фильтр симметричных составляющих напряжений (ФСС U)

Функциональный блок ФСС U приведен на рисунке 18.

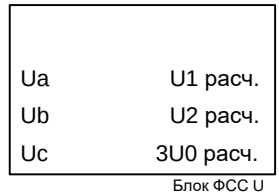


Рисунок 18 – Функциональный блок ФСС U

Таблица 13 – Входы и выходы функционального блока ФСС U

Аналоговые входы	
Ua, Ub, Uc	Фазные напряжения

Аналоговые выходы	
U1 расч.	Расчетное значение напряжения прямой последовательности
U2 расч.	Расчетное значение напряжения обратной последовательности
3U0 расч.	Расчетное значение утроенного напряжения нулевой последовательности
Логические входы	Отсутствуют
Логические выходы	Отсутствуют

Блок ФСС U предназначен для расчета величины напряжения обратной последовательности по данным междуфазных напряжений $\underline{U}_a$, $\underline{U}_b$, $\underline{U}_c$ по формуле

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

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

$$\underline{U}_{0расч} = \frac{1}{3}\left(\underline{U}_a + \underline{U}_b + \underline{U}_c\right).$$

1.2.7 Расчет действующего значения токов (RMS)

Функциональный блок RMS приведен на рисунке 19.

Рисунок 19 – Функциональный блок RMS

Таблица 14 – Входы и выходы функционального блока RMS

Аналоговые входы	
I1-I5	Входные токи
Аналоговые выходы	
I1 действ. – I5 действ.	Действующие значения токов I_1-I_5 соответственно
Логические входы	Отсутствуют
Логические выходы	Отсутствуют

Блок RMS предназначен для расчета действующих значений токов по формуле

$$I_{действ} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i^2(t)dt}\ .$$

2 Рекомендации по проверке

2.1 Общие указания

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

2.2 Меры безопасности

2.2.1 При эксплуатации и техническом обслуживании устройства необходимо руководствоваться «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», «Правилами устройств электроустановок» (ПУЭ), 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 мм^2 наиболее коротким путем.

2.3 Проверка функций защит

В данном разделе приводится описание проверки функции дифференциальной защиты.

Описания остальных проверок защит приведены в АИПБ.656467.966 ПМ1.

2.3.1 Определение величины срабатывания 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.

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 ДЗШ – «Срабатывание»).

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

- конфигурируя на аналоговые входы терминала токи двух плеч с учетом выравнивания добиться равенства нулю дифференциального тока;
- 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 «**Iднач**»;
- 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.

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 ДЗШ – «Срабатывание»).

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

- конфигурируя на терминал токи двух плеч защиты с учетом цифрового выравнивания, добиться равенства нулю дифференциального тока;
- снижением уровня минимального из токов плеч добиться срабатывания выходного реле терминала «Контрольный выход». Модуль векторной суммы токов плеч с учетом цифрового выравнивания соответствует *k*-ой точке срабатывания ($I_{\text{торм}k}$; $I_{\text{диф.сраб}k}$) тормозной характеристики;
- увеличением уровня тока используемого плеча добиться размыкания контакта выходного реле терминала «Контрольный выход». Модуль векторной суммы токов плеч с учетом 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.

2.3.3 Определение величины срабатывания ДЗШ 565

Проверке подлежат все плечи дифференциальной защиты.

Предварительно необходимо выставить актуальные значения уставок:

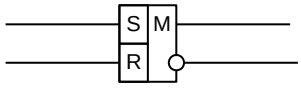
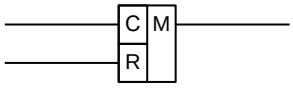
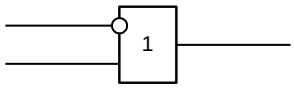
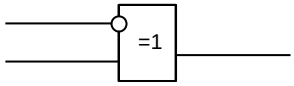
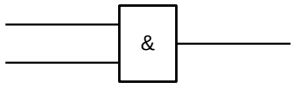
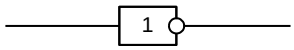
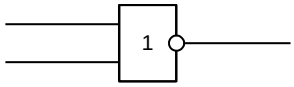
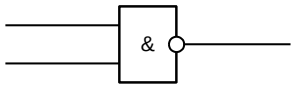
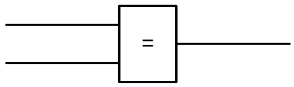
- схемы соединения токовых цепей для каждой стороны;
- коэффициенты выравнивания токов для каждой стороны.

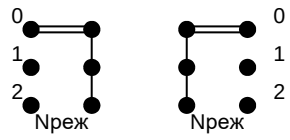
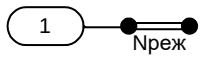
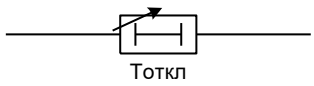
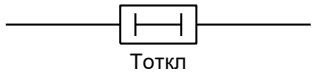
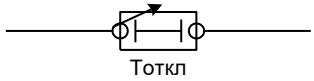
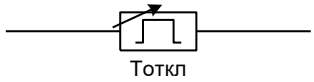
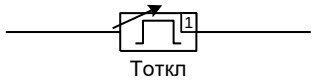
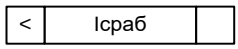
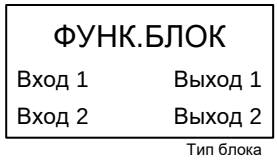
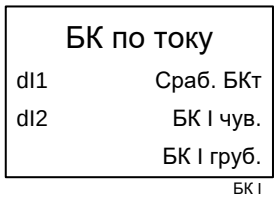
Проверку следует выполнять для каждой фазы отдельно. Фиксация срабатывания осуществляется по факту замыкания контакта выходного реле терминала «Контрольный выход», на которое на время проверки конфигурируется сигнал пуска тормозной характеристики соответствующей фазы (выходные сигналы функционального блока ДЗШ – «Срабатывание»).

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

- конфигурируя на аналоговые входы терминала токи двух плеч с учетом выравнивания добиться равенства нулю дифференциального тока;
- 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 «**Iсраб**»;
- 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.

Приложение А
(обязательное)
Элементы функциональных логических схем

Обозначение	Полное название
 а)	«**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 запоминанием и двумя выходами
 а)	«**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 запоминанием
 а)  б)  в)  г)  д)  е)  ж)	«**Логический элемент**» имеет от 1 до 16 входов и один выход, каждый из которых может быть инвертирован. Обозначения логических операций: - логическое «И» (&); - логическое «ИЛИ» (1); - равно (=). Примеры: а) элемент логического «ИЛИ». Выходной сигнал равен логической единице, если хотя бы на одном входе присутствует логическая единица. И только когда на всех входах логические нули, тогда на выходе – логический нуль; б) элемент «исключающее ИЛИ». Выходной сигнал равен логической единице, когда на входе – нечетное количество единиц. И только когда на входе четное количество единиц, на выходе – логический нуль; в) элемент логического «И». Выходной сигнал равен логической единице, если на всех входах присутствует логическая единица. А если хотя бы на одном входе логический нуль, то на выходе – логический нуль; г) элемент логического «НЕ» или инвертор. Если входной сигнал имеет уровень логического нуля, то выходной сигнал – логическая единица, и наоборот; д) элемент логического «ИЛИ-НЕ». Представляет собой последовательное соединение элементов «ИЛИ» и «НЕ». Если хотя бы на одном входе логическая единица, то на выходе элемента – логический нуль. Если на всех входах логические нули, тогда на выходе – логическая единица; е) элемент логического «И-НЕ». Представляет собой последовательное соединение элементов «И» и «НЕ». Если на всех входах логические единицы, тогда на выходе – логический нуль. А если хотя бы на одном входе логический нуль, то на выходе элемента – логическая единица; ж) элемент равенства. Выходной сигнал равен логической единице, если входные сигналы равны

Обозначение	Полное название
 а) б)  в)	Программная накладка выбора режима работы. Применяются три варианта условного графического изображения элемента: 1) на рисунках а) и б) положение накладки определяет путь прохождения сигнала; 2) на рисунке в) значение накладки логическая единица определяет ввод сигнала. При выводе накладки на схему подается логический нуль. N – буквенное обозначение накладки. Примечание – Обозначения положений накладок: 0 – вывод (нет), 1 – ввод (да)
 а) 200 мс  б)  в)  г)  д)	«**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. Примеры: а) элемент времени[1)] с регулируемой выдержкой времени на срабатывание «**Тоткл**»; б) элемент времени с фиксированной выдержкой времени на срабатывание 200 мс; в) элемент времени на возврат с регулируемой выдержкой времени «**Тоткл**»; г) элемент формирования импульса с регулируемой длительностью «**Тоткл**»; д) элемент ограничения минимальной длительности сигнала. Выдержка «**Тоткл**» регулируется. Буквенное обозначение элемента времени – Т. Примечание – Над элементом «**Выдержка времени**» указывается значение выдержки времени, под элементом – позиционное обозначение
[1)] элемент времени, выдержка времени, таймер	
	«**Измерительный орган**» по типу может быть максимального (>), минимального (<) действия. Для измерительного органа с однозначным или неопределенным типом действия (РНМ) тип действия может не задаваться. Пример: Измерительного органа минимального действия, где «**Iсраб**» – наименование измерительного органа
 а)  б)	«**Функциональный блок**» используется для обозначения на схеме блоков (рисунок а), функциональность которых пояснена в сопроводительной эксплуатационной документации. Пример: на рисунке б) приведен функциональный блок БК по току

Список сокращений

АПВ	- автоматическое повторное включение;
БДО	- быстродействующий орган;
ВВС	- выдержка времени на срабатывание;
ДЗШ	- дифференциальная защита шин;
ИО	- избирательный орган;
ИО1(2)	- избирательный орган 1(2)с.ш.;
ИТТ	- измерительный трансформатор тока (высоковольтный);
КЗ	- короткое замыкание;
КИТЦ	- контроль исправности токовых цепей;
МДО	- медленнодействующий орган;
МТЗ	- максимальная токовая защита;
ОВ	- обходной выключатель;
о.с.ш.	- обходная система шин;
ПЗУ	- постоянное запоминающее устройство;
ПО	- пусковой орган;
ПТЭ	- правила технической эксплуатации;
РНМ	- реле направления мощности;
РПВ	- реле положения «Включено»;
РТ	- реле тока;
РЭ	- руководство по эксплуатации;
СВ	- секционный выключатель;
с.ш.	- система (секция) шин;
УРОВ	- устройство резервирования отказа выключателя;
ЧТО	- чувствительный токовый орган;
ШСВ	- шиносоединительный выключатель;
ФНОП	- фильтр напряжения обратной последовательности;
ФСС	- фильтр симметричных составляющих;
RMS	- действующее значение.

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	изме-ненных	заме-ненных	новых	аннулиро-ванных					
–			все		22	АИПБ.160-2013			
1		все			–	АИПБ.175-2013			
2		все			–	АИПБ.09-2014			01.2014
3		1			–	АИПБ.33-2014			02.2014
4		все			23	АИПБ.134-2015			07.2015
5		все			–	АИПБ.159-2015			08.2015
6		все			25	АИПБ.201-2016			11.2016
7		все			25	АИПБ.207-2017			06.2017
8		1-25	26-29		29	АИПБ.225-2017			08.2017
9		5, 10, 11, 14, 15, 24			–	АИПБ.357-2017			10.2017
10		все	30, 31		31	АИПБ.321-2018			12.2018
11		1-4, 21-23, 26, 30			–	АИПБ.273-2019			07.2020
12		1-4, 8-11, 14-30		31	30	АИПБ.015-2021			01.2021
13		1, 2, 6, 8, 25			–	АИПБ.239-2021			06.2021