Утвержден
АИПБ.656122.011-009 РЭ2-ЛУ

ТЕРМИНАЛ ЗАЩИТЫ ОШИНОВКИ 35-750 кВ ТИПА «ТОР 300 ДЗО 50Х»

Руководство по эксплуатации. Описание функций защит АИПБ.656122.011-009 РЭ2 v21.1

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

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 6
1.2.1 Дифференциальная токовая защита ошиновки (ДЗО) 6
1.2.2 Фиксация присоединений 11
1.2.3 Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ) 13
1.2.4 Расчет среднеквадратического значения токов (RMS) 15
2 Рекомендации по проверке 17
2.1 Общие указания 17
2.2 Меры безопасности 17
2.3 Проверка функций защит 17
2.3.1 Определение величины срабатывания дифференциального органа с торможением 17
2.3.2 Снятие тормозной характеристики 17
Приложение А (обязательное) Элементы функциональных логических схем 19
Список сокращений 21

Настоящее РЭ распространяется на терминалы защиты ошиновок 35-750 кВ и УРОВ типа «ТОР 300 ДЗО 50Х» (далее – устройства или терминалы) и содержит необходимые сведения по 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.

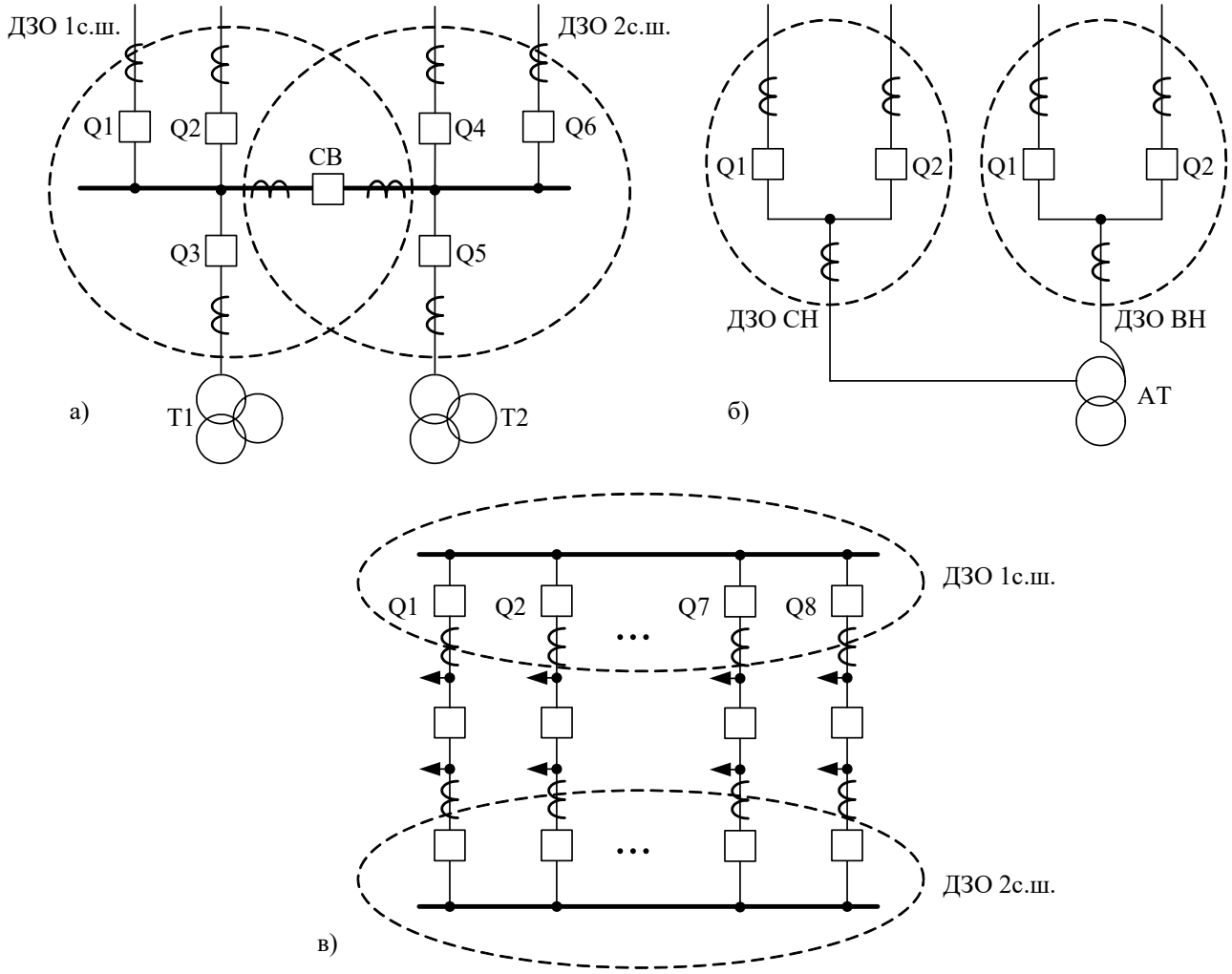
Надежность и долговечность терминала обеспечиваются не только качеством изделия, но и правильным соблюдением режимов и условий транспортирования, хранения, монтажа и эксплуатации. Поэтому выполнение всех требований, изложенных в настоящем документе, является обязательным.

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 ошиновки 35-750 кВ типа «ТОР 300 ДЗО 50Х» предназначен для применения в составе шкафов микропроцессорной защиты ошиновки 35-750 кВ и УРОВ типа «Ш2600 10.50Х». Устройство содержит одну или две трехфазных дифференциальных зоны защиты и предназначено для защиты ошиновки 35-750 кВ, например, ошиновок схемы «мостик», ошиновок автотрансформатора (трансформатора), схемы «четырехугольника», «полуторной» схемы и т.д. (рисунок 1). Также устройство может быть применено для дифференциальной защиты токоограничивающих реакторов 6-35 кВ и шунтирующих реакторов 500-750 кВ. Каждая дифференциальная зона защиты может иметь число присоединений (ИТТ) не более четырех или восьми, в зависимости от модификации терминала.



а) схема «мостик»; б) ошиновка АТ (аналогично – схема «четырехугольника»);
в) «полуторная» схема (аналогично – схема с двумя выключателями на присоединение)

Рисунок 1 – Возможные применения терминала защиты типа «ТОР 300 ДЗО 50Х»

Терминал «ТОР 300 ДЗО 50Х» содержит основную защиту ошиновок с абсолютной селективностью и УРОВ всех присоединений. В состав функций защит входят:

- дифференциальная токовая защита ошиновки (ДЗО) с торможением, трехфазная;
- контроль исправности токовых цепей ДЗО (КИТЦ ДЗО);
- чувствительный токовый орган ДЗО (ЧТО ДЗО);
- 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 функцию 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 ошиновки (ДЗО)

Функциональный блок ИО ДЗО приведен на рисунке 2, его реализация приведена далее.

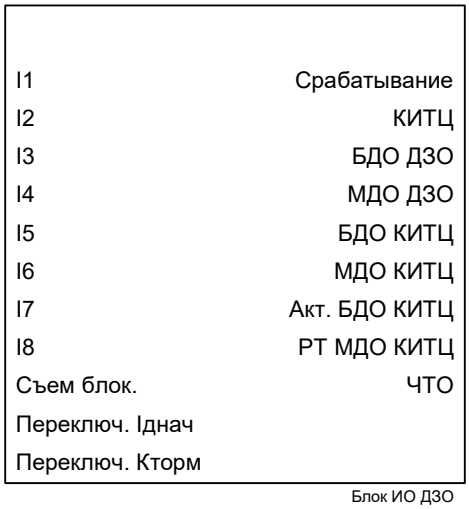


Рисунок 2 – Функциональный блок ИО ДЗО

Таблица 1 – Входы и выходы функционального блока ИО ДЗО

Аналоговые входы	
I1-I8	Токи присоединений Q1-Q8 (одна фаза)
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
Съем блок.	Сброс сигнала неисправности токовых цепей
Переключ. Іднач	Переключение между уставками по начальному дифференциальному току
Переключ. Кторм	Переключение между уставками по коэффициенту торможения
Логические выходы	
Срабатывание	Срабатывание ИО ДЗО (суммарный сигнал)
КИТЦ	Неисправность токовых цепей (суммарный сигнал)
БДО ДЗО	Срабатывание быстродействующего органа ДЗО
МДО ДЗО	Срабатывание медленнодействующего органа ДЗО
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

ДЗО выполнена трехфазной, при этом один терминал «ТОР 300 ДЗО 50Х» защищает все три фазы. Терминалы серии «ТОР 300 ДЗО 50Х» имеют до 24 входов для подключения к восьми трехфазным ИТТ от присоединений Q1-Q8.

Терминал позволяет выполнить селективную защиту одной или двух систем (секций) шин с «жесткой» фиксацией присоединений. Для защиты каждой системы шин он содержит три фазные дифференциальные зоны (рисунок 2).

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

ДЗО каждой фазы содержит основной дифференциальный орган, чувствительный токовый орган и реле дифференциального тока для КИТЦ.

1.2.1.1 Цифровое выравнивание токов

В дифференциальной защите (рисунок 2) реализовано цифровое выравнивание токов плеч. Выравнивание осуществляется приведением измеряемых вторичных токов к единому базису с помощью коэффициентов трансформации, рассчитанных по заданным первичным ($I_{перв1}\ldots I_{перв8}$) и вторичным ($I_{втор1}\ldots I_{втор8}$) 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

$$I_{баз} = \max(I_{перв1}\ldots I_{перв8}).$$

Номинальные токи входов терминала ДЗО, к которым подключены ИТТ присоединений ($I_{терм1}\ldots I_{терм8}$), как правило, задаются равными соответствующим номинальным вторичным токам ($I_{втор1}\ldots I_{втор8}$), 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 ДЗО 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 восьми присоединений в устройстве обозначаются **«Квыр1»** – **«Квыр8»** соответственно и задаются в процентах от базисного тока.

1.2.1.2 Фиксация присоединений

Каждый дифференциальный орган (рисунок 2) позволяет изменять фиксацию токов присоединений, т.е. их включение в свою дифференциальную зону. Каждое из присоединений Q1-Q8 может вводиться или выводиться из расчетов величин для дифференциального органа.

1.2.1.3 Основной дифференциальный орган

Основные дифференциальные органы ДЗО (рисунок 2) предназначены для отключения всех видов КЗ внутри защищаемой зоны и выполнены в виде пофазных ИО для одной зоны защиты.

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

$$i_{\text{диф}} = \frac{i_1 \cdot k_{выр1}}{I_{терм1} \cdot 100\,\%} + \frac{i_2 \cdot k_{выр2}}{I_{терм2} \cdot 100\,\%} + \ldots + \frac{i_{\text{n}} \cdot k_{выр n}}{I_{терм n} \cdot 100\,\%}.$$

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

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

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

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

Структурная схема каждого основного дифференциального органа показана на рисунке 3. 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.

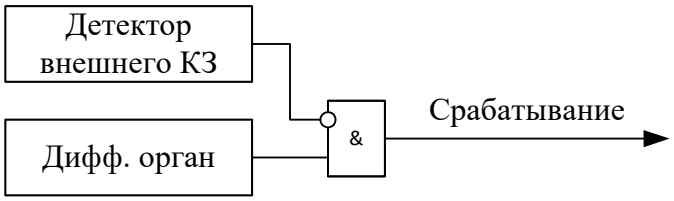


Рисунок 3 – Структурная схема ИО ДЗО

Область срабатывания ИО ДЗО показана в виде тормозной характеристики на рисунке 4. Наклон тормозной характеристики ИО ДЗО определяется с помощью коэффициента торможения $K_{\text{торм}}$, задаваемого уставкой «**Кторм**». Уровень срабатывания горизонтального участка $I_{\text{диф,нач}}$ 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 ИО ДЗО приведен в таблице 2.

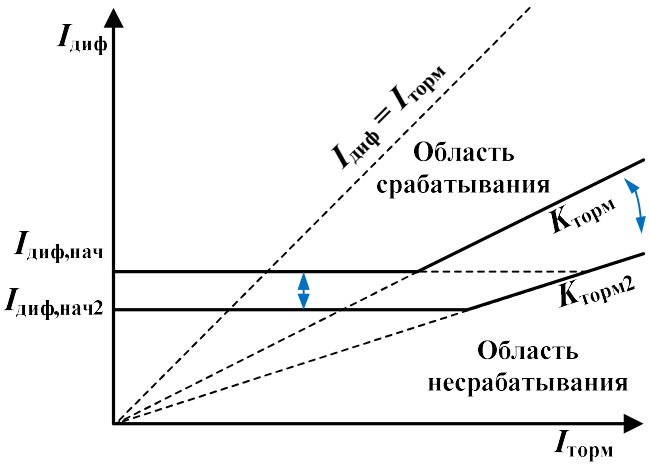


Рисунок 4 – Характеристика срабатывания ИО ДЗО

1.2.1.4 Чувствительные токовые органы (ЧТО)

ЧТО предназначены для автоматического повышения чувствительности ДЗО в цикле АПВ шин и при доотключении присоединений с малым током КЗ, когда чувствительность основных дифференциальных органов ДЗО 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 отстроен от однополярных бросков тока намагничивания, с учетом влияния трансформаторов тока, 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 отстроен от разнополярных бросков тока намагничивания, с учетом влияния трансформаторов тока, 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 ИО ДЗО 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 ДЗО. Каждый орган имеет в своем составе быстродействующий и медленнодействующий канал КИТЦ. Уровни срабатывания обоих каналов регулируются уставкой «**Iобрыв**».

Медленнодействующий канал реагирует на 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 ИО ДЗО 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 ДЗО 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 ДЗО производится по входу «Съем блок.» дифференциального органа (рисунок 2).

1.2.1.6 Уставки дифференциального органа

Таблица 2 – Уставки ИО ДЗО

Наименование уставки	Уставка	Диапазон регулирования	Значение по умолчанию
Коэффициенты выравнивания			
Коэффициент выравнивания тока присоединений Q1-Q8, %	Квыр (1-8)	от 1,0 до 100 (шаг 0,1)	100
Общие уставки			
Начальный дифференциальный ток срабатывания ИО ДЗО, % от $I_{баз}$	Iднач	от 40 до 300 (шаг 1)	120
Начальный дифференциальный ток срабатывания ИО ДЗО в режиме переключения Iднач, % от $I_{баз}$	Iднач2	от 40 до 300 (шаг 1)	120
Коэффициент торможения, %	Кторм	от 25 до 50 (шаг 1)	50
Коэффициент торможения в режиме переключения Кторм, %	Кторм2	от 25 до 50 (шаг 1)	50
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
Ввод действия быстродействующего органа КИТЦ на блокировку (0 – нет, 1 – да)	NбдоКИТЦ	–	0
ВВС при обнаружении неисправности токовых цепей, мс	Тобрыв	от 0 до 60000 (шаг 1)	10000
Примечание – Уставки ИО ДЗО «**Iднач**», «**Iчто**», «**Iобрыв**» задаются в процентах (%) от базисного тока $I_{баз}$, равного максимальному первичному номинальному току ИТТ.			

1.2.1.7 Средняя основная погрешность ИО ДЗО 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 ИО ДЗО 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 ИО ДЗО 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 ИО ДЗО составляет не менее 0,8.

1.2.1.11 Время срабатывания ИО ДЗО при подаче двукратного тока срабатывания (2 $I_{сраб}$) составляет не более 30 мс, включая время работы выходных реле терминала.

1.2.1.12 Время возврата ИО ДЗО при сбросе тока от 10 $I_{сраб}$ 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 ИО дифференциального тока для КИТЦ составляет не более ±10 % от уставки.

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

1.2.1.18 Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО 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 ИО дифференциального тока для КИТЦ составляет не менее 0,8.

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

1.2.1.21 Время возврата ИО 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 ДЗО 50Х».

1.2.2 Фиксация присоединений

Реализация блока приведена на рисунке 5 на примере присоединения Q1. Блок фиксации присоединения имеет скрытые связи «Qx-1с.ш.» и «Qx-2с.ш.» с блоком ИО ДЗО, блоком фиксации «шины-присоединения» (BB2Q) и блоком фиксации «присоединения-шины» (Q2BB).

Функциональный блок фиксации «шины-присоединения» (BB2Q) приведен на рисунке 6, реализация блока приведена на рисунке 7.

Функциональный блок фиксации «присоединения-шины» (Q2BB) приведен на рисунке 8, реализация блока приведена на рисунке 9.

Таблица 3 – Входы и выходы функционального блока фиксации присоединения

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	Отсутствуют
Логические выходы	Отсутствуют

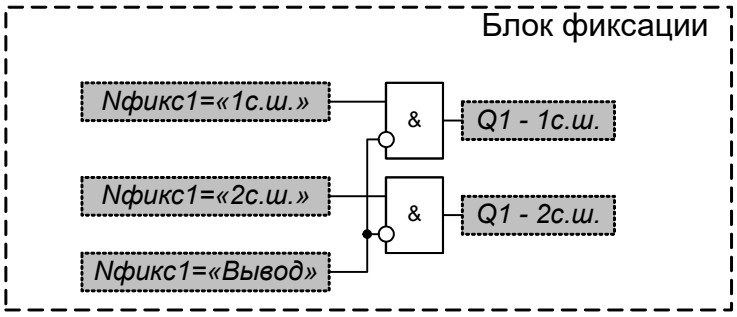


Рисунок 5 – Реализация функционального блока фиксации присоединения Q1

Примечания

1 Изменение фиксации Q2-Q8 аналогично.

2 Положения накладок «**Nфикс1**» – «**Nфикс8**» задаются в уставках терминала и могут быть равны: «0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш.».

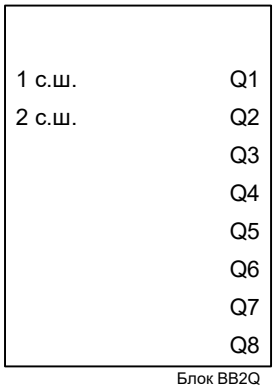


Рисунок 6 – Функциональный блок фиксации «шины-присоединения» (BB2Q)

Таблица 4 – 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-Q8	Сигнал, соответствующий присоединению Q1-Q8

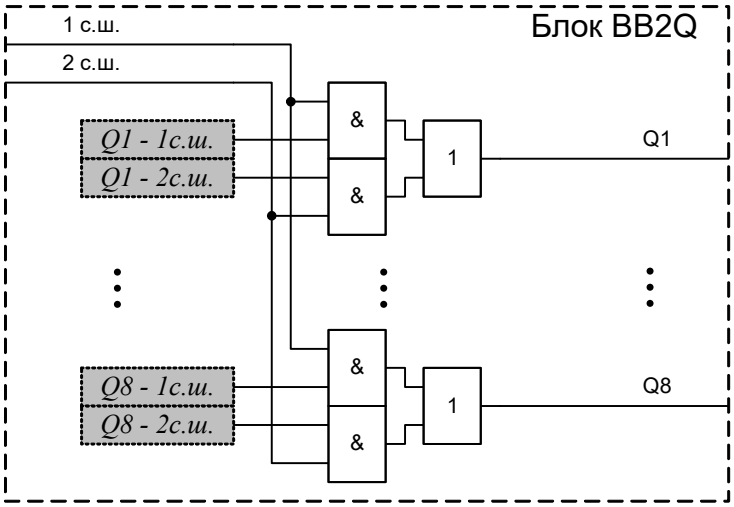


Рисунок 7 – Реализация функционального блока фиксации «шины-присоединения» (BB2Q)

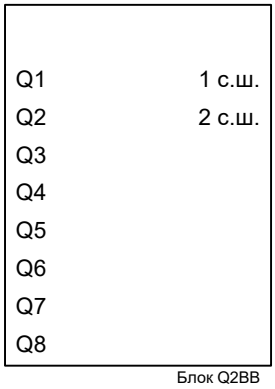


Рисунок 8 – Функциональный блок фиксации «присоединения-шины» (Q2BB)

Таблица 5 – Входы и выходы функционального блока фиксации «присоединения-шины»

Аналоговые входы	Отсутствуют
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
Q1-Q8	Сигнал, соответствующий присоединению Q1-Q8
Логические выходы	
1с.ш.	Сигнал, соответствующий 1с.ш. (например, отключение или др.)
2с.ш.	Сигнал, соответствующий 2с.ш. (например, отключение или др.)

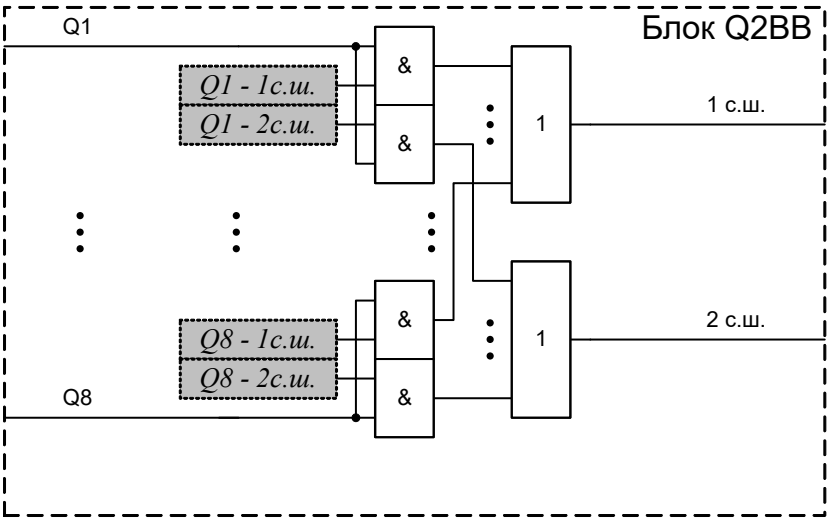


Рисунок 9 – Реализация функционального блока фиксации «присоединения-шины» (Q2BB)

Фиксация присоединений (рисунок 5) определяется программными накладками «**Nфикс1**» – «**Nфикс8**», задаваемыми в уставках терминала. В общем случае, каждое из присоединений может быть зафиксировано с помощью следующих положений накладок: «0 – вывод, 1 – 1с.ш., 2 – 2с.ш.». Влияние положений на выходные сигналы «Qx-1с.ш.» и «Qx-2с.ш.» показано на рисунке 5, влияние на работу дифференциальных органов конфигурируется и описано в АИПБ.656122.011-009.0Х РЭ3 на соответствующую модификацию защиты.

Блок фиксации «шины-присоединения» (BB2Q) 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» (Q2BB) предназначен для определения соответствия между заданным присоединением и системой шин (первой или второй), к которой подключено данное присоединение, с учетом заданной фиксации присоединений.

1.2.3 Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)

1.2.3.1 Принцип работы

Функциональный блок УРОВ приведен на рисунке 10, его реализация приведена на рисунке 11.

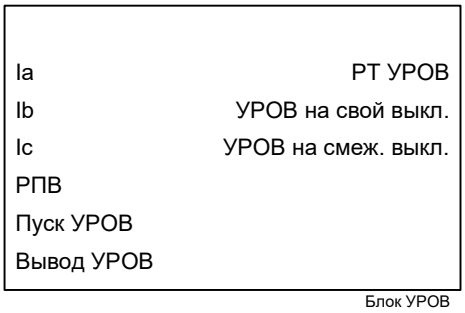


Рисунок 10 – Функциональный блок УРОВ

Таблица 6 – Входы и выходы функционального блока УРОВ

Аналоговые входы	
Ia, Ib, Ic	Фазные токи присоединений
Аналоговые выходы	Отсутствуют
Логические входы	
РПВ	Сигнал включенного положения выключателя
Пуск УРОВ	Пуск УРОВ от защит
Вывод УРОВ	Вывод УРОВ
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

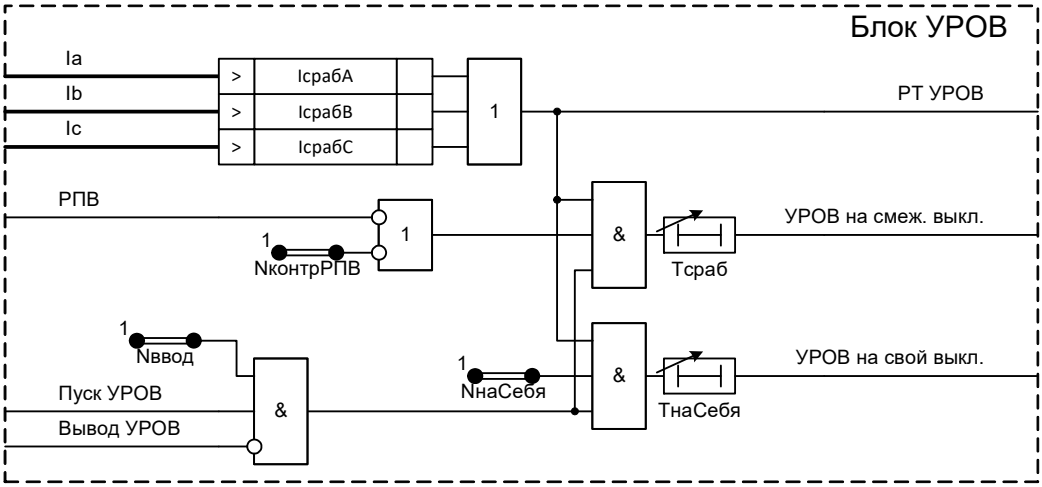


Рисунок 11 – Реализация функционального блока УРОВ

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 три ИО максимального фазного тока, предназначенных для контроля протекания тока через выключатель. Уровень срабатывания ИО 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 7 – Уставки УРОВ

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

1.2.3.2 Средняя основная погрешность по току срабатывания ИО тока УРОВ не превышает ±3 % от уставки.

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

1.2.3.4 Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО 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.

1.2.3.5 Коэффициент возврата ИО тока УРОВ не менее 0,9.

1.2.3.6 Время срабатывания ИО тока УРОВ не превышает 25 мс при подаче двукратного тока срабатывания (2 $I_{сраб}$).

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

1.2.3.8 ИО 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, так как 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.

1.2.4 Расчет среднеквадратического значения токов (RMS)

Функциональный блок RMS приведен на рисунке 19.

Рисунок 19 – Функциональный блок RMS

Таблица 8– Входы и выходы функционального блока RMS

Аналоговые входы	
I	Входной ток
Аналоговые выходы	
I RMS	Среднеквадратическое значение входного тока
Логические входы	Отсутствуют
Логические выходы	Отсутствуют

Блок RMS предназначен для расчета среднеквадратических значений токов по формуле

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

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 приводятся описание проверки функции дифференциальной защиты.

Описания остальных проверок защит приведены в АИПБ.656467.966-10.50Х ИМиТО.

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 ДЗО – «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.

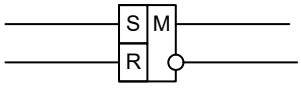
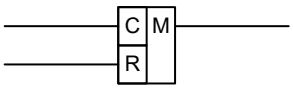
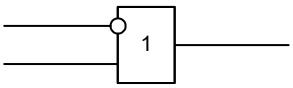
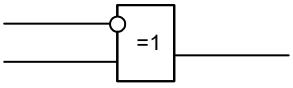
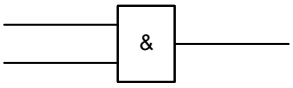
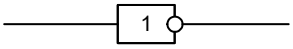
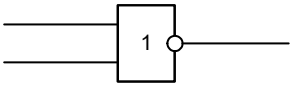
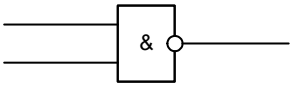
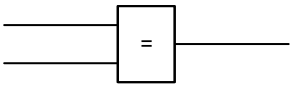
2.3.2 Снятие тормозной характеристики

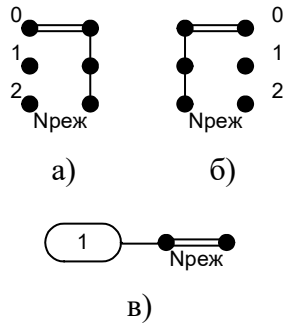
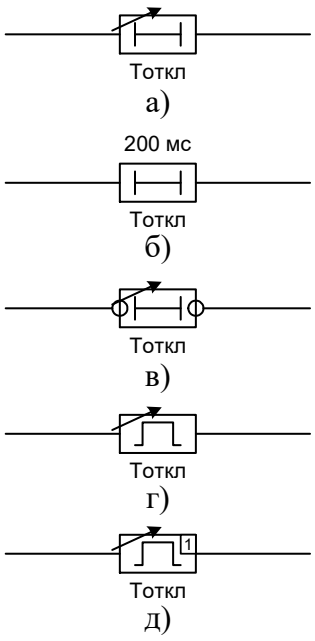
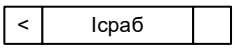
Снимать характеристики следует отдельно для каждой фазы. Фиксация срабатывания осуществляется по факту замыкания выходного реле терминала «Контрольный выход», на которое на время проверки конфигурируется сигнал пуска тормозной характеристики соответствующей фазы (выходные сигналы функционального блока ДЗО – «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 ($I_{\text{торм}k}$; $I_{\text{диф.сраб}}$) 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.

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
	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. Буквенное обозначение накладки – N. Примечание – Обозначения положений накладок: 0 – вывод (нет), 1 – ввод (да)
	«**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: ИО минимального действия, где «**Iсраб**» – наименование измерительного органа
	«**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;
АТ – автотрансформатор;
БК – блокировка при качаниях;
БДО – быстродействующий орган;
ДЗО – дифференциальная защита шин;
ИО – измерительный орган;
ИТТ – измерительный трансформатор тока (высоковольтный);
ИЧМ – интерфейс «человек-машина»;
КЗ – короткое замыкание;
КИТЦ – контроль исправности токовых цепей;
МДО – медленнодействующий орган;
МТЗ – максимальная токовая защита;
ПЗУ – постоянное запоминающее устройство;
ПТЭ – правила технической эксплуатации;
РЗА – релейная защита и автоматика;
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.

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		19	АИПБ.160-2013			
1		все			–	АИПБ.175-2013			
2		все			–	АИПБ.09-2014			01.2014
3		1			–	АИПБ.33-2014			02.2014
4		все			–	АИПБ.52-2014			02.2014
5		все			20	АИПБ.134-2015			07.2015
6		все			–	АИПБ.160-2015			08.2015
7		1			–	АИПБ.217-2015			10.2015
8		все			–	АИПБ.197-2016			09.2016
9		все			–	АИПБ.279-2017			10.2017
10		1-20	21, 22		22	АИПБ.32-2019			02.2019
11		1, 2, 4, 6, 7, 10, 15, 17, 20-22			–	АИПБ.160-2020			06.2020
12		1			–	АИПБ.153-2021			04.2021