

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Центра применения  
продукции  
ООО «ИЦ «Бреслер»  
\_\_\_\_\_ В.А. Ефремов  
“ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ШКАФ НАПРАВЛЕННОЙ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ  
ЗАЩИТЫ ЛИНИИ СЕРИИ «БРЕСЛЕР ШЛ 2607»**

**Руководство по эксплуатации**

**АИПБ.656467.003-07 РЭ**

Инв.№ подл. 091075	Подпись и дата 13.10.2009	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
-----------------------	------------------------------	--------------	--------------	----------------

# ВНИМАНИЕ!

*До изучения настоящего Руководства по эксплуатации изделие не включать!*

## Содержание

О данном руководстве .....	4
1 Описание и работа шкафа .....	6
1.1 Назначение шкафа .....	6
1.1.1 Состав направленной высокочастотной защиты .....	6
1.1.2 Функциональное назначение .....	6
1.1.3 Условия работы изделия .....	7
1.1.4 Допустимые механические воздействия .....	7
1.1.5 Изоляция шкафа .....	7
1.2 Основные технические данные и характеристики устройства .....	8
1.2.1 Основные параметры устройства .....	8
1.2.2 Сопротивление изоляции устройства .....	8
1.2.3 Цепи оперативного питания устройства .....	8
1.2.4 Электромагнитная совместимость устройства .....	9
1.2.5 Характеристики дискретных входов устройства .....	10
1.2.6 Коммутационная способность контактов выходных реле .....	10
1.2.7 Цепи переменного тока .....	10
1.2.8 Потребляемая мощность .....	10
1.2.9 Надежность .....	11
1.3 Состав шкафа и конструктивное выполнение .....	11
1.3.1 Конструктивное исполнение шкафа .....	11
1.3.2 Схемы шкафа .....	13
1.4 Основные технические данные и характеристики терминала .....	13
1.4.1 Назначение и терминала .....	13
1.4.2 Конструктивное исполнение терминала .....	14
1.4.3 Светодиодная индикация .....	15
1.4.4 Интерфейс связи .....	16
1.5 Принцип действия .....	17
1.5.1 Перечень и принцип действия измерительных органов защиты .....	17
1.5.2 Работа блокирующих ИО и пуск ВЧ-передатчика .....	25
1.5.3 Блокировка при качаниях .....	27
1.5.4 Пуск на срабатывание защиты .....	28
1.5.5 Срабатывание защиты .....	29
1.5.6 Определение КЗ в линии .....	29
1.5.7 Блокировка при неисправности цепей напряжения .....	30
1.5.8 Устройство резервирования при отказе выключателя .....	32
1.5.9 Ускорение при включении выключателя .....	33
2 Использование по назначению .....	35
2.1 Эксплуатационные ограничения .....	35
2.2 Подготовка изделия к эксплуатации .....	35
2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия к использованию .....	35
2.2.2 Внешний осмотр, порядок установки шкафа .....	35
2.2.3 Установка, монтаж и подключение приёмопередатчика .....	35
2.2.4 Монтаж шкафа .....	37
2.2.5 Подготовка шкафа к работе .....	37

Инд. № подл.	091075
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подпись и дата	13.10.2009
Подпись и дата	

					<i>АИПБ 656467.003-07 РЭ</i>			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата				
Разраб.					Руководство по эксплуатации шкафа серии Бреслер ШЛ 2607	Лит.	Лист	Листов
Пров.							2	71
Н. контр.								
Утв.								

2.2.6	Указания по вводу шкафа в эксплуатацию .....	37
2.2.7	Проверка сопротивления изоляции шкафа.....	37
2.2.8	Проверка шкафа рабочим током .....	38
2.2.9	Проверка правильности подключения цепей тока и напряжения.....	38
2.2.10	Проверка правильности включения БНН.....	38
2.2.11	Проверка поведения защиты при отключении цепей напряжения.....	39
2.2.12	Проверка поведения защиты при снятии и подаче напряжения оперативного постоянного тока .....	39
2.2.13	Проверка обмена ВЧ-сигналами с противоположным концом линии .....	39
2.3	Структура пользовательского интерфейса .....	39
2.3.1	Пользовательский интерфейс .....	39
2.3.2	Назначение кнопок управления.....	40
2.3.3	Режим ожидания .....	40
2.3.4	Меню пользовательского интерфейса .....	40
2.3.5	Журнал записей.....	41
2.3.6	Журнал событий.....	42
2.3.7	Текущий режим.....	43
2.3.8	Уставки.....	44
2.3.9	Осциллограф.....	44
2.3.10	Тестирование .....	44
2.3.11	Общие сведения о терминале .....	45
2.4	Возможные неисправности и методы их устранения .....	50
2.4.2	Коды неисправностей .....	51
2.4.3	Действия устройства при обнаружении неисправности .....	52
2.4.4	Устранение неисправности .....	52
3	Техническое обслуживание изделия.....	54
3.1	Рекомендуемый перечень работ при техническом обслуживании.....	54
3.2	Профилактический контроль .....	56
3.3	Профилактическое восстановление.....	56
3.4	Меры безопасности .....	56
3.5	Утилизация изделия .....	57
4	Транспортировка и хранение.....	58

Иnv.№ одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Иnv. № дубл.	Подпись и дата
09853	31.07.09			
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

## О данном руководстве

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) распространяется на шкаф направленной высокочастотной защиты линии серии «Бреслер ШЛ 2607» (именуемое далее «устройство защиты» или НВЧЗ) и содержит необходимые сведения по эксплуатации и обслуживанию устройства.

Настоящее РЭ разработано в соответствии с требованиями технических условий устройства защиты «Бреслер ШЛ 2607» – ТУ 3433-009-54080722-05.

До включения устройства в работу необходимо ознакомиться с настоящим РЭ.

Надежность и долговечность устройства 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.

**Устройство защиты представляет собой совокупность микропроцессорного многофункционального терминала защиты, аппаратно-программных средств, комплектуемых согласно проекта для конкретного объекта, аппаратуры высокочастотной связи (ВЧ-связи) и средств связи с ЭВМ. Возможна поставка устройства, как в виде шкафа, так и в виде терминала защиты, поэтому, если нет специальных оговорок, пункты данного РЭ распространяются и на шкаф и на терминал защиты.**

Сокращения, используемые в тексте:

АПВ	автоматическое повторное включение
АСУ	автоматизированная система управления
АЦП	аналого-цифровой преобразователь
БИ	блок испытательный
БК	блокировка при качаниях
БНН	блокировка при неисправности цепей напряжения
БП	блок питания
ВЛ	воздушная линия
ВЧ	высокочастотный
ВЧТО	высокочастотный сигнал телеотключения
ГОСТ	государственный стандарт
ДЗШ	дифференциальная защита шин
ИО	измерительный орган
ИЧМ	интерфейс «человек-машина»
КЗ	короткое замыкание
ЛЭП	линия электропередачи
МППЧ	магнитное поле промышленной частоты
МЭК	Международная Электротехническая Комиссия
НЗ	нормально замкнутый (контакт)
НВЧЗ	направленная высокочастотная защита линии
НКУ	низковольтное комплектное устройство
НО	нормально открытый (контакт)
НТД	нормативно-техническая документация
ОВ	обходной выключатель
п/к	полукомплект
ПА	противоаварийная автоматика
ПО	программное обеспечение
ПТЭ	правила технической эксплуатации
ПЭВМ	персональная ЭВМ (персональный компьютер)

Инд. № одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	<i>АИПБ.656467.003-07 РЭ</i>	Лист
						4

РД	руководящий документ
РЗА, РЗиА	релейная защита и автоматика
РКВ	реле команды «Включить»
РНМНП	реле направления мощности нулевой последовательности
РНМОП	реле направления мощности обратной последовательности
РПВ	реле положения «Включено»
РТ	реле тока
РЭ	руководство по эксплуатации
с.ш.	система (секция) шин
ТАПВ	трехфазное автоматическое повторное включение
ТН	трансформатор напряжения
ТО	техническое обслуживание
ТТ	трансформатор тока
ТУ	технические условия
УРОВ	устройство резервирования отказа выключателя
ФАС	фильтр аварийных составляющих
ЦП	центральный процессор
ШЛ	шкаф линейный
ШОН	шунт отбора напряжения
ЭВМ	электронно-вычислительная машина
ЭМВ	электромагнит включения
ЭМО	электромагнит отключения
DSP	цифровой сигнальный процессор
±ЕС	напряжение оперативного постоянного тока (шинки управления)
±ЕН	напряжение шинки сигнализации
ЕНР	предупредительная сигнализация
ЕНА	аварийная сигнализация
НЛ	лампа сигнализации
SG	блок испытательный
SA	оперативный переключатель, ключ
SB	оперативная кнопка
SF	автоматический выключатель

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
09853				
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

Подпись и дата

Инд. № дубл.

Взам. инв. №

31.07.09

09853

# 1 Описание и работа шкафа

## 1.1 Назначение шкафа

### 1.1.1 Состав направленной высокочастотной защиты

Устройство защиты типа «Бреслер ШЛ 2607» содержит полукомплект направленной высокочастотной защиты линии (далее «ВЧ-защита» или «защита») с абсолютной селективностью и предназначено для защиты двухконцевых или многоконцевых линий электропередачи (ЛЭП) напряжением 110-330 кВ.

Защита состоит из двух и более полукомплектов, устанавливаемых по концам воздушной линии (ВЛ). Устройство полукомплекта защиты для одной стороны ВЛ состоит из терминала защиты (релейная часть) и соответствующей аппаратуры ВЧ-связи (высокочастотная часть), обеспечивающей передачу высокочастотных сигналов (ВЧ-сигналов) на другую сторону защищаемой линии (или другие стороны, если это обусловлено условиями обеспечения селективности) по фазным проводам или по проводящим тросам (рисунок 1).

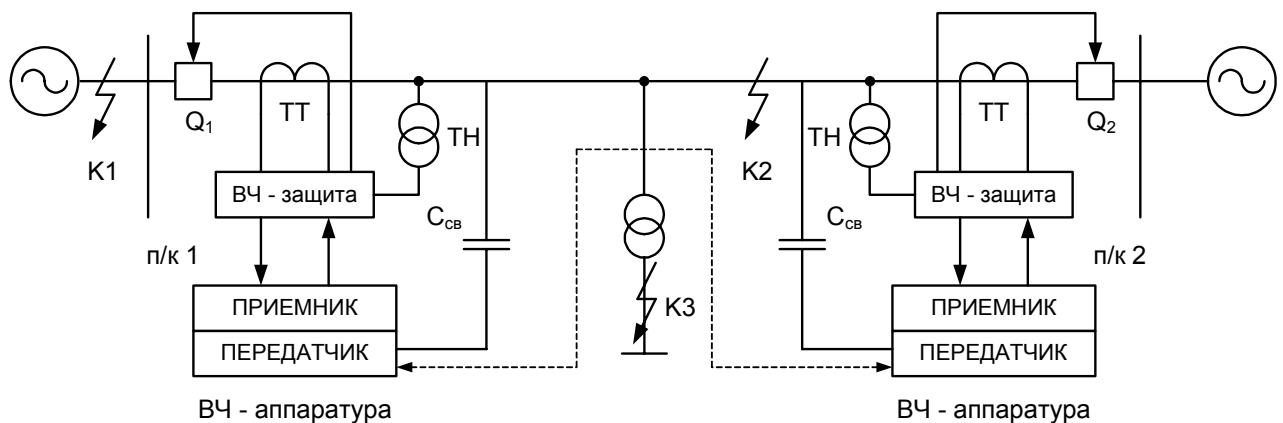


Рисунок 1 – Взаимодействие полукомплектов ВЧ-защиты

В состав релейной части входит микропроцессорный терминал «Бреслер ТЛ 2607». Высокочастотная часть защиты состоит из приёмопередатчика, аппаратуры, а также канала (линии) связи и соответствующей высоковольтной части. Приёмопередатчик обеспечивает автоматический контроль канала связи.

Устройство предназначено для совместной работы с ВЧ-приёмопередатчиком ПВЗУ-Е. Установка и монтаж высокочастотной аппаратуры на шкаф должны производиться непосредственно на месте эксплуатации шкафа в соответствии с п. 2.2.3 настоящего РЭ.

### 1.1.2 Функциональное назначение

Функциональное назначение устройства отражается в структуре его условного обозначения, приведенной ниже.

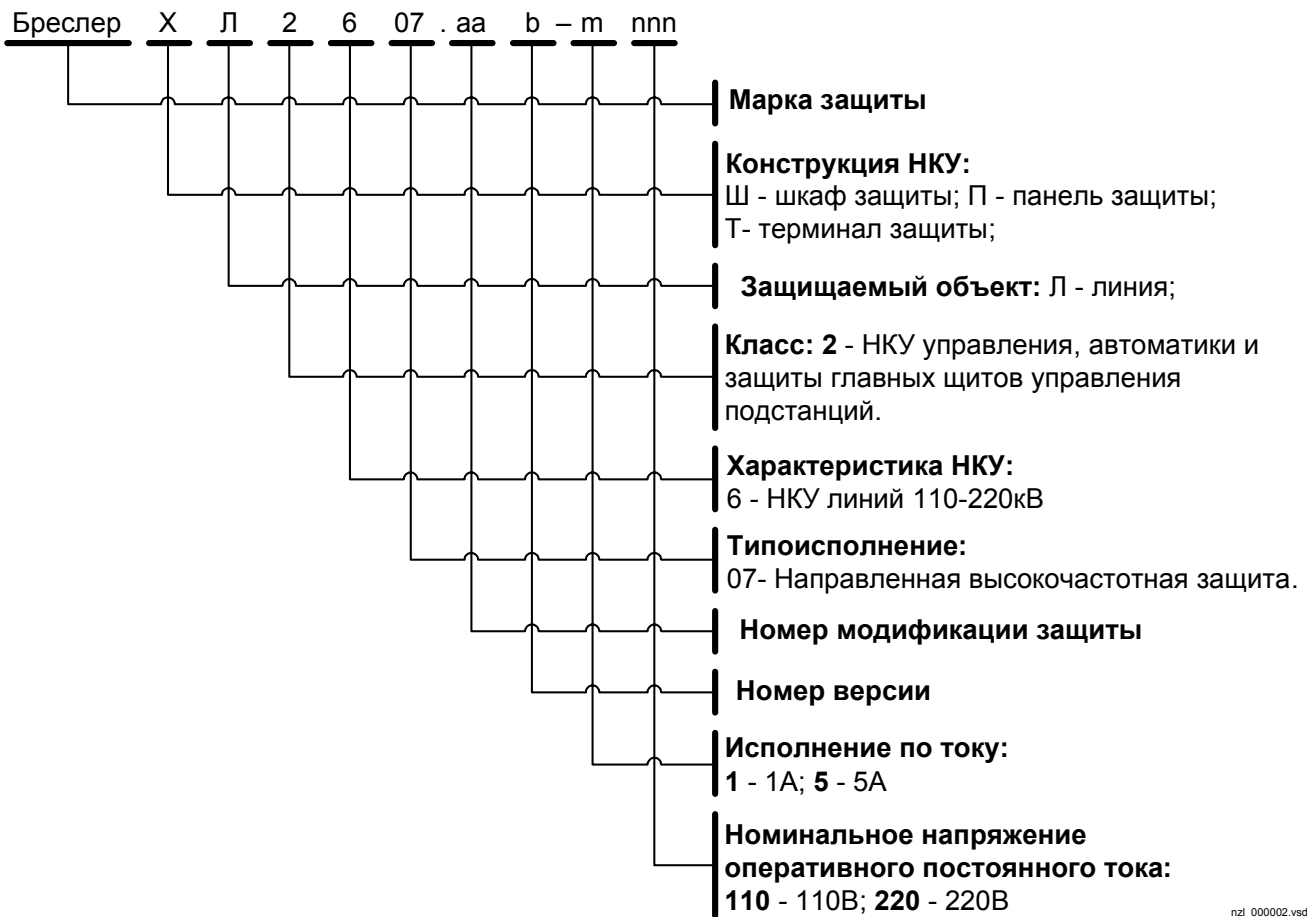
Пример записи обозначения шкафа направленной высокочастотной защиты линии на номинальный переменный ток 5 А, номинальное напряжение переменного тока 100 В частоты 50 Гц и номинальное напряжение оперативного постоянного тока 220 В при наличии в шкафу терминала защиты «Бреслер ШЛ 2607» модификации 01, версией аппаратно-программного обеспечения 1 при его заказе и в документации другого изделия для поставок в Российскую Федерацию:

«Шкаф защиты серии Бреслер ШЛ 2607.011 – 5 220»

Устройство защиты функционирует на двухконцевых ВЛ как с ответвительными, так и без ответвительных подстанций, оборудованных устройствами трёхфазного автоматического повторного включения (ТАПВ). Устройство может быть использовано на многоконцевых ВЛ с установкой терминалов с функцией блокирующих реле на всех или некоторых концах ВЛ и на линиях внешнего электроснабжения тяговой нагрузки.

Инд. № одл.	09853
Подпись и дата	31.07.09
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата



nzi\_000002.vsd

Рисунок 2 – Пример условного обозначения

### 1.1.3 Условия работы изделия

#### 1.1.3.1 Устройство предназначено для работы в следующих условиях:

Номинальное значение климатических факторов по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1 (МЭК 721-2-1-82) для климатического исполнения УХЛ:

- высота над уровнем моря – не более 2000 м;
- верхнее рабочее и эффективное значения температуры окружающего воздуха принимается равным +40 °С;
- нижнее значение температуры окружающего воздуха принимается равным +5 °С (без выпадения инея и росы (влаги));
- верхнее значение относительной влажности воздуха 80 % при температуре (20±5) °С;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих изоляцию и металл;
- место установки устройства защиты должно быть защищено от попадания брызг воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации.

Рабочее положение составляющих устройства защиты в пространстве – вертикальное. Допускается отклонение от рабочего положения до 5° в любую сторону.

Степень загрязнения 1 по ГОСТ Р 51321 – загрязнение отсутствует или имеется только сухое непроводящее загрязнение.

#### 1.1.4 Допустимые механические воздействия

В части воздействия факторов внешней среды устройство (шкаф и терминал защиты) удовлетворяет требованиям группы механического исполнения М39 по ГОСТ 17516.1. При этом уровень вибрационных нагрузок от 10 до 100 Гц с ускорением 0,7 g.

#### 1.1.5 Изоляция шкафа

Шкаф защиты с двух сторон имеет двери, обеспечивающие двухстороннее обслуживание установленной в нем аппаратуры. Оболочка шкафа имеет степень защиты от прикосновения к токоведущим частям и попадания твердых посторонних тел IP 20 по ГОСТ 14254, а клеммники терминала «Бреслер ТЛ 2607» и переключатели на двери шкафа – IP 00.

Инд. № одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

АИПБ.656467.003-07 РЭ

Лист

7

## 1.2 Основные технические данные и характеристики устройства

### 1.2.1 Основные параметры устройства

Номинальные параметры устройства указаны в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Номинальные параметры устройства

Параметр	Значение
Номинальный переменный ток $I_{ном}$ , А	1 или 5
Номинальное фазное напряжение переменного тока $U_{ном}$ , В	$100/\sqrt{3}$
Номинальное напряжение оперативного постоянного тока $U_{пит}$ , В	110 или 220
Номинальная частота, Гц	50
Номинальный ток ШОН, мА	75 или 150

По согласованию с заказчиком номинальное напряжение оперативного постоянного тока  $U_{пит}$  может быть изменено в пределах от 24 до 300 В, если это необходимо для реализации конкретного проекта. Общий вид, габаритные, установочные размеры терминала приведены на рисунке В1 в приложении Б, шкафа – на рисунке В1 в приложении В.

1.2.1.1 Устройство не перезагружается при просадке оперативного питания до  $0,4 U_{пит}$ .

1.2.1.2 Рабочий диапазон по цепям переменного тока находится в пределах от 0,1 до  $30 I_{ном}$ , а по цепям переменного напряжения – от 0 до  $1,1 U_{ном}$ . Цепи переменного напряжения выдерживают  $2,5 U_{ном}$  в течении 10 с.

Элементы устройства, в нормальном режиме обтекаемые током, длительно выдерживают 200 % номинальной величины переменного тока, 120 % напряжения оперативного постоянного тока, 120 % номинальной величины переменного напряжения.

### 1.2.2 Сопротивление изоляции устройства

1.2.2.1 Сопротивление изоляции всех элементов независимых цепей терминала защиты и устройства защиты, кроме цепей постоянного тока напряжением до 24 В и портов последовательной связи, относительно корпуса и всех независимых цепей между собой в обесточенном состоянии при температуре окружающего воздуха  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 80 % не менее 10 МОм.

**Характеристики и параметры устройства защиты, приводимые в тексте без особых оговорок, соответствуют температуре окружающего воздуха  $(20\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ , относительной влажности до 80 %, номинальной частоте переменного тока 50 Гц и номинальному напряжению оперативного постоянного тока.**

#### 1.2.2.2

1.2.2.3 Электрическая изоляция между всеми независимыми цепями терминала защиты и устройства защиты относительно корпуса и всех независимых цепей между собой, кроме цепей постоянного тока напряжением до 24 В и портов последовательной связи, выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 2000 В (эффективное значение) переменного тока частоты 50 Гц в течение 1 мин. При повторных испытаниях испытательное напряжение не превышает 85 % от указанного значения.

1.2.2.4 Измерение сопротивления изоляции в процессе эксплуатации терминала производится согласно правилам технической эксплуатации (ПТЭ).

1.2.2.5 Электрическая изоляция внутренних измерительных и логических цепей, а также цепей цифровых связей относительно корпуса и других независимых цепей, выдерживает без повреждений испытательное напряжение действующим значением 0,5 кВ частоты 50 Гц в течение 1 мин.

### 1.2.3 Цепи оперативного питания устройства

1.2.3.1 Питание устройства защиты осуществляется от цепей оперативного постоянного тока. Микроэлектронная часть устройств гальванически отделена от источника оперативного постоянного тока.

Интв.№ одл.	09853
Подпись и дата	31.07.09
Взам. инв. №	
Инв. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	<i>АИПБ.656467.003-07 РЭ</i>	Лист
						8

1.2.3.2 Рабочий диапазон напряжения оперативного постоянного тока от 0,8 до 1,1  $U_{ном}$ . Допускается наличие синусоидальной составляющей с амплитудой до 6 % от среднего значения, имеющей частоту второй гармоники промышленной частоты.

1.2.3.3 Контакты выходных реле устройства защиты не замыкаются ложно при подаче и снятии напряжения оперативного постоянного тока с перерывом любой длительности. Длительность однократных перерывов питания устройства, с последующим его восстановлением, в условиях отсутствия требований к срабатыванию защиты:

- до 300 мс – без перезапуска устройства защиты;
- свыше 300 мс – с перезапуском устройства защиты в течение времени не более 12 с.

1.2.3.4 Контакты выходных реле устройства защиты не замыкаются ложно при подаче и снятии напряжения оперативного постоянного тока с перерывом любой длительности.

1.2.3.5 Контакты выходных реле шкафа и терминала не замыкаются ложно, а аппаратура защиты не повреждается при подаче напряжения оперативного постоянного тока обратной полярности.

#### 1.2.4 Электромагнитная совместимость устройства

1.2.4.1 Защиты и устройства шкафа устойчивы к повторяющимся затухающим колебаниям частотой 1 МГц по ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12-95) при степени жесткости испытаний 3.

Критерий качества функционирования защит шкафа при воздействии помех – А по ГОСТ Р 51317.4.12 (МЭК 61000-4-12-95).

1.2.4.2 Защиты шкафа устойчивы к наносекундным импульсным помехам по ГОСТ Р 51317.4.4 (МЭК 61000-4-4-95) при степени жесткости испытаний 4.

Критерий качества функционирования защит шкафа при воздействии помех – А по ГОСТ Р 51317.4.4 (МЭК 61000-4-4-95).

1.2.4.3 Защиты шкафа устойчивы к электростатическим разрядам по ГОСТ Р 51317.4.2 (МЭК 61000-4-2-95) при степени жесткости испытаний 4.

Критерий качества функционирования защит шкафа при воздействии помех – А по ГОСТ Р 51317.4.2 (МЭК 61000-4-2-95).

1.2.4.4 Защиты шкафа устойчивы к микросекундным импульсным помехам большой энергии по ГОСТ Р 51317.4.5 (МЭК 61000-4-5-95) при степени жесткости испытаний 4.

Критерий качества функционирования защит шкафа при воздействии помех – А по ГОСТ Р 51317.4.5 (МЭК 61000-4-5-95).

1.2.4.5 Шкаф устойчив к воздействию магнитного поля промышленной частоты (МППЧ) по ГОСТ Р 50648 (МЭК 1000-4-8-93) при степени жесткости 4

- 30 А/м для непрерывного магнитного поля;
- 300 А/м для кратковременного магнитного поля.

Критерий качества функционирования защит шкафа при воздействии МППЧ – по ГОСТ 29280.

1.2.4.6 Шкаф устойчив к воздействию импульсного магнитного поля 300 А/м по ГОСТ 29280 при степени жесткости испытаний 4.

Критерий качества функционирования защит шкафа при испытаниях на устойчивость к воздействию импульсного магнитного поля А по ГОСТ 29280.

1.2.4.7 Шкаф устойчив к воздействию радиочастотного электромагнитного поля по ГОСТ Р 51317.4.3 (МЭК 61000-4-3-95) при степени жесткости испытаний 3.

Критерий качества функционирования защит шкафа при воздействии радиочастотного электромагнитного поля – А по ГОСТ Р 51317.4.3 (МЭК 61000-4-6-96).

1.2.4.8 Шкаф устойчив к динамическим изменениям напряжения электропитания по ГОСТ Р 51317.4.11 (МЭК 61000-4-11-95) при степени жесткости испытаний 4.

1.2.4.9 Шкаф устойчив к воздействию кондуктивными помехами, наведенными радиочастотными электромагнитными полями по ГОСТ Р 51317.4.6 при степени жесткости испытаний 3.

Инд. № одл.	31.07.09	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	<i>АИПБ.656467.003-07 РЭ</i>	Лист
						9

### 1.2.5 Характеристики дискретных входов устройства

1.2.5.1 Номинальный уровень «1» дискретного входа +220 В (может быть изменен в соответствии с картой заказа). Гарантированный уровень «0» составляет 143 В.

1.2.5.2 Дискретные входы выдерживают длительное превышение напряжения на 20 % относительно номинальной величины.

1.2.5.3 При  $U_{ном} = 220$  В величина импульса тока при подаче напряжения 220 В составляет 50 мА в течение 200 мс. В дальнейшем дискретный вход потребляет 3 мА.

1.2.5.4 При  $U_{ном} = 110$  В величина импульса тока при подаче напряжения 110 В составляет 50 мА в течение 200 мс. В дальнейшем дискретный вход потребляет 3 мА.

1.2.5.5 При  $U_{ном} = 24$  В, 36 В, 48 В постоянное потребление дискретного входа составляет 22 мА, 17 мА, 11 мА.

1.2.5.6 Порог срабатывания дискретных входов находится в пределах от  $0,65 U_{пит}$  до  $0,75 U_{пит}$ . Ссылка

1.2.5.7 В некоторых проектах для контроля протекания тока в цепях электромагнитов отключения и включения могут быть предусмотрены дискретные входы, порог срабатывания которых находится около 5 В.

### 1.2.6 Коммутационная способность контактов выходных реле

1.2.6.1 Коммутационная способность контактов выходных реле, действующих на включение и отключение выключателя в цепях постоянного тока с индуктивной нагрузкой и постоянной времени, не превышающей 40 мс, 1/0,4/0,2/0,15 А при напряжении соответственно 48/110/220/250 В.

1.2.6.2 Контакты допускают включение цепей с током:

- до 10 А в течение 3000 мс;
- до 30 А в течение 200 мс;
- до 40 А в течение 30 мс.

1.2.6.3 Длительно допустимый ток через контакты 8 А.

1.2.6.4 Коммутационная износостойкость контактов не менее 50000 циклов.

1.2.6.5 Коммутационная способность контактов выходных реле, действующих во внешние цепи постоянного тока с индуктивной нагрузкой и постоянной времени, не превышающей 20 мс, не менее 30 Вт при токе 1/0,4/0,2/0,15 А и напряжении соответственно 48/110/220/250 В.

1.2.6.6 Коммутационная износостойкость контактов не менее:

- 10000 циклов при  $\tau = 5$  мс,
- 6500 циклов при  $\tau = 20$  мс.

1.2.6.7 Коммутационная способность контактов реле, действующих на цепи внешней сигнализации, не менее 30 Вт в цепях постоянного тока с индуктивной нагрузкой с постоянной времени, не превышающей 5 мс, при напряжении от 24 до 250 В или при токе до 2 А.

### 1.2.7 Цепи переменного тока

1.2.7.1 Аналоговые входные цепи устройства защиты имеют гальваническую развязку от внутренних цепей с помощью промежуточных трансформаторов тока и напряжения.

1.2.7.2 Рабочий диапазон по цепям переменного тока должен находиться в пределах от 0,1 до  $40 I_{ном}$ , а по цепям переменного напряжения – от 0 до  $1,2 U_{ном}$ .

1.2.7.3 Входные цепи переменного тока защиты выдерживают без повреждения сорокакратный номинальный ток в течение 1 с.

1.2.7.4 Термическая стойкость цепей напряжения устройства защиты, подключаемых к обмоткам «разомкнутого треугольника» трансформатора напряжения, обеспечивается при напряжении до 180 В в течение 6 с. Цепи переменного напряжения «звезды» должны выдерживать  $2,5 U_{ном}$  в течение 10 с. Термическая стойкость цепей устройства защиты, подключаемых к шунту отбора напряжения (ШОН) должна обеспечиваться при токе 500 мА в течение 10 с.

### 1.2.8 Потребляемая мощность

Потребляемая мощность указана в таблице 1.2.

Инв. № одл.	09853	Подпись и дата	
		Взам. инв. №	
		Инв. № дубл.	
		Подпись и дата	31.07.09

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	АИПБ.656467.003-07 РЭ	Лист
						10

Таблица 1.2 – Потребляемая мощность

Потребляющий элемент	Потребляемая мощность
1) по цепям переменного напряжения, ВА/фазу	0,1
2) по цепям переменного тока в симметричном режиме, ВА/фазу	
при $I_{НОМ} = 1 \text{ А}$	0,2
при $I_{НОМ} = 5 \text{ А}$	0,5
3) по цепям напряжения оперативного постоянного тока, Вт:	
терминала (без плат выходов)	25
на один комплект выходных реле в режиме срабатывания	16
по цепям сигнализации в режиме срабатывания	4
потребление приёмопередатчика	20
4) лампа внутреннего освещения шкафа (~220В), Вт	20

### 1.2.9 Надежность

1.2.9.1 Средний срок службы устройства без аппаратуры ВЧ-связи составляет не менее 20 лет при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию с заменой, при необходимости, материалов и комплектующих, имеющих меньший срок службы.

1.2.9.2 Показателем безотказности устройства защиты является средняя наработка на отказ, составляющая не меньше 25000 ч.

1.2.9.3 Среднее время восстановления работоспособного состояния не более 2 часов при наличии запасных элементов.

1.2.9.4 Средний гарантийный срок сохранности – 2 года.

1.2.9.5 Класс покрытия поверхности шкафа по ГОСТ 9.032 и в соответствии с документацией предприятия-изготовителя.

1.2.9.6 В соответствии с ГОСТ Р 5132.1 в шкафу обеспечивается непрерывность цепи защитного заземления. При этом электрическое сопротивление, измеренное между болтом для заземления шкафа и любой заземляемой металлической частью, не превышает 0,1 Ом.

1.2.9.7 Конструкция шкафа обеспечивает воздушные зазоры и длину пути утечки между контактными зажимами шкафа, а также между ними и корпусом не ниже 3 мм по воздуху и 4 мм по поверхности.

1.2.9.8 Содержание драгоценных металлов в диодах, микросхемах и в других комплектующих изделиях соответствует указанному в технической документации их предприятий-изготовителей.

### 1.3 Состав шкафа и конструктивное выполнение

1.3.1 Конструктивное исполнение шкафа

1.3.1.1 Шкаф представляет собой металлоконструкцию из специализированного профиля, изготавливаемую для реализации конкретного проекта. Конструктивное исполнение согласовывается с заказчиком на этапе подготовке проекта. В данном руководстве отражены общие принципы построения шкафа.

**Конструктивное исполнение шкафа зависит от требований заказчика. В данном руководстве отражены общие принципы построения шкафа. Для реализации конкретного проекта допускаются изменения в конструкции шкафа, если они не приводят к ухудшению характеристик шкафа и удовлетворяют требованиям ТУ 3433-009-54080722-05.**

1.3.1.2 Для двухстороннего обслуживания шкаф имеет переднюю и заднюю двери. Внутри шкафа на передней плите установлены терминал защиты типа «Бреслер ТЛ 2607» и ВЧ-приёмопередатчик.

Состав и количество сигнальной и коммутационной аппаратуры определяется конкретным заказом. Общий вид шкафа, расположение аппаратов на передней плите и на передней двери шкафа приведены в приложении В.

1.3.1.3 На передней двери шкафа предусмотрено прозрачное окно для контроля светодиодной сигнализации терминала и ВЧ-приёмопередатчика.

Инд. № одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	АИПБ.656467.003-07 РЭ

1.3.1.4 На передней внутренней плите шкафа расположены испытательные блоки типа БИ-4 и БИ-6, через которые подключаются входные аналоговые цепи шкафа от трансформаторов тока и напряжения и оперативное питание терминала защиты и ВЧ-приёмопередатчика. На задней стороне внутренней плиты крепятся резисторы, диоды, и т.п.

1.3.1.5 В нижней части шкафа на плите установлены два помехоподавляющих фильтра (Е1 и Е2) в цепях напряжения питания оперативного постоянного тока «±ЕС». Один фильтр предназначен для питания терминала, другой – ВЧ-приёмопередатчика. Здесь же находится автомат для включения розеток переменного тока.

1.3.1.6 С обратной стороны шкафа расположены ряды наборных зажимов для подключения устройств шкафа к внешним цепям (возможна иная компоновка рядов зажимов):

- левая сторона зажимов – клеммы 01X1...01X122;
- правая сторона зажимов – клеммы 01X123...01X244, 00X1...00X5.

1.3.1.7 На передней двери шкафа установлены лампы сигнализации:

- HL1 – «НЕИСПРАВНОСТЬ»;
- HL2 – «СРАБАТЫВАНИЕ»;
- HL3 – «ВЫВОД»;

а также оперативные переключатели и кнопки. Их назначение и описание приведены в приложении В.

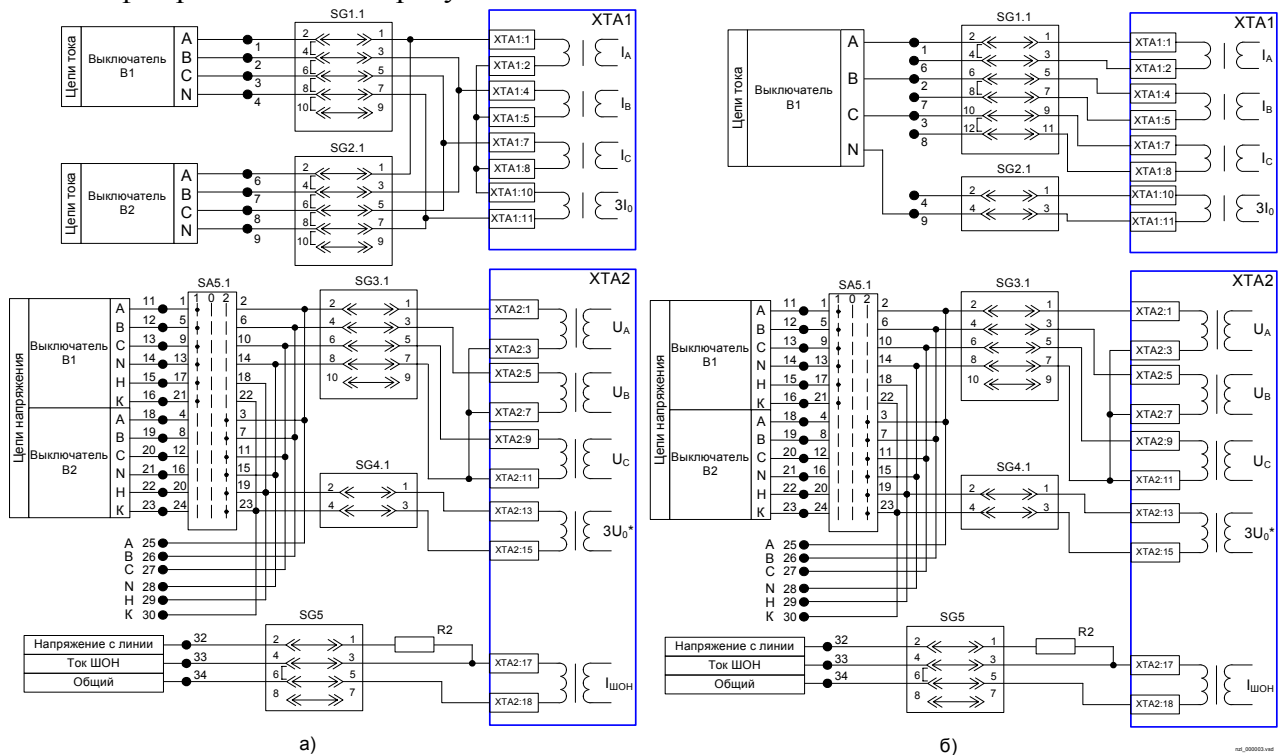
1.3.1.8 Монтаж аппаратов шкафа между собой выполнен медными соединительными проводами на внутренней стороне шкафа. Номинальное сечение проводов не менее 2,5 мм<sup>2</sup> для токовых цепей, не менее 1,0 мм<sup>2</sup> – для остальных цепей.

1.3.1.9 Присоединение шкафа к внешним цепям осуществляется на рядах наборных зажимов, предназначенных для присоединения одного медного проводника сечением до 4 мм<sup>2</sup> включительно.

1.3.1.10 Ряды зажимов шкафа выполнены с учетом требований «Правил устройства электроустановок», раздел III-4-15.

1.3.1.11 Контактные соединения шкафа соответствуют 2 классу по ГОСТ 10434.

1.3.1.12 По типу исполнения цепей переменного тока и напряжения предусмотрено два варианта исполнения шкафа: проходной и конечный. Варианты соединения измерительных цепей шкафа представлены на рисунке 3.



а – конечный, б – проходной  
Рисунок 3 – Варианты исполнения измерительных цепей шкафа

Инв.№ одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
------	------	-------------	-------	------

### 1.3.2 Схемы шкафа

1.3.2.1 Вариант принципиальной схемы шкафа представлен в приложении Ж «Схемы электрические и принципиальные шкафа направленной высокочастотной защиты типа «Бреслер ШЛ 2607».

1.3.2.2 Номер зажимов терминала на схемах имеют следующий номер ХТ х:х. Где «ХТ» определяет принадлежность зажимов к терминалу.

1.3.2.3 Для подключения устройств шкафа к внешним цепям предусмотрены правый и левый ряды зажимов. Электрические схемы соединений зависят от реализации конкретного проекта. В приложении Ж «Схемы электрические и принципиальные устройства направленной высокочастотной защиты типа «Бреслер ШЛ 2607» представлен вариант монтажной электрической схемы для различных типов объектов и вариант исполнения зажимов.

1.3.2.4 Цепи сигнализации шкафа конфигурируются для каждого конкретного проекта. На рисунке 4 представлена типовая схема цепей сигнализации шкафа, которая при необходимости может быть изменена, если это необходимо для реализации конкретного проекта.

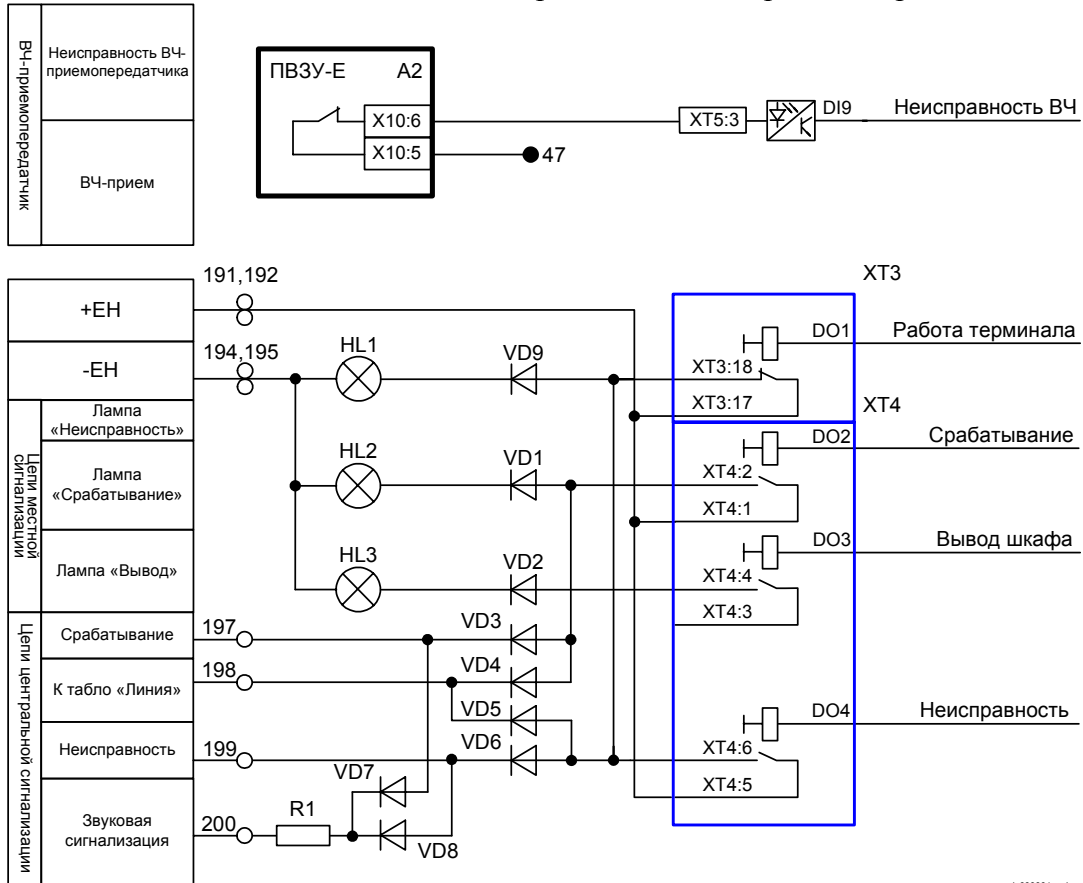


Рисунок 4 – Типовая схема цепей сигнализации шкафа «Бреслер ШЛ 2607»

## 1.4 Основные технические данные и характеристики терминала<sup>1</sup>

### 1.4.1 Назначение и терминала

Терминал предназначен для реализации устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) энергообъектов. Функции терминала определяются заложенным в него программным обеспечением (ПО). Условно ПО терминала можно разделить на две основных составляющих – первая реализует непосредственно функциональную часть защиты, вторая обеспечивает сервисные функции терминала, в число которых входят

- измерение текущего значения токов и напряжений;
- измерение активной и реактивной мощности линии, частоты, сопротивления;

<sup>1</sup> В отличие от электромеханических и статических устройств защиты, в микропроцессорных устройствах РЗА реле и измерительные органы реализуются программно, поэтому используемые далее термины «измерительный орган», «реле», «пусковой орган» и «отключающий орган» следует понимать не как физическое устройство, а как программную функцию, реализующую алгоритм работы рассматриваемого органа.

- регистрация дискретных и аналоговых событий;
- осциллографирование токов, напряжений и дискретных сигналов;
- определение расстояния до места повреждения (данная функция является опциональной и не входит в базовую часть ПО);
- непрерывная проверка функционирования и самодиагностика.

1.4.1.1 Использование сервисного ПО терминала возможно с помощью интерфейса пользователя или с помощью внешнего ПО. Использование программного обеспечения терминала подробно описано в п. 2.3 настоящего РЭ.

#### 1.4.2 Конструктивное исполнение терминала

1.4.2.1 Конструктивно (рисунок Б1) терминал представляет собой металлический корпус, с задней крышкой, лицевой панелью.

1.4.2.2 В состав терминала входят следующие модули (рисунок 5):

- блок аналоговых входов (ХТА1, ХТА2);
- блок питания (ХТ3, ХТ4);
- блок управления (ХТ1, ХТ2);
- блок входных дискретных сигналов (ХТ5, ХТ6);
- блок выходных реле (ХТ7, ХТ8).

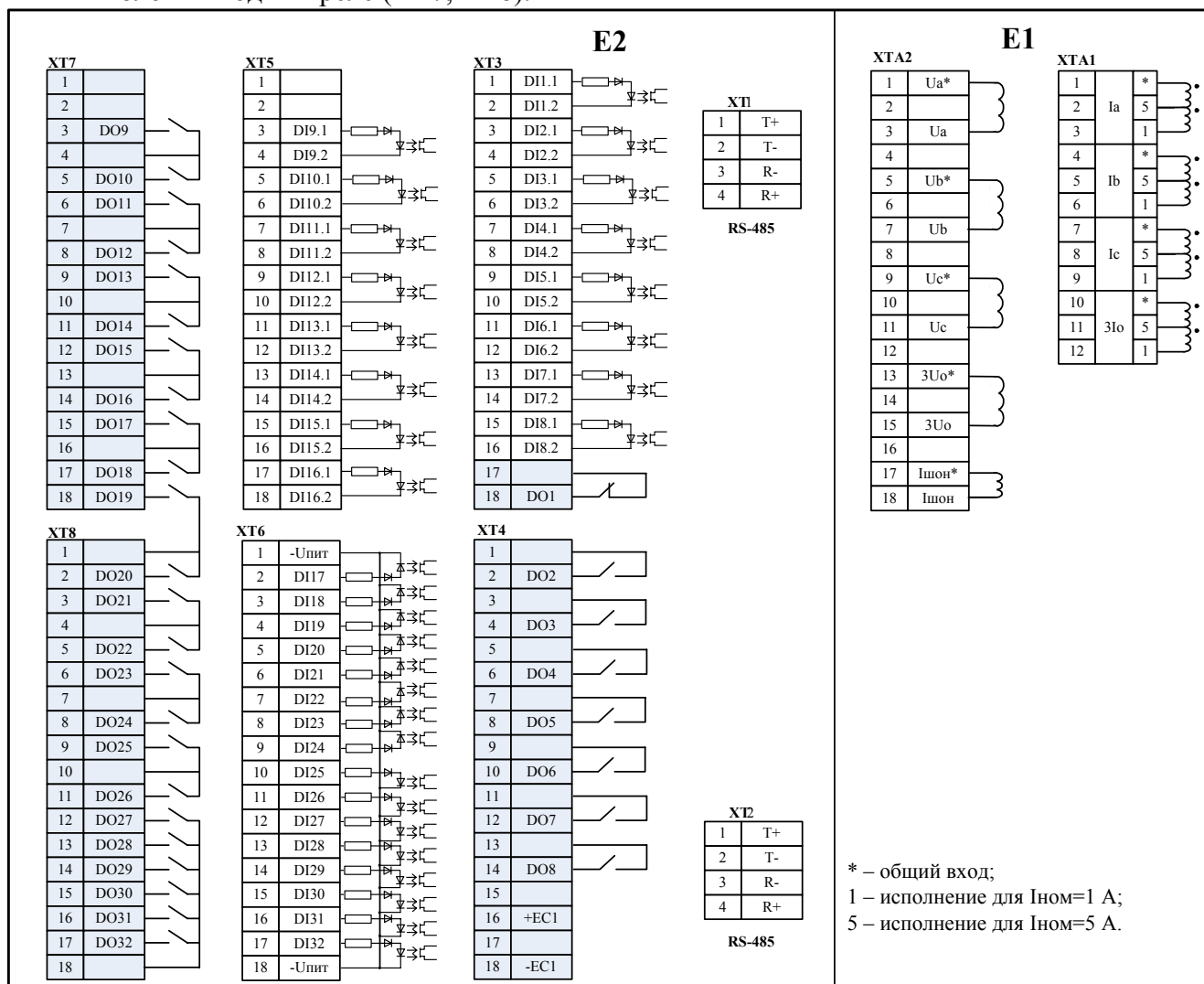


Рисунок 5 – Блоки терминала «Бреслер ТЛ 2607»

1.4.2.3 Блок аналоговых входов содержит 10 промежуточных трансформаторов тока и напряжения. Первичные обмотки трансформаторов выведены соответственно на разъемы ХТА1 и ХТА2. Блок имеет два исполнения на номинальный ток ( $I_{НОМ}$ ) трансформатора тока 1 А и 5 А.

1.4.2.4 Блок управления является центральным блоком и содержит сигнальный процессор,

Инв.№ одл.	09853	Подпись и дата	31.07.09	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
		Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

центральный процессор, оперативную память, постоянную память, флеш-диск, часы реального времени, микросхемы управления другими платами терминала, 2 последовательных порты RS-485, выведенные на разъёмы ХТ1 и ХТ2 и другие необходимы устройства.

1.4.2.5 Оперативное питание терминала осуществляется через зажимы **16** и **18** разъема ХТ4 блока питания. Кроме того, блок содержит 8 выходных реле. Первое реле используется для выдачи сигнала «Отказ», оно имеет нормально замкнутый контакт и взводится микропроцессором при подаче питания после успешного прохождения тестов. Остальные реле используются в зависимости от назначения терминала и могут быть как нормально замкнутые, так и нормально разомкнутые.

1.4.2.6 Блок дискретных входов обеспечивает ввод в терминал 24 дискретных сигнала. Номинальный уровень «1» дискретного входа +220 В. Гарантированный уровень 0 составляет 130 В. Начальный ток дискретного входа, при подаче уровня 1, составляет не менее 50 мА, через время примерно 40-50 мс ток уменьшается до величины порядка 3 мА.

1.4.2.7 Блок выходов имеет 24 выходные цепи. Каждый из выходов может быть контактным или полупроводниковым. В первом случае собственные времена выходных реле составляют – срабатывание/возврат 7/3 мс, во втором случае – 0,5/0,2 мс.

1.4.2.8 Нагрузочная способность контактов выходных цепей определяется используемыми выходными реле. Полупроводниковые выходы могут коммутировать напряжение до 400 В и ток до 120 мА.

1.4.2.9 Имеется токовый контроль исправности катушек выходных реле или, при полупроводниковом выходе, коммутируемых цепей.

1.4.2.10 Назначение дискретных входов не является фиксированным. Настройка соответствия входных сигналов функциональной схемы устройства и дискретных входов производится при помощи специализированного программного обеспечения задания уставок (параметр «Входные сигналы»).

1.4.2.11 Назначение выходов не является фиксированным. Настройка соответствия сигналов функциональной схемы устройства и выходов производится при помощи специализированного программного обеспечения задания уставок (параметры «Выходные сигналы – Блок питания», «Выходные сигналы – Платы выходов»).

### 1.4.3 Светодиодная индикация

1.4.3.1 На лицевой панели терминала (рисунок Б1) располагается блок светодиодной индикации, дисплей, клавиатура и технологический порт связи RS-232. Блок индикации состоит из 25 светодиодов. Три светодиода используются для индикации состояния терминала, 22 светодиода – для индикации состояния защиты; их состояние фиксируется в энергонезависимых ячейках памяти и сохраняется при исчезновении питания терминала. Назначение светодиодов блока индикации представлено в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Назначение светодиодов блока индикации

№	Режим	Светодиод
Светодиоды индикации состояния терминала		
1	Включение питания терминала	«Питание»
2	Работа программы защиты	«Работа»
3	Вывод защиты или его тестирование	«Вывод»
Светодиоды индикации состояния защиты		
1	Неисправность	«Неисправность»
2	Пуск НВЧЗ	«Пуск НВЧЗ»
3	Пуск ВЧ-приёмопередатчика	«Пуск ВЧ»
4	ВЧ-приём	«ВЧ-приём»
5	Пуск на отключение	«Пуск на откл.»
6	Ускорение при включении выключателя	«Ускорение»
7	КЗ в ЛЭП	«КЗ в ЛЭП»
8	Срабатывание	«Срабатывание»
9	Отключение трех фаз	«Откл. 3-х фаз»

Индв.№ одл.	Индв.№ дубл.	Подпись и дата
09853		31.07.09
Изм.	Лист	№ документа
		Подп.
		Дата

№	Режим	Светодиод
10.	Пуск УРОВ, ПА	«Пуск УРОВ, ПА»
11	Действие УРОВ	«Действие УРОВ»
12	Действие БНН	«БНН»
13	Сигнал об отключенном положении выключателя	«РПО»
14	Сигнал о включенном положении выключателя	«РПВ»
15	Действие на сигнал	«Действ. на сигнал»
16	Действие на ОВ	«Действ. на ОВ»
17	Несоответствие цепей тока и напряжения	«Несоотв. цепей»
18	Сигнал вызова обслуживающего персонала	«Вызов»
19	Неисправность ВЧ	«Неисп. ВЧ»
20	Вывод шкафа	«Вывод шкафа»
21	Контрольный выход	«Конт. выход»
22	Пуск осциллографа	«Пуск осциллографа»

1.4.3.2 Наименование сигналов, выводимых на светодиодную индикацию, может быть изменено, если это необходимо для реализации конкретного проекта. При конфигурировании защиты каждый светодиод может быть запрограммирован на действие с памятью и/или на инверсное действие.

#### 1.4.4 Интерфейс связи

1.4.4.1 Терминал «Бреслер ТЛ 2607» оснащен одним передним и двумя задними портами последовательной связи.

1.4.4.2 На передней панели находится операторский порт, предназначенный для подключения к компьютеру или модему напрямую. Через этот порт производится обновление резидентного программного обеспечения терминала или удаленный доступ через модем. Технические данные порта приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Технические данные операторского порта

Тип	RS-232
Разъем	9-гнездный DSUB
Скорость передачи	115200
Максимальное расстояние передачи	15 м

1.4.4.3 На задней панели терминала находятся порт ХТ1, ХТ2 имеющие гальваническую оптронную развязку и предназначенные для подключения к системе мониторинга подстанции. Технические данные портов приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Технические данные портов ХТ1 и ХТ2

Тип	RS-485
Разъем	4 клеммы под винт
Скорость передачи	19200
Максимальное расстояние передачи	1200 м
Напряжение изоляции	3000 В

1.4.4.4 Связь с автоматизированной системой управления (АСУ) осуществляется в соответствии с международным стандартом IEC 60870-5-103 «Устройства и системы телемеханики – Часть 5-103: Протокол передачи – дополняющий стандарт для информационного обмена с устройствами защиты».

1.4.4.5 Система непрерывной проверки функционирования терминала реализована с помощью сторожевых таймеров и механизма контроля контрольных сумм. Нарушение функционирования терминала приводит к попыткам его восстановления путем перезапуска программы терминала. При любом перезапуске терминала выполняется самодиагностика, в процессе которой проверяются внутренние узлы блока процессора и возможность общения с блоками входов и выходов. Для блоков выходов дополнительно имеется токовый контроль исправности цепи обмотки выходных реле. С целью снижения времени перезагрузки процессора

Подпись и дата

Инд. № дубл.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инд. № одл.

31.07.09

09853

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

АИПБ.656467.003-07 РЭ

Лист

16

и вероятности ложного срабатывания, контроль выполняется только по вызову оператора через интерфейс «человек-машина» (ИЧМ).

1.4.4.6 Синхронизация часов реального времени терминалов осуществляется от АСУ. Грубая (с точностью до секунд) настройка времени и даты терминала производится при помощи ИЧМ терминала.

## 1.5 Принцип действия

Защита участка линии электропередачи состоит из двух полуккомплектов, включающих в себя микропроцессорные терминалы релейной части защиты, приёмопередатчик и соответствующее высокочастотное оборудование, расположенные по обоим концам линии (рисунок 1). Каждый полуккомплект защиты функционально состоит из направленной высокочастотной защиты и устройства резервирования при отказе выключателя (УРОВ).

Принцип действия защиты основан на косвенном сравнении направления мощности обратной последовательности по концам защищаемой линии посредством ВЧ-сигналов, передаваемых по каналам связи. Передача блокирующих ВЧ-сигналов осуществляется по защищаемой линии с одного конца на другой посредством токов высокой частоты по каналу, в качестве которого может быть использована защищаемая линия.

Мощность обратной последовательности при несимметричных повреждениях в защищаемой линии направлена к месту установки полуккомплектов защиты (при симметричных коротких замыканиях (КЗ) мощность прямой последовательности направлена, напротив, от шин в линию), что обусловлено местом повреждения, а также отсутствием нагрузочной составляющей в напряжении и токе обратной последовательности. В случае работы на линиях с тяговой нагрузкой вышеупомянутое условие обеспечивается использованием измерительных органов, работающих по приращению электрических величин.

В начальный момент возникновения повреждения срабатывают блокирующие (пусковые) измерительные органы (ИО), обеспечивая тем самым ускоренный пуск ВЧ-передатчика, который посылает блокирующий сигнал на противоположный конец линии. После срабатывания отключающих ИО, имеющих более грубые уставки по сравнению с блокирующими ИО, блокирующий ВЧ-сигнал снимается тем полуккомплексом защиты, для которого мощность обратной последовательности направлена к шинам в случае несимметричных КЗ либо мощность прямой последовательности направлена в линию при симметричных КЗ. В случае повреждения на защищаемой линии блокирующие ВЧ-сигналы отсутствуют, и каждому из полуккомплектов разрешается действовать на отключение выключателя. При КЗ «за спиной» одного из полуккомплектов не происходит останова ВЧ-передатчика на данном конце линии, и тем самым блокируются оба полуккомплекта защиты.

Защита селективно срабатывает при всех видах замыканий в защищаемой линии и не срабатывает при внешних замыканиях, неполнофазных режимах, реверсе мощности, качаниях, асинхронном режиме, несинхронных включениях и при оперативных переключениях, а также правильно функционирует в режиме опробования линии.

### 1.5.1 Перечень и принцип действия измерительных органов защиты

Измерительные органы ВЧ-защиты подразделяются на следующие функциональные группы: блокирующие измерительные органы (ИО), отключающие ИО, ИО органа блокировки при качаниях (БК), ИО органа блокировки при неисправностях цепей напряжения (БНН), ИО УРОВ и ИО блока ускорения.

#### 1.5.1.1 Описание блокирующих ИО

1.5.1.1.1 Перечень блокирующих ИО с математическим описанием их алгоритмов приведен в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Перечень и алгоритм работы блокирующих ИО

Наименование органа	Обозначение	Алгоритм действия
ИО компенсированного напряжения обратной последовательности	$U_{2\text{бл}}$	$ \underline{U}_2(k) - \underline{I}_2(k)Z_{\text{комп}}  \geq U_{\text{уст}}$
ИО тока прямой последовательности	$I_{1\text{бл}}$	$ \underline{I}_1(k)  \geq I_{\text{уст}}$

Индв.№ одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Индв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
------	------	-------------	-------	------

Наименование органа	Обозначение	Алгоритм действия
ИО тока обратной последовательности	$I_{2\text{бл}}$	$ I_2(k)  \geq I_{\text{уст}}$
ИО приращения вектора тока прямой последовательности	$\Delta I_{1\text{бл}}$	$ I_1(k) - I_1'(k)  \geq I_{\text{уст}}$
ИО приращения вектора тока обратной последовательности	$\Delta I_{2\text{бл}}$	$ I_2(k) - I_2'(k)  \geq I_{\text{уст}}$
ИО тока обратной последовательности с торможением от модуля первой гармоники тока прямой последовательности	$I_{2\text{бл}}^T$	$ I_{2\text{бл}}^T(k)  \geq I_2^T$ $I_2^T = I_{2(0)}^T + \frac{K_T}{100\%} ( I_1(k)  - I_{\text{ном}})$
ИО реле сопротивления (РС) междуфазного контура фаз С и А	$Z_{\text{СА,бл}}$	$Z_{\text{СА}}(k) = \frac{U_{\text{С}}(k) - U_{\text{А}}(k)}{I_{\text{С}}(k) - I_{\text{А}}(k)}$

Пояснения к таблице 1.6

- параметр  $k$  обозначает текущее время (текущий отсчет наблюдаемой величины);
- $I_1'(k)$ ,  $I_2'(k)$  – предсказанные фильтром аварийных составляющих значения токов прямой и обратной последовательностей;
- $I_{2(0)}^T$  – уставка по току срабатывания тока обратной последовательности без торможения от модуля первой гармоники тока прямой последовательности;
- $K_T$  – коэффициент торможения, о.е. (уставка);
- $I_{\text{ном}}$  – номинальный ток прямой последовательности;
- $Z_{\text{комп}}$  – комплексное сопротивление компенсации,  $Z_{\text{комп}} = R_{\text{комп}} + jX_{\text{комп}}$ ;
- $| \cdot |$  – модуль комплексного числа.

1.5.1.1.2 Токовые ИО по принципу действия являются ИО максимального тока.

1.5.1.1.3 Основными блокирующими ИО от несимметричных повреждений являются ИО тока и компенсированного напряжения обратной последовательности  $I_{2\text{бл}}$  и  $U_{2\text{бл}}$ , от симметричных повреждений – ИО реле сопротивления междуфазного канал фаз С и А  $Z_{\text{СА,бл}}$ .

1.5.1.1.4 По принципу действия, ИО, реагирующие на приращения вектора тока (аварийную составляющую), являются также ИО максимального тока. Для получения приращения вектора синусоидальной величины  $\Delta \underline{F} = \underline{F}_{\text{ав}}$  в защите реализованы специальные фильтры, которые получили название фильтров аварийных составляющих (ФАС) (патент № 2058747 разработчиков защиты):  $\Delta \underline{F}'(k) = \underline{F}_{\text{ав}}(k) = \underline{F}(k) - \underline{F}'(k)$ . Экстраполированная величина  $\underline{F}'(k)$  предшествующего режима выделяется с помощью нерекурсивного фильтра:

$$\underline{F}'(k) = \sum_{p=1}^m a_p \underline{F}(k-p).$$

В защите реализован нерекурсивный фильтр третьего порядка:

$$\underline{F}_{\text{ав}}(k) = \underline{F}(k) - 3\underline{F}(k-T/2) + 3\underline{F}(k-T) - \underline{F}(k-3T/2),$$

где  $\underline{F}(i)$  – значение входного сигнала фильтра в  $i$ -й момент времени,

$k$  – текущий момент времени,

$T$  – число отсчетов  $\underline{F}(i)$  на периоде промышленной частоты.

Фильтр аварийных составляющих подавляет нулевую гармонику и ослабляет низкочастотные колебания качаний. Третий порядок фильтра достаточен при использовании на линиях с частотами качаний (асинхронным ходом) до 3 Гц.

1.5.1.1.5 ИО приращения вектора фазного тока, тока прямой, обратной последовательностей и вектора максимальной разности фазных токов, реагируют как на повышение, так и понижение величины тока в линии, происходящие, например, при отключении линии. Поэтому действие ИО  $\Delta I_{1\text{бл}}$ ,  $\Delta I_{2\text{бл}}$ , реагирующих на приращение, контролируется соответствующими ИО максимального тока  $I_{1\text{бл}}$ ,  $I_{2\text{бл}}$ .

АИПБ.656467.003-07 РЭ

Лист

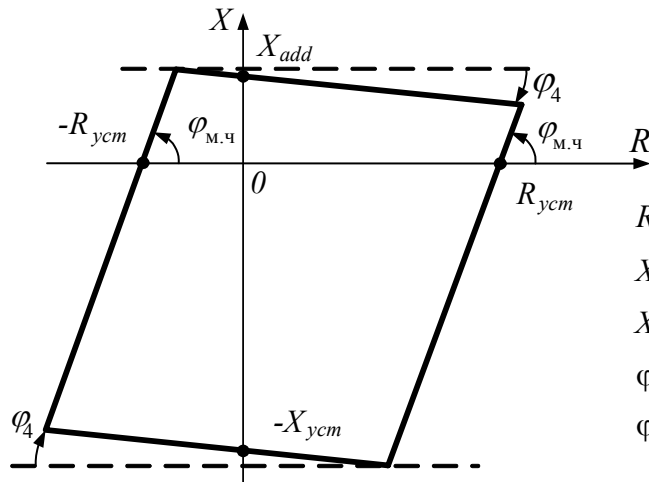
18

Инд. № одл.	09853
Подпись и дата	31.07.09
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

1.5.1.1.6 Реле сопротивления  $Z_{CA,бл}$  (контур реле сопротивления задаётся на этапе проектирования защиты) осуществляет ускоренный запуск ВЧ-приёмопередатчика при симметричных повреждениях на линии. В защите реализован алгоритм реле сопротивления с четырехугольной характеристикой, реализующий следующее расчетное выражение:

$$\underline{Z}_{CA,бл} = \frac{\underline{U}_C - \underline{U}_A}{\underline{I}_C - \underline{I}_A}$$



- $R_{уст}$  - сопротивление уставки (активное);
- $X_{уст}$  - сопротивление уставки (реактивное);
- $X_{add}$  - расширение в первый квадрант;
- $\varphi_{м.ч}$  - угол максимальной чувствительности;
- $\varphi_4$  - угол отстройки от внешних замыканий.

nzi\_000006.vsd

Рисунок 6 – Характеристика срабатывания реле сопротивления  $Z_{CA,бл}$

### 1.5.1.2 Описание отключающих ИО

1.5.1.2.1 Отключающие ИО должны реагировать на все замыкания, происходящие на защищаемой линии. Принцип действия блокирующих и отключающих токовых ИО одинаков. Отличия этих двух групп заключается только в уровне уставок срабатывания. Перечень отключающих ИО с математическим описанием их алгоритмов приведен в таблицах 1.7 и 1.8.

Таблица 1.7 – Перечень и алгоритм работы отключающих ИО

Наименование органа	Обозначение	Алгоритм действия
ИО компенсированного напряжения обратной последовательности	$U_{2откл}$	$ \underline{U}_2(k) - \underline{I}_2(k)\underline{Z}_{комп}  \geq U_{уст}$
ИО тока прямой последовательности	$I_{1откл}$	$ \underline{I}_1(k)  \geq I_{уст}$
ИО тока обратной последовательности	$I_{2откл}$	$ \underline{I}_2(k)  \geq I_{уст}$
ИО приращения вектора тока прямой последовательности	$\Delta I_{1откл}$	$ \underline{I}_1(k) - \underline{I}'_1(k)  \geq I_{уст}$
ИО приращения вектора тока обратной последовательности	$\Delta I_{2откл}$	$ \underline{I}_2(k) - \underline{I}'_2(k)  \geq I_{уст}$
ИО реле сопротивления междуфазного контура фаз С и А	$Z_{CA,откл}$	$\underline{Z}_{CA}(k) = \frac{\underline{U}_C(k) - \underline{U}_A(k)}{\underline{I}_C(k) - \underline{I}_A(k)}$
ИО тока обратной последовательности с торможением от модуля первой гармоники тока прямой последовательности	$I_{2откл}^T$	$ \underline{I}_{2откл}^T(k)  \geq I_2^T$ $I_2^T = I_{2(0)}^T + \frac{K_T}{100\%} ( \underline{I}_1(k)  - I_{1ном})$
ИО мощности обратной последовательности	$M_{2откл}$	$\underline{U}_{2p} = \underline{U}_2(k) + \underline{Z}_{смещ} \underline{I}_{2-}$ $I_{2p} = \frac{\text{Re}(\underline{U}_{2p} \underline{I}_{2-}^* \cdot e^{-j\varphi_{мч}})}{ \underline{U}_{2p} }$ $ \underline{U}_{2p}  > U_{2set} \ \& \ I_{2p} > I_{2set}$

Таблица 1.8 – Перечень и алгоритм работы ИО отстройки от КЗ за ответвлениями

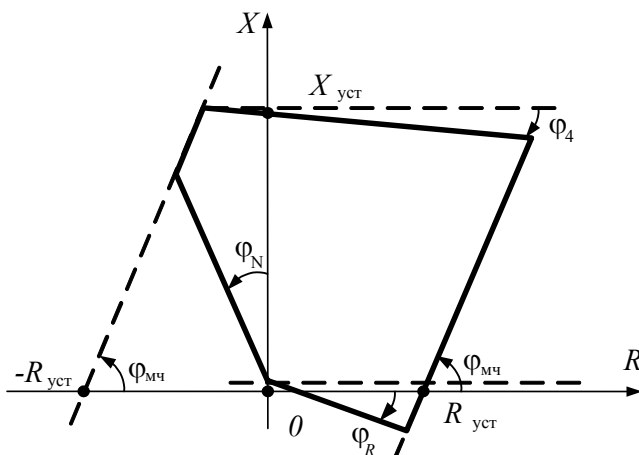
Инв.№ одл.	09853	Подпись и дата	31.07.09	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
------	------	-------------	-------	------

Наименование органа	Обозначение	Алгоритм действия
ИО тока нулевой последовательности с блокировкой при броске тока намагничивания	$I_0$	$ \underline{I}_0^{(1)}(k)  \geq I_{уст}^{(1)},  \underline{I}_0^{(2)}(k)  < I_{уст}^{(2)}$
ИО токовой отсечки по току нулевой последовательности	$I_{0,отс}$	$ \underline{I}_0(k)  \geq I_{уст}$
ИО реле сопротивления междуфазного контура фаз А и В	$Z_{AB,отв}$	$\underline{Z}_{AB}(k) = \frac{\underline{U}_A(k) - \underline{U}_B(k)}{\underline{I}_A(k) - \underline{I}_B(k)}$
ИО реле сопротивления междуфазного контура фаз В и С	$Z_{BC,отв}$	$\underline{Z}_{BC}(k) = \frac{\underline{U}_B(k) - \underline{U}_C(k)}{\underline{I}_B(k) - \underline{I}_C(k)}$
ИО реле сопротивления междуфазного контура фаз С и А	$Z_{CA,отв}$	$\underline{Z}_{CA}(k) = \frac{\underline{U}_C(k) - \underline{U}_A(k)}{\underline{I}_C(k) - \underline{I}_A(k)}$
ИО мощности нулевой последовательности	$M_0$	$\frac{\text{Re} \left[ (\underline{U}_0 + I_0 Z_{смещ}) \underline{I}_0^* e^{-j\varphi_{мч}} \right]}{ \underline{U}_0 } \geq I_{0,set}$

Пояснения к таблицам 1.7 и 1.8:

- параметр  $k$  обозначает текущее время (текущий отсчёт наблюдаемой величины);
- $\underline{I}_1^{(1)}(k), \underline{I}_2^{(1)}(k)$  – предсказанные фильтром аварийных составляющих значения токов прямой и обратной последовательностей;
- $I_{2(0)}^T$  – уставка по току срабатывания тока обратной последовательности без торможения от модуля первой гармоники тока прямой последовательности;
- $K_T$  – коэффициент торможения, о.е. (уставка);
- $I_{1ном}$  – номинальный ток прямой последовательности;
- $\underline{I}_{2-}$  – вектор, противоположный вектору тока обратной последовательности;
- $U_{2set}$  – напряжение срабатывания органа направления мощности обратной последовательности (уставка);
- $\underline{Z}_{смещ}$  – сопротивление смещения органа направления мощности обратной последовательности (уставка);
- $\underline{Z}_{комп}$  – комплексное сопротивление компенсации,  $\underline{Z}_{комп} = R_{комп} + jX_{комп}$ ;
- $\text{Re}$  – реальная часть комплексного числа;
- $|\quad|$  – модуль комплексного числа.



- $R_{уст}$  – сопротивление уставки (активное);
- $X_{уст}$  – сопротивление уставки (реактивное);
- $\varphi_{мч}$  – угол максимальной чувствительности;
- $\varphi_R$  – угол направленности в 4-й квадрант;
- $\varphi_N$  – угол отрицательного сопротивления (2-й квадрант);
- $\varphi_4$  – угол отстройки от внешних замыканий.

Рисунок 7 – Характеристика срабатывания реле сопротивления  $Z_{CA,откл}$

1.5.1.2.2 Реле сопротивления  $Z_{CA,откл}$  (контур реле сопротивления задаётся на этапе проектирования защиты) предназначено для подготовки цепей отключения при симметричных

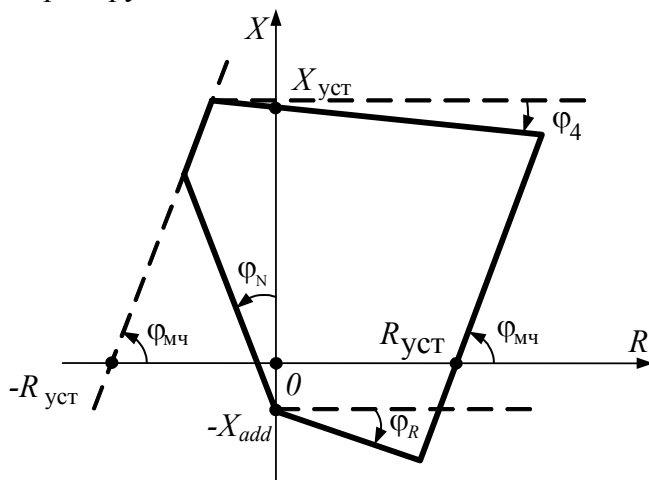
повреждениях на линии. В защите реализован алгоритм реле сопротивления с пятиугольной характеристикой, реализующий следующее расчётное выражение

$$Z_{CA,откл} = \frac{(1 - K_{ПД})(U_C - U_A) + K_{ПД}(U_{C,предш} - U_{A,предш})}{I_C - I_A}$$

здесь  $K_{ПД}$  – коэффициент работы по памяти (принят 20 %). При близких трехфазных КЗ, когда все напряжения близки к нулю, для определения направленности замеры сопротивления формируются с использованием величин предаварийного режима (индекс «предш» означает, что берется величина, записанная в память 40 мс назад).

Характеристика срабатывания имеет пятиугольную форму и не охватывает начало координат (рисунок 7).

1.5.1.2.3 Реле сопротивления  $Z_{AB,отв}$ ,  $Z_{BC,отв}$  и  $Z_{CA,отв}$  используются при защите линий, на которых присутствуют ответвительные подстанции. В защите реализован традиционный алгоритм работы реле сопротивления – реле включены на междуфазные напряжения  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$ ,  $U_{CA}$  и соответствующие им разности фазных токов. Характеристики срабатывания имеют пятиугольную форму (рисунок 8). Реле блокирует работу защиты, если замер реле сопротивления не попадает в характеристику срабатывания, что соответствует замыканию вне контролируемой линии.



- $R_{уст}$  - сопротивление уставки (активное);
- $X_{уст}$  - сопротивление уставки (реактивное);
- $X_{add}$  - расширение в третий квадрант;
- $\varphi_{м.ч}$  - угол максимальной чувствительности;
- $\varphi_R$  - угол направленности в 4-й квадрант;
- $\varphi_N$  - угол отрицательного сопротивления (2-й квадрант);
- $\varphi_4$  - угол отстройки от внешних замыканий.

Рисунок 8 – Характеристика срабатывания ИО сопротивления  $Z_{AB,отв}$ ,  $Z_{BC,отв}$  и  $Z_{CA,отв}$

1.5.1.2.4 Совместно с ИО минимального сопротивления на линиях с отпайками используется токовая направленная защита нулевой последовательности. Она состоит из ИО направления мощности нулевой последовательности  $M_0$ , который различает несимметричные замыкания на землю в зоне и «за спиной» защиты, чувствительного ИО тока нулевой последовательности  $I_0$ , блокируемого при броске намагничивающего тока в результате включения трансформатора отпайки органом  $I_{02h}$ , и токовой отсечки нулевой последовательности  $I_{0ТО}$ . ИО  $I_{02h}$  реагирует на превышение уставки второй гармоникой тока нулевой последовательности. ИО направления мощности  $M_0$  отстроен от срабатывания при малых напряжениях.

1.5.1.2.5 Вид тормозной характеристики срабатывания ИО тока обратной последовательности с торможением от модуля первой гармоники тока прямой последовательности, состоящей из двух участков, показан на рисунке 9. Первый участок выполнен горизонтальным, второй – наклонным. Наклон регулируется с помощью коэффициента торможения.

Инд. № одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
------	------	-------------	-------	------

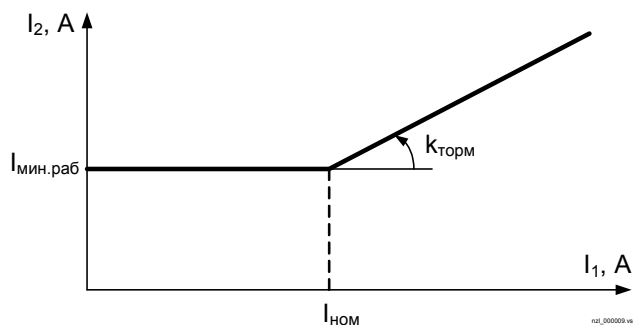


Рисунок 9 – Характеристика измерительного органа тока обратной последовательности с торможением от тока прямой последовательности

### 1.5.1.3 Диапазон регулирования уставок

В таблицах 1.9, 1.10 и 1.11 приведены диапазоны регулирования уставок блокирующих и отключающих ИО защиты.

Таблица 1.9 – Диапазон регулирования уставок

Измерительные органы защиты	Диапазон уставок	
	Блокир. ИО	Отключ. ИО
ИО тока обратной последовательности $I_2$	$5 \div 1000\% I_{НОМ}$	$5 \div 2000\% I_{НОМ}$
ИО тока прямой последовательности $I_1$	$5 \div 1000\% I_{НОМ}$	$5 \div 2000\% I_{НОМ}$
ИО приращения тока прямой последовательности $\Delta I_1$	$20 \div 2000\% I_{НОМ}$	$40 \div 2000\% I_{НОМ}$
ИО приращения тока обратной последовательности $\Delta I_2$	$5 \div 1000\% I_{НОМ}$	$5 \div 2000\% I_{НОМ}$
ИО напряжения обратной последовательности $U_2$	$3 \div 100\% U_{НОМ}$	$3 \div 100\% U_{НОМ}$
Активная составляющая сопротивления компенсации $R_{КОМП}$	$0 \div 100 \text{ Ом}$	$0 \div 100 \text{ Ом}$
Реактивная составляющая сопротивления компенсации $X_{КОМП}$	$0 \div 100 \text{ Ом}$	$0 \div 100 \text{ Ом}$
ИО тока обратной последовательности с торможением от первой гармоники тока прямой последовательности $I_2^T$	$5 \div 50\% I_{НОМ}$ (без торм)	$10 \div 100\% I_{НОМ}$ (без торм)
Коэффициент торможения $K_T$	$0,0 \div 15\%$	$0,0 \div 15\%$
ИО тока нулевой последовательности $I_0$	–	$5 \div 400\% I_{НОМ}$
ИО второй гармоники тока нулевой последовательности	–	$10 \div 100\% I_{НОМ}$
ИО тока нулевой последовательности $I_{0,отс}$	–	$150 \div 2000\% I_{НОМ}$

Таблица 1.10 – Диапазон регулирования уставок ИО сопротивления

ИО	Диапазон изменения параметров						
	$R_{вст}$ (Ом на фазу)	$X_{вст}$ (Ом на фазу)	$X_{add}$ (% от $v_{ст}$ )	$\varphi_{мч.}$ °	$\varphi_4$ °	$\varphi_N$ °	$\varphi_R$ °
$Z_{СА,бл.}$	$0,5 \div 90,0$ ( $I_{НОМ} = 5 \text{ А}$ )	$0,5 \div 90,0$ ( $I_{НОМ} = 5 \text{ А}$ )	$0,0 \div 15,0$	$(40 \div 90)^\circ$	$(-45 \div 45)^\circ$	–	–
$Z_{АВ,отв.}$						$(-\varphi_{мч.} \div 45)^\circ$	$(0 \div 40)^\circ$
$Z_{ВС,отв.}$							
$Z_{СА,отв.}$ ( $I_{НОМ} = 1 \text{ А}$ )							
$Z_{СА,откл.}$	–	–	–	–	–	–	

Таблица 1.11 – Диапазон регулирования уставок ИО направления мощности

Наименование	Диапазон уставок	
	РНМОП	РНМНП
Ток срабатывания РНМ	$5 \div 2000\% I_{НОМ}$	$5 \div 2000\% I_{НОМ}$
Минимальное напряжение основной частоты	$1\% U_{НОМ}$	$1\% U_{НОМ}$
Угол максимальной чувствительности	$(270 \pm 90)^\circ$	$(270 \pm 90)^\circ$
Активная составляющая сопротивления смещения	$0 \div 100 \text{ Ом}$	$0 \div 100 \text{ Ом}$
Реактивная составляющая сопротивления смещения	$0 \div 100 \text{ Ом}$	$0 \div 100 \text{ Ом}$

### 1.5.1.4 Характеристики измерительных органов защиты

#### 1.5.1.4.1 ИО максимального и минимального реле

##### 1.5.1.4.1.1 Средняя основная погрешность порога срабатывания всех ИО, реагирующих

Инд. № одл. 09853  
Взам. инв. № 31.07.09  
Инд. № дубл.  
Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
------	------	-------------	-------	------

АИПБ.656467.003-07 РЭ

на ток и напряжение, не превышает  $\pm 3\%$  от уставки, а реагирующих на приращения токов –  $\pm 10\%$ .

**Примечание** За величину тока срабатывания принимается значение тока, при превышении которого срабатывание происходит каждый раз из пяти следующих друг за другом измерений.

1.5.1.4.1.2 Коэффициент возврата всех пусковых и отключающих ИО не менее 0,9 (задается уставкой).

1.5.1.4.1.3 Дополнительная погрешность порога срабатывания всех ИО, реагирующих на ток и напряжение, от изменения температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения параметров, измеренных при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ , а реагирующих на приращения токов –  $\pm 10\%$ .

1.5.1.4.1.4 Дополнительная погрешность тока срабатывания пусковых органов, реагирующих на ток и напряжение, при изменении частоты в диапазоне от  $0,98 f_{\text{ном}}$  до  $1,02 f_{\text{ном}}$  не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, определенного при номинальной частоте, а реагирующих на приращения токов –  $\pm 10\%$ .

1.5.1.4.1.5 Время срабатывания всех пусковых и отключающих ИО, не более 15 мс при подаче толчком соответствующего тока  $I = 3 I_{\text{ср}}$  или напряжения  $U = 3 U_{\text{ср}}$ .

1.5.1.4.1.6 Время возврата всех пусковых и отключающих ИО, не более 30 мс при сбросе входного тока от  $10 I_{\text{ср}}$  до нуля или напряжения от  $3 U_{\text{ср}}$  до нуля.

1.5.1.4.1.7 Дискретность регулирования уставок всех пусковых и отключающих ИО, не более 1 % от номинального значения соответственно тока или напряжения.

1.5.1.4.2 ИО реле направления мощности обратной последовательности

1.5.1.4.2.1 Порог срабатывания ИО реле направления мощности обратной последовательности (РНМОП)  $M_{2\text{откл}}$  по току обратной последовательности  $I_2$  регулируется в пределах от 0,1 до  $2I_{\text{ном}}$ .

1.5.1.4.2.2 ИО РНМОП  $M_{2\text{откл}}$  имеет угол максимальной чувствительности  $\varphi_{\text{мч}}$ , равный  $250^\circ$  при утроенных по отношению к порогам срабатывания значениях тока  $3I_2$  и напряжения  $3U_2$ . При этом обеспечивается минимальная угловая ширина зоны срабатывания ИО  $M_{2\text{откл}}$  не менее  $160^\circ$ .

1.5.1.4.2.3 Средняя основная абсолютная погрешность ИО  $M_{2\text{откл}}$  по углу максимальной чувствительности не превышает  $\pm 5^\circ$ .

1.5.1.4.2.4 Коэффициент возврата ИО  $M_{2\text{откл}}$  по напряжению и току обратной последовательности не менее 0,9.

1.5.1.4.2.5 Средняя основная погрешность порогов срабатывания ИО  $M_{2\text{откл}}$  по напряжению и току обратной последовательности не превышает  $\pm 10\%$  от уставки.

1.5.1.4.2.6 Дополнительная погрешность параметров срабатывания ИО  $M_{2\text{откл}}$  от изменения температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения параметров, измеренных при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

1.5.1.4.2.7 Время срабатывания ИО РНМОП  $M_{2\text{откл}}$  при синусоидальном токе не превышает 30 мс при кратности тока на входе реле току срабатывания, равной трем и при кратности напряжения на входе реле к напряжению срабатывания, равной трем.

1.5.1.4.3 ИО реле направления мощности нулевой последовательности

1.5.1.4.3.1 Порог срабатывания ИО реле направления мощности нулевой последовательности (РНМНП)  $M_0$  по току нулевой последовательности  $3I_0$  регулируется в пределах от 0,1 до  $2I_{\text{ном}}$ .

1.5.1.4.3.2 Средняя основная погрешность порогов срабатывания ИО РНМНП по напряжению нулевой последовательности  $3U_0$  и по току  $3I_0$  не превышает  $\pm 10\%$  от уставки.

1.5.1.4.3.3 ИО  $M_0$  имеет угол максимальной чувствительности  $\varphi_{\text{мч}}$ , равный  $250^\circ$  при утроенных по отношению к порогам срабатывания значениях тока  $3I_0$  и напряжения  $3U_0$ . При этом обеспечивается минимальная угловая ширина зоны срабатывания ИО  $M_0$  не менее  $160^\circ$ .

1.5.1.4.3.4 Средняя основная абсолютная погрешность ИО  $M_0$  по углу максимальной чувствительности не превышает  $\pm 5^\circ$ .

Инд. № одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	Лист
АИПБ.656467.003-07 РЭ										23

1.5.1.4.3.5 Коэффициент возврата ИО  $M_0$  по напряжению и току нулевой последовательности не менее 0,9.

1.5.1.4.3.6 Обеспечивается отстройка ИО  $M_0$  от аperiodических бросков намагничивающего тока при включении силового трансформатора на ответвлении с амплитудой, равной шестикратному значению амплитуды номинального тока, и основанием волны тока до  $240^\circ$ . Обеспечивается отстройка ИО  $M_0$  от периодических бросков намагничивающего тока с амплитудой, равной двукратному значению амплитуды номинального тока.

1.5.1.4.3.7 Дополнительная погрешность параметров срабатывания ИО  $M_0$  от изменения температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения параметров, измеренных при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

1.5.1.4.3.8 Время срабатывания ИО  $M_0$  при синусоидальном токе не превышает 30 мс при кратности тока на входе реле току срабатывания, равной трем и при кратности напряжения на входе реле к напряжению срабатывания, равной трём.

1.5.1.4.4 ИО реле тока с торможением

1.5.1.4.4.1 Значения коэффициента торможения  $K_T$  ИО  $I_{20\text{ТКЛ}}^T$  устанавливаются в диапазоне от 0 до 0,15 о.е.

1.5.1.4.4.2 Погрешность коэффициента торможения ИО  $I_{20\text{ТКЛ}}^T$  не более  $\pm 10\%$  от заданной уставки  $K_T$ .

1.5.1.4.5 ИО реле сопротивления

1.5.1.4.5.1 Средняя основная погрешность всех ИО сопротивления по величине срабатывания  $R_{уст}$  и  $X_{уст}$  при токе, равном  $I_{ном}$  (или в зависимости от уставки, меньшем токе, исходя из максимального напряжения на зажимах ИО, равном 100 В) не превышает  $\pm 5\%$  от уставки.

1.5.1.4.5.2 Ток точной работы  $I_{тр}$  для всех ИО сопротивления при работе на угле максимальной чувствительности не превышает  $0,05 I_{ном}$  во всем диапазоне уставок при обеспечении условий 1.5.1.4.5.3.

1.5.1.4.5.3 Минимальное междуфазное напряжение, при котором обеспечиваются точностные параметры ИО сопротивления, составляет 0,5 В.

1.5.1.4.5.4 Средняя основная абсолютная погрешность всех ИО сопротивления по углам наклона характеристики срабатывания  $\varphi_{мч}$  и  $\varphi_4$  и по углам отсечения характеристики срабатывания  $\varphi_N$  и  $\varphi_R$  для ИО сопротивления  $Z_{СА,откл}$  при токе КЗ, равном  $I_{ном}$  (или в зависимости от уставки, меньшем токе, исходя из максимального напряжения на зажимах ИО, равном 100 В), не превышает  $\pm 5^\circ$ .

1.5.1.4.5.5 Время срабатывания всех ИО сопротивления при работе на угле линии электропередачи, при токах КЗ не менее  $3 I_{тр}$  и скачкообразном уменьшении напряжения на входе ИО с напряжения, соответствующего сопротивлению на зажимах ИО не менее  $1,2 (X_{уст}/\cos \varphi_{мч})$  до напряжения, соответствующего  $0,6 (X_{уст}/\cos \varphi_{мч})$ , не превышает 25 мс.

1.5.1.4.5.6 Время возврата всех ИО сопротивления при работе на угле линии электропередачи, токах КЗ не менее  $3 I_{тр}$  и скачкообразном увеличении напряжения на входе ИО от напряжения, соответствующего сопротивлению на зажимах ИО  $0,1 (X_{уст}/\cos \varphi_{мч})$  до напряжения, соответствующего  $1,2 (X_{уст}/\cos \varphi_{мч})$  (но не более 100 В), не превышает 50 мс.

1.5.1.4.5.7 Дополнительная абсолютная погрешность ИО сопротивления по углу максимальной чувствительности, а также по углам отсечения характеристик срабатывания  $\varphi_4$ ,  $\varphi_R$ ,  $\varphi_N$ , от изменения тока КЗ в диапазоне от  $2 I_{тр}$  до  $30 I_{ном}$  не превышает  $\pm 7^\circ$  относительно значения, измеренного при  $I_{ном}$ .

1.5.1.4.5.8 Коэффициент возврата ИО сопротивления, измеренный при угле максимальной чувствительности, не более 1,1.

1.5.1.4.5.9 Дополнительная погрешность всех ИО сопротивления от изменения температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, измеренного при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

1.5.1.4.5.10 Дополнительная погрешность ИО сопротивления при изменении частоты в диапазоне от  $0,98 f_{ном}$  до  $1,02 f_{ном}$  не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, определенного при номинальной частоте.

Инд. № одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата
09853				

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
------	------	-------------	-------	------

1.5.1.4.5.11 При работе ИО сопротивления  $Z_{CA,откл}$  «по памяти» при трехфазных КЗ в месте установки защиты обеспечивается длительность сигнала срабатывания на выходе ИО не менее 40 мс в диапазоне токов от  $2 I_{тр}$  до  $30 I_{ном}$ .

1.5.1.4.5.12 Обеспечивается отсутствие ложных срабатываний ИО сопротивления при КЗ «за спиной» при токах до  $20 I_{ном}$ .

1.5.1.4.6 ИО реле по приращению

1.5.1.4.6.1 ИО, контролирующее скорость изменения во времени токов прямой и обратной последовательностей  $\Delta I_1$  и  $\Delta I_2$  отстроены от изменения токов при качаниях. Время срабатывания не более 25 мс.

1.5.1.4.6.2 Отключающий ИО, реагирующий на скорость изменения во времени токов прямой и обратной последовательностей  $\Delta I_1$  и  $\Delta I_2$  отстроен от небаланса по току обратной последовательности при  $I_{ном}$  с учетом возможного отклонения частоты и статического небаланса по току обратной последовательности, равному  $0,15 I_{ном}$ .

## 1.5.2 Работа блокирующих ИО и пуск ВЧ-передатчика

1.5.2.1 Логика работы блокирующих измерительных органов представлена на рисунке 10, логика пуска ВЧ-передатчика – на рисунке 11.

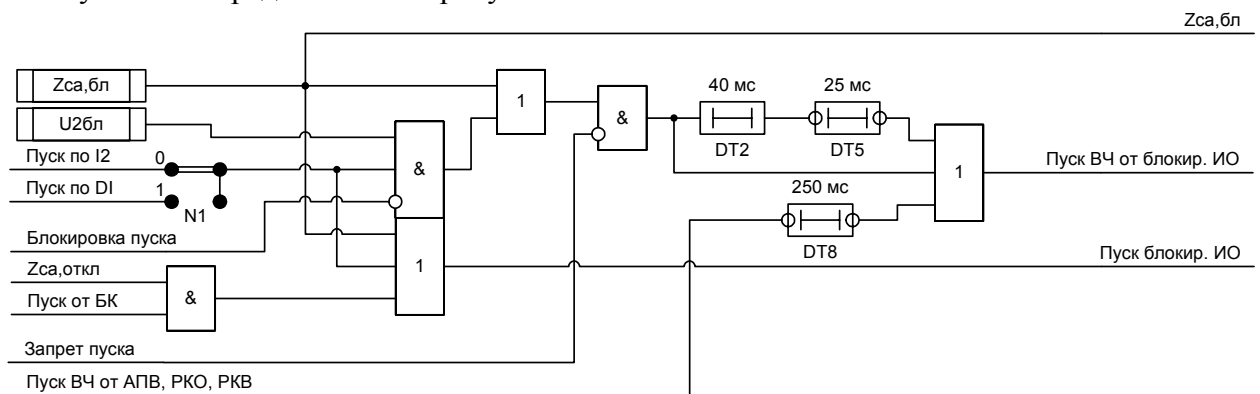


Рисунок 10 – Логика работы блокирующих ИО

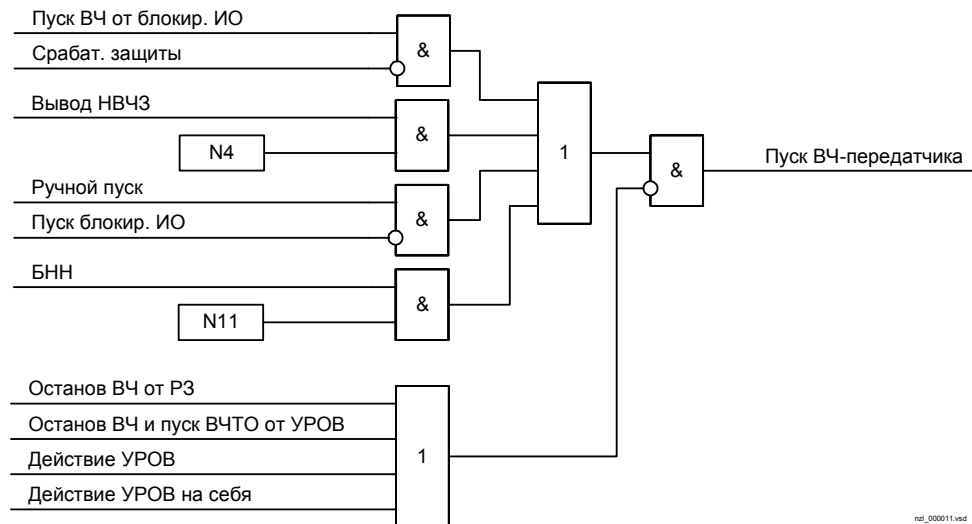


Рисунок 11 – Логика пуска ВЧ-передатчика

1.5.2.2 В начальный момент возникновения повреждения срабатывают блокирующие ИО, обеспечивая тем самым ускоренный пуск ВЧ-передатчика, который посылает блокирующий сигнал на противоположный конец линии.

1.5.2.3 Также пуск ВЧ-передатчика может происходить при выполнении следующих условий:

- наличие внешнего сигнала «Пуск ВЧ от АПВ, РКО, РКВ»;
- ручной пуск при отсутствии внутреннего сигнала «Пуск по I2»;
- наличие внешнего сигнала «Вывод НВЧЗ» при введённом положении накладки N4;

Инв.№ одл.	09853	Подпись и дата	
		Взам. инв. №	
		Инв. № дубл.	
		Подпись и дата	31.07.09

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

- наличие внешнего сигнала «БНН-led» при введённом положении накладки N11.

1.5.2.4 Пуск ВЧ-передатчика обеспечивается в случае выполнения следующих дополнительных условий:

- отсутствует сигнал срабатывания основного канала ВЧ-защиты;
- ИО  $Z_{CA,откл}$  находится в несработанном состоянии;
- не сработаны отключающие ИО по обратной последовательности, а в случае работы на тяговую нагрузку и по прямой последовательности;
- отсутствуют внешние сигналы «Останов ВЧ от РЗ, УРОВ, ВЧТО» и «Останов ВЧ и пуск ВЧТО от РЗ, УРОВ»;
- отсутствуют внутренние сигналы «Действие УРОВ» и «Действие УРОВ на себя».

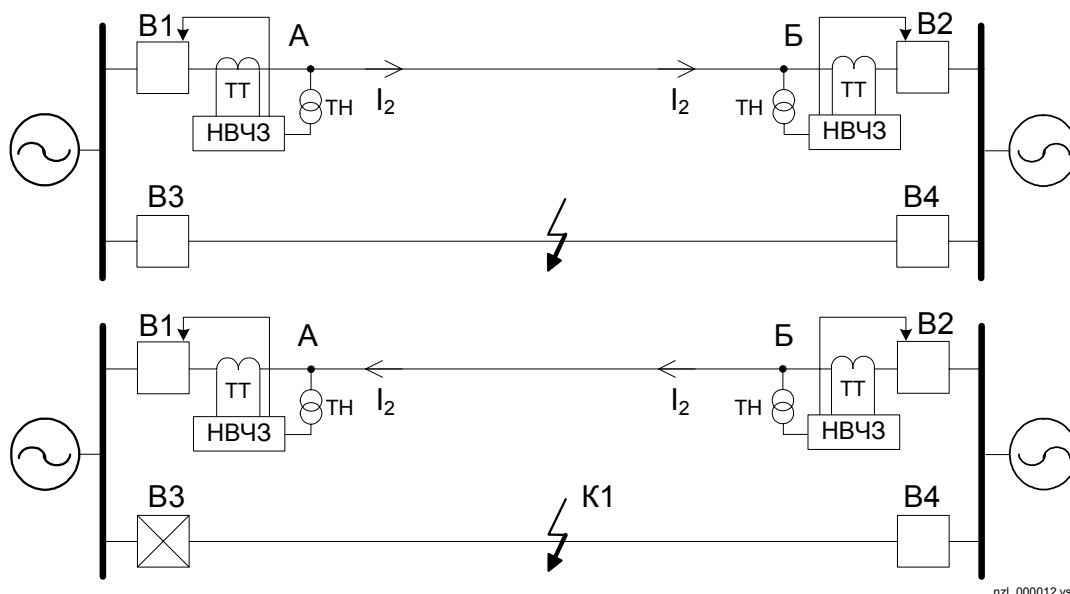
1.5.2.5 Ввод пуска ВЧ-передатчика при выводе защиты осуществляется программной накладкой N4, т.е. при  $N4=1$  пуск введён, а при  $N4=0$  – выведен.

1.5.2.6 Пуск ВЧ-передатчика при неисправностях в цепях напряжения осуществляется программной накладкой N11, т.е. при  $N4=1$  пуск введён, а при  $N4=0$  – выведен.

1.5.2.7 С целью исключения излишней работы защиты из-за одновременности включения фаз выключателя при оперативных переключениях и в циклах автоматического повторного включения (АПВ) по сигналу «Пуск ВЧ от АПВ, РКО, РКВ» осуществляется запуск приёмопередатчика с задержкой на возврат таймера DT8. Рекомендуемое значение уставки – 250 мс.

1.5.2.8 При работе в сети с тяговой нагрузкой, характеризующейся наличием значительных по величине небалансов тока и напряжения обратной последовательности, программная накладка N1 переводится в соответствующее режиму положение  $N1=1$ , выводя тем самым из работы ИО  $I_{2бл}$ . В работу вводятся ИО  $\Delta I_{1бл}$ ,  $\Delta I_{2бл}$ , контролирующие скорость изменения векторов тока и прямой и обратной последовательностей и отстроенные от небалансов, порождаемых тяговой нагрузкой. Поскольку выходной сигнал таких ИО импульсный, в защите предусмотрена фиксация срабатывания ИО на элементе выдержки времени на возврат DT22 на время 250 мс.

1.5.2.9 Если параллельные линии подключены к общим шинам на обоих концах защита может отключить неселективно из-за реверса тока. Это нежелательное отключение воздействует на неповрежденную линию при ликвидации повреждения на другой линии, что приводит к полной потере передачи электроэнергии между двумя системами, как показано на рисунке 12.



а) повреждение на параллельной линии, б) выключатель В3 отключен

Рисунок 12 – Логика работы защиты при реверсе мощности

При повреждении на параллельной линии оба полукомплекта защищаемой линии воспринимают его как внешнее повреждение; срабатывают блокирующие ИО и запускаются приёмопередатчики. Затем срабатывает ИО  $M_{2,откл}$  полукомплекта Б и останавливает свой

Инд. № одл.	09853	Подпись и дата	31.07.09	Взам. инв. №		Инд. № дубл.		Подпись и дата	
		Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата			

приёмопередатчик, однако отключения выключателя В2 не происходит из-за наличия блокирующего ВЧ-сигнала от полукомплекта А.

При отключении выключателя В3 на защищаемой линии возникает режим реверса мощности обратной последовательности, при котором она изменяет свое направление. В установившемся режиме, после изменения направления мощности обратной последовательности, логика действия защиты аналогична описанной выше. Во время переходного процесса может возникнуть ситуация, при которой ИО  $M_{2,откл}$  полукомплекта А быстрее отреагирует на изменение направления мощности, вследствие чего оба приёмопередатчика окажутся остановленными до момента переориентации ИО  $M_{2,откл}$  полукомплекта Б, что приведет к отключению выключателей В1 и В2. Для исключения излишнего действия защиты в указанном режиме блокирующий ВЧ-сигнал полукомплекта А (рисунок 12) продлевается на время, определяемое выдержкой времени DT5 (25 мс) при условии, что блокирующий сигнал присутствовал в схеме более 40 мс (элемент времени DT2). Значение уставки элемента времени DT2 определяется минимальным временем отключения выключателя В3.

1.5.2.10 Функциональный блок логики блокирующих ИО представлен на рисунке 13.

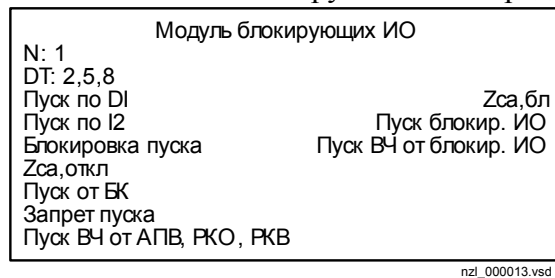


Рисунок 13 – Функциональный блок пусковых ИО

### 1.5.3 Блокировка при качаниях

Для предотвращения неселективного срабатывания реле сопротивления во время качаний или асинхронного хода в защите предусмотрен модуль блокировки при качаниях.

1.5.3.1 Пусковыми органами блокировки при качаниях являются ИО тока обратной последовательности с торможением от тока прямой последовательности  $I_{2бл}^T$  и ИО, реагирующие на скорость изменения токов прямой и обратной последовательности. При качаниях и асинхронном ходе величины  $\Delta I$  малы, тогда как при возникновении короткого замыкания уровень  $\Delta I$  достаточен для срабатывания.

1.5.3.2 Блокировка при качаниях разрешает работу ИО сопротивления ( $Z_{CA,откл}$ ,  $Z_{AB,отв}$ ,  $Z_{BC,отв}$ ,  $Z_{CA,отв}$ ) только лишь при скачкообразном изменении токов прямой или обратной последовательности. Логическая схема блокировки при качаниях приведена на рисунке 14.

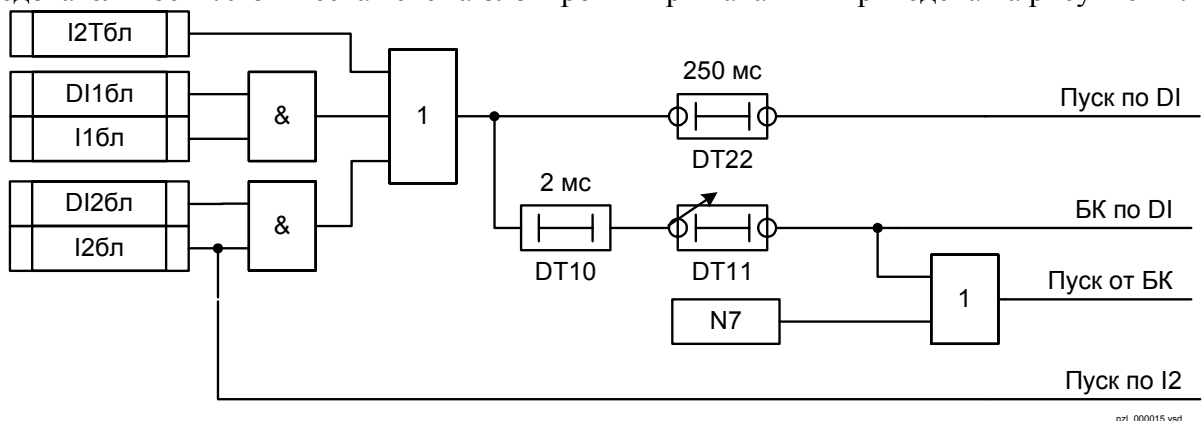


Рисунок 14 – Логическая схема блокировки при качаниях

1.5.3.3 Таймеры DT10 и DT11 задают выдержку времени на, соответственно, срабатывание и возврат БК. Таймер DT10 предназначен для предотвращения срабатывания от кратковременных помех во входных сигналах. Значение уставки таймера DT10 не изменяется и задаётся равным 2 мс. Диапазон изменения значений уставок таймера DT11 от 200 до 1000 мс. Рекомендуемое значение уставки – 1000 мс.

Интв.№ одл.	09853	Подпись и дата	31.07.09	Взам. инв. №	Интв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	АИПБ.656467.003-07 РЭ	Лист
						27

1.5.3.4 В случае выявления повреждения, ИО БК на своём выходе формирует логический сигнал высокого уровня, разрешая тем самым работу ИО РС.

1.5.3.5 Дополнительно органом блокировки при качаниях выдаются сигналы о срабатывании токовых блокирующих ИО «Пуск по DI» и «Пуск по I2».

1.5.3.6 Блокировка при качаниях может быть выведена из работы при помощи программируемой накладки N7, т.е. при N7=0 БК введена в работу, при N7=1 – выведена.

1.5.3.7 Функциональный блок блокировки при качаниях представлен на рисунке 15.

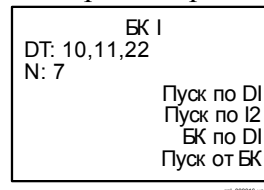


Рисунок 15 – Функциональный блок модуля блокировки при качаниях

#### 1.5.4 Пуск на срабатывание защиты

1.5.4.1 При КЗ на защищаемой ЛЭП после срабатывания блокирующих измерительных органов, осуществляющих пуск ВЧ-передатчика, срабатывают отключающие ИО  $I_{2откл}$ ,  $U_{2откл}$ ,  $M_{2откл}$ ,  $I_{2откл}^T$  и  $Z_{CA,откл}$ , формирующие сигнал пуска на срабатывание защиты. Логика модуля пуска на срабатывание представлена на рисунке 16.

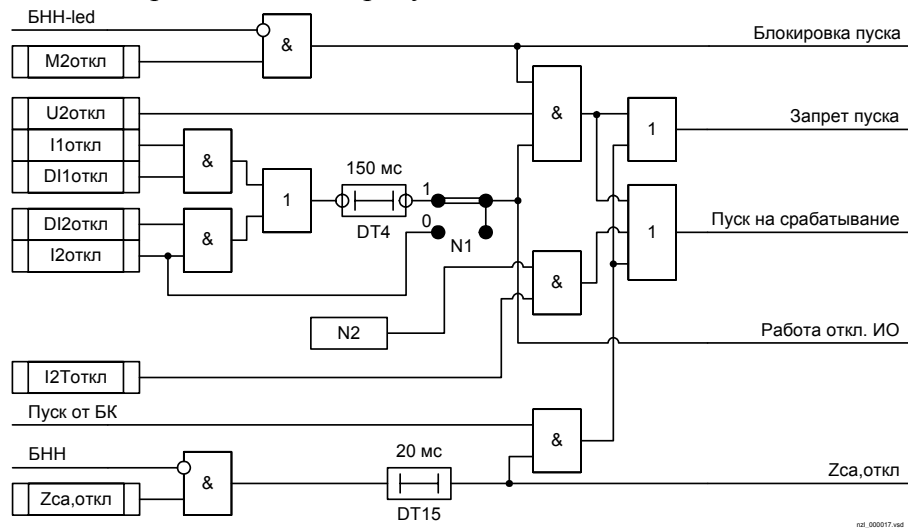


Рисунок 16 – Логика модуля пуска на срабатывания

1.5.4.2 При работе в сети с тяговой нагрузкой, характеризующейся наличием значительных по величине небалансов тока и напряжения обратной последовательности, программная накладка N1 переводится в соответствующее режиму положение N1=1, выводя тем самым из работы ИО  $I_{2откл}$ . В работу вводятся ИО  $DI_{1откл}$ ,  $DI_{2откл}$ , контролирующие скорость изменения векторов тока и прямой и обратной последовательностей и отстроенные от небалансов, порождаемых тяговой нагрузкой. Поскольку выходной сигнал таких ИО импульсный, в защите предусмотрена фиксация срабатывания ИО на элементе выдержки времени на возврат DT4 на время 150 мс.

1.5.4.3 Реле сопротивления  $Z_{CA,откл}$  предназначено для подготовки цепей отключения при симметричных повреждениях на линии. Для разрешения действия отключающего РС на срабатывание защиты необходимо срабатывание блокировки при качаниях и отсутствие неисправностей цепей напряжения.

1.5.4.4 При помощи программируемой накладки N2 в работу может быть введён ИО тока обратной последовательности с торможением от первой гармоники тока прямой последовательности. Данный ИО вводится в работу при работе на длинных воздушных линиях электропередачи, питающихся от мощных подстанций.

1.5.4.5 Функциональный блок модуля пуска на срабатывание защиты представлен на рисунке 17.

Инв.№ одл.	09853	Подпись и дата	31.07.09	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

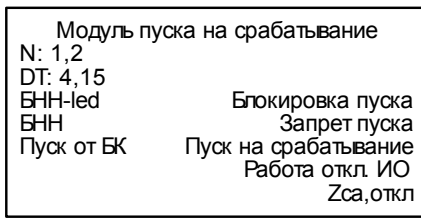


Рисунок 17 – Функциональный блок модуля пуска на срабатывание

### 1.5.5 Срабатывание защиты

При отсутствии блокирующего ВЧ-сигнала с противоположного конца линии, наличии сигнала «НВЧЗ в работе» и сохранении высокого уровня сигнала отключающих ИО через выдержку времени на срабатывание DTЗ формируется сигнал «Срабатывание защиты». Логика срабатывания защиты представлена на рисунке 18.

1.5.5.1 Для формирования сигнала о срабатывании защиты должны выполняться следующие дополнительные условия:

- при работе на линиях с ответвлениями (положение накладки N17=1) должен находиться в работанном состоянии хотя бы один из следующих ИО:  $Z_{AB,отв}$ ,  $Z_{BC,отв}$ ,  $Z_{CA,отв}$ ,  $I_0$ ,  $I_{0,отс}$ ;
- блокирующие ИО в работанном состоянии (сигнал «Пуск блокир.ИО»);
- отсутствие сигнала о неисправности ВЧ-передатчика.

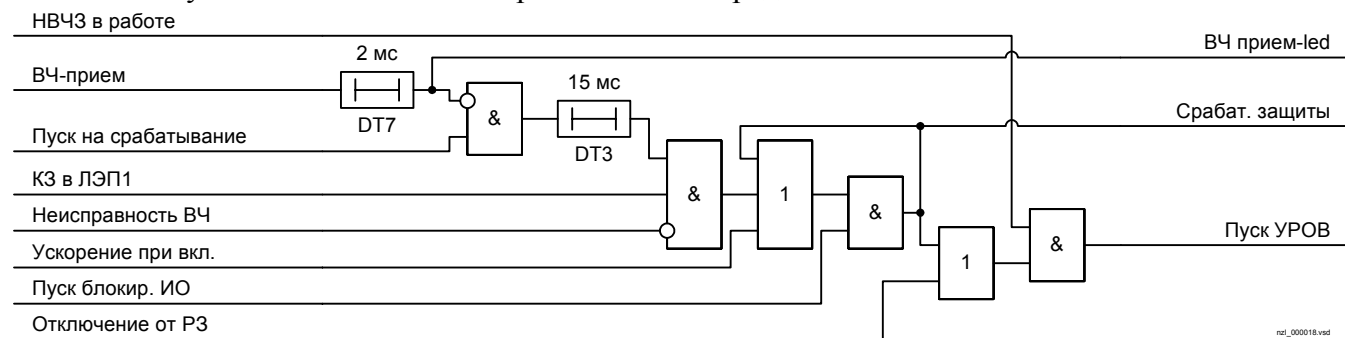


Рисунок 18 – Логика срабатывания защиты

1.5.5.2 Сигнал «Срабатывание защиты» действует на отключение выключателя. Одновременно этот же сигнал действует на пуск УРОВ, противоаварийной автоматики (ПА), высокочастотного телеотключения (ВЧТО) и запрещает пуск ВЧ-приёмопередатчика от срабатывания блокирующих ИО.

1.5.5.3 В канале приёма ВЧ-сигнала предусмотрен элемент выдержки времени DT7, необходимый для устранения влияния кратковременных помех ВЧ-приёма. Рекомендуемое значение уставки – 2 мс.

1.5.5.4 Функциональный блок модуля срабатывания защиты представлен на рисунке 19.

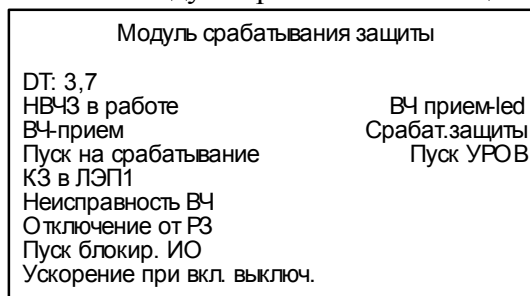


Рисунок 19 – Функциональный блок модуля срабатывания защиты

### 1.5.6 Определение КЗ в линии

Для предотвращения ложного срабатывания НВЧЗ при КЗ за трансформатором ответвления при наличии мощного ответвления на защищаемой линии дополнительно вводятся в работу ИО сопротивления  $Z_{AB,отв}$ ,  $Z_{BC,отв}$ , и  $Z_{CA,отв}$ , принцип работы которых описан в п. 1.5.1.2.3. Логика работы блокировки при КЗ на ответвлении представлена на рисунке 20.

Инд. № одл.	09853
Подпись и дата	31.07.09
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

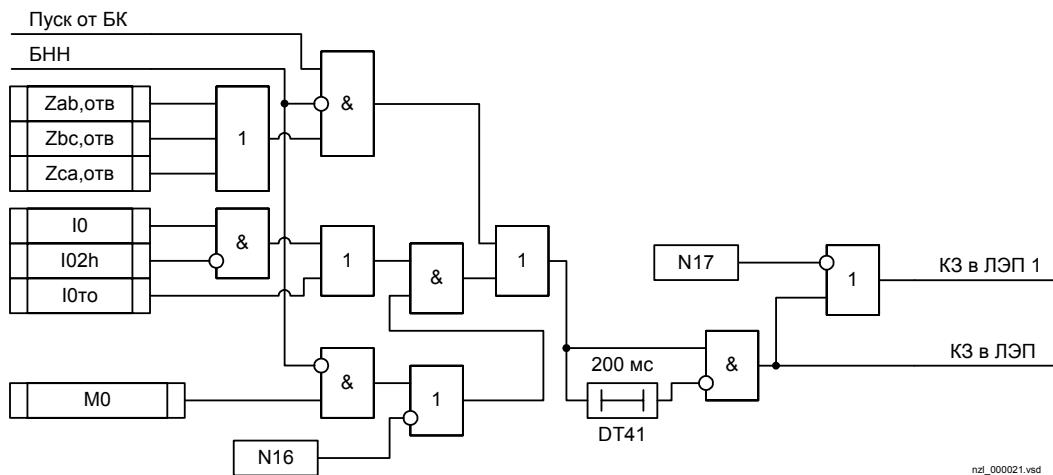


Рисунок 20 – Логика отстройки от КЗ за ответвлениями

1.5.6.1 Совместно с ИО сопротивления на линиях с отпайками используется ТНЗНП. Она состоит из РНМНП, которое различает несимметричные замыкания на землю в зоне и «за спиной» защиты и ИО тока нулевой последовательности  $I_0$ , блокируемого при броске намагничивающего тока в результате включения трансформатора ответвления органом  $I_{02h}$ . Реле тока нулевой последовательности используется для устранения ложного срабатывания. РНМНП при малых токах. РНМНП отстроено от срабатывания на малых напряжениях.

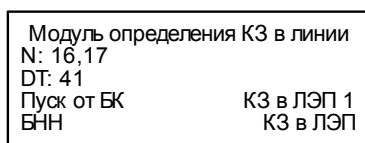
1.5.6.2 Дополнительно предусмотрен орган отсечки  $I_{0,отс}$ , обеспечивающий срабатывание защиты при близких КЗ, сопровождающихся большими токами аварийного режима.

1.5.6.3 Контроль направленности может быть введен при помощи программируемой накладки N16. При N16=1 контроль направленности введен, при N16=0 – выведен.

1.5.6.4 Функция определения КЗ в линии может быть выведена при помощи программируемой накладки N17, т.е. при N17=0 выведена из работы, а при N17=1 – введена.

1.5.6.5 В случае установки на ответвлении автотрансформаторов, по току нулевой последовательности однофазные КЗ на линии физически неразличимы от замыканий за автотрансформатором. В этом случае, а также при большой мощности трансформаторов, на ответвлении устанавливается отдельный комплект ВЧ-защиты, пускающий свой ВЧ-передатчик при КЗ за трансформатором ответвления. При КЗ в трансформаторе его защиты действуют через дискретный вход «Останов ВЧ и пуск ВЧТО от РЗ, УРОВ» терминала на останов ВЧ-передатчика и выдачу сигнала ВЧТО.

1.5.6.6 Функциональный блок блокировки при КЗ на ответвлении представлен на рисунке 21.



nzl\_000022.vsd

Рисунок 21 – Функциональный блок блокировки при КЗ на ответвлении

1.5.7 Блокировка при неисправности цепей напряжения

1.5.7.1 В терминале «Бреслер ТЛ 2607» реализована блокировка при неисправностях в цепях напряжения, реагирующая на все виды обрывов и замыканий как в цепях звезды, и на замыкания в цепях разомкнутого треугольника, а также на обрыв нейтрали. Логика работы БНН представлена на рисунке 22.

1.5.7.2 Для выявления всех видов несимметричных обрывов, земляных замыканий, а также замыканий в цепях звезды предусмотрен ИО  $|U_{0зв} - U_{0тр}|$ , реагирующий на разность расчетного напряжения нулевой последовательности и напряжения, снимаемого с выводов цепей разомкнутого треугольника.

1.5.7.3 Для выявления всех видов несимметричных обрывов, земляных замыканий, а также замыканий в цепях звезды предусмотрен ИО  $|U_{0зв} - U_{0тр}|$ , реагирующий на разность расчетного напряжения нулевой последовательности и напряжения, снимаемого с выводов цепей разомкнутого треугольника.

Инд. № одл.	09853	Подпись и дата	31.07.09	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

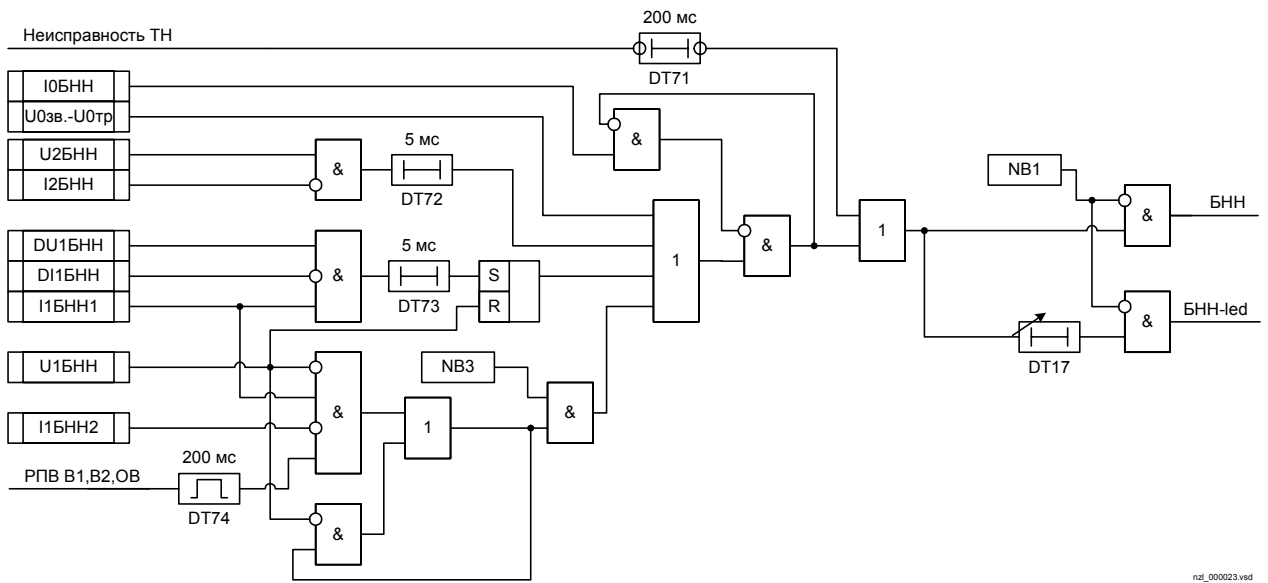


Рисунок 22 – Логическая схема блокировки при неисправностях цепей напряжения

1.5.7.4 Для выявления всех видов несимметричных обрывов, земляных замыканий, а также замыканий в цепях звезды предусмотрен ИО  $|U_{0зв} - U_{0тр}|$ , реагирующий на разность расчетного напряжения нулевой последовательности и напряжения, снимаемого с выводов цепей разомкнутого треугольника.

1.5.7.5 Для выявления междуфазных замыканий в цепях звезды используются ИО тока и напряжения обратной последовательности. При междуфазных замыканиях во вторичных цепях трансформатора напряжения (ТН) происходит повышение уровня напряжения обратной последовательности, тогда как ток находится на низком уровне.

1.5.7.6 Выдержкой времени DT72 определяется время срабатывания БНН при обнаружении появления напряжения и отсутствия тока обратной последовательности. Диапазон задания выдержки времени от 10 до 1000 мс.

1.5.7.7 Для выявления симметричных замыканий и симметричных обрывов используется логика, реагирующая на отсутствие приращения тока прямой последовательности при значительном уменьшении напряжения прямой последовательности: (ИО U1 реагирует на повышенное напряжение прямой последовательности, ИО DU1 – на приращение напряжения прямой последовательности, ИО U1 реагирует на повышенное напряжение прямой последовательности, ИО DI1 – на приращение тока прямой последовательности).

1.5.7.8 Выдержкой времени DT73 определяется время срабатывания БНН при обнаружении симметричных замыканий и обрывов. Рекомендуемое значение выдержки времени DT73 – 5 мс.

1.5.7.9 Для исключения ложной работы защиты при включении терминала без цепей напряжения предусмотрена логика фиксации обрыва цепей напряжения при первом включении терминала. Уставка ИО  $I_{1БНН,MIN}$  – максимальный нагрузочный ток линии. В том случае, если при включении терминала подводимое напряжение близко к нулю, а по линии протекает ток в пределах нагрузочного, происходит срабатывание БНН. Время, на которое вводится логика, определяется выдержкой времени DT74. Рекомендуемое значение выдержки времени DT74 – 200 мс. Программируемой накладкой NB3 задается ввод в работу логики обнаружения обрывов цепей напряжения при первом включении.

1.5.7.10 Для предотвращения ложной работы БНН при близких замыканиях, когда вследствие наводок появляется значительная разница между расчетным напряжением нулевой последовательности и напряжением разомкнутого треугольника, вводится измерительный орган тока нулевой последовательности  $I_{0БНН}$ . Когда ток нулевой последовательности превышает уставку, происходит запрет срабатывания БНН.

1.5.7.11 При помощи программной накладки NB1 БНН может быть выведен из работы.

1.5.7.12 БНН выдает блокирующий сигнал при получении внешнего дискретного сигнала от защиты ТН о неисправности. Выдержка времени на возврат DT71 определяет время продления сигнала о неисправности ТН. Рекомендуемое значение уставки 200 мс.

Инв.№ одл.	09853	Подпись и дата	31.07.09	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

1.5.7.13 Выдержка времени DT17 определяет задержку на выдачу сигнала о неисправности цепей напряжения в цепи сигнализации и задаётся в диапазоне от 10 до 10000 мс.

1.5.7.14 Коэффициент возврата всех ИО тока и напряжения не менее 0,9 для максимальных ИО.

1.5.7.15 Средняя основная погрешность ИО БНН, реагирующих на ток или напряжение превышает  $\pm 3\%$ .

1.5.7.16 Дополнительная погрешность порога срабатывания всех ИО БНН, реагирующих на ток и напряжение, от изменения температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне по 1.1.3 не должна превышать  $\pm 5\%$  от среднего значения параметров, измеренных при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ , а реагирующих на приращения токов  $\pm 10\%$ .

1.5.7.17 Дополнительная погрешность по току срабатывания всех ИО БНН, реагирующих на ток или напряжение, при изменении частоты в диапазоне от 0,9 до 1,1  $f_{\text{НОМ}}$  не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, определённого при номинальной частоте, а ИО, реагирующих на приращение –  $\pm 10\%$ .

Таблица 1.12 – Диапазон регулирования уставок ИО БНН

Наименование	Обозначение	Диапазон уставок
ИО разности напряжений нулевой последовательности с «разомкнутого треугольника» и «звезды»	$ U_{03В} - U_{0Тр} $	$5 \div 100\% U_{\text{НОМ}}$
ИО напряжения обратной последовательности	$U_{2\text{БНН}}$	$5 \div 100\% U_{\text{НОМ}}$
ИО тока обратной последовательности	$I_{2\text{БНН}}$	$10 \div 1000\% I_{\text{НОМ}}$
ИО напряжения прямой последовательности	$U_{1\text{БНН}}$	$5 \div 100\% U_{\text{НОМ}}$
ИО приращения напряжения прямой последовательности	$DU_{1\text{БНН}}$	$10 \div 100\% U_{\text{НОМ}}$
ИО приращения тока прямой последовательности	$DI_{1\text{БНН}}$	$10 \div 1000\% I_{\text{НОМ}}$
ИО тока прямой последовательности	$I_{1\text{БНН}1}$	$10\% I_{\text{НОМ}}$
ИО тока прямой последовательности	$I_{1\text{БНН}2}$	$10 \div 1000\% I_{\text{НОМ}}$
ИО тока нулевой последовательности	$I_{0\text{БНН}}$	$100 \div 600\% I_{\text{НОМ}}$

1.5.7.18 БНН представлена функциональным блоком на рисунке 23.

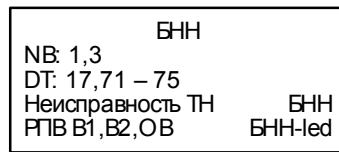


Рисунок 23 – Функциональный блок БНН

1.5.8 Устройство резервирования при отказе выключателя

1.5.8.1 Терминал защиты «Бреслер ТЛ 2607» включает функцию резервирования при отказе выключателя (УРОВ), содержащую три фазных токовых ИО, контролирующих протекание тока через выключатель. Логика работы УРОВ приведена на рисунке 24.

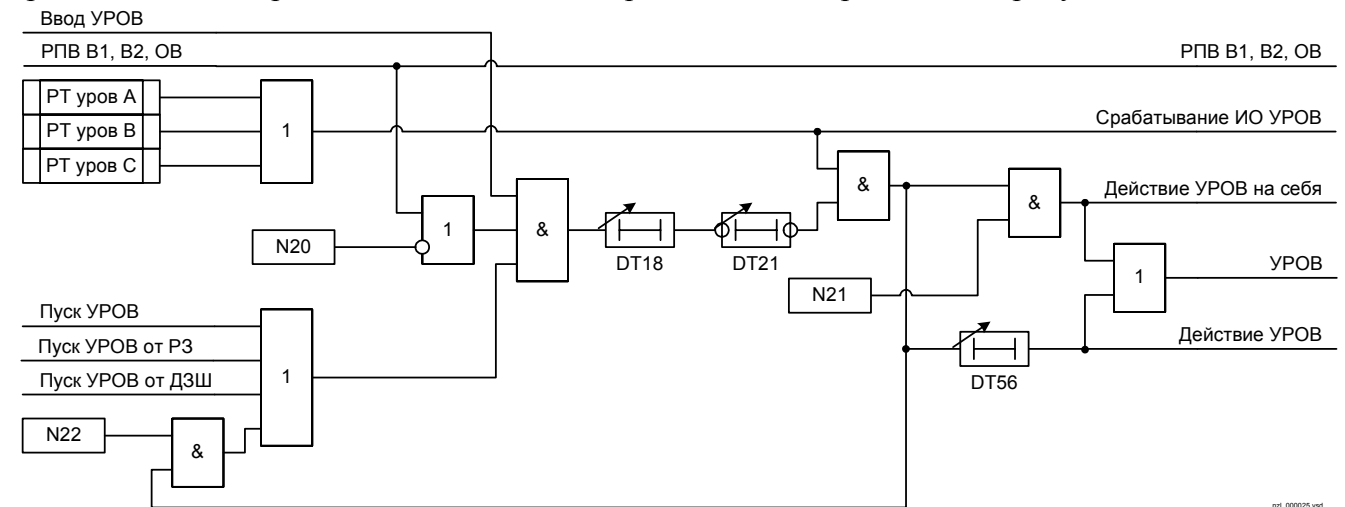


Рисунок 24 – Логическая схема УРОВ

Инд. № одл.	09853	Подпись и дата	31.07.09	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
------	------	-------------	-------	------

1.5.8.2 Средняя основная погрешность всех токовых ИО УРОВ не превышает  $\pm 5\%$  от уставки.

1.5.8.3 Дополнительная погрешность по току срабатывания всех токовых ИО УРОВ при изменении температуры по п.1.5.1.4.1.3 не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, определенного при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

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

1.5.8.5 Коэффициент возврата реле тока УРОВ не менее 0,9.

1.5.8.6 Время срабатывания реле тока УРОВ не превышает 25 мс при подаче двукратного тока срабатывания ( $2 I_{\text{ср}}$ ).

1.5.8.7 Время возврата реле тока УРОВ при сбросе входного тока от  $30 I_{\text{ном}}$  до 0 не более 20 мс.

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

1.5.8.9 Функция УРОВ может быть выведена из работы оперативным переключателем «УРОВ в работе».

1.5.8.10 Таймером DT56 задаётся выдержка времени на формирование сигнала «Действие УРОВ». Диапазон изменения уставок таймера от 100 до 600 мс. Рекомендуемое значение уставки – 400 мс

1.5.8.11 УРОВ запускается при наличии любого из следующих пусковых сигналов:

- внешний сигнал пуска от дифференциальной защиты шин (ДЗШ);
- внешний сигнал пуска от РЗА;
- внутренний сигнал на отключение «Срабатывание защиты».

1.5.8.12 При срабатывании УРОВ формируются следующие сигналы:

- отключение системы шин через ДЗШ;
- останов ВЧ-передатчика;
- запрет АПВ выключателя;
- УРОВ в местную сигнализацию;
- срабатывание в центральную сигнализацию.

1.5.8.13 На структурной схеме защиты УРОВ представлено функциональным блоком, приведенным на рисунке 25.

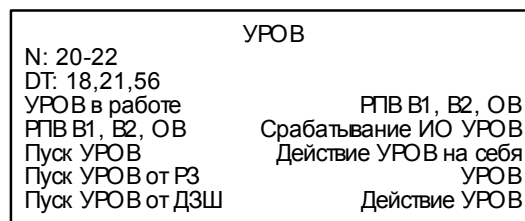


Рисунок 25 – Функциональный блок УРОВ

1.5.9 Ускорение при включении выключателя

1.5.9.1 В терминале защиты предусмотрена логика ускорения при включении выключателя (автоматическое ускорение).

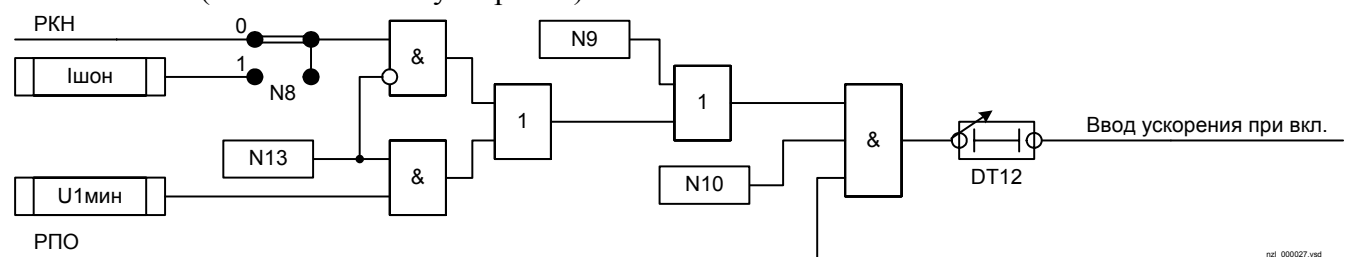


Рисунок 26 – Логика ввода ускорения при включении выключателя

Инд. № одл.	09853
Подпись и дата	31.07.09
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

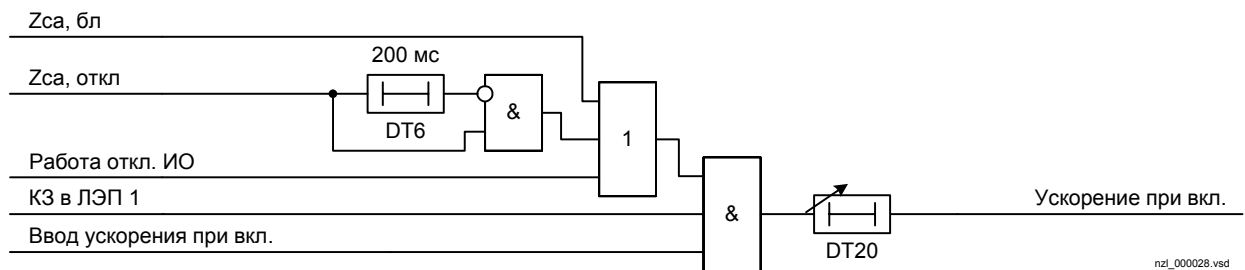


Рисунок 27 – Логика ускорения при включении выключателя

Ускорение позволяет уменьшить время отключения короткого замыкания при первом включении выключателя. Пуск ускорения осуществляется от сигнала РПО. Логика ввода ускорения при включении выключателя представлена на рисунке 26, а логика ускорения – на рисунке 27.

1.5.9.2 Ускорение при включении выключателя на КЗ или неуспешное АПВ по факту срабатывания токовых отключающих ИО, Zca,бл, Zca,откл. При наличии на линии ответвлений дополнительно контролируется факт замыкания на линии.

1.5.9.3 Ввод в работу цепи ускорения осуществляется программной накладкой N10, необходимость контроля наличия напряжения на линии – программной накладкой N9.

1.5.9.4 При наличии трансформатора напряжения на линии при введённом положении накладки N13=1 напряжение контролируется при помощи минимального реле напряжения.

1.5.9.5 С помощью программной накладки N8 задаётся способ контроля наличия напряжения при отсутствии трансформатора напряжения на линии (при положении накладки N13=0): от шунта отбора напряжения (ШОН) при N8=1 или от внешнего реле контроля напряжения на линии при N8=0.

1.5.9.6 Время, в течение которого разрешается ускорение срабатывания, определяется выдержкой времени DT12, отсчитываемого от момента включения выключателя и задается в диапазоне от 500 до 10000 мс.

1.5.9.7 Время срабатывания при включении выключателя определяется таймером DT20 и задается в диапазоне от 20 до 10000 мс.

1.5.9.8 Функциональный блок модуля ввода ускорения представлен на рисунке 28, а функциональный блок модуля ускорения при включении выключателя – на рисунке 29.

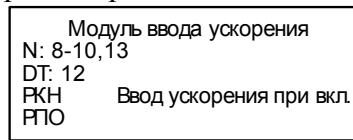


Рисунок 28 – Функциональный блок ввода ускорения при включении выключателя

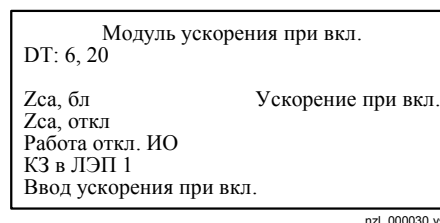


Рисунок 29 – Функциональный блок ускорения при включении выключателя

Инд. № одл.	09853	Подпись и дата	31.07.09	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

## 2 Использование по назначению

### 2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1.1 Климатические условия монтажа и эксплуатации шкафа должны соответствовать требованиям п. 1.1.3 настоящего РЭ. Возможность работы шкафа в условиях, отличных от указанных, должна согласовываться с предприятием-держателем подлинников конструкторской документации и с предприятием-изготовителем.

2.1.1.2 Группа условий эксплуатации должна соответствовать требованиям п.п 1.1.4 и 1.1.5 настоящего РЭ.

### 2.2 Подготовка изделия к эксплуатации

#### 2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия к использованию

2.2.1.1 Монтаж, обслуживание и эксплуатацию шкафа разрешается проводить лицам, прошедшим специальную подготовку, имеющим аттестацию на право выполнения работ (с учетом соблюдения необходимых мер защиты изделий от воздействия статического электричества), хорошо знающим особенности электрической схемы и конструкцию шкафа.

2.2.1.2 Монтаж шкафа и работы на разъемах терминала, рядах зажимов шкафа и разъемах устройств следует производить при обесточенном состоянии шкафа. При необходимости проведения проверок при поданном напряжении должны применяться дополнительные средства защиты, предотвращающие поражение обслуживающего персонала электрическим током.

2.2.1.3 По требованиям защиты человека от поражения электрическим током шкаф соответствует классу 1 по ГОСТ 12.2.007.0.

2.2.1.4 Шкаф перед включением и во время работы должен быть надежно заземлен.

#### 2.2.2 Внешний осмотр, порядок установки шкафа

2.2.2.1 Шкаф предназначен для установки в чистом помещении, достаточно освещенном для проведения необходимых проверок.

2.2.2.2 Упакованный шкаф поставить на горизонтальную поверхность, руководствуясь знаками «Верх». Убедиться в соответствии содержимого упаковочному листу. Извлечь шкаф из упаковки и снять с него ящик с запасными частями и приспособлениями (они поставляются в одной таре).

Произвести внешний осмотр шкафа, убедиться в отсутствии механических повреждений терминала и шкафа, вызванных транспортированием. При обнаружении каких-либо несоответствий или неисправностей в оборудовании необходимо немедленно поставить в известность предприятие-изготовитель.

2.2.2.3 Установить шкаф в вертикальном положении на предусмотренное для него место, закрепив его основание на фундаментных шпильках гайками, либо приварив основание шкафа к металлоконструкции пола, либо по инструкции, принятой в энергосистемах.

2.2.2.4 От шины заземления внутри шкафа отходит заземляющий жгут длиной 700 мм. Заземляющий жгут должен прикручиваться к контуру заземления. Сечение заземляющего жгута должно быть не менее 16 мм<sup>2</sup>. Выполнение этого требования по заземлению является крайне обязательным.

**Внимание!** Крепление шкафа сваркой или болтами к металлоконструкции пола не обеспечивает надежного заземления.

#### 2.2.3 Установка, монтаж и подключение приёмопередатчика

2.2.3.1 Высокочастотная аппаратура защиты перед установкой должна быть проверена и отрегулирована в соответствии с заводской инструкцией.

2.2.3.2 Монтаж цепей связи релейной части защиты с приёмопередатчиком осуществляется проводами, связанными в жгут и расположенными в правой части шкафа. На проводах имеется маркировка. Необходимо развязать жгут и соединить провода с выходами приёмопередатчика согласно схеме соединения.

2.2.3.3 Установка высокочастотной аппаратуры на металлоконструкцию шкафа производится с использованием специального комплекта принадлежностей к шкафу согласно

Инд. № одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
------	------	-------------	-------	------

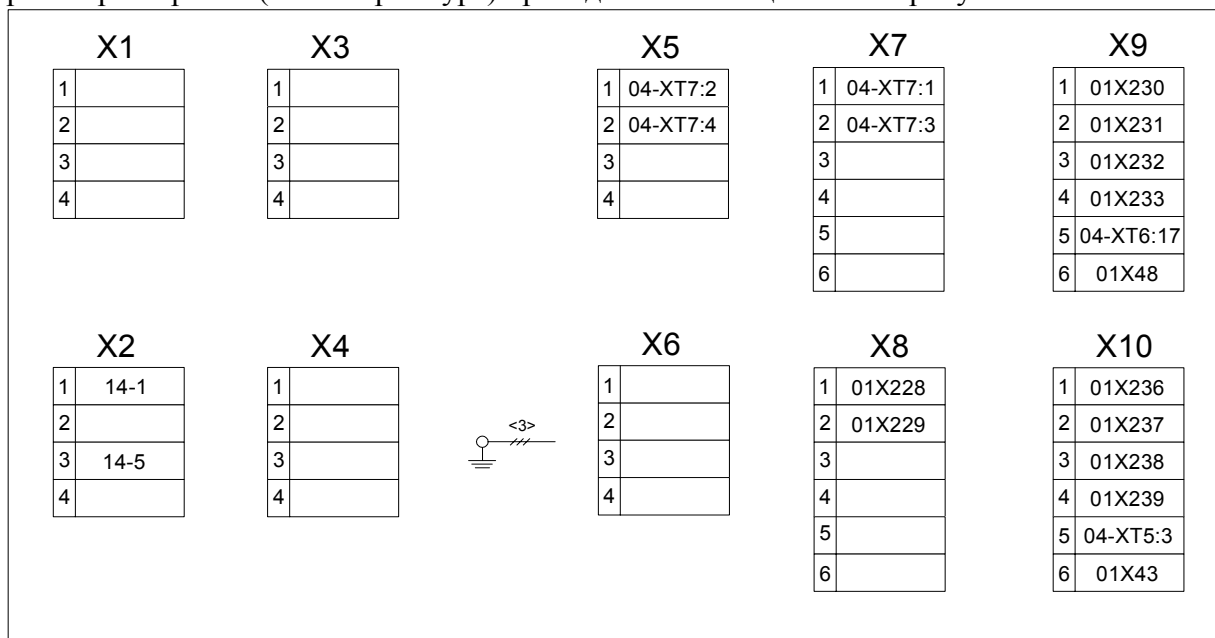
перечню, приведенному в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Крепежный комплект

Наименование	Количество
Болт М5	4
Шайба	4
Гайка М5	4

### 2.2.3.4 Подключение приёмопередатчика ПВЗУ-Е

Соединение цепей релейной части шкафа и приёмопередатчика типа ПВЗУ-Е производства «Уралэнергосервис» (г. Екатеринбург) приведено в таблице 2.2 и на рисунке 30.



nzl\_000031.vsd

Рисунок 30 – Схема цепей подключения приёмопередатчика ПВЗУ-Е в шкафу «Бреслер ШЛ 2607»

Таблица 2.2 – Соединение цепей релейной части шкафа и приёмопередатчика ПВЗУ-Е

Бреслер ШЛ 2607			ПВЗУ-Е	
Сигнал защиты	Цепи терминала	Цепи шкафа	Сигнал ПВЗУ-Е	Цепь
Пуск ВЧ-передатчика	ХТ7:1	–	Общ. РЗ	Х7:1
	ХТ7:2	–	Пуск	Х5:1
Запрет АК	ХТ7:3	–	Общ. РЗ	Х7:2
	ХТ7:4	–	Останов	Х5:2
ВЧ-приём	ХТ6:17	–	Осц. ПРМ1	Х9:5
	–	01Х63	Осц. ПРМ1	Х9:6
Неисправность ВЧ	ХТ5:3	–	Неиспр.	Х10:5
	–	01Х63	Неиспр.	Х10:6
Осциллограф ПРД1	–	01Х230	Осц. ПРД1	Х9:1
	–	01Х231	Осц. ПРД1	Х9:2
Осциллограф ПРД2	–	01Х232	Осц. ПРД2	Х9:3
	–	01Х233	Осц. ПРД2	Х9:4
Предупредительная сигнализация	–	01Х236	Предупр.	Х10:1
	–	01Х237	Предупр.	Х10:2
Вывод защиты	–	01Х238	Выв. защ.	Х10:3

Инв.№ одл. 09853  
 Подпись и дата 31.07.09  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подпись и дата

Бреслер ШЛ 2607			ПВЗУ-Е	
Сигнал защиты	Цепи терминала	Цепи шкафа	Сигнал ПВЗУ-Е	Цепь
	–	01X239	Выв. защ.	X10:4
Выход ПРМ	–	01X228	ПРМ вых 1	X8:1
	–	01X229	ПРМ вых 2	X8:2
+ЕС	–	01X114	+БАТ	X2:1
–ЕС	–	01X119	–БАТ	X2:3

#### 2.2.4 Монтаж шкафа

2.2.4.1 Выполнить подключение шкафа согласно утвержденному проекту в соответствии с указаниями настоящего РЭ.

2.2.4.2 Связь шкафа с другими шкафами защит и устройствами производить с помощью кабелей или проводников с сечением жил не менее 1,5 мм<sup>2</sup>.

2.2.4.3 Подключение высокочастотной части защиты к высокочастотному каналу связи производить с помощью коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 50÷100 Ом непосредственно к клеммнику приёмопередатчика.

#### 2.2.5 Подготовка шкафа к работе

Подробное описание последовательности действий при вводе устройства защиты в работу приведено в следующих документах:

- Комплект ступенчатых защит присоединений 110-220 кВ «БРЕСЛЕР ШЛ 2606» Программа и методика испытаний. АИПБ.656467.002-06.101 ПМ.
- Инструкция по наладке шкафов серии «Бреслер ШЛ 2606».

2.2.5.1 Шкаф не подвергается консервации смазками и маслами и расконсервации не требуется.

2.2.5.2 Шкаф выпускается с предприятия работоспособным и полностью испытанным.

2.2.5.3 Шкаф содержит необходимые переключающие элементы. Список, назначение и рабочие положения переключателей указаны в приложении Д.

#### 2.2.6 Указания по вводу шкафа в эксплуатацию

2.2.6.1 При вводе шкафа в эксплуатацию необходимо выполнить следующие работы:

- проверку сопротивления изоляции шкафа;
- выставление и проверку уставок защит шкафа;
- проверку шкафа рабочим током и напряжением;
- проверку воздействия на внешние цепи;
- проверку действия на центральную сигнализацию;
- проверку взаимодействия шкафа с другими НКУ.

#### 2.2.7 Проверка сопротивления изоляции шкафа

2.2.7.1 Крышки испытательных блоков должны быть установлены. Необходимо отсоединить и изолировать связи релейной части защиты с приёмопередатчиком. На двери шкафа переключатель SA1 «Работа шкафа» устанавливался в положение «Вывод НВЧЗ».

2.2.7.2 Временными перемычками соединить цепи независимых групп. В устройстве выделяются следующие независимые группы цепей:

- переменного тока;
- переменного напряжения;
- оперативного тока;
- цепи регистрации;
- выходные цепи;
- цепи сигнализации.

2.2.7.3 Необходимо измерить сопротивление изоляции между цепями, соединенными между собой и корпусом, а также между каждой цепью и оставшимися соединенными между

Инд. № одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	АИПБ.656467.003-07 РЭ	Лист 37

собой цепями. Измерения производятся с помощью мегомметра на напряжение 1000 В для цепей выше 60 В и на напряжение 500 В – ниже 60В, согласно ПТЭ. При всех видах измерений сопротивление собранных цепей должно быть не менее 10 МОм.

2.2.7.4 Электрическая прочность изоляции между указанными цепями относительно корпуса шкафа и между собой проверяется напряжением 2000 В частотой 50 Гц в течение 1 мин. После этого вида проверки необходимо повторно измерить сопротивление изоляции шкафа. Испытание изоляции полагается успешным, в случае если ее сопротивление сохранилось не менее 10 МОм.

#### 2.2.8 Проверка шкафа рабочим током

Необходимо восстановить и проверить значения рабочих уставок шкафа. Переключатель SA1 «Работа шкафа» устанавливается в положение «Сигнал». Приёмопередатчик должен быть включен. После подачи на шкаф рабочих токов и напряжений нормального режима по светодиодной сигнализации терминала и шкафа определяется факт несрабатывания ни одного из реле ВЧ-защиты.

#### 2.2.9 Проверка правильности подключения цепей тока и напряжения

2.2.9.1 С помощью переключателей и, при необходимости, отсоединения подходящих к клеммнику цепей необходимо исключить возможность действия шкафа на внешние устройства НКУ.

2.2.9.2 Подключить цепи переменного тока и напряжения от измерительных трансформаторов и цепи ШОН.

2.2.9.3 С помощью программы мониторинга зафиксировать значения токов и напряжений защиты, а также построить их векторные диаграммы. Результаты проверки занести в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Проверка подключения цепей тока и напряжения

Наименование	Значения токов фаз, А			Напряжения, В				
	А	В	С	А0	В0	С0	3U0	U <sub>ШОН</sub>
Модуль								
Фаза, град.*								

\* – задается относительно базового вектора – напряжения прямой последовательности.

2.2.9.4 По векторной диаграмме определяется правильность чередования фаз токов и напряжений.

#### 2.2.9.5 Проверка правильности подключения тока и напряжения фазы А.

Результаты проверки фиксируются в таблице 2.4. По результатам проверки устанавливают факт совпадения направления мощностей, измеренных программой мониторинга и щитовыми приборами.

Таблица 2.4 – Проверка подключения цепей тока и напряжения

Мощность	По показаниям щитовых приборов	По показаниям программы мониторинга
P, МВт		
Q, МВАр		

#### 2.2.10 Проверка правильности включения БНН

Для проверки правильности работы БНН необходимо задать в сервисной функции терминала «Испытательный выход» (значение – 96). Проверка работы БНН осуществляется при помощи имитации обрыва цепей напряжения путем поочередного отключения цепей «звезды» с использованием контрольных крышек испытательных блоков (БИ) SG3. Контроль срабатывания БНН осуществляется по факту замыкания контактов реле «Испытательного выхода».

Инв.№ одл. 09853  
 Подпись и дата 31.07.09  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
------	------	-------------	-------	------

### 2.2.11 Проверка поведения защиты при отключении цепей напряжения

При поданном токе нагрузки отключается напряжение снятием крышки БИ SG3. В ходе проверки не должно происходить срабатывания защиты.

### 2.2.12 Проверка поведения защиты при снятии и подаче напряжения оперативного постоянного тока

Необходимо исключить возможность действия шкафа на внешние устройства НКУ аналогично 2.2.9.1. После подачи на шкаф рабочих токов и напряжений нагрузочного режима с терминала снимается и снова подается напряжение оперативного постоянного тока переключателем SA4 «Питание терминала». В ходе проверки не должно происходить срабатывания защиты.

### 2.2.13 Проверка обмена ВЧ-сигналами с противоположным концом линии

При длительном нажатии кнопки «Ручной пуск», расположенной на двери шкафа, проверяется появление сигнала «Вызов» на светодиодной сигнализации терминала защиты, установленного на противоположном конце линии. Аналогично проверяется появление сигнала «Вызов» при нажатии кнопки «Ручной пуск» шкафа на противоположном конце линии.

## 2.3 Структура пользовательского интерфейса

### 2.3.1 Пользовательский интерфейс

Интерфейс подразделяется на две функциональные части: модуль пользовательского интерфейса и модуль светодиодов. Расположение этих модулей изображено на рисунке 31.

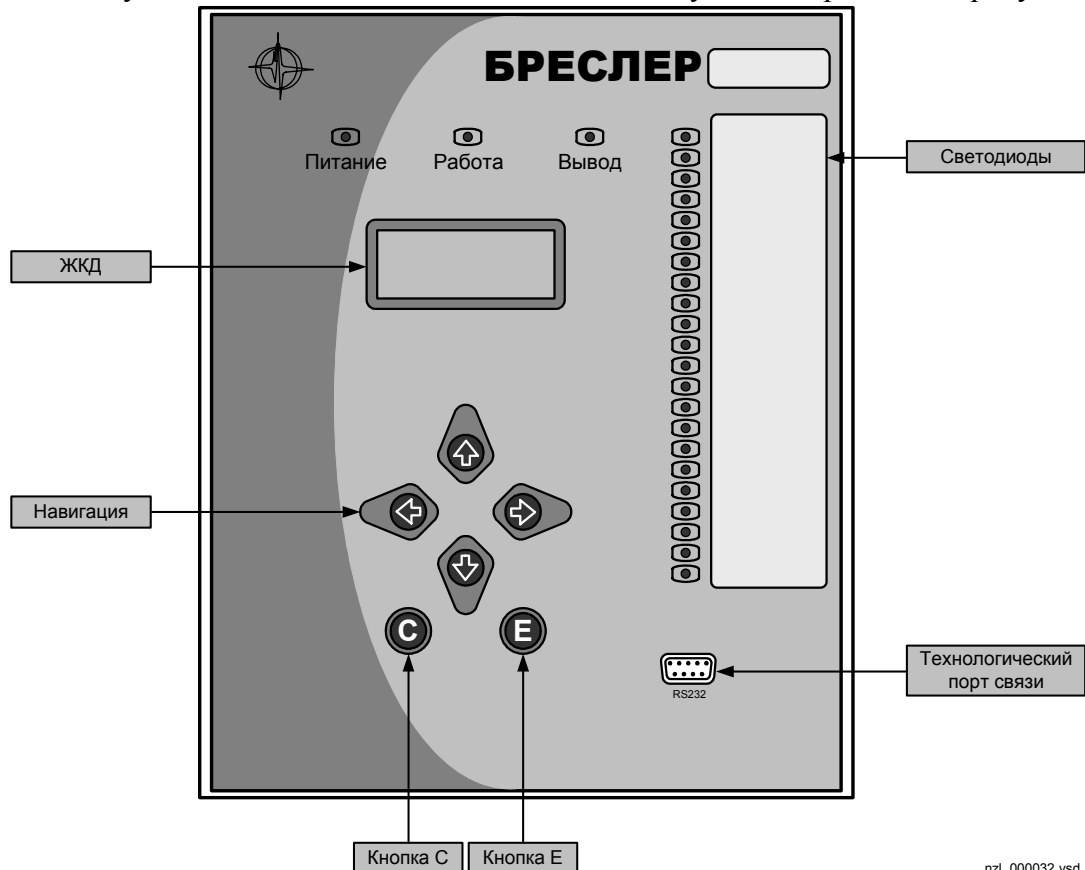


Рисунок 31 – Расположение элементов на лицевой панели терминала

Модуль интерфейса пользователя представляет собой двунаправленное средство связи. Это означает, что:

- может произойти событие, которое отражается в структуре меню, чтобы привлечь внимание оператора к какому-то факту, имевшему место и требующему его вмешательства;
- оператор может запросить на экран определенные интересующие его сведения.

Модуль пользовательского интерфейса состоит из жидкокристаллического дисплея и кнопок управления. Дисплей размером 4 строки по 16 символов отображает информацию о

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
09853	31.07.09			



Состав меню зависит от текущего состояния терминала защиты, а потому некоторые его пункты могут быть недоступны. Активное положение в меню индицируется в верхней строке экрана (например, **Главное меню**).

В меню различаются несколько видов экранов:

- **Список с выбором** (большинство меню) – текущий выбор подсвечивается курсором в левой части экрана; возможен переход во вложенное меню.
- **Список без выбора** (индикация неизменяемых параметров) – курсор на экране отсутствует.
- **Диалоговое окно** (запрос на выполнение действия) – курсора нет; назначение кнопок управления определяется на экране.

Если в меню содержится больше пунктов, чем помещается на одном экране, то в правой части дисплея высвечиваются символы ↑(вверх) и ↓(вниз), указывающие направления, в которых возможно прокручивание списка.

### 2.3.5 Журнал записей



Данное меню используется для вывода на экран информации, записанной терминалом «Бреслер ТЛ 2607» о последних аномальных режимах. Все осциллограммы, регистрируемые терминалом, хранятся в энергонезависимой внутренней памяти; доступ к ним производится через автоматизированную систему управления и сбора данных.

В меню **Журнал записей** доступны следующие действия:

- **Просмотр** – Вывести на дисплей информацию об аномальных режимах.
- **Записать** – Произвести принудительный немедленный пуск регистратора аномальных режимов.
- **Стереть все** – Стереть из памяти все записи аномальных режимов.

Чтобы просмотреть детализированный отчет и провести глубокий анализ аномального режима, используется внешний персональный компьютер.

#### 2.3.5.1 Просмотр



В меню **Просмотр** пользователю предлагается выбрать осциллограмму для просмотра. На экране отображаются номера предыдущей, текущей и следующей осциллограмм в списке, а также дата и время пуска текущей записи. Перемещение по списку производится кнопками управления «Влево» и «Вправо».

Выбор нужной осциллограммы кнопкой «Е» переводит пользователя на следующий уровень меню, содержащий подробную информацию о записи:

- **Причины пуска** – список групп сигналов, инициировавших запись;
- **Стереть запись** – удаление из внутренней памяти терминала текущей осциллограммы (требует подтверждения).

#### 2.3.5.2 Записать



Выполнение принудительной записи инициирует мгновенное формирование отчета об аномальном режиме. Эта функция используется для получения моментального «снимка» состояния контролируемой линии электропередачи.

Инв.№ одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
09853				

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

### 2.3.5.3 Удаление всех осциллограмм



Во внутренней энергонезависимой памяти терминала выделено место для хранения ста двадцати восьми последних осциллограмм. При заполнении памяти применяется «принцип очереди» (первым пришел – первым ушел), т.е. новые аномальные режимы фиксируются на место самых старых. Данное меню (с подтверждением) приводит к очистке внутренней памяти, например, при пуско-наладке и настройке терминала, когда информация не имеет значения для персонала после кратковременного использования.

Функция **Стереть все** должна использоваться с осторожностью, поскольку приводит к необратимой потере данных о всех предыдущих аномальных режимах в энергосистеме.

### 2.3.6 Журнал событий



Данное меню используется для вывода на экран информации, записанной терминалом «Бреслер ТЛ 2607» о последних событиях. Все события, регистрируемые терминалом, хранятся в энергонезависимой внутренней памяти; удаленный доступ к событиям производится через автоматизированную систему управления и сбора данных. Устройство осуществляет кольцевую перезапись событий. Максимальное число событий в памяти устройства – 128.

В меню **Журнал событий** доступны следующие действия:

- **Просмотр** – Вывести на дисплей информацию о событиях.
- **Стереть все** – Стереть из памяти все записи событий.

#### 2.3.6.1 Просмотр



В меню **Просмотр** пользователю предлагается выбрать событие для просмотра. На экране отображается нумерованный список событий, содержащий описание событий (с использованием латинских названий сигналов). Перемещение по списку производится кнопками управления «Вверх» и «Вниз» (перемещение на одну позицию) и «Влево» и «Вправо» (перемещение на три позиции).

Выбор нужного события кнопкой «Е» переводит пользователя на следующий уровень меню, содержащий подробную информацию о записи: номер записи, описание события, дата и время события.

#### 2.3.6.2 Удаление всех записей



Записи о событиях хранятся в энергонезависимой памяти терминала. Меню **Стереть все** (с подтверждением) позволяет очистить внутреннюю память, например, при проведении пуско-наладочных работ или настройке терминала, когда информация не имеет значения для персонала после кратковременного использования.

Функция **Стереть все** должна использоваться с осторожностью, поскольку приводит к необратимой потере данных о всех предыдущих событиях, записанных терминалом.

Инд.№ одл. 09853	Подпись и дата	
	Инд. № дубл.	
	Взам. инв. №	
	Подпись и дата	31.07.09

### 2.3.7 Текущий режим



В меню **Текущий режим** пользователь может просмотреть текущие значения аналоговых величин и логических сигналов.

#### 2.3.7.1 Аналоговые сигналы



Меню **Аналог.сигналы** представляет первичные и вторичные векторы измеренных первых гармоник тока и напряжения номинальной частоты, а также их симметричные составляющие. Показания отображаются в полярной форме (действующее значение величины и угол сдвига фаз, приведенный к вектору напряжения фазы А).

#### 2.3.7.2 Дискретные сигналы



В меню **Дискр.сигналы** собраны дискретные сигналы, объединенные в группы по входным и выходным сигналам: **Входные** и **Выходные**.

В каждой группе сигналы разбиваются по подгруппам (по 8 сигналов), и сигнал каждой подгруппы описывается своим номером, названием и текущим значением.

#### 2.3.7.3 Частота



Терминал непрерывно следит за частотой сети и индицирует ее в поле **Частота**.

#### 2.3.7.4 Мощности



Меню **Мощности** представляет первичные активные и реактивные мощности (фазные и суммарные), протекающие в линии, и коэффициент мощности ( $\cos \varphi$ ).

#### 2.3.7.5 Сопротивления

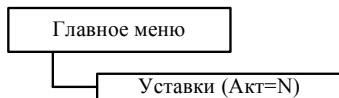


В меню **Сопротивления** пользователь может просмотреть первичные и вторичные значения фазных и междуфазных текущих сопротивлений, а также сопротивления симметричных составляющих, измеряемых терминалом. Они представляются в полярной форме: модуль в Ом, аргумент в градусах.

Индв.№ одл.	09853	Подпись и дата	31.07.09	Взам. инв. №	Индв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

### 2.3.8 Уставки



Меню **Уставки** используется для просмотра параметров функций защиты, имеющихся в терминале «Бреслер ТЛ 2607», и выбора режимов его работы. Терминал может иметь до четырех групп уставок, одна из которых является активной и индицируется в заголовке меню.

#### 2.3.8.1 Просмотр уставок



Уставки активной группы, классифицированные по функциям терминала, можно найти в меню **Просмотр**. Среди отображаемых параметров находятся уставки направленной высокочастотной защиты линии и коэффициенты трансформации трансформаторов тока и напряжения аналоговых входов терминала.

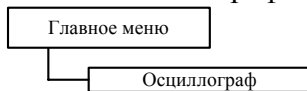
Изменение уставок с помощью пользовательского интерфейса терминала невозможно. Эту задачу выполняет специализированная программа задания уставок для персонального компьютера.

#### 2.3.8.2 Выбор активной группы



Чтобы изменить активную группу уставок, необходимо войти в подменю **Выбор группы** указать нужную группу из списка. Далее пользователю будет предложено ввести пароль и произвести перезагрузку терминала с целью вступления в силу произведенных изменений.

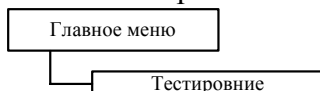
### 2.3.9 Осциллограф



В меню **Осциллограф** размещается информация о параметрах функции осциллографа терминала:

- **Гдискр** – частота дискретизации входных сигналов;
- **ДлитЗап** – максимальная длительность одной осциллограммы;
- **ПредРеж** – длительность записи предаварийного режима (до возникновения условий пуска);
- **NAналогСгн** – количество аналоговых сигналов, записываемых терминалом;
- **NDискрСгн** – количество регистрируемых дискретных сигналов.

#### 2.3.10 Тестирование



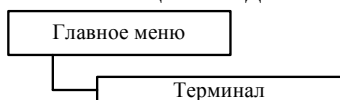
Терминал «Бреслер ТЛ 2607» имеет встроенные функции обнаружения внутренних неисправностей. Частичная самодиагностика в рабочем режиме позволяет выявить и сигнализировать (выходной сигнал и светодиодная индикация) об ошибке. Однако существуют функции, тестирование которых невозможно без участия обслуживающего персонала. Для верификации полной работоспособности терминала используется меню **Тестирование**.

- **Светодиоды** – тест светодиодов на лицевой панели терминала. При выборе этой функции светодиоды поочередно зажигаются и гаснут, пользователь контролирует их состояние визуально;

Индв.№ одл.	31.07.09	Взам. инв. №	Индв. № дубл.	Подпись и дата	09853

- **Испыт.выход** – настройка испытательного выхода. Эта настройка используется при тестировании блоков реле. Заголовок меню отображает цифровое обозначение проверяемого измерительного органа, результат работы которого передается на испытательный выход терминала. В подменю пользователю предлагается полный список возможных значений параметра с их краткими текстовыми описаниями.

### 2.3.11 Общие сведения о терминале



Меню **Терминал** предназначено для отображения информации о контролируемом объекте и установки параметров объединения терминала в автоматизированную систему управления и сбора данных:

- **ПС** – наименование подстанции (этот параметр попадает в заголовок осциллограммы);
- **ВЛ** – наименование объекта, контролируемого терминалом (этот параметр попадает в заголовок осциллограммы);
- **Терминал** – идентификатор терминала в автоматизированной системе управления и сбора данных (этот параметр попадает в заголовок осциллограммы);
- **Версия ПО** – версия программного обеспечения, установленная в терминале;
- **Дата/Время** – редактирование даты и времени. Показания энергонезависимых часов устанавливаются в формате ДД.ММ.ГГ, чч:мм:сс.

**Внимание!** Точность внутренних часов терминала важна для совместного анализа осциллограмм от нескольких терминалов;

- **Скорость связи** – настройка параметров связи. Выбирается номер порта и скорость передачи данных. Скорость связи принимает дискретные значения из списка: 9600, 19200, 38400, 57600, 115200. По умолчанию для порта COM1 определена скорость 38400 бит в секунду, для COM2 – 115200 бит в секунду;

- **МЭК 60870-5-103** – редактируемые настройки для отображения и установки параметров объединения терминала в автоматизированную систему управления и сбора данных. Здесь задаются параметры портов связи и параметры работы протокола МЭК 60870-5-103. Для каждого из портов COM1 и COM2 предлагается одинаковый набор изменяемых параметров:

1. Работа МЭК – включает работу протокола МЭК на данном порте.
2. Иниц. Модема – разрешение инициализации модема.
3. Адрес – адрес данного порта терминала в автоматизированной системе управления и сбора данных. По умолчанию выставляется в соответствии с номером терминала.
4. tD – задержка передачи сигнала в линии в миллисекундах (измерение величины задержки может быть проведено с помощью программы BSCADA), используется для синхронизации внутренних часов терминала с помощью протокола МЭК.
5. tBI – максимально допустимая пауза в миллисекундах между соседними байтами принимаемого пакета. При превышении данного интервала приём пакета сбрасывается.
6. tWZT – максимально допустимый интервал времени в миллисекундах между моментом приёма последнего байта пакета от первичной станции до начала посылки ответного пакета. При превышении данного интервала в случае затянувшейся обработки пакета (например, во время пуска защит при возникновении аномального режима) посылка ответного пакета будет заблокирована.
7. По умолчанию – сброс вышеприведенных параметров в значения по умолчанию.

**Примечание** Такие параметры, как время задержки в канале связи, максимальный период времени ожидания бита данных и максимальный период ожидания ответа, не рекомендуется менять без необходимости. Адрес выставляется в соответствии с номером терминала. При выборе пункта «По умолчанию» для портов COM1 и COM2 будут выставлены следующие параметры:

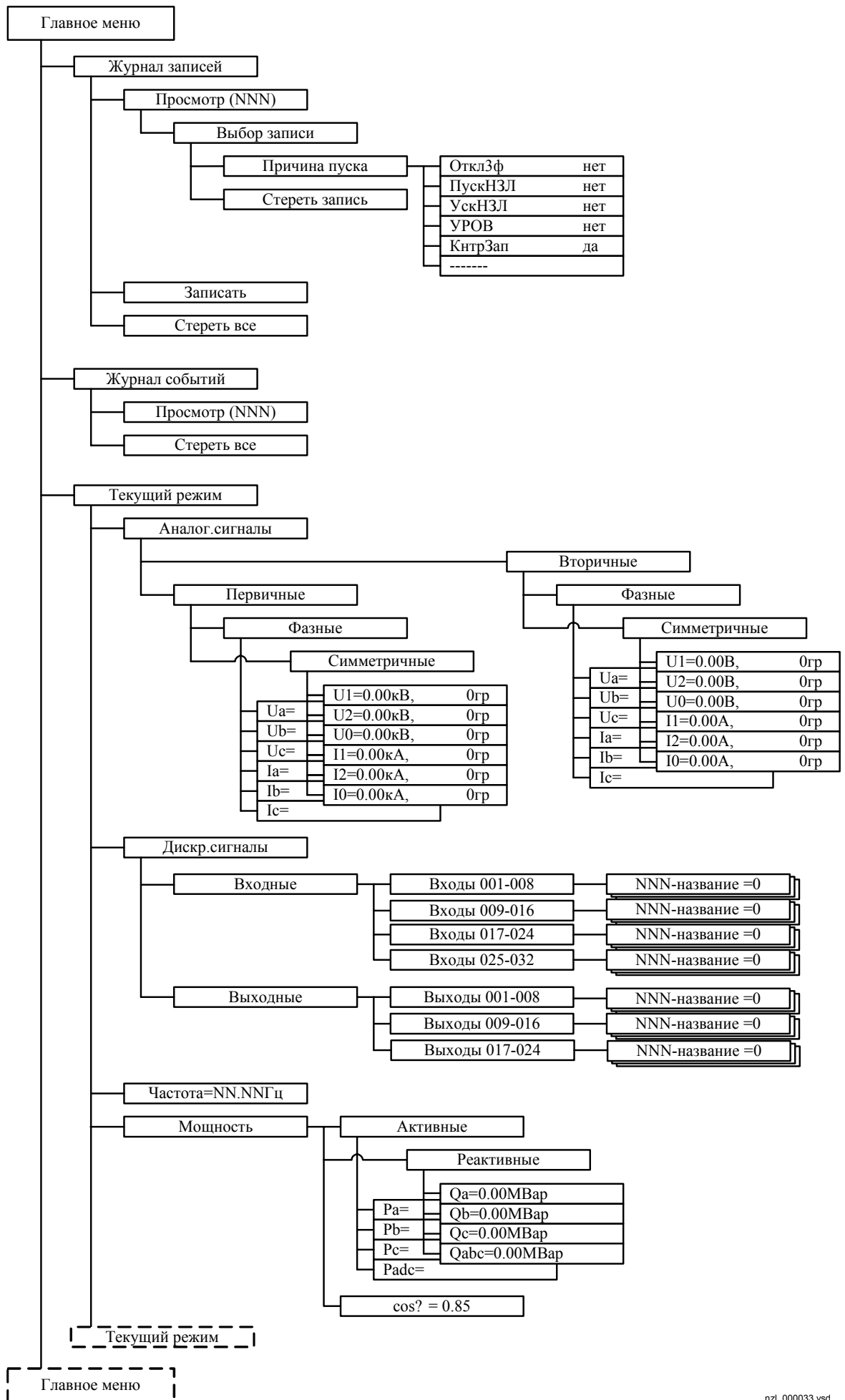
Испыт. № одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата	Лист
<i>АИПБ.656467.003-07 РЭ</i>										45

Параметры COM1 по умолчанию	Параметры COM2 по умолчанию
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работа МЭК: Да</li> <li>• Иниц. модема: Нет</li> <li>• Адрес: NNN</li> <li>• Пароль: 0000</li> <li>• tD: 0000 мс</li> <li>• tBI: 0050 мс</li> <li>• tWZT: 1000 мс</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работа МЭК: Нет</li> <li>• Иниц. модема: Нет</li> <li>• Адрес: NNN</li> <li>• Пароль: 0000</li> <li>• tD: 0000 мс</li> <li>• tBI: 0050 мс</li> <li>• tWZT: 1000 мс</li> </ul>

Инд. № одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
09853	31.07.09			

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

АИПБ.656467.003-07 РЭ



nzl\_000033.vsd

Рисунок 32 – Дерево меню (Журнал записей, Текущий режим)

Инв.№ одл. 09853	Подпись и дата 31.07.09	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
	Изм.	Лист	№ документа	Подп.

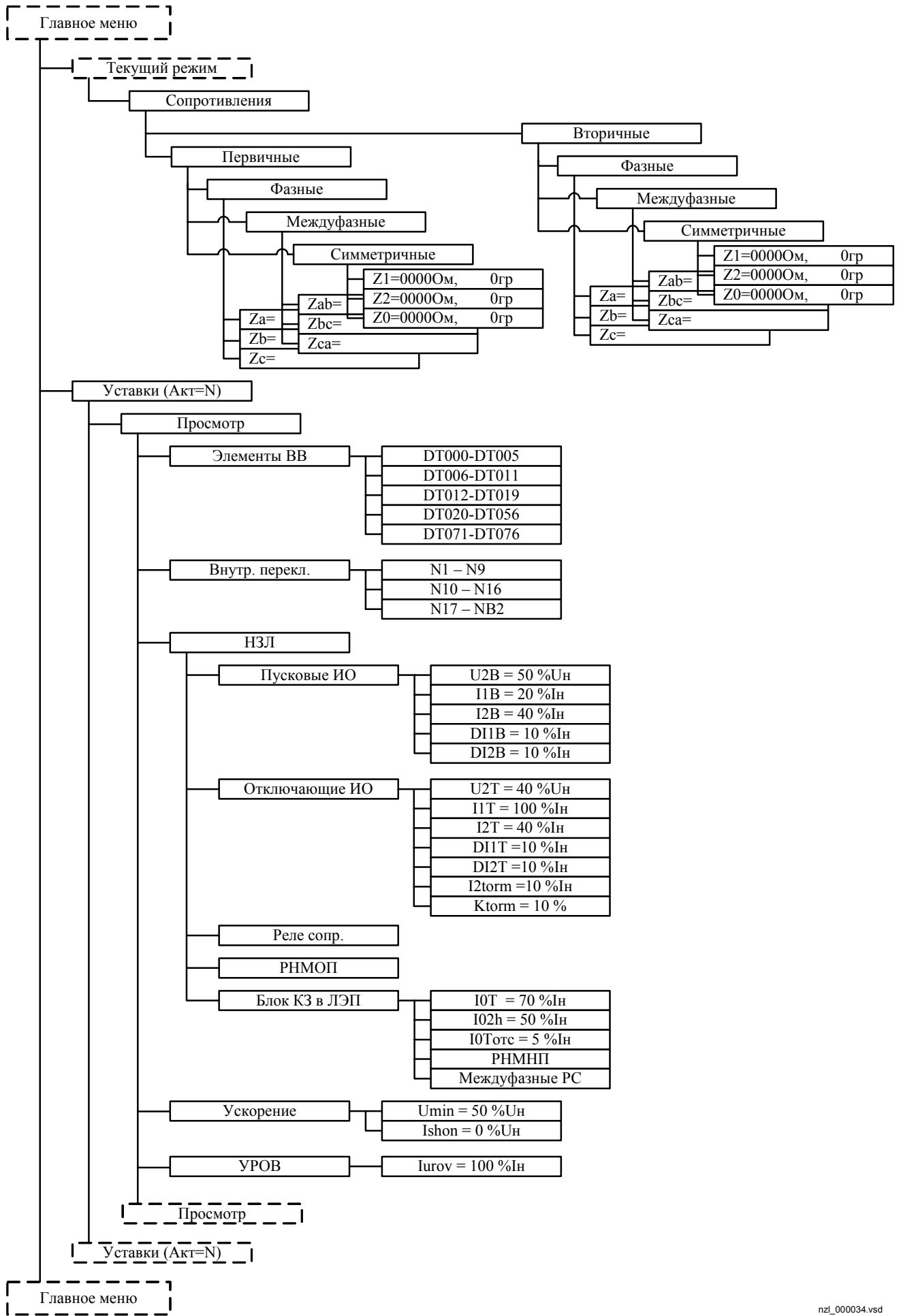
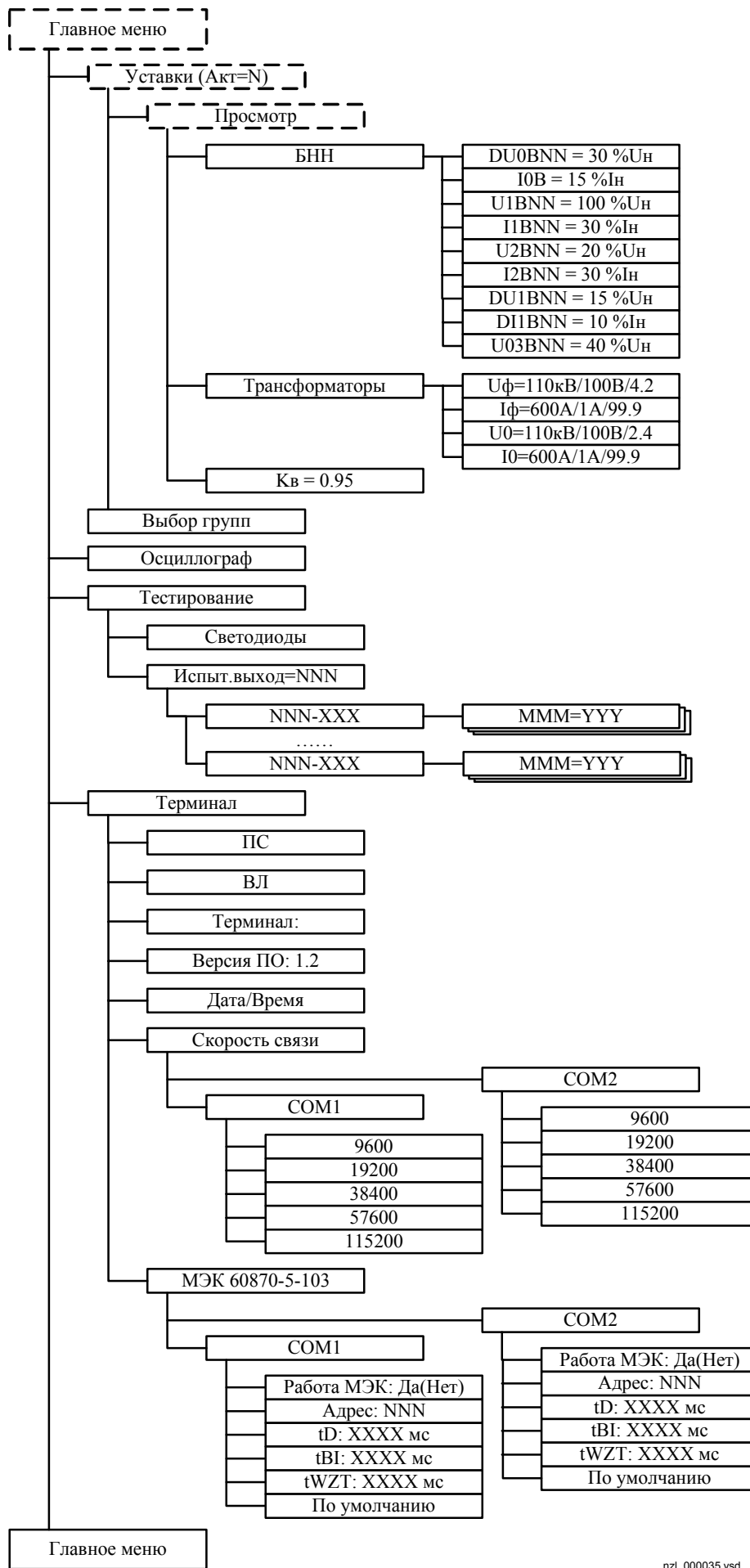


Рисунок 33 – Дерево меню (Текущий режим, Уставки)

nzl\_000034.vsd

Инв. № одл. 09853	Подпись и дата	Подпись и дата
	Взам. инв. №	Инв. № дубл.
31.07.09		

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата



nzl\_000035.vsd

Рисунок 34 – Дерево меню (Уставки, Осциллограф, Тестирование и Терминал)

Инв.№ одл.	09853	Подпись и дата	31.07.09	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
		Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

## 2.4 Возможные неисправности и методы их устранения

2.4.1.1 Неисправности могут возникнуть при нарушении условий транспортирования, хранения и эксплуатации.

2.4.1.2 При включении питания и в процессе работы шкафа могут возникнуть неисправности, о чем сигнализирует лампа «Неисправность/Вызов» на двери шкафа и светодиода на лицевой панели терминала.

2.4.1.3 Сигнал неисправность появляется при выполнении следующих условий:

- отказ терминала защиты;
- отказ ВЧ-приёмопередатчика;
- работа БНН.

2.4.1.4 Срабатывание БНН свидетельствует о неисправности цепей напряжения. Следует проверить наличие напряжения согласно схемам:

- на клеммниках шкафа;
- на испытательных блоках;
- на клеммах терминала.

Если напряжения присутствуют на всех контрольных точках, то следует произвести ремонт/замену блока входных преобразователей Е1 (рисунок 5).

2.4.1.5 Если произошел отказ ВЧ-приёмопередатчика, о чем свидетельствует загорание светодиода «Неисправность» или «Сбой» на лицевой панели приёмопередатчика, то следует действовать согласно инструкции, входящей в комплект документации на данный тип приёмопередатчика.

2.4.1.6 Если нет отказа приёмопередатчика и срабатывания БНН, то это означает неисправность терминала защиты.

2.4.1.7 Самодиагностика терминалов серии «Бреслер» подразделяется на два этапа: начальный (при включении/перезапуске терминала) и постоянный (в процессе работы устройства).

2.4.1.8 Таблица 2.5 содержит объем самодиагностики, который включает в себя контроль важных узлов устройства и их возможных неисправностей:

Таблица 2.5 – Основные возможные неисправности

Блок устройства	Основные возможные неисправности
Блок ЦП	1. Нарушение правильного функционирования ПО устройства 2. Неисправность микросхемы часов 3. Неисправность флэш-памяти 4. Неисправность АЦП 5. Неисправность цифрового сигнального процессора (DSP) 6. Контроль правильности уставок
Блок питания	7. Ошибки идентификации 8. Неисправность выходных реле 9. Неисправность питания выходных реле
Блок(и) входов	10. Ошибки идентификации
Блок(и) выходов	11. Ошибки идентификации 12. Неисправность выходных реле

**Примечание: Самодиагностика терминала не контролирует исправность контактов выходных реле (например, залипание), а также цепей дискретных входов.**

2.4.1.9 При обнаружении неисправности на начальном этапе включения/перезапуска устройства на дисплее появляется сообщение следующего вида:

Неисправность!  
Код: 0x1000  
<С> - Продолжить  
<Е> - Подробно

На экране ИЧМ отображается основной код ошибки (расшифровку см. далее). При нажатии кнопки «Е» осуществляется переход к списку обнаруженных неисправностей. При нажатии «С» загрузка устройства будет продолжена, но только в случае, если обнаруженная неисправность

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
09853				

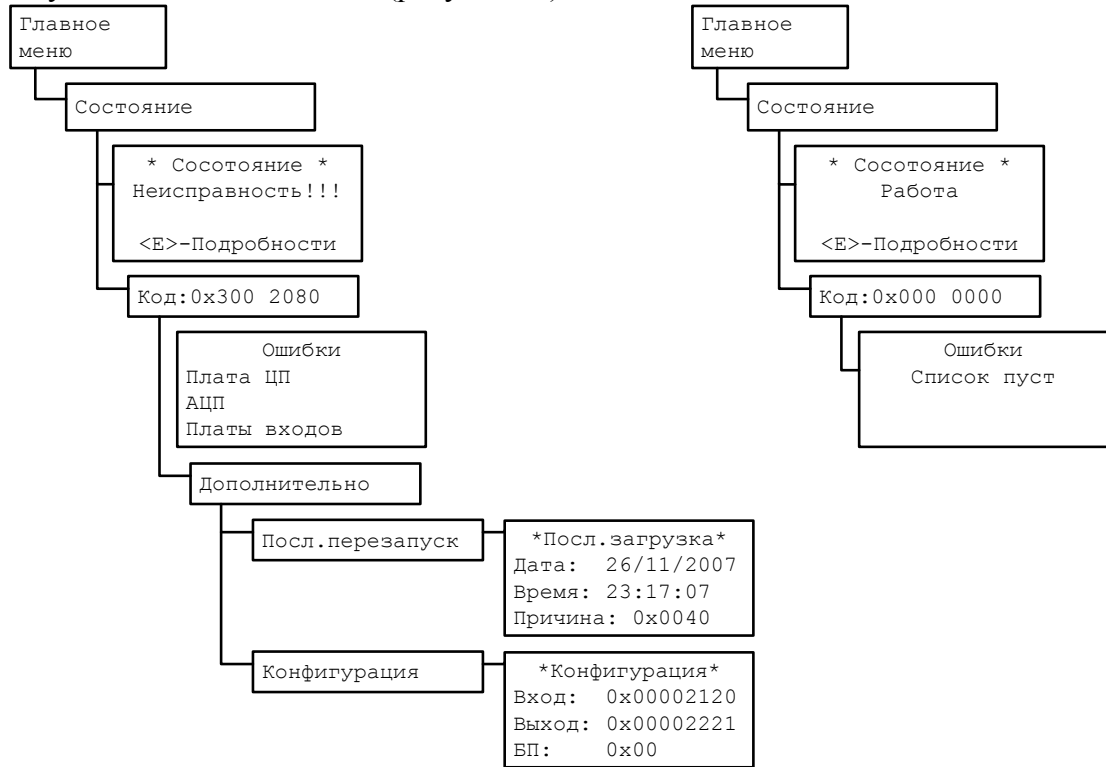
позволяет начать работу. В противном случае защита не вводится в работу, информация об этом отображается на дисплее ИЧМ.

2.4.1.10 При обнаружении неисправности в процессе работы устройства на дисплее появляется сообщение следующего вида:

```

26.11.07   17:07
Осц:013   Нов:013
      Обнаружена
      неисправность!
    
```

Для просмотра подробной информации об обнаруженной неисправности необходимо перейти в пункт меню «Состояние» (рисунок 35).



а) терминал неисправен; б) терминал исправен  
 Рисунок 35 – Древо меню «Состояние»

2.4.1.11 В пункте меню «Код» отображаются основной (на рисунке – 0300) и дополнительный коды (на рисунке 35 – 2080), которые позволяют идентифицировать обнаруженную неисправность (расшифровку см. таблицы 2.6 и 2.7). При входе в данный пункт отображается текстовое описание неисправностей.

2.4.1.12 В пункте меню «Дополнительно» отображается информация о последнем перезапуске устройства, код неисправности, приведшей к перезапуску, а также информация о текущей конфигурации устройства. Данная информация может понадобиться при изучении причин неисправности.

2.4.1.13 При отсутствии неисправностей информация в пункте меню «Состояние» также доступна пользователю, в частности, информация о последнем перезапуске и его причине (0000 – штатная перезагрузка). Например, данная информация позволяет определить причину неустойчивой неисправности, устраненной с помощью перезапуска терминала.

## 2.4.2 Коды неисправностей

2.4.2.1 Ошибки, выявленные в ходе самодиагностики, кодируются с использованием шестнадцатеричной системы исчисления по следующим правилам.

2.4.2.2 Основная маска ошибок содержит информацию о типе неисправности. Для каждого типа неисправности зарезервирован свой бит в коде ошибок, причем самый правый столбец нижеследующей таблицы соответствует самому младшему биту. Таким образом,

Индв.№ одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Индв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
------	------	-------------	-------	------

обеспечивается информирование при возникновении одной или нескольких неисправностей одновременно.

Таблица 2.6 – Вид основной маски ошибок

80	40	20	10	08	04	02	01	80	40	20	10	08	04	02	01
Резерв	Резерв	Вых.реле	Вых.плата	Вх.плата	АЦП	Блок Питания	Микросхе ма часов	Флэш-память	Уставки	Резерв	Резерв	ЦП	ОЗУ	DSP	Неизв. ошибка

2.4.2.3 Неисправности АЦП (0400), микросхемы часов (0100), флэш-памяти (0080), уставок (0040), ЦП (0008), ОЗУ (0004) и DSP (0002) соответствуют неисправности блока логики (процессора). Неисправностям блока питания, блока входов и блока выходов соответствуют коды 0200, 0800, 1000. При неисправности выходных реле на блоке питания или блоке выходов может также отобразиться код 2000. Для определения конкретного блока (платы) входов или выходов следует воспользоваться дополнительной маской ошибок.

2.4.2.4 Дополнительная маска ошибок содержит информацию о неисправности плат входов и выходов. Данная маска позволяет определить, какая именно плата входов/выходов неисправна. Кодирование аналогично основной маске ошибок.

Таблица 2.7 – Вид дополнительной маски ошибок

80	40	20	10	08	04	02	01	80	40	20	10	08	04	02	01
Платы выходов							Платы входов								
Резерв	Резерв	Резерв	Плата 4	Плата 3	Плата 2	Плата 1	Плата БП	Резерв	Резерв	Резерв	Плата 4	Плата 3	Плата 2	Плата 1	Плата БП

*Пример:* Если основной код ошибки 0x1000, это означает, что неисправны одна или несколько выходных плат. Если же код ошибки 0x1800=0x1000+0x0800, то неисправны платы входов и выходов. При этом в дополнительной маске ошибок будет содержаться информация о том, какие конкретно платы вышли из строя. Например, код 0x3800 0602 говорит о неисправности первой и второй плат выходов и первой платы входов, а так же о том, что на неисправных платах выходов выявлены одно или несколько неисправных выходных реле.

### 2.4.3 Действия устройства при обнаружении неисправности

2.4.3.1 При обнаружении неустойчивых неисправностей (например, при нарушении функционирования ПО) терминал делает попытку самовосстановления, для чего осуществляет перезапуск с более полным контролем при загрузке. При устранении неисправности после перезагрузки информация о ее причине (основной код ошибки) сохраняется и отображается в пункте меню «Состояние\Дополнительно\Посл. перезапуск\Причина».

2.4.3.2 При обнаружении устойчивой неисправности терминала, которая может привести к ложному срабатыванию или отказу в срабатывании устройства, обеспечивается вывод действия терминала на выходные цепи, о чем сигнализирует мигающий светодиод «Работа» и горящий светодиод «Вывод». Действие на сигнализацию обеспечивается НЗ-контактом терминала.

### 2.4.4 Устранение неисправности

**Внимание!** При обнаружении любой неисправности терминала необходимо записать коды ошибки (основной и дополнительный), текстовое описание ошибки, информацию о последнем перезапуске и конфигурации устройства и сообщить их предприятию-изготовителю.

**Внимание!** Работу по устранению неисправности может проводить только персонал, прошедший специализированное обучение и имеющий необходимое оборудование.

Инд. № одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
------	------	-------------	-------	------

**Внимание!** После устранения неисправности и перед вводом устройства в работу необходимо проконтролировать правильность выставленных параметров устройства (уставок, параметров осциллографа и др.) и убедиться в правильности его работы.

2.4.4.1 Основные неисправности терминала и методы их устранения приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Неисправности терминала и методы их устранения

Признаки	Возможная причина	Методы устранения
Не горит дисплей терминала, нет светодиодной индикации	Отсутствует питание, неисправен блок питания	Проверить наличие напряжения питания, ремонт/замена платы блока питания.
Горит подсветка дисплея терминала	Неисправна плата центрального процессора	Ремонт/замена платы центрального процессора.
При подаче входного сигнала не фиксируется прохождение сигнала. При отсутствии входного сигнала фиксируется его наличие, возможна постоянная запись осциллограмм	Неисправна одна из плат входов	Запустить тест входов терминала. Определить и отремонтировать/заменить неисправную плату входов.
Наличие постоянного выходного сигнала	Неисправна одна из плат выходов	Запустить тест выходов терминала. Определить и отремонтировать/заменить неисправную плату.
Прочие неисправности		Поиск неисправности и ремонт/замена неисправного блока

Интв.№ одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Интв. № дубл.	Подпись и дата
09853	31.07.09			

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

### 3 Техническое обслуживание изделия

Цикл технического обслуживания шкафа (ТО) в процессе его эксплуатации составляет шесть лет согласно требованиям РД 153-34.0-35.617-2001 «Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кВ» для устройств на микроэлектронной и микропроцессорной базе. Под циклом ТО понимается период эксплуатации шкафа между двумя ближайшими восстановлениями, в течение которого выполняются в определенной последовательности виды ТО, предусмотренные вышеуказанными Правилами: проверка (наладка) при новом включении, первый профилактический контроль, профилактический контроль, профилактическое восстановление, проводимые в сроки и в объеме проверок, установленных у потребителя. В процессе эксплуатации объем проверок может быть сокращен, а порядок их проведения изменён в соответствии с внутренними правилами эксплуатации микропроцессорных защит потребителя.

Ниже приведены перечни необходимых работ для каждого этапа ТО.

#### 3.1 Рекомендуемый перечень работ при техническом обслуживании

В таблице 3.1 указана периодичность проведения технического обслуживания устройства защиты серии «Бреслер ШЛ 2607», а в таблице 3.2 виды работ при соответствующих проверках.

Таблица 3.1 – Периодичность проведения технического обслуживания устройства

Наименование	Цикл ТО, лет	Количество лет эксплуатации																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Шкаф «Бреслер ШЛ 2607.хх»	6	Н	К1	-	К	-	-	В	-	-	К	-	-	В	-	-	К	-	-	В	-	-

Примечание – Условные обозначения:

- ТО – техническое обслуживание;
- Н – проверка (наладка) при включении;
- К1 – первый профилактический контроль;
- В – профилактическое восстановление;
- К – профилактический контроль.

Таблица 3.2 – Виды работ при проверке устройства

Виды проверок	Виды работ при проверке
<b>Н, К1, В, К</b>	а) внешний осмотр: отсутствие внешних следов ударов, потеков воды, в том числе высохших, отсутствие налета окислов на металлических поверхностях, отсутствие запыленности, осмотр рядов зажимов входных и выходных сигналов, разъемов интерфейса связи в части состояния их контактных поверхностей, осмотр элементов управления на отсутствие механических повреждений;
<b>В</b>	б) внутренний осмотр: чистка от пыли; осмотр элементов цепей с точки зрения наличия следов перегревов, ослабления паяных соединений из-за появления трещин, наличия окисления; контроль сочленения разъемов и механического крепления элементов, затяжка винтовых соединений;
<b>Н, К1, В, К</b>	в) измерение сопротивления изоляции независимых цепей (кроме цепей интерфейса связи) по отношению к корпусу и между собой: <ul style="list-style-type: none"> <li>• входных цепей тока;</li> <li>• входных цепей напряжения;</li> <li>• цепей питания оперативным током;</li> <li>• входных цепей дискретных сигналов;</li> <li>• выходных цепей дискретных сигналов от контактов выходных реле.</li> </ul> Измерения производятся мегомметром на 1000 В, сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм;

Интв.№ одл.	Интв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата
09853			31.07.09

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

Индв.№ одл. 09853	Подпись и дата	31.07.09
	Взам. инв. №	Индв. № дубл.
	Подпись и дата	

Виды проверок	Виды работ при проверке
<b>Н, В</b>	г) испытания электрической прочности изоляции независимых цепей (кроме цепей интерфейса связи) по отношению к корпусу и между собой. Изоляция цепей устройства защиты испытывается переменным напряжением 1000 В, частоты 50 Гц в течение 1 мин (при В допускается применение мегомметра на напряжение 2500 В);
<b>Н, К1, В</b>	д) задание (или проверка) требуемой конфигурации устройства защиты в соответствии с принятыми проектными решениями и техническими характеристиками (функциями) устройства;
<b>Н, К1, В</b>	е) задание (или проверка) уставок устройства защиты в соответствии с заданной конфигурацией;
<b>Н, К1, В</b>	ж) проверка правильности отображения значений и фазовых углов токов (напряжений), поданных от постороннего источника;
<b>Н, К1, В</b>	з) проверка параметров (уставок) срабатывания и коэффициентов возврата каждого измерительного органа при подаче на входы устройства тока (напряжения) от постороннего источника; контроль состояния светодиодов при срабатывании;
<b>Н, К1, В</b>	и) проверка времени срабатывания защиты на соответствие заданным уставкам по времени;
<b>Н</b>	к) проверка отсутствия ложных действий при снятии и подаче напряжения оперативного тока с повторным включением через 0,5 с при минимальном значении диапазона уставок с подачей тока (напряжения), равного 0,8 тока (напряжения) срабатывания;
<b>Н</b>	л) проверка срабатывания устройства защиты на рабочих уставках и определение изменения параметров срабатывания при напряжении оперативного тока, равном 0,8 и 1,1 $U_{ном}$ ;
<b>Н, В</b>	м) проверка взаимодействия измерительных органов и логических цепей защиты с контролем состояния всех контактов выходных реле и визуальным контролем состояния светодиодов и ламп сигнализации. Проверка проводится при напряжении питания оперативного тока, равном 0,8 $U_{ном}$ , и создании условий для поочередного срабатывания каждого измерительного органа и подачи необходимых сигналов на дискретные входы защиты в соответствии с методикой испытаний;
<b>Н, К1, В, К</b>	н) проверка управляющих функций защиты с воздействием контактов выходного реле в цепи управления коммутационным аппаратом;
<b>Н, В</b>	о) проверка функций регистрации событий, осциллографирования сигналов, отображения параметров защиты;
<b>Н, К1, В</b>	р) проверка управления коммутационным аппаратом присоединения (включить/отключить);
<b>Н, К1, В</b>	с) проверка взаимодействия с другими устройствами защиты, электроавтоматики, управления и сигнализации с воздействием на коммутационный аппарат;
<b>Н, К1, К, В</b>	т) проверка рабочим током: <ul style="list-style-type: none"> <li>• проверка правильности подключения цепей тока и напряжения к устройству защиты с использованием устройства отображения входных значений;</li> <li>• проверка правильности подключения цепей ШОН при помощи встроенного осциллографа;</li> <li>• проверка правильности включения блокировки при неисправности в цепях напряжения и блокировки при качаниях;</li> <li>• проверка правильности подключения модуля контроля синхронизма и фазирования;</li> <li>• проверка правильности подключения направленности защиты;</li> </ul>

Виды проверок	Виды работ при проверке
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• проверка правильности подключения реле сопротивления защиты;</li> <li>• проверка правильности подключения токовых защиты (токовых отсечек, максимальных токовых защиты, автоматической разгрузки при перегрузке по току, защиты от обрыва проводников);</li> <li>• проверка поведения устройства при отключении цепей напряжения;</li> <li>• контроль конфигурации и значений уставок;</li> <li>• контроль значений текущих параметров и состояния устройства по дисплею и сигнальным элементам.</li> </ul>

### 3.2 Профилактический контроль

3.2.1.1 Терминалы серии «Бреслер ТЛ 2607» имеют встроенную систему самодиагностики и не требуют периодического тестирования. Самодиагностика обеспечивает локализацию повреждения с точностью до блока терминала.

3.2.1.2 Особое внимание при проведении профилактического контроля следует уделить проверке винтов на клеммах терминала и на ряду зажимов шкафа.

3.2.1.3 При проведении работ по профилактическому контролю (п. 3.1 данного документа) рекомендуется измерить переменные токи и напряжения, подводимые к зажимам шкафа, и провести сравнение их с показаниями токов и напряжений на дисплее терминала. При соответствии показаний дальнейшую проверку уставок защит допускается не проводить.

3.2.1.4 При проведении профилактического контроля целесообразно проверить исправность дискретных входов терминала, а также замыкание выходных контактов шкафа. Перед выполнением проверки необходимо принять меры для исключения действия шкафа во внешние цепи.

3.2.1.5 Проверку исправности дискретных входов, выведенных на ряд зажимов шкафа, а также оперативных переключателей и кнопок на двери шкафа рекомендуется проводить с использованием дисплея терминала, выставив на нем через меню состояние соответствующего входа.

### 3.3 Профилактическое восстановление

3.3.1.1 При профилактическом восстановлении рекомендуется произвести в соответствии с указаниями п. 3.1 следующие проверки:

- проверку состояния электрической изоляции шкафа;
- проверку уставок защит шкафа;
- проверку действия на центральную сигнализацию;
- проверку воздействия на внешние цепи;
- проверку взаимодействия шкафа с другими НКУ;
- комплексная проверка шкафа;
- проверку шкафа рабочим током и напряжением.

3.3.1.2 Обслуживающий шкаф персонал может самостоятельно провести ремонт или замену внешних реле шкафа, переключателей, светосигнальной арматуры и т.д.

**Внимание!** В случае обнаружения дефектов в терминале «Бреслер ТЛ 2607» или в устройстве связи с ПК, необходимо немедленно поставить в известность предприятие-изготовитель. Восстановление вышеуказанной аппаратуры может производить только специально подготовленный персонал.

### 3.4 Меры безопасности

3.4.1.1 Конструкция шкафа пожаробезопасна в соответствии с ГОСТ 12.1.004 и обеспечивает безопасность обслуживания в соответствии с ГОСТ Р 51321, ГОСТ 122007.0. По требованиям защиты человека от поражения электрическим током шкаф соответствует классу 1 по ГОСТ 12.2.007.0.

3.4.1.2 Аппаратура шкафа для защиты от соприкосновения с токоведущими частями имеет

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	31.07.09
Инв. № одл.	09853

										<i>АИПБ.656467.003-07 РЭ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата							56



#### 4 Транспортировка и хранение

4.1.1.1 Условия транспортирования и хранения шкафа и допустимые сроки сохранности в упаковке до ввода в эксплуатацию приведены в таблице 4.1.

4.1.1.2 Транспортирование упакованного шкафа, может производиться железнодорожным транспортом в крытых вагонах, автотранспортом в крытых автомашинах и водным транспортом. При этом транспортная тара шкафа должна быть закреплена неподвижно.

4.1.1.3 Погрузка, крепление и перевозка шкафа в транспортных средствах осуществляется в соответствии с действующими правилами перевозок грузов на соответствующих видах транспорта, причем погрузка, крепление и перевозка шкафа железнодорожным транспортом должна производиться в соответствии с «Техническими условиями погрузки и крепления грузов» и «Правилами перевозок грузов», утвержденными Министерством путей сообщения.

Таблица 4.1 – Условия транспортирования и хранения

Виды поставок	Обозначение условий транспортирования, в части воздействия		Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150	Допустимые сроки сохранности в упаковке поставщика, годы
	Механических факторов по ГОСТ 23216	Климатических факторов, такие как условия хранения по ГОСТ 15150		
1. Внутрirosсийские (кроме регионов Крайнего Севера и труднодоступных районов по ГОСТ 15846)	Л	5(ОЖ4)	1(С)	1
2. Внутрirosсийские в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы по ГОСТ 15846	С	5(ОЖ4)	2(С)	1

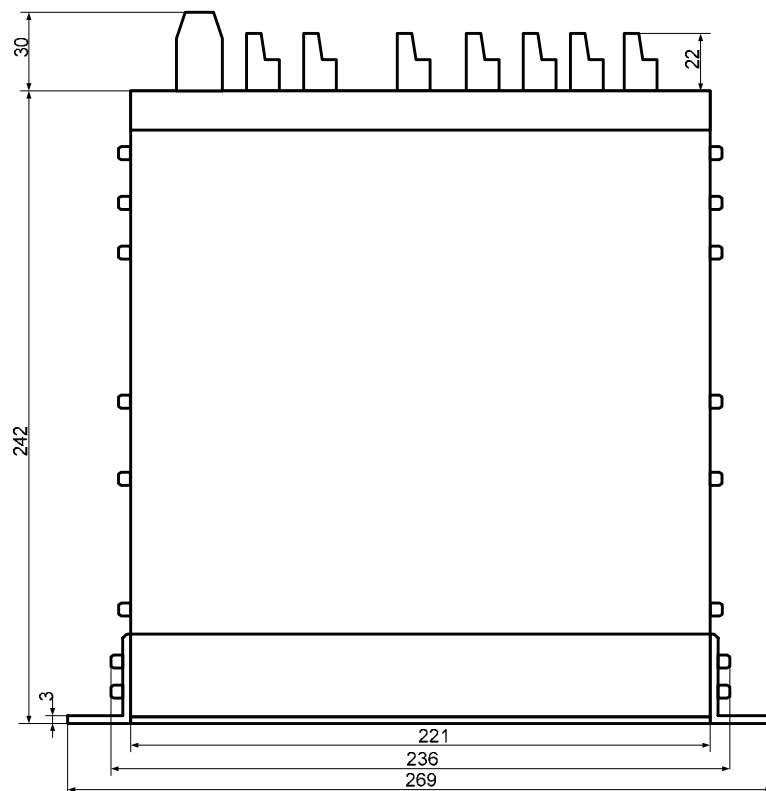
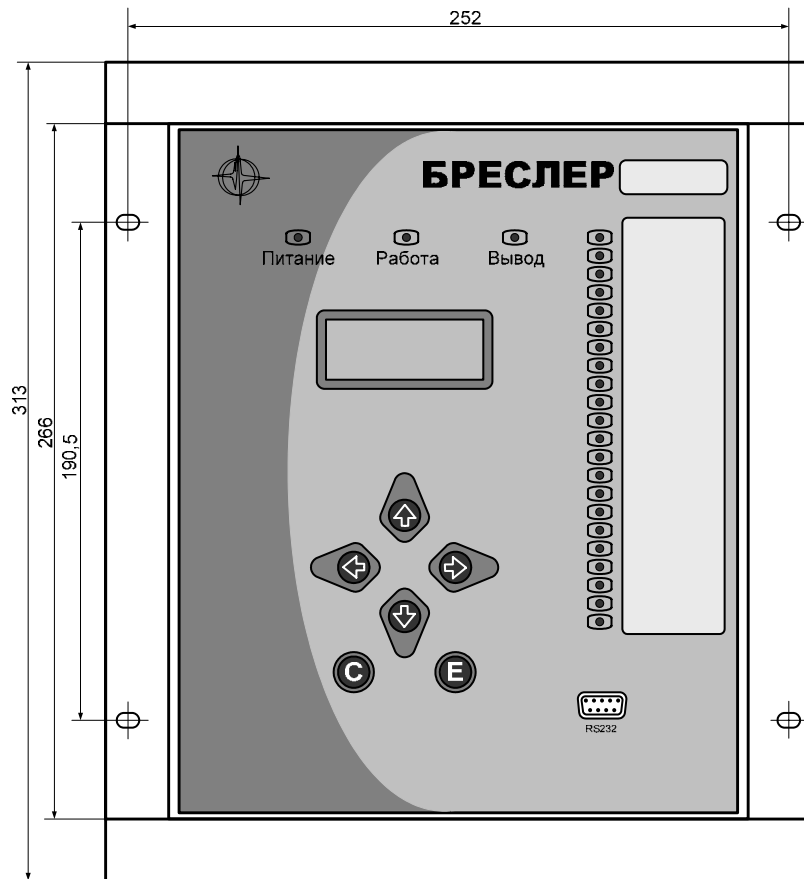
Примечание:

1. Нижнее значение температуры окружающего воздуха при транспортировании – минус 25°C, а при хранении – не менее 5°C.
2. Нижнее значение температуры окружающего воздуха при транспортировании и хранении определяется комплектующей элементной базой и материалами, применяемыми в защите.
3. Для условий транспортирования в части воздействия механических факторов «Л» допускается общее число перегрузок не более четырех.
4. Требования по условиям хранения распространяется на склады изготовителя и потребителя продукции.

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
09853	31.07.09			
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата



ПРИЛОЖЕНИЕ Б - Внешний вид и размеры терминала «Бреслер ТЛ 2607»



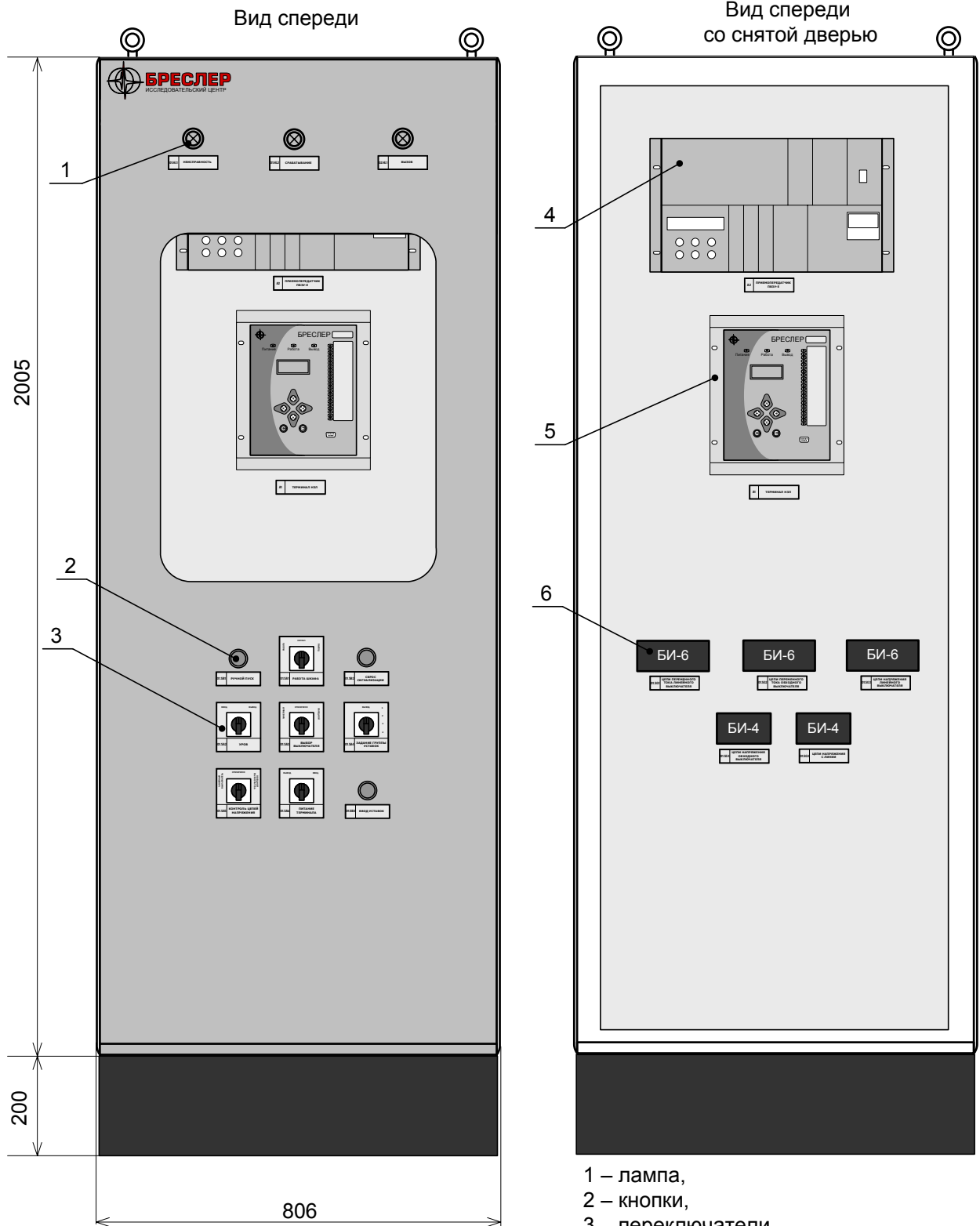
nzl\_0000B1.vsd

Рисунок Б1 – Внешний вид, габаритные и установочные размеры терминала

Инв.№ одл. 09853	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата
	31.07.09			

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

# ПРИЛОЖЕНИЕ В - Внешний вид «Бреслер ШЛ 2607»



- 1 – лампа,
- 2 – кнопки,
- 3 – переключатели,
- 4 – приемопередатчик ПВЗУ-Е
- 5 – терминал “Бреслер ТЛ 2607.112”,
- 6 – БИ.

nzl\_0000Б1.vsd

Рисунок В1 – Внешний вид, габаритные и установочные размеры шкафа

Инв.№ одл.	09853	Подпись и дата	Подпись и дата
		Взам. инв. №	Инв. № дубл.
		31.07.09	

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата



## ПРИЛОЖЕНИЕ Д - Оперативные переключатели и кнопки шкафа

Таблица Д1 – Назначение и положения оперативных переключателей шкафа

Обозначение	Изменяемый параметр	Возможные положения	Рабочее положение
SA1	НВЧЗ	Работа Сигнал Вывод	«Работа»
SA2	УРОВ в работе	Ввод Вывод	«Ввод»
SA3	Действие на выключатель	Линейный Отключено Обходной	«Линейный выключатель» или «Обходной выключатель»
SA4	Задание группы уставок	Запрет выбора 1-я группа уставок 2-я группа уставок 3-я группа уставок 4-я группа уставок	Все положения являются рабочими
SA5	Цепи напряжения	Линейный выключатель Вывод Обходной выключатель	«Линейный выключатель» или «Обходной выключатель»
SA6	Питание терминала	Ввод Вывод	«Ввод»

Таблица Д2 – Назначение кнопок шкафа

Обозначение	Название	Назначение
SB1	Ручной пуск	Запуск приёмопередатчика вручную
SB2	Съём сигнализации	Снятие светодиодной сигнализации
SB3	Ввод группы уставок	Подтверждение ввода выбранной группы уставок

Инд. № одл.	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата
09853	31.07.09		

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

АИПБ.656467.003-07 РЭ

Лист

63

**ПРИЛОЖЕНИЕ Е - Совместимость с IEC 60870-5-103**

Таблица Е1 – Физический уровень

Электрический интерфейс	EIA RS-485 32 приёмника на одно устройство защиты
Скорость передачи	38400

Таблица Е2 – Пользовательский уровень

Метод передачи поля данных	Метод 1 – верхний байт передается первым, как определено в п. 4.10 стандарта IEC 60870-5-4	
Общий адрес ASDU	Один общий адрес ASDU (совпадающий с адресом станции)	
Набор адресов объектов информации в направлении контроля	Системные функции	[0] Завершение общего опроса
		[1] Синхронизация времени
		[2] Сброс FCB
		[3] Сброс коммуникационного модуля
	Состояние сигналов	[4] Включение/перезагрузка
		[27] Вывод шкафа
		[34] Неисправность ВЧ
		[40] Ввод уставок
		[84] Срабатывание
		[97] Пуск ВЧ-1
		[98] Пуск ВЧ-4
		[99] Срабатывание шкафа
		[132] Включение 1В
	[133] Включение 2В	
Набор адресов объектов информации в направлении команды	Системные функции	[0] Начало общего опроса
		[1] Синхронизация времени
	Основные пользовательские функции	Чтение осциллограмм
		Собственные данные
	Измерение аналоговых сигналов	ток фазы А
		ток фазы В
		ток фазы С
		напряжение фазы А
		напряжение фазы В
		напряжение фазы С
активная мощность		
реактивная мощность		
частота		

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата



## ПРИЛОЖЕНИЕ И - Перечень регистрируемых сигналов

В осциллограммах протокола	Расшифровка	Регистрация в осциллограмме	Регистрация в протоколе	Примечание
<b>Выходные сигналы</b>				
1	hfstart	Пуск ВЧ-передатчика		
2	hfrcvled	ВЧ приём-led		
3	trstart	Пуск на срабатывание		
4	operpcp	Срабатывание защиты		
5	chkelm	Контрольный выход		
6	kzvlep	КЗ в ЛЭП		
7	zaprak	Запрет АК (пуск НВЧЗ)		
8	trip3	Отключение 3-х фаз		
9	puskurov	Пуск УРОВ В1 (ОВ) и запрет АПВ В2, пуск ПА		
10	bnn	БНН		
11	bnnled	БНН-led		
12	urov	УРОВ		
13	deyurov	Действие УРОВ		
14	vvuskvkv	Ввод ускорения при включении выключателя		
15	uskvkv	Ускорение при включении выключателя		
16	obhv	Обходной выключатель		
17	rpo	РПО		
18	nesootvc	Несоответствие цепей		
19	tripv1	Отключение В1		
20	tripov	Отключение ОВ		
21	zaprtapv	Запрет АПВ		
22	hfstart14	Пуск ВЧТО		
23	callsign	Вызов оператора		
24	fail	Неисправность		
25	oper	Срабатывание		
26	cabout	Вывод шкафа		
27	opersign	Действие на сигнал		
28	trmtst	Ввод терминала		
29	recstart	Регистратор режима		
<b>Входные сигналы</b>				
30	hffail	Неисправность ВЧ		
31	startto	Останов ВЧ и пуск ВЧТО от РЗ, УРОВ		
32	sturovlp	Пуск УРОВ от РЗ		
33	trip3lp	Отключение от РЗ		
34	stophf	Останов ВЧ от РЗ, УРОВ, ВЧТО		
35	sturovdz	Пуск УРОВ от ДЗШ		
36	starthfr	Пуск ВЧ от АПВ, РКО, РКВ		
37	rpv1	РПВ В1, В2, ОВ		
38	rpo1	РПО, РНФ, В1 и ОВ		
39	rpo2	РПО, РНФ В2		
40	rkn	РКН		
41	sal_1	НВЧЗ в работе		
42	sal_2	Вывод НВЧЗ		

Инд.№ одл. 09853

Подпись и дата

31.07.09

Взам. инв. №

Индв. № дубл.

Подпись и дата

В осциллограммах протоколе		Расшифровка	Регистрация в осциллограмме	Регистрация в протоколе	Примечание
43	sa2	УРОВ в работе			
44	sa3_1	Линейный выключатель			
45	sa3_2	Обходной выключатель			
46	btn1	Ручной пуск			
47	btn2	Съем сигнализации			
48	sa61	1-я группа уставок			
49	sa62	2-я группа уставок			
50	sa63	3-я группа уставок			
51	sa64	4-я группа уставок			
52	btn3	Ввод уставок			
53	sa51	Контроль положения переключателей ЦН (ЛВ)			
54	sa52	Контроль положения переключателей ЦН (ОВ)			
55	sg1	Контроль цепей тока ЛВ			
56	sg2	Контроль цепей тока ОВ			
57	sg3	Контроль цепей напряжения			
58	hfrcv	ВЧ-приём			
59	vtflt	Неисправность ТН			
60	otklotpa	Отключение от ПА			
<b>Внутренние сигналы</b>					
61	zmint	Блокирующее РС			
62	i1b	Блокирующий ИО тока прямой последовательности			
63	i2b	Блокирующий ИО тока обратной последовательности			
64	u2b	Блокирующий ИО напряжения обратной последовательности			
65	di1b	Блокирующий ИО приращения тока прямой последовательности			
66	di2b	Блокирующий ИО приращения тока обратной последовательности			
67	rnm2	ИО направления мощности обратной последовательности			
68	i1t	Отключающий ИО тока прямой последовательности			
69	i2t	Отключающий ИО тока обратной последовательности			
70	u2t	Отключающий ИО напряжения обратной последовательности			
71	di1t	Отключающий ИО приращения тока прямой последовательности			
72	di2t	Отключающий ИО			

Инва.№ одл.	31.07.09	Подпись и дата
	09853	Подпись и дата
Взам. инв. №	31.07.09	Подпись и дата
	09853	Подпись и дата
Инва. № дубл.	31.07.09	Подпись и дата
	09853	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

АИПБ.656467.003-07 РЭ

В осциллограммах протоколе	Расшифровка	Регистрация в осциллограмме	Регистрация в протоколе	Примечание
	приращения тока обратной последовательности			
73 i2tormb	Пусковой ИО тока обратной последовательности с торможением от тока прямой последовательности			
74 i2torm	Отключающий ИО тока обратной последовательности с торможением от тока прямой последовательности			
75 ztapt	Отключающее РС			
76 rnm0	ИО направления мощности нулевой последовательности			
77 zmt1	РС отстройки от КЗ за ответвлениями контура фаз А и В			
78 zmt2	РС отстройки от КЗ за ответвлениями контура фаз В и С			
79 zmt3	РС отстройки от КЗ за ответвлениями контура фаз С и А			
80 i0t	ИО тока нулевой последовательности			
81 i02h	ИО второй гармоники тока нулевой последовательности БТН			
82 i0to	ИО токовой отсечки нулевой последовательности			
83 rnm0	Отключающий ИО напряжения нулевой последовательности			
84 iurova	ИО тока ф. А УРОВ			
85 iurovb	ИО тока ф. В УРОВ			
86 iurovc	ИО тока ф. С УРОВ			
87 u1min	ИО напряжения ввода ускорения при включении выключателя			
88 i0b	ИО тока нулевой последовательности БНН			
89 lbnn	ИО напряжения прямой последовательности БНН			
90 lbnnn	Работа логики фиксации обрывов при включении БНН			
91 lbmnt	Обнаружение обрывов в цепях «треугольника» ТН			
92 lbnn0	Обнаружение несимметричных повреждений в цепях напряжения			

Инд. № одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата
------	------	-------------	-------	------

АИПБ.656467.003-07 РЭ

В осциллограммах протоколе	Расшифровка	Регистрация в осциллограмме	Регистрация в протоколе	Примечание
93 lbnn2	Обнаружение междуфазных повреждений в цепях напряжения			
94 lbnd	Обнаружение симметричных повреждений в цепях напряжения			
95 dibk	БК по DI			
96 di12bk	Пуск по DI			
97 bkpusk	Пуск от БК			
98 startprot	Пуск блокир. ИО			
99 puskvcb1	Пуск ВЧ-передатчика от блокирующих ИО			
100 hfstop	Останов ВЧ от РЗ и УРОВ			
101 rabotkio	Срабатывание отключающих ИО			
102 ostvcrnm	Блокировка пуска ВЧ-передатчика			
103 zaprpusk	Запрет пуска ВЧ-передатчика			
104 iurov	Срабатывание ИО УРОВ			
<b>Аналоговые сигналы</b>				
105 Ua	Напряжение фазы А			
106 Ub	Напряжение фазы В			
107 Uc	Напряжение фазы С			
108 Uo	Напряжение нулевой последовательности			
109 Ia	Ток фазы А			
110 Ib	Ток фазы В			
111 Ic	Ток фазы С			
112 Io	Ток нулевой последовательности			
113 Iop	Ток ШОН			
114 Uop	Резерв			

Инд. № одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата
09853	31.07.09			

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

АИПБ.656467.003-07 РЭ

Лист

69

**ПРИЛОЖЕНИЕ К - Ведомость цветных металлов**

Наименование металла	Количество цветных металлов, содержащихся в изделии, кг					Количество цветных металлов, подлежащих сдаче в виде лома при полном износе изделия, кг					Возможность демонтажа деталей при списании изделий
	Классификация по группам ГОСТ 1639										
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	
Медь и сплавы на медной основе	3,69	0,041	–	0,204	–	3,69	0,041	–	0,204	–	Частично
Алюминий и его сплавы	–	0,027	–	0,081	–	–	0,027	–	0,081	–	Частично

Инд. № одл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата
09853	31.07.09			

Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата

АИПБ.656467.003-07 РЭ

