

ОКП 34 3300

УТВЕРЖДАЮ  
Директор центра инжиниринга  
проектов ООО «ИЦ «Бреслер»  
В.А. Ефремов  
«    » \_\_\_\_\_ 2008 г.

**МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ  
ЗАЩИТА ЛИНИИ 6-35-110 кВ  
ТИПА «БРЕСЛЕР ШЛ 2606.17»**  
Руководство по эксплуатации  
АИПБ.656467.002-06.171 РЭ

Чебоксары 2008

*Шкаф защиты линии 6-35-110 кВ серии «Бреслер ШЛ 2606.17»  
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.002-06.171 РЭ*

**Оглавление**

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ .....	4
2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....	52
3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ШКАФА .....	69
4. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ .....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ А. КАРТА ЗАКАЗА .....	79
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПЕРЕЧЕНЬ РЕГИСТРИРУЕМЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ	80
ПРИЛОЖЕНИЕ В. ВЕДОМОСТЬ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ .....	84
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ПЕРЕЧЕНЬ ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ.....	85
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ОПЕРАТИВНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ ШКАФА .....	86
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. СОВМЕСТИМОСТЬ С IEC 60870-5-103 .....	87
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ .....	88

## **ВВЕДЕНИЕ**

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

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) распространяется на устройство защиты линий серии «Бреслер ШЛ 2606.17» (именуемое далее «устройство защиты» или «шкаф защиты») и содержит необходимые сведения по эксплуатации, обслуживанию.

Настоящее РЭ разработано в соответствии с требованиями технических условий устройства защиты ТУ 3433-009-54080722-05.

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, и средств связи с ЭВМ, которое размещается в металлоконструкции специализированного профиля – шкафе.**

### **Примечание**

**Возможна поставка устройства, как в виде шкафа, панели, так и в виде терминала защиты, поэтому, если нет специальных оговорок, пункты данного РЭ распространяются на шкаф, панель, терминал защиты.**

## 1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

### 1.1. Назначение изделия

1.1.1. Устройство защиты типа «Бреслер ШЛ 2606.17» содержит комплект резервных защит линии с относительной селективностью. Устройство предназначено для защиты воздушных двухконцевых или многоконцевых линий электропередачи 6-35кВ с изолированной нейтралью (рис. 1).

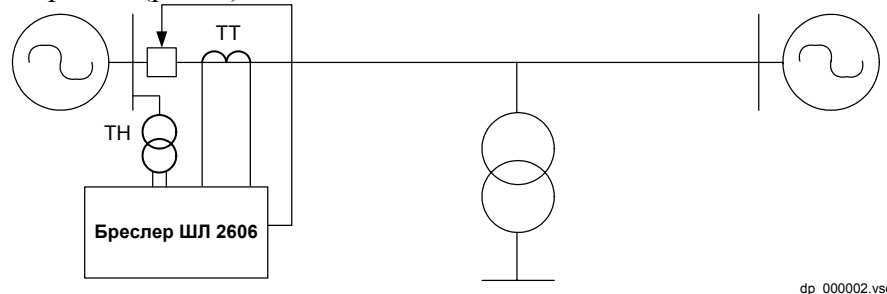


Рис. 1. Линия электропередачи

Устройство содержит:

- трехступенчатую дистанционную защиту (ДЗ) от междуфазных и земляных замыканий с логикой автоматического (АУ) и оперативного ускорения (ОУ);
- одну ступень дистанционной защиты (ДЗ) от междуфазных замыканий.
- токовую блокировку при качаниях (БК I);
- токовую отсечку (ТО);
- максимальную токовую защиту (МТЗ) с логикой АУ и ОУ;
- блокировку при неисправности цепей напряжения (БНН);
- пусковые ИО с пуском по току и напряжению;
- автоматику управления выключателем;
- защиты выключателя;
- устройство резервирования при отказе выключателя;
- функцию определения места повреждения (ОМП).

Базовый вариант устройства защиты содержит регистратор событий и аварийный осциллограф, обеспечивающий регистрацию 9 аналоговых, 56 входных и 56 выходных дискретных и 32 внутренних логических сигналов в аварийном и предаварийном режимах.

Длительность каждой осциллограммы с предрежимом составляет 1 с. Терминал имеет логику пуска осциллографа и способен сделать не менее 5 записей подряд при сохранении соответствующих причин пуска. Регистратор запускается при

1. Срабатывании:
  - дистанционной защиты;
  - максимальной токовой защиты, токовой отсечки;
  - пуске ступеней защит терминала;
  - оперативного и автоматического ускорения ДЗ и МТЗ;
  - устройства резервирования при отказе выключателя (УРОВ);
  - блокировки при неисправности цепей напряжения и защиты от обрыва фаз;
  - блокировки при качаниях;
  - при воздействии на отключение или включение выключателя.
2. Появлении или пропадании сигнала
  - РПО.

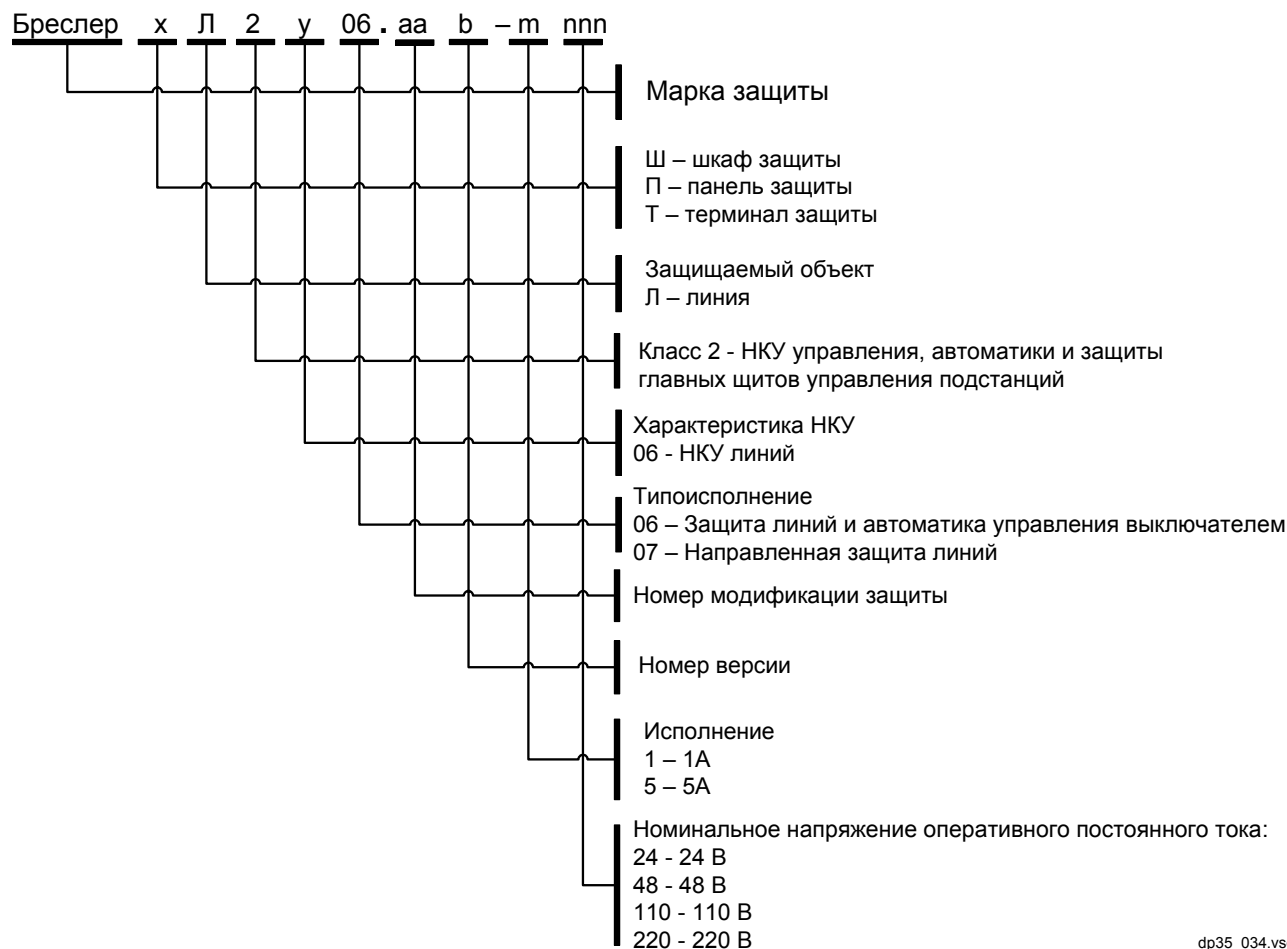
Защиты, входящие в состав устройства, обеспечивают селективное отключение в зоне их действия при междуфазных замыканиях на защищаемой линии и на резервируемых участках электрической сети.

Каждое устройство выполняется по индивидуальной карте заказа (Приложение А).

1.1.2. Функциональное назначение устройства отражается в структуре его условного

*Шкаф защиты линии 6-35-110 кВ серии «Бреслер ШЛ 2606.17»  
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.002-06.171 РЭ*

обозначения, приведенной ниже (рис. 2).



**Рис. 2. Структура условного обозначения**

Структура обозначения шкафа «Бреслер ШЛ 2606.17» приведена на рис. 2. Для номинального переменного тока 5 А, номинального напряжения оперативного постоянного тока 220 В при наличии в шкафу терминала защиты «Бреслер ТЛ 2606.17» с версией 1 для поставок в Российскую Федерацию обозначение будет следующее:

**«Бреслер ШЛ 2606.171 – 5 220 – УХЛ4 IP20»**

Кроме базовых функций, в качестве дополнительных (поставляемых по заказу) могут быть использованы следующие функции:

- устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ).

Аппаратура связи с ПЭВМ, модемы и ПЭВМ по согласованию с заказчиком поставляются в составе устройства защиты в соответствии с индивидуальной картой заказа или приобретаются заказчиком самостоятельно.

#### 1.1.3. Условия работы устройства

Устройство изготавливается в климатическом исполнении УХЛ 4 по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89 и предназначено для эксплуатации в следующих условиях:

- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- верхнее рабочее и эффективное значения температуры окружающего воздуха принимается равным +55 °С;
- нижнее значение температуры окружающего воздуха принимается равным -20°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  $5^\circ$  в любую сторону.

Степень загрязнения 1 по ГОСТ Р 51321.1-2000 – загрязнение отсутствует или имеется только сухое, непроводящее загрязнение.

1.1.4. В части воздействия факторов внешней среды устройство (шкаф и терминал защиты) удовлетворяет требованиям группы механического исполнения М39 по ГОСТ 17516.1-90. При этом уровень вибрационных нагрузок от 10 до 100 Гц с ускорением 0,7 g.

1.1.5. Шкаф защиты с двух сторон имеет двери, обеспечивающие двухстороннее обслуживание установленной в нем аппаратуры. Оболочка шкафа имеет степень защиты от прикосновения к токоведущим частям, попадания твердых посторонних тел IP 20 по ГОСТ 14254-96, а клеммники терминала «Бреслер ТЛ 2606» и переключатели на двери шкафа – IP 00. По требованию Заказчика оболочка шкафа может быть изготовлена с другой степенью защиты.

## 1.2. Основные технические данные и характеристики устройства.

### 1.2.1. Основные параметры устройства:

номинальный переменный ток $I_{ном}$ , А	1 или 5
номинальное фазное напряжение переменного тока $U_{фном}$ , В	$100/\sqrt{3}$
номинальное напряжение оперативного постоянного тока $U_{пит}$ , В	24-220
номинальная частота, Гц.	50

Для выполнения устройства на номинальное напряжение оперативного постоянного тока на напряжения ниже 110 В в шкаф устанавливается инвертор с напряжением на выходе в 220В, которое идет на блок-питания терминала.

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

Общий вид, габаритные, установочные размеры, вес терминала и шкафа защиты представлены на рис. 3, рис. 5.

1.2.2. Рабочий диапазон по цепям переменного тока находится в пределах от  $0,1 I_{ном}$  до  $40 I_{ном}$ , а по цепям переменного напряжения – от 0 до  $1,2 U_{ном}$ . Цепи переменного напряжения выдерживают  $2,5 U_{ном}$  в течение 10 с.

Элементы устройства, обтекаемые током в нормальном режиме, длительно выдерживают 200 % номинальной величины переменного тока, 120 % напряжения оперативного постоянного тока, 150 % номинальной величины переменного напряжения.

### 1.2.3. Сопротивление изоляции устройства

1.2.3.1. 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 холодном состоянии при температуре окружающего воздуха  $20^\circ\text{C}$  и относительной влажности 80 % не менее 10 Мом.

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

1.2.3.2. 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 напряжение тестирования **не должно превышать 85 %** от указанного значения.

1.2.3.3. Измерение сопротивления изоляции в процессе эксплуатации шкафа производится согласно ПТЭ.

#### 1.2.4. Цепи оперативного питания устройства

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

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

1.2.4.3. При  $U_{ном}=24В$  допускается напряжение питания, не превышающее 29В.

1.2.4.4. 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.

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

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

#### 1.2.5. Электромагнитная совместимость устройства.

1.2.5.1. Защиты и устройства шкафа устойчивы к повторяющимся затухающим колебаниям частотой 1 МГц по ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-95) при степени жесткости испытаний 3.

Критерий качества функционирования защит шкафа при воздействии помех – А по ГОСТ Р 51317.4.12-99 (МЭК 61000-4-12-95).

1.2.5.2. Защиты шкафа устойчивы к наносекундным импульсным помехам по ГОСТ Р 51317.4.4-99 (МЭК 61000-4-4-95) при степени жесткости испытаний 4.

Критерий качества функционирования защит шкафа при воздействии помех – А по ГОСТ Р 51317.4.4-99 (МЭК 61000-4-4-95).

1.2.5.3. Защиты шкафа устойчивы к электростатическим разрядам по ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95) при степени жесткости испытаний 4.

Критерий качества функционирования защит шкафа при воздействии помех – А по ГОСТ Р 51317.4.2-99 (МЭК 61000-4-2-95).

1.2.5.4. Защиты шкафа устойчивы к микросекундным импульсным помехам большой энергии по ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95) при степени жесткости испытаний 4.

Критерий качества функционирования защит шкафа при воздействии помех – А по ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95).

1.2.5.5. Шкаф устойчив к воздействию магнитного поля промышленной частоты (МППЧ) по ГОСТ Р 50648-94 (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 29280-92.

1.2.5.6. Шкаф устойчив к воздействию импульсного магнитного поля 300 А/м по ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93) при степени жесткости испытаний 4.

Критерий качества функционирования защит шкафа при испытаниях на устойчивость к

воздействию импульсного магнитного поля А по ГОСТ 29280-92.

1.2.5.7. Шкаф устойчив к воздействию радиочастотного электромагнитного поля по ГОСТ Р 51317.4.3-99 (МЭК 61000-4-3-95) при степени жесткости испытаний 3.

1.2.5.8. Шкаф устойчив к динамическим изменениям напряжения электропитания по ГОСТ Р 51317.4.11-99 (МЭК 61000-4-11-95) при степени жесткости испытаний 4.

1.2.5.9. Шкаф устойчив к воздействию кондуктивными помехами, наведенными радиочастотными электромагнитными полями по ГОСТ Р 51317.4.6-99 при степени жесткости испытаний 3.

1.2.6. Характеристики дискретных входов устройства.

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

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

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

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

1.2.7. Коммутационная способность контактов выходных реле

1.2.7.1. Коммутационная способность контактов выходных реле, действующих на включение и отключение выключателя в цепях постоянного тока с индуктивной нагрузкой и постоянной времени, не превышающей 0.04 с, 1/0.4/0.2/0.15 А при напряжении 48/110/220/250 В соответственно.

1.2.7.2. Контакты допускают включение цепей с током:

- до 10 А в течение 1.0 с;
- до 30 А в течение 0.2 с;
- до 40 А в течение 0.03 с.

1.2.7.3. Длительно допустимый ток через контакты 8 А.

1.2.7.4. Коммутационная износостойкость контактов не менее 2000 циклов.

1.2.7.5. Коммутационная способность контактов выходных реле, действующих во внешние цепи постоянного тока с индуктивной нагрузкой и постоянной времени, не превышающей 0,02 с, не менее 30 Вт при токе 1/0.4/0.2/0.15 А и напряжении соответственно 48/110/220/250 В.

1.2.7.6. Коммутационная износостойкость контактов не менее:

- 10000 циклов при  $\tau = 0.005$  с;
- 6500 циклов при  $\tau = 0.02$  с.

1.2.7.7. 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 0,005 с, при напряжении от 24 до 250 В или при токе до 2 А.

1.2.8. Цепи переменного тока.

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

1.2.8.2. 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  $1,2 U_{ном}$ .

1.2.8.3. Входные цепи переменного тока защиты должны обеспечивать термическую стойкость без повреждения при 100-кратном номинальном токе в течение 1 с.

1.2.8.4. Термическая стойкость цепей напряжения устройства защиты, подключаемых к обмоткам «разомкнутого треугольника» трансформатора напряжения, должна обеспечиваться при напряжении до 180 В в течение 10 с. Цепи переменного напряжения

«звезды» должны выдерживать  $2,5 U_{ном}$  в течение 10 с. Термическая стойкость цепей устройства защиты, подключаемых к ШОН должна обеспечиваться при токе 500 мА в течение 10 с.

1.2.8.5. Элементы шкафа, в нормальном режиме, оговоренном в примечании к п.1.1.3, обтекаемые током, должны длительно выдерживать 200 % номинальной величины переменного тока и 120 % напряжения оперативного постоянного тока, 150 % номинальной величины переменного напряжения, указанных в п. 1.2.1.

1.2.9. 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
$I_{ном} = 5 \text{ А}$	0,5
3) по цепям напряжения оперативного постоянного тока, Вт:	
терминала	20
по цепям сигнализации в режиме срабатывания	4
4) лампа внутреннего освещения шкафа (~220В), Вт	20

1.2.10. Надёжность

1.2.10.1. Средний срок службы устройства защиты без аппаратуры ВЧ составляет не менее 20 лет при условии соблюдения условий эксплуатации и проведения требуемых мероприятий по техническому обслуживанию.

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

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

1.2.10.4. Класс покрытия поверхности шкафа по ГОСТ 9.032-74 и в соответствии с документацией предприятия-изготовителя.

1.2.10.5. В соответствии с ГОСТ Р 5132.1-2000 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.

1.2.10.6. 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.

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

1.2.10.8. Сведения о содержании цветных металлов в шкафу приведены в приложении (см. Приложение В).

### 1.3. Состав шкафа и конструктивное исполнение

1.3.1. Шкаф представляет собой металлоконструкцию из специализированного профиля. Шкаф обеспечивает одно- или двухтерминальное исполнение в соответствии с типовым составом, приведенным в приложении (см. Приложение А). Конструктивное исполнение согласовывается с заказчиком на этапе подготовки проекта.

**Конструктивное исполнение шкафа зависит от требований заказчика. В данном руководстве отражены общие принципы построения шкафа.**

**Примечание**

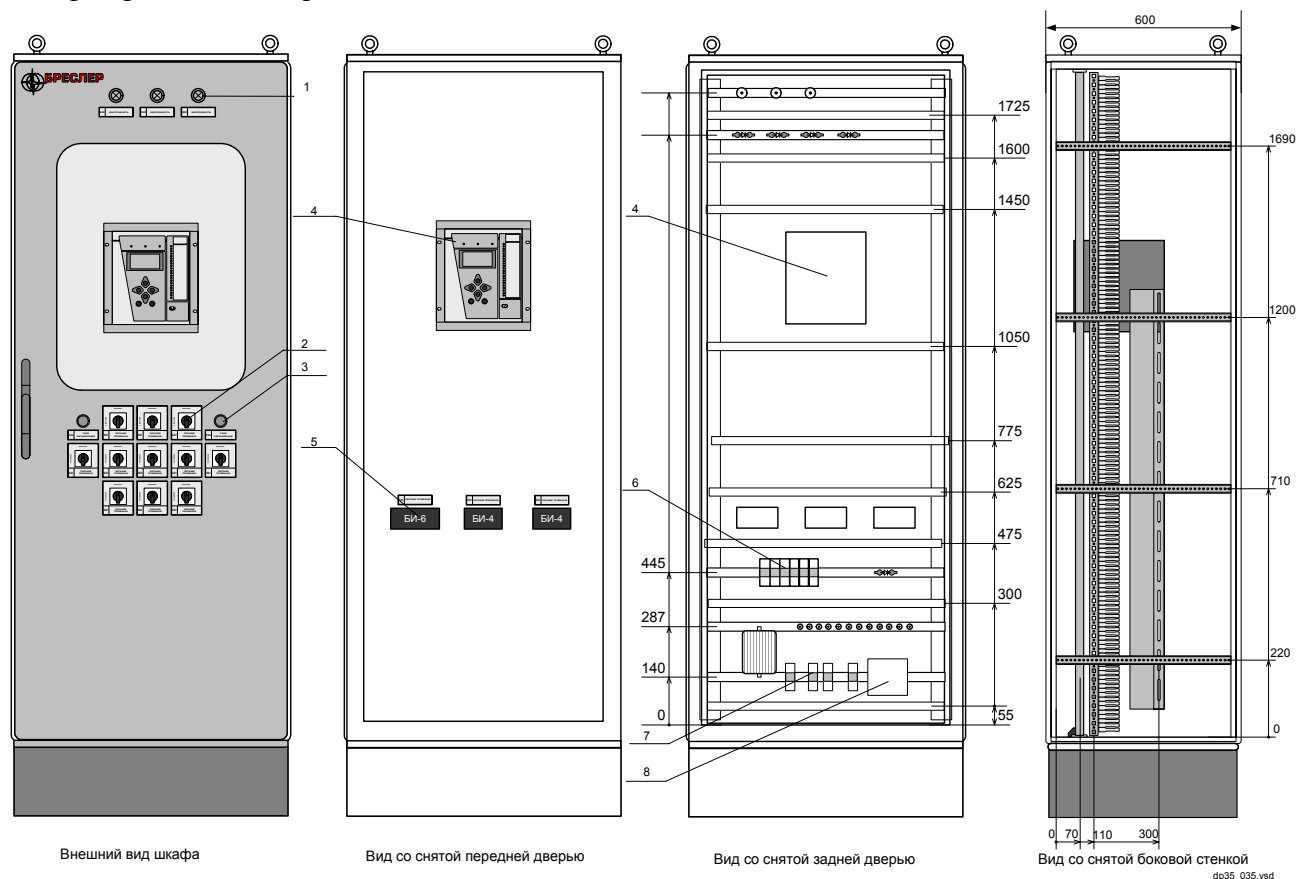
Для реализации конкретного проекта допускаются изменения в конструкции шкафа, если они не приводят к ухудшению характеристик шкафа и удовлетворяют требованиям ТУ 3433-009-54080722-05.

*Шкаф защиты линии 6-35-110 кВ серии «Бреслер ШЛ 2606.17»  
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.002-06.171 РЭ*

1.3.2. Для двухстороннего обслуживания шкаф имеет переднюю и заднюю двери. Внутри шкафа плите установлен терминал защиты типа «Бреслер ТЛ 2606.17».

Состав и количество сигнальной и коммутационной аппаратуры определяется конкретным заказом.

Общий вид шкафа, расположение аппаратов на передней плите и на передней двери шкафа приведены на рис. 3.



**Рис. 3. Внешний вид, габаритные и установочные размеры шкафа «Бреслер ШЛ 2606.17» (1-сигнальные лампы, 2-переключатели, 3-кнопки, 4-терминал «Бреслер ТЛ 2606.17», 5-испытательные блоки, 6-промежуточные реле, 7-автоматические выключатели, 8-блок фильтра) Масса шкафа не более 230 кг.**

1.3.3. В некоторых проектах на передней двери шкафа предусмотрено прозрачное окно для контроля светодиодной сигнализации терминала.

На передней внутренней плите шкафа расположены испытательные блоки SGXX, через которые подключаются входные аналоговые цепи шкафа от трансформаторов тока и напряжения. Оперативное питание терминала защиты коммутируется при помощи переключателя «Питание терминала» (см. Приложение Д).

На задней стороне внутренней плиты крепятся внешние реле, резисторы, диоды, и т.п.

В нижней части шкафа на плите установлен помехоподавляющий фильтр в цепях напряжения питания оперативного постоянного тока «±ЕС1» терминала. Здесь же находится автомат для включения розеток переменного тока.

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

На передней двери шкафа установлены лампы сигнализации, а также оперативные переключатели и кнопки. Их назначение и описание приведены в приложении (Приложение Д). Для реализации конкретного проекта могут быть добавлены указательные реле.

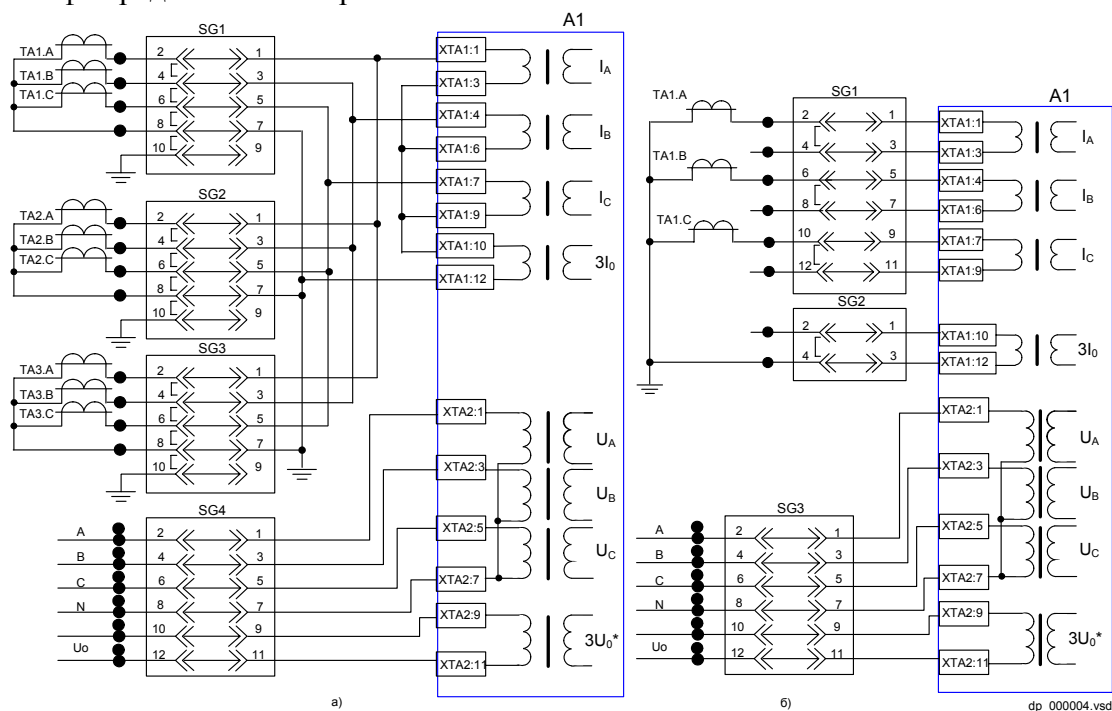
1.3.4. Монтаж аппаратов шкафа между собой выполнен медными соединительными проводами на внутренней стороне шкафа. Номинальное сечение проводов не менее 2,5 мм<sup>2</sup> для токовых цепей, не менее 1,0 мм<sup>2</sup> – для остальных цепей.

1.3.5. Присоединение шкафа к внешним цепям осуществляется на рядах наборных зажимов. В зависимости от пожеланий Заказчика и особенностей проекта ряд наборных зажимов может выполняться при помощи клемм, имеющих винтовое подключение, при помощи клемм с пружинным зажимом.

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

1.3.7. Контактные соединения шкафа соответствуют 2 классу по ГОСТ 10434-82.

1.3.8. По типу исполнения цепей переменного тока и напряжения предусмотрено два варианта исполнения шкафа: проходной и конечный. Варианты соединения измерительных цепей шкафа представлены на рис. 4.



**Рис. 4. Варианты исполнения измерительных цепей шкафа:  
а – конечный, б – проходной**

1.3.9. Принципиальная схема шкафа представлена на рис. Ж1, Ж2 в приложении «Приложение Ж Схемы электрические и принципиальные».

1.3.10. Для подключения устройств шкафа к внешним цепям предусмотрены правый и левый ряды зажимов (см. «Приложение Ж Схемы электрические и принципиальные» рис. Ж3).

1.3.11. Цепи сигнализации шкафа конфигурируются для каждого конкретного проекта. (см. рис. Ж1 в приложении «Приложение Ж Схемы электрические и принципиальные»)

## 1.4. Основные технические данные и характеристики терминала

1.4.1. Терминал предназначен для реализации функций устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) энергообъектов. Функции терминала определяются заложенным в него программным обеспечением (ПО). Условно ПО можно разделить на ПО защиты и сервисное ПО терминала. Последнее производит:

- измерение текущих значений токов и напряжений;
- активной и реактивной мощности линии, частоты, сопротивления;
- регистрацию дискретных сигналов;
- осциллографирование аналоговых и дискретных сигналов;
- определение расстояния до места повреждения (функция является опциональной и в базовое ПО не входит);
- непрерывную проверку функционирования и самодиагностику.

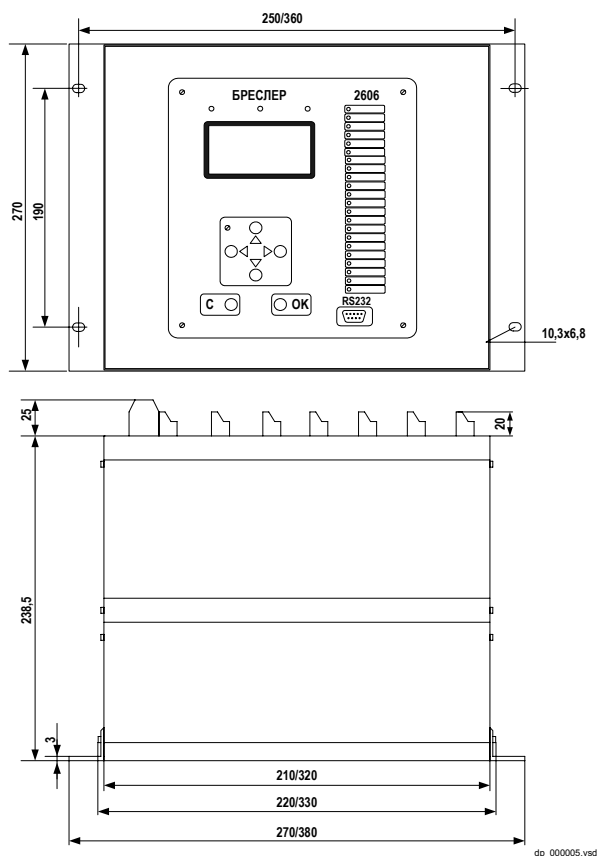
*Шкаф защиты линии 6-35-110 кВ серии «Бреслер ШЛ 2606.17»  
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.002-06.171 РЭ*

Использование сервисного ПО терминала возможно с помощью интерфейса пользователя или с помощью внешнего ПО. Работа с интерфейсом терминала подробно описано в п. 2.3, настоящего РЭ.

1.4.2. Конструктивно (рис. 5) терминал представляет собой металлический корпус, с задней крышкой, лицевой панелью. В состав терминала входят следующие модули (рис. 6):

- блок аналоговых входов;
- блок питания;
- блок управления;
- блок входных дискретных сигналов;
- блок выходных реле.

Элементы индикации и управления (светодиоды, дисплей, кнопки управления) располагаются на отдельной плате, расположенной за лицевой панелью. Кроме того, на лицевую панель выведен разъём порта последовательной связи устройства с персональным компьютером. Данный порт работает по протоколу RS 232 и предназначен для замены программного обеспечения терминала.



**Рис. 5. Внешний вид и габаритные размеры терминала «Бреслер ТЛ 2606»**

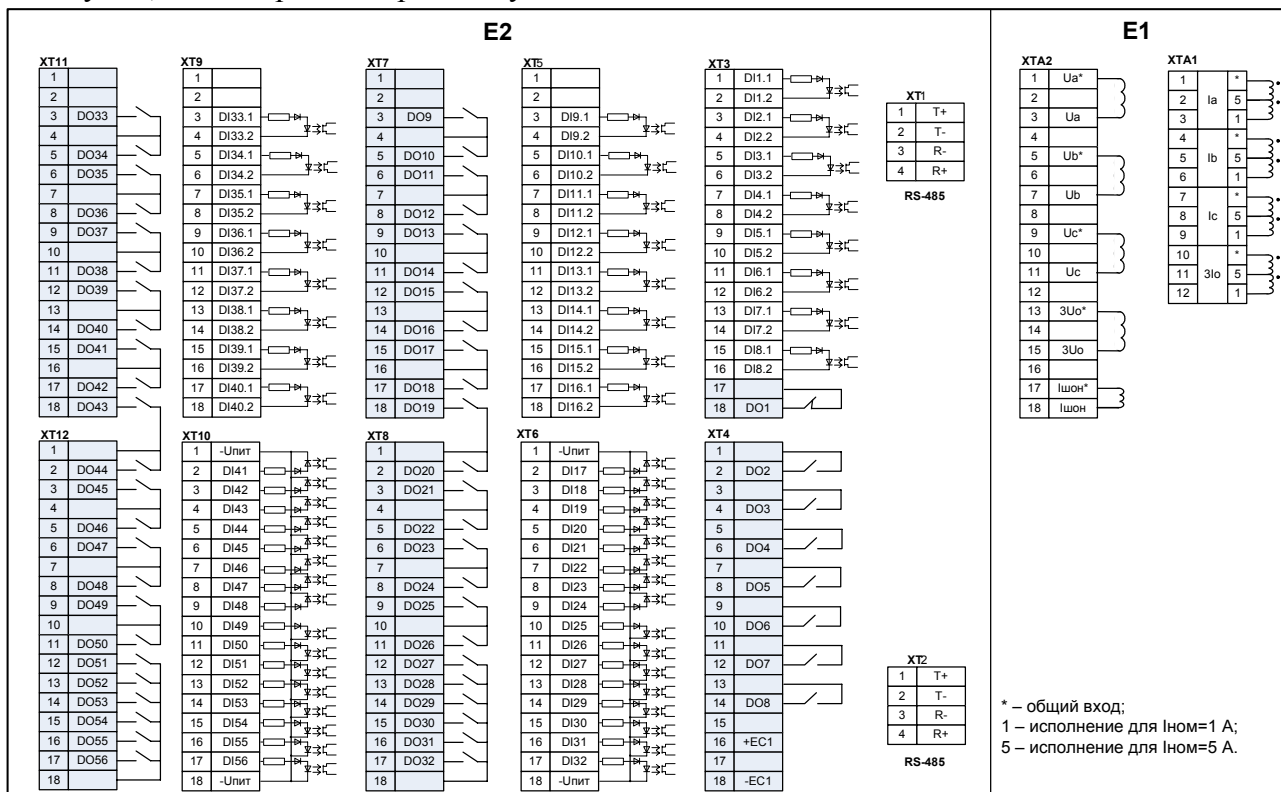
1.4.3. Блок аналоговых входов содержит до 10 промежуточных трансформаторов тока и напряжения. Первичные обмотки трансформаторов выведены соответственно на разъемы ХТА1 и ХТА2. Блок имеет два исполнения на номинальный ток ( $I_{ном}$ ) трансформатора тока 1 А и 5 А.

1.4.4. Блок управления является центральным блоком и содержит сигнальный процессор, центральный процессор, оперативную память, постоянную память, флэш-диск, часы реального времени, микросхемы управления другими платами терминала, 2 последовательных порта RS-485, выведенных на разъемы ХТ1 и ХТ2.

1.4.5. Оперативное питание терминала осуществляется через зажимы **16** и **18** разъема ХТ4 блока питания. Кроме того, блок содержит 8 дискретных входов и 8 выходных реле, выведенных на разъемы ХТ3 и ХТ4 соответственно. Реле DO1 используется для выдачи

*Шкаф защиты линии 6-35-110 кВ серии «Бреслер ШЛ 2606.17»  
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.002-06.171 РЭ*

сигнала отказа терминала. 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.



**Рис. 6. Блоки терминала «Бреслер ТЛ 2606»**

dp35\_037.vsd

1.4.6. Каждая из плат дискретных входов, основная и дополнительная, обеспечивает ввод в терминал 24 дискретных сигналов. Дискретные входы основного блока выведены на разъёмы XT5 и XT6, а дополнительного – на XT9 и XT10. Номинальный уровень «1» дискретного входа соответствует номинальному напряжению питания  $U_{пит}$ .

Гарантированный уровень «0» составляет  $0,65U_{пит}$ . Для напряжения оперативного постоянного тока ниже 110В ток дискретного входа, при подаче уровня «1», составляет 50 мА. Для напряжения выше 220В начальный ток дискретного входа, при подаче уровня «1», составляет 50 мА, через время примерно 200 мс ток уменьшается до величины порядка 3 мА

1.4.7. Каждая из плат выходов, основная и дополнительная, имеет 24 выходных реле. Выходные реле основного блока выведены на разъёмы XT7 и XT8, а дополнительного – на XT11 и XT12. Собственные времена срабатывания/возврата выходных реле составляют 7/6мс.

Нагрузочная способность контактов выходных цепей до 8 А 250 В постоянного тока. Предусмотрен токовый контроль исправности катушек выходных реле.

1.4.8. На лицевой панели терминала (рис. 7) располагается блок светодиодной индикации, дисплей, клавиатура и 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.

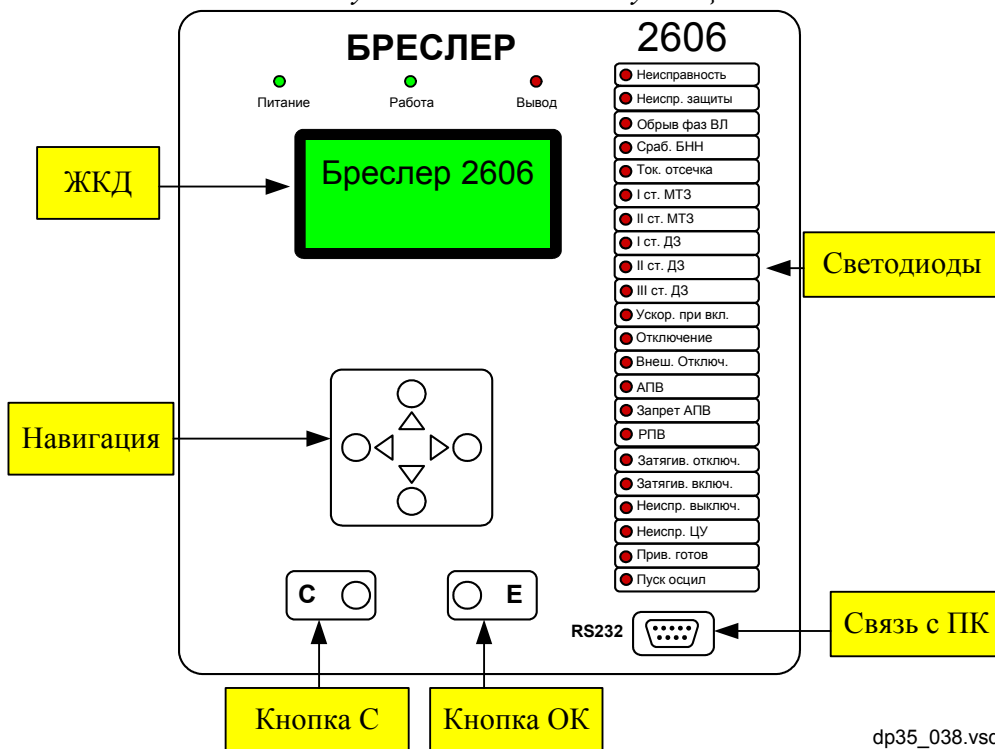


Рис. 7. Расположение элементов на лицевой панели терминала

Назначение светодиодов блока индикации представлено в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Назначение светодиодов (типовое исполнение)

№	Режим	Светодиод
Светодиоды индикации состояния терминала		
1.	Включение питания терминала	«Питание»
2.	Работа программы защиты	«Работа»
3.	Вывод терминала защиты или его тестирование	«Вывод»
Светодиоды индикации состояния защиты		
1.	Неисправность (самодиагностика, измерительные цепи, цепи управления выключателем, питание)	«Неисправность»
2.	Самодиагностика	«Неиспр. защиты»
3.	Срабатывание БНН	«Сраб. БНН»
4.	Обрыв фаз от ЗОФ	«Обрыв фаз ВЛ»
5.	Срабатывание токовой отсечки	Ток. отсечка
6.	Срабатывание первой ступени МТЗ	«1 ст. МТЗ»
7.	Срабатывание второй ступени МТЗ	«2 ст. МТЗ»
8.	Срабатывание первой ступени ДЗ	«1 ст. ДЗ»
9.	Срабатывание второй ступени ДЗ	«2 ст. ДЗ»
10.	Срабатывание третьей ступени ДЗ	«3 ст. ДЗ»
11.	Отключение от ДЗ при включении выключателя	Ускор. при. вкл.
12.	Действие на отключение	Отключение
13.	Внешнее отключение	Внеш. отключ.
14.	Включение от АПВ	АПВ
15.	Формирование сигнала о запрете АПВ линии	Запрет. АПВ
16.	Выключатель включен	РПВ

№	Режим	Светодиод
17.	Затягивание отключения	<b>Затягив. отключ.</b>
18.	Затягивание включения	<b>Затягив. включ.</b>
19.	Неисправность выключателя	<b>Неиспр. выключ.</b>
20.	Неисправность цепей управления	<b>Неиспр. ЦУ</b>
21.	Привод готов	<b>Прив. готов</b>
22.	Пуск осциллографа	<b>Пуск осцил.</b>

Наименование сигналов, выводимых на светодиодную индикацию, может быть изменено, если это необходимо для реализации конкретного проекта.

Оперативный съём светодиодной сигнализации осуществляется с помощью кнопки «Съём сигнализации», установленной на двери шкафа.

1.4.9. Интерфейс с системой мониторинга подстанции. Терминал типа «Бреслер ТЛ 2606» оснащён двумя портами последовательной связи RS-485.

1.4.9.1. На передней панели находится операторский порт, предназначенный для подключения к компьютеру или модему напрямую. Оператором данного порта может быть только представитель фирмы-разработчика или специально обученный персонал. Через этот порт производится обновление резидентного программного обеспечения терминала или удаленный доступ через модем. Технические данные порта:

Тип	RS232
Разъём	9-гнездный DSUB
Скорость передачи	115200
Максимальное расстояние передачи	15 м

1.4.9.2. На задней панели терминала находятся 2 порта ХТ1 и ХТ2, имеющие гальваническую оптронную развязку, предназначенные для подключения к системе мониторинга подстанции.

Тип	RS-485
Разъём	4 клеммы под винт
Скорость передачи	9600 – 115200*
Максимальное расстояние передачи	1200 м
Напряжение пробоя изоляции не менее	1000 В

Связь с системой 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». Для подключения к системе мониторинга подстанции в приложении (см. Приложение Е Совместимость с IEC 60870-5-103) приведена справочная информация о реализации протокола.

1.4.10. Система непрерывной проверки функционирования терминала реализована с помощью сторожевых таймеров и механизма слежения за контрольными суммами. 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 цепей обмоток выходных реле.

1.4.11. Синхронизация часов реального времени терминалов осуществляется от АСУ.

## **1.5. Устройство и работа шкафа**

Общая функциональная схема терминала приведена в приложении (см. «Приложение Ж Схемы электрические и принципиальные», рис. Ж1). Защита состоит из набора

функциональных блоков (ДЗ, МТЗ, токовой отсечки и пр.), работа каждого из которых задаётся при помощи уставок измерительных органов (ИО), программных накладок и таймеров.

Испытания устройства выполняются в соответствии с «Методикой испытаний защиты линии БРЕСЛЕР ШЛ 2606.17». При выполнении пуско-наладочных работ устройства должен заполняться «Протокол наладки Бреслер ШЛ 2606».

Для задания уставок необходимо заполнить «Бланк уставок Бреслер ШЛ 2606.17», в котором приведен список необходимых для задания уставок ИО, таймеров и накладок, а также их диапазон задания. При помощи программы PSE (см. «Руководство пользователя программным обеспечением»), уставки заданные в бланке уставок переносятся в файл уставок, который записывается и активируется в терминале при помощи программы BSCADA (см. «Руководство пользователя программным обеспечением»). Программы BSCADA и PSE поставляются совместно с терминалом.

### 1.5.1. Дистанционная защита

Дистанционная защита селективно **срабатывает** при всех замыканиях в защищаемой линии электропередачи и на резервируемых элементах; **не срабатывает** при всех внешних замыканиях, реверсе мощности, качаниях, асинхронном режиме, несинхронных включениях и при оперативных переключениях, а также правильно функционирует в режиме опробования линии.

#### 1.5.1.1. Принцип действия дистанционной защиты

Дистанционная защита (ДЗ) используется для защиты линий от междуфазных замыканий и двойных замыканий на землю. Защита срабатывает при снижении замера сопротивления сети, т.е. по принципу действия является минимальной.

Селективность защиты смежных линий обеспечивается введением ступенчатых выдержек времени: все замыкания в пределах первой зоны (зона действия первой ступени) отключаются с минимальным временем; замыкания в пределах II-IV зоны – с большими временами.

Измерительными органами защиты являются реле полного сопротивления. Функция ДЗ в терминалах типа «Бреслер ТЛ 2606.17» состоит из 4 ступеней дистанционной защиты. Три ступени (первая, вторая и четвёртая) содержат ИО сопротивления для замыканий на землю (контур «фаза-земля»), а также ИО сопротивления для междуфазных замыканий (контур «фаза-фаза»).

Каждая ступень дистанционной защиты имеет полностью независимые установочные параметры измерительных органов фаза-земля и фаза-фаза. Характеристики ступеней дистанционной защиты независимы друг от друга. Различные ступени могут иметь различную направленность, задаваемую независимыми уставками.

#### 1.5.1.2. Принцип формирования замера сопротивления дистанционной защиты

Получение ортогональных составляющих измеренных величин (фазных токов и напряжений) осуществляется фильтром ортогональных составляющих (ФОС) на базе полнопериодного фильтра Фурье. Далее эти величины используются для формирования замера ДЗ по каждому из контуров:

- для защиты от междуфазных замыканий:

$$\underline{Z}_{AB} = \frac{(1 - K_{ПД})(\underline{U}_A - \underline{U}_B) + K_{ПД}(\underline{U}_{A,предш} - \underline{U}_{B,предш})}{\underline{I}_A - \underline{I}_B};$$

$$\underline{Z}_{BC} = \frac{(1 - K_{ПД})(\underline{U}_B - \underline{U}_C) + K_{ПД}(\underline{U}_{B,предш} - \underline{U}_{C,предш})}{\underline{I}_B - \underline{I}_C};$$

$$\underline{Z}_{CA} = \frac{(1 - K_{ПД})(\underline{U}_C - \underline{U}_A) + K_{ПД}(\underline{U}_{C,предш} - \underline{U}_{A,предш})}{\underline{I}_C - \underline{I}_A};$$

- для защиты от земляных замыканий:

$$\underline{Z}_{A0} = \frac{(1 - K_{\text{ПД}}) \underline{U}_A + K_{\text{ПД}} \underline{U}_{A, \text{предш}}}{\underline{I}_A + 3 \underline{I}_0 k_0};$$

$$\underline{Z}_{C0} = \frac{(1 - K_{\text{ПД}}) \underline{U}_C + K_{\text{ПД}} \underline{U}_{C, \text{предш}}}{\underline{I}_C + 3 \underline{I}_0 k_0}.$$

здесь  $K_{\text{ПД}}$  – коэффициент работы по памяти. Величина коэффициента задаётся уставкой  $zm\_sKUpf$ .

При близких трёхфазных КЗ, когда все напряжения близки к нулю, для определения направленности замеры сопротивления формируется с использованием величин предаварийного режима (индекс «предш.» означает, что берётся величина, записанная в память 40 мс назад). Работу «по памяти» можно запретить, приняв уставку  $K_{\text{ПД}} = 0$ . Диапазон изменения уставки  $K_{\text{ПД}}$  от 0 до 50%. Рекомендуемое значение: 20%.

Для компенсации током нулевой последовательности при замыканиях на землю используется комплексный коэффициент компенсации  $k_0 = zm\_sK0re + 1j * zm\_sK0im$ , что позволяет получать одинаковый замер сопротивления при земляных, междуфазных и трёхфазных металлических (сопротивление дуги  $R_f = 0$ ) коротких замыканиях. В общем случае коэффициент компенсации определяется по формуле

$$k_0 = (\underline{Z}_0 - \underline{Z}_1) / (3 \underline{Z}_1),$$

где  $\underline{Z}_1$  и  $\underline{Z}_0$  – сопротивления прямой и нулевой последовательности защищаемой линии.

### 1.5.1.3. Работа ИО ступеней ДЗ.

1.5.1.3.1. ИО ДЗ имеют круговые характеристики срабатывания. Вид характеристик и уставки, приведены на рис. 8 и в таблице 1.2.

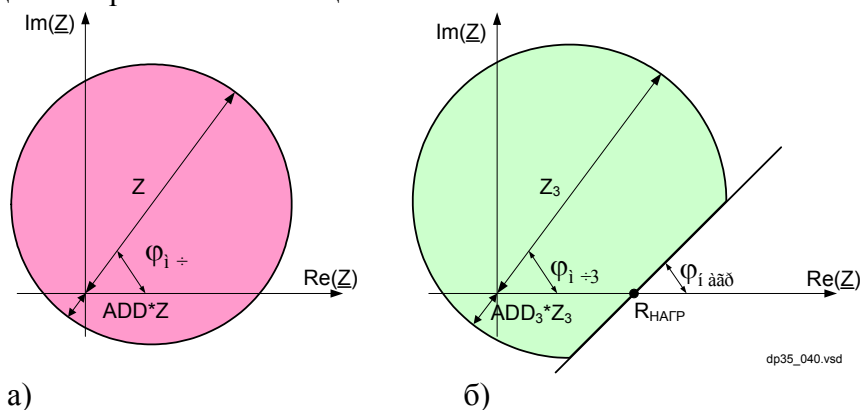


Рис. 8. Характеристики срабатывания ступеней ДЗ

а) – первая, вторая и четвёртая ступень, в) – третья ступень

1.5.1.3.2. Третья ступень ДЗ в первую очередь предусмотрена для выполнения функции защиты дальнего резервирования. Отстройка от нагрузочного режима ИО третьей ступени ДЗ осуществляется при помощи прямой, которая задается точкой на абсцисс (уставка  $zmc\_sZ3RPP$ ) и углом наклона (уставка  $zmc\_sZ3AR2PP$ ).

1.5.1.3.3. Четвертая ступень предусмотрена для выполнения автоматического и оперативного ускорения ступеней ДЗ.

1.5.1.3.4. Характеристики срабатывания ненаправленного ИО сопротивления для междуфазных и фазных контуров задаются независимо друг от друга.

1.5.1.3.5. Для выполнения защиты линий 6-35кВ уставку ADD (уставку смещения в третий квадрант) рекомендуется выбирать равной 100%.

Таблица 1.2. Уставки измерительных органов сопротивления дистанционной защиты

№	Параметр	Уставка в терминале	Описание уставки
Первая ступень ДЗ (рис. 8)			
1.	Z	zmc_sZ1DPP (zmc_sZ1DPE)	Сопротивление срабатывания первой ступени ДЗ от междуфазных (земляных) замыканий
2.	$\varphi_{1\div}$	zmc_sZ1ArgPP (zmc_sZ1ArgPE)	Угол максимальной чувствительности первой ступени ДЗ от междуфазных (земляных) замыканий
3.	ADD	zmc_sZ1AddPP (zmc_sZ1AddPE)	Смещение характеристики срабатывания ДЗ от междуфазных (земляных) замыканий в третий квадрант
Вторая ступень ДЗ (рис. 8)			
4.	Z	zmc_sZ2DPP (zmc_sZ2DPE)	Сопротивление срабатывания второй ступени ДЗ от междуфазных (земляных) замыканий
5.	$\varphi_{1\div}$	zmc_sZ2ArgPP (zmc_sZ2ArgPE)	Угол максимальной чувствительности второй ступени ДЗ от междуфазных (земляных) замыканий
6.	ADD	zmc_sZ2AddPP (zmc_sZ2AddPE)	Смещение характеристики срабатывания ДЗ от междуфазных (земляных) замыканий в третий квадрант
Третья ступень ДЗ (рис. 8)			
7.	Z <sub>3</sub>	zmc_sZ3DPP	Сопротивление срабатывания третьей ступени ДЗ от междуфазных замыканий
8.	$\varphi_{1\div 3}$	zmc_sZ3ArgPP	Угол максимальной чувствительности третьей ступени ДЗ от междуфазных замыканий
9.	ADD <sub>3</sub>	zmc_sZ3AddPP	Смещение характеристики срабатывания ДЗ от междуфазных замыканий в третий квадрант
10.	R <sub>НАГР</sub>	zmc_sZ3RPP	Сопротивление отстройки от нагрузочного режима
11.	$\varphi_{НАГР}$	zmc_sZ3AR2PP	Угол отстройки от нагрузочного режима
Четвертая ступень (рис. 8)			
12.	Z	zmc_sZ4DPP (zmc_sZ4DPE)	Сопротивление срабатывания четвёртой ступени ДЗ от междуфазных (земляных) замыканий
13.	$\varphi_{1\div}$	zmc_sZ4ArgPP (zmc_sZ4ArgPE)	Угол максимальной чувствительности четвёртой ступени ДЗ от междуфазных (земляных) замыканий
14.	ADD	zmc_sZ4AddPP (zmc_sZ4AddPE)	Смещение характеристики срабатывания ДЗ от междуфазных (земляных) замыканий в третий квадрант

1.5.1.3.6. Диапазон изменения параметров ненаправленного ИО сопротивления, определяется максимально возможными координатами характеристики срабатывания. **Все координаты точек**, находящиеся внутри характеристики срабатывания, должны находиться в диапазоне [0.5...500] Ом на фазу по модулю для  $I_{ном} = 1$  А, и [0.1...100] Ом для  $I_{ном} = 5$  А.

1.5.1.3.7. Угол максимальной чувствительности  $\varphi_{мч}$  задаётся в диапазоне от 0° до 89°.

1.5.1.3.8. Средняя основная погрешность всех ненаправленных ИО сопротивления по величине сопротивления срабатывания  $R_{уст}$  и  $X_{уст}$  при токе, равном  $I_{ном}$  (или в зависимости от уставки меньшем токе, исходя из максимального напряжения на зажимах РС, равного 100 В), не превышает ±3 % от уставки.

1.5.1.3.9. Ток точной работы  $I_{тр}$  для всех ненаправленных ИО сопротивления при работе на угле линии электропередачи не превышает 0,05  $I_{ном}$  во всем диапазоне уставок при обеспечении условий п. 1.5.1.3.10.

1.5.1.3.10. Минимальное междуфазное напряжение, при котором обеспечиваются точностные параметры характеристики ИО сопротивления, составляет  $0,25\sqrt{3}$  В.

1.5.1.3.11. Средняя основная абсолютная погрешность ИО сопротивления по углу  $\varphi_{м.ч}$  при токе КЗ, равном  $I_{ном}$  (или в зависимости от уставки меньшем токе, исходя из максимального напряжения на зажимах РС, равного 100 В), не превышает  $\pm 5^\circ$ .

1.5.1.3.12. Абсолютная дополнительная погрешность ИО сопротивления по углам  $\varphi_{м.ч}$  от изменения тока КЗ в диапазоне от  $2 I_{тр}$  до  $30 I_{ном}$  не превышает  $\pm 7^\circ$  относительно значений, измеренных при  $I_{ном}$ .

1.5.1.3.13. Дополнительная погрешность всех ненаправленных ИО сопротивления по величине сопротивления срабатывания  $R_{уст}$  и  $X_{уст}$  от изменения температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, определенного при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

1.5.1.3.14. Время срабатывания всех ненаправленных ИО сопротивления при работе на угле линии электропередачи, токах КЗ не менее  $3 I_{тр}$  и скачкообразном уменьшении напряжения на входе ИО от напряжения, соответствующего сопротивлению на зажимах ИО не менее  $1,2 (X_{уст}/\sin\varphi_{м.ч})$ , до напряжения, соответствующего  $0,6 (X_{уст}/\sin\varphi_{м.ч})$ , не более 0,025 с при выведенном контуре памяти.

1.5.1.3.15. Время возврата всех ненаправленных ИО сопротивления при работе на угле линии электропередачи, токах КЗ не менее  $3 I_{тр}$  и скачкообразном увеличении напряжения на входе ИО от величины, соответствующей сопротивлению на зажимах ИО  $0,1 (X_{уст}/\sin\varphi_{м.ч})$ , до напряжения, соответствующего  $1,2 (X_{уст}/\sin\varphi_{м.ч})$  (но не более 100 В для междуфазного канала и 57 В – для фазного), не превышает 0,05 с при выведенном контуре памяти.

1.5.1.3.16. Коэффициент возврата ИО сопротивления не превышает 1,05.

1.5.1.3.17. При работе ненаправленных ИО сопротивления «по памяти» (при трёхфазных КЗ в месте установки защиты) обеспечивается длительность сигнала срабатывания на выходе РС не менее 40 мс в диапазоне токов от  $2 I_{тр}$  до  $30 I_{ном}$ .

1.5.1.3.18. Работа ИО сопротивления **блокируется** при значениях тока, представленного знаменателем дроби сопротивления п. 1.5.1.2, меньших  $0,02 I_{ном}$ .

#### 1.5.1.4. Принцип работы органа направленности (ОНМ)

ОНМ предназначен для чёткого определения направленности при всех видах замыканий. ОНМ универсален и его выходные сигналы использует как модуль дистанционной защиты, так и модуль максимальной токовой защиты. Логическая схема ОНМ приведена на рис. 9.

1.5.1.4.1. Для фиксации направления коротких замыканий реализованы три ИО направленности (РНМ), использующих 90-градусную схему включения. Каналы фаз А, В, С используют для работы токи и соответствующие междуфазные напряжения основной гармоники ( $I_A$  и  $\underline{U}_{BC}$  – канал фазы А,  $I_B$  и  $\underline{U}_{CA}$  – канал фазы В,  $I_C$  и  $\underline{U}_{AB}$  – канал фазы С).

1.5.1.4.2. На рис. 10 приведена характеристика срабатывания органа направленности фазы А. Угол максимальной чувствительности РНМ составляет  $45^\circ$ . Направленность определяется по углу между соответствующими фазным током и междуфазным напряжением, который для прямого направления должен находиться в диапазоне от  $-45^\circ$  до  $135^\circ$ . Все прочие углы относятся к обратной направленности.

1.5.1.4.3. Для фиксации прямого направления междуфазных каналов АВ, ВС, СА необходимо одновременное срабатывание прямонаправленных каналов обеих фаз (т.е. для срабатывания прямого направления междуфазного канала АВ нужно одновременное срабатывание РНМ фаз А и В).

1.5.1.4.4. Для корректной работы ОНМ осуществляется контроль уровней тока (уставка  $dir\_sIpe$ ) и напряжения (уставка  $dir\_sUpp$ ). Рекомендуемые значения уставки  $dir\_sIpe$  – 5% от  $I_{ном}$ , а  $dir\_sUpe$  – 1,7% от  $U_{ном}$ .

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

1.5.1.4.6. При снижении напряжения ниже уровня, задаваемого уставкой  $dir\_U_{ре}$ , в работу включается модуль определения направленности при помощи контура памяти реле сопротивления.

1.5.1.4.7. Средняя основная погрешность по току  $I_{ср}$  и напряжению  $U_{ср}$  работы органов направления мощности составляет  $\pm 3\%$ .

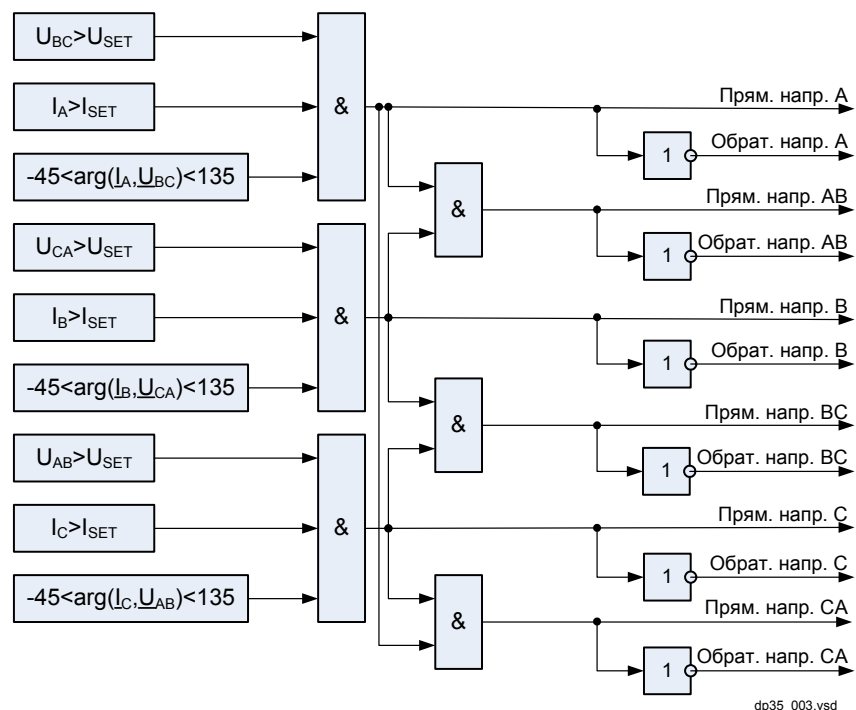


Рис. 9. Логика работы ОНМ

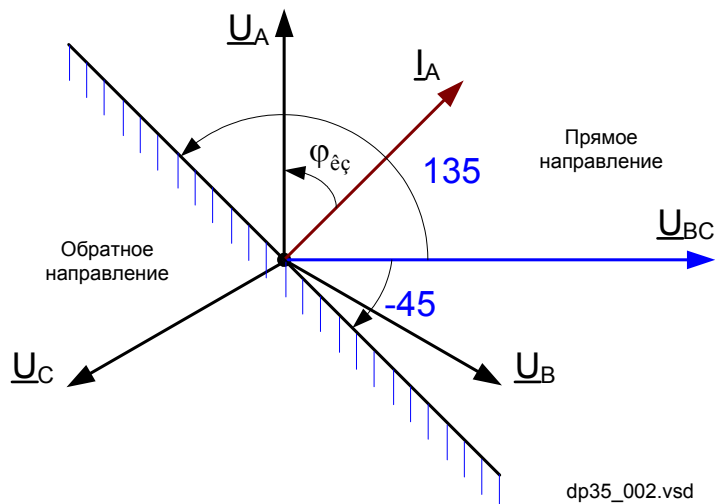


Рис. 10. Характеристика срабатывания органа направления мощности ф. А

1.5.1.4.8. Дополнительная погрешность по току  $I_{ср}$  и напряжению  $U_{ср}$  работы органов направления мощности при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, определённого при температуре  $20 \pm 5$  °С.

1.5.1.4.9. Дополнительная погрешность по току  $I_{ср}$  и напряжению  $U_{ср}$  работы органов направления мощности при изменении частоты в диапазоне от 0.9 до 1.1 номинальной не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

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

1.5.1.4.11. Время срабатывания органов направления мощности при одновременной подаче токов  $3 I_{ср}$  и напряжений  $3 U_{ср}$  не более 25 мс.

1.5.1.4.12. Время возврата органов направления мощности при одновременном сбросе токов и напряжений от  $I_{ном}$  и  $U_{ном}$  до нуля не более 40 мс.

1.5.1.4.13. Модуль направленности представлен функциональным блоком, приведенным на рис. 11.

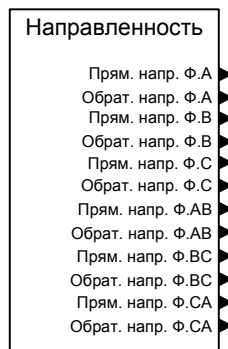


Рис. 11. Функциональный блок модуля направленности

#### 1.5.1.5. Логика работы ступеней ДЗ

Логика работы всех ступеней ДЗ выполнена аналогично. На рис. 12 а приведена схема формирования сигналов пуска 1-й ступени ДЗ для междуфазных каналов (в скобках показаны номера накладок для второй, третьей и четвертой ступеней), а на рис. 12 б – для фазных каналов.

1.5.1.5.1. Накладками N14, N18, N22 и N52 задаются пусковые условия 1-й, 2-й, 3-й и 4-й ступеней соответственно. В таблице 3 приведено функциональное описание положений накладок.

1.5.1.5.2. Накладками N16, N20, N24, N54 задается режим направленности ступеней. Ступень может быть как прямонаправленной ( $N16(20,24,54)=2$ ), так и ненаправленной ( $N16(20,24,54)=1$ ).

1.5.1.5.3. Накладками N15, N19, N23, N53 разрешается подхват направленного пуска соответствующих ступеней ДЗ от пусковых сигналов. Накладка сделана для совместимости уставок с защитой ПЗ-152, где предусмотрена фиксация срабатывания ступеней ДЗ от пусковых ИО (см. п. 1.5.1.8). В этом существовала необходимость при нечеткой фиксации направленности в случае близких трехфазных коротких замыканий. В защите «Бреслер ТЛ 2606.17» данная проблема решена полностью. **Поэтому рекомендуется накладки N15, N19, N23 выставлять равными 0.** Тем не менее, если фиксация срабатывания ступеней ДЗ от пусковых ИО все таки требуется, то необходимо выставить накладки N14, 18, 22, 52 в положения 2 или 5, а N16, 20, 24, 54 – в положение 2.

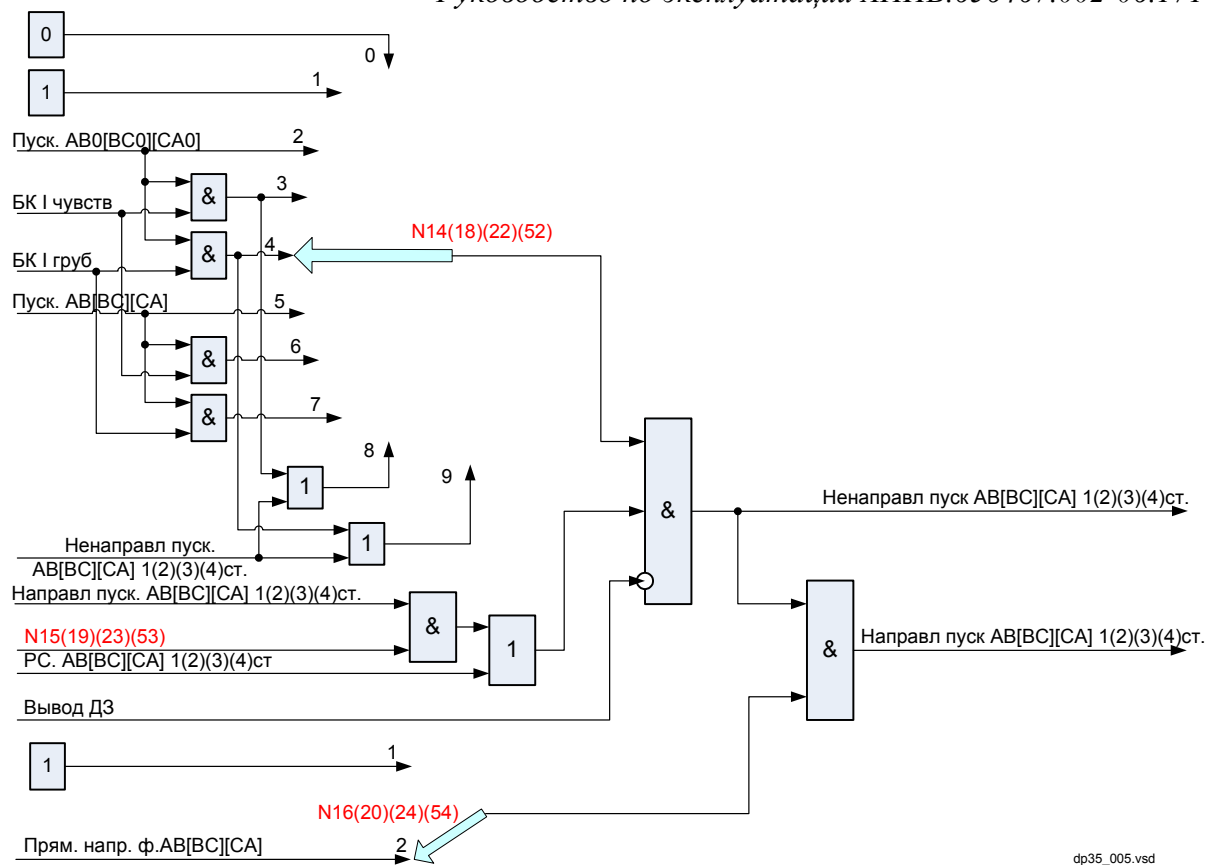
1.5.1.5.4. Функциональные блоки модуля пуска первой ступени предоставлены на рис. 13.

1.5.1.5.5. Логика формирования пусковых и отключающего сигналов отключения первой, второй и четвертой ступеней приведена на рис. 14. Таймеры DT26 и DT27 задают выдержку времени первой ступени ДЗ на срабатывание от междуфазных и фазных каналов соответственно.

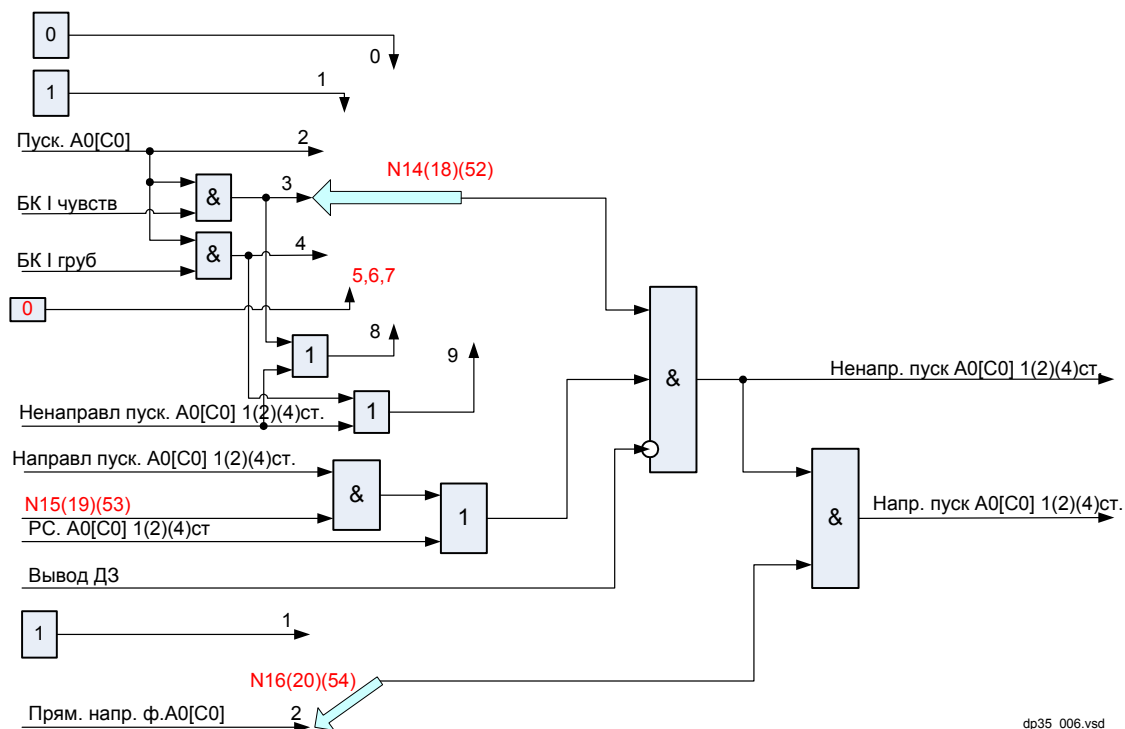
1.5.1.5.6. Погрешности работы всех таймеров терминала не превышают 3 мс, если это не оговорено отдельно.

1.5.1.5.7. Накладка N17 разрешает отключение от земляных каналов первой ступени ДЗ. При N17=1 отключение разрешается, а если N17=0 – запрещается.

1.5.1.5.8. Накладка N56 разрешает отключение от междуфазных каналов первой ступени ДЗ. При N56=1 отключение разрешается, а если N56=0 – запрещается



а)



б)

**Рис. 12. Формирование пусковых сигналов ДЗ**  
 а) междуфазные контуры, б) фазные контуры

Таблица 3. Накладки выбора пусковых условий ДЗ

N14,18,22,52	Функциональное назначение наклейки
0	Ступень выведена из работы
1	Ступень работает независимо от пусковых условий
2	Ступень запускается при срабатывании пускового модуля соответствующего канала с одновременным контролем тока нулевой последовательности
3	Ступень запускается при срабатывании пускового модуля соответствующего канала с контролем сигнала с чувствительного канала БК I
4	Ступень запускается при срабатывании пускового модуля соответствующего канала с контролем сигнала с грубого канала БК I
5	Ступень запускается при срабатывании пускового модуля соответствующего канала без контроля тока нулевой последовательности
6	Ступень запускается при срабатывании пускового модуля соответствующего канала с контролем сигнала с чувствительного канала БК I
7	Ступень запускается при срабатывании пускового модуля соответствующего канала с контролем сигнала с грубого канала БК I
8	Ступень запускается при срабатывании чувствительного канала БК I и пускового модуля с фиксацией от ненаправленного пуска ступени
9	Ступень запускается при срабатывании грубого канала БК I и пускового модуля с фиксацией от ненаправленного пуска ступени

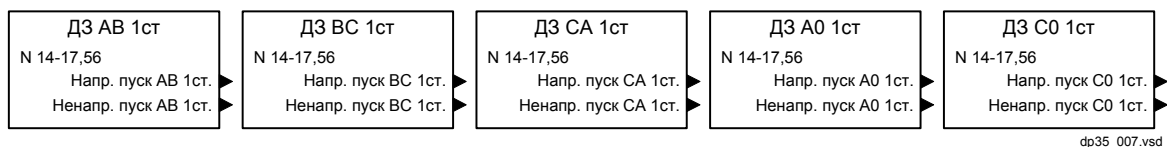


Рис. 13. Функциональные блоки модулей пуска первой ступени ДЗ.

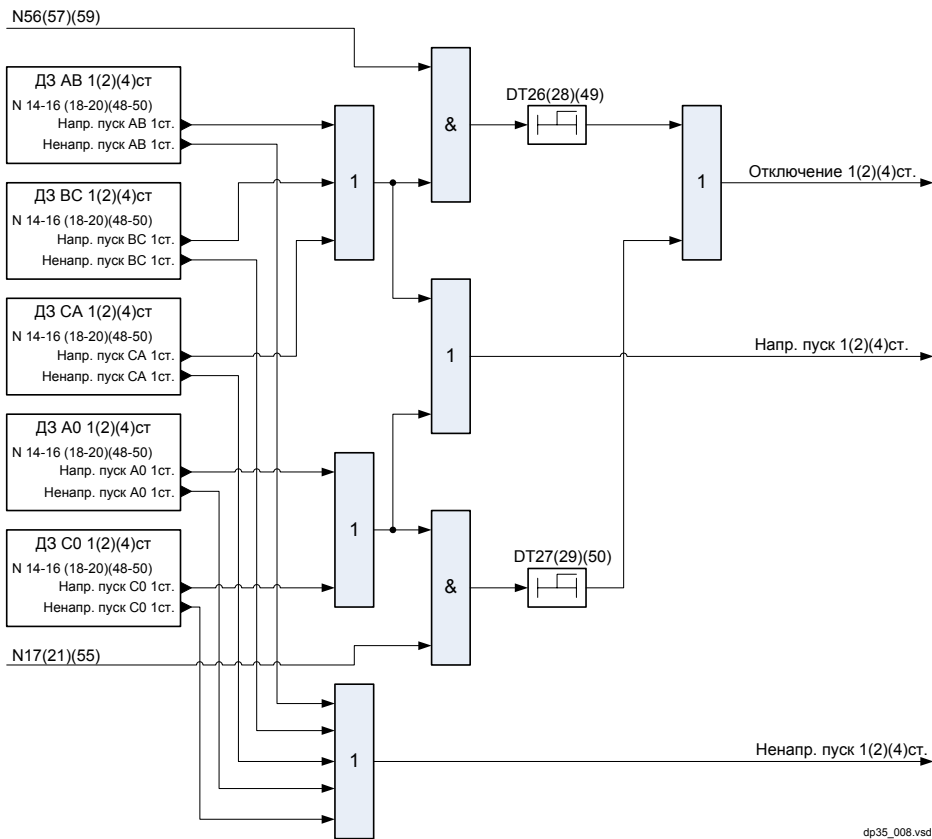


Рис. 14. Формирование отключающих и пусковых сигналов 1, 2 и 4-й ступеней ДЗ

1.5.1.5.9. Работа второй, третьей и четвертой ступеней аналогична первой. В таблице 4 приведено описание накладок и таймеров ступеней.

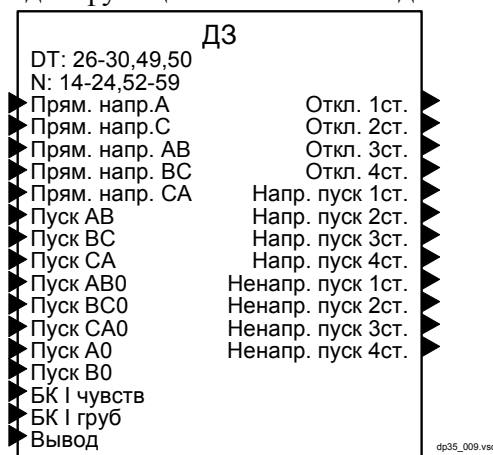
**Таблица 4. Накладки и таймеры ступеней ДЗ**

Уставка	Описание уставки
<b>Первая ступень</b>	
N17	Разрешение отключения земляных замыканий первой ступенью ДЗ
DT26	Выдержка времени на отключение междуфазных замыканий от первой ступени ДЗ
DT27	Выдержка времени на отключение земляных замыканий от первой ступени ДЗ
N56	Разрешение отключения междуфазных замыканий первой ступенью ДЗ
<b>Вторая ступень</b>	
N21	Разрешение отключения земляных замыканий второй ступенью ДЗ
DT28	Выдержка времени на отключение междуфазных замыканий от второй ступени ДЗ
DT29	Выдержка времени на отключение земляных замыканий от второй ступени ДЗ
N57	Разрешение отключения междуфазных замыканий второй ступенью ДЗ
<b>Третья ступень</b>	
DT30	Выдержка времени на отключение третьей ступени ДЗ
N58	Разрешение отключения междуфазных замыканий третьей ступенью ДЗ
<b>Четвертая ступень</b>	
N55	Разрешение отключения земляных замыканий четвертой ступенью ДЗ
DT49	Выдержка времени на отключение междуфазных КЗ от четвертой ступени ДЗ
DT50	Выдержка времени на отключение земляных замыканий от четвертой ступени ДЗ
N59	Разрешение отключения междуфазных замыканий четвертой ступенью ДЗ
<b>Общие</b>	
N25	Вывод дистанционной защиты из работы

1.5.1.5.10. Необходимо помнить, что выбор пусковых условий ДЗ должен быть согласован с выдержками времени ступеней. В том случае, если накладки N14(18,22) ступеней выставлены в положение 3 (пуск от чувствительного канала БК I) или в положение 4 (пуск от грубого канала БК I), то соответствующие им таймеры DT26, DT27 первой ступени (DT28, DT29 второй ступени, DT30 третьей ступени) должны быть меньше чем таймер DT32 (импульс чувствительного канала) или чем таймер DT34 (импульс грубого канала).

1.5.1.5.11. Дистанционная защита может оперативно выводиться из работы при помощи оперативного ключа на двери шкафа «Вывод ДЗ», а может – программной накладкой N25. При N25=1 – ДЗ выводится из работы, а при N25=0 – ДЗ введена в работу.

1.5.1.5.12. На рис. 15 приведен функциональный блок дистанционной защиты.



**Рис. 15. Формирование отключающих и пусковых сигналов ступени**

#### 1.5.1.6. Логика ускорения ДЗ

В терминале защиты предусмотрено ускорение срабатывания 1–4 ступеней ДЗ при включении выключателя (автоматическое ускорение (АУ ДЗ)) или при помощи оперативного

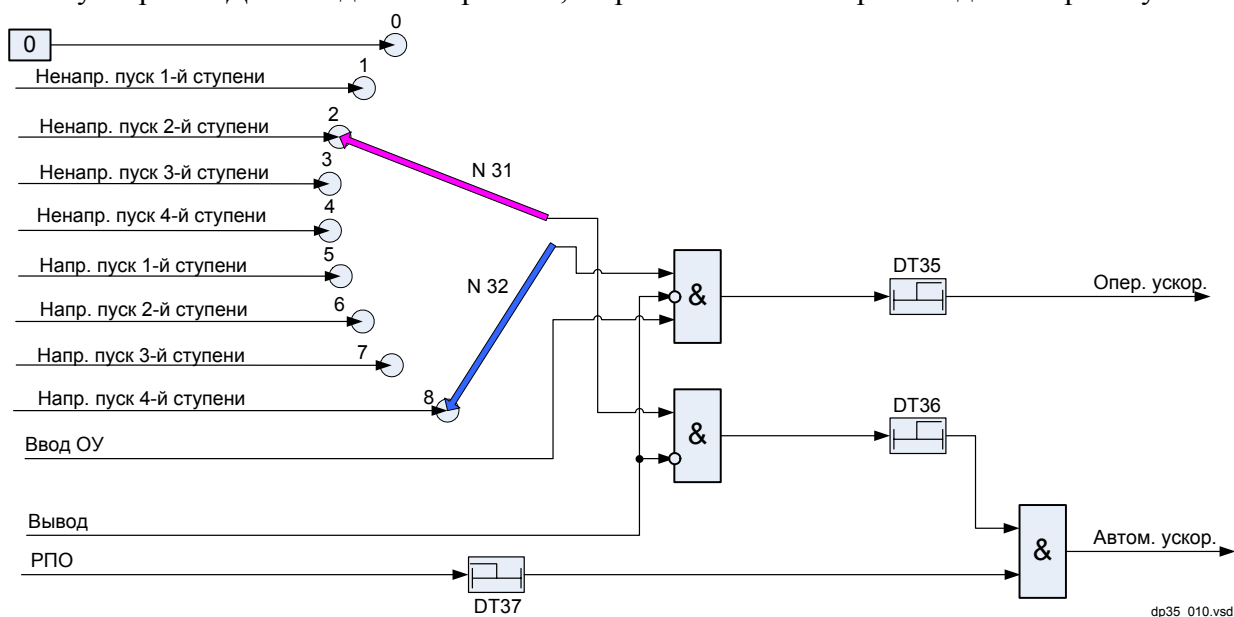
переключателя «Ввод ОУ ДЗ». АУ ДЗ обычно является ненаправленным, чтобы обеспечить надёжное отключение при близких трёхфазных замыканиях, а при оперативном ускорении – направленным. Логика ускорения ДЗ представлена на рис. 16.

1.5.1.6.1. В соответствии с рис. 16 накладкой N31 задаётся режим работы логики АУ ДЗ, а таймером DT36 – выдержку времени на отключение при АУ. Стоит отметить, что при N31=0 АУ ДЗ выводится из работы. Прочие значения накладки выбирают ускоряемую ступень.

1.5.1.6.2. Таймером DT37 задаётся время автоматического ускорения ДЗ. Оно отсчитывается от момента включения выключателя и задаётся в диапазоне от 50 до 30000 мс. Время срабатывания ускоряемой ступени таймер DT36 задаётся в диапазоне от 20 до 30000 мс.

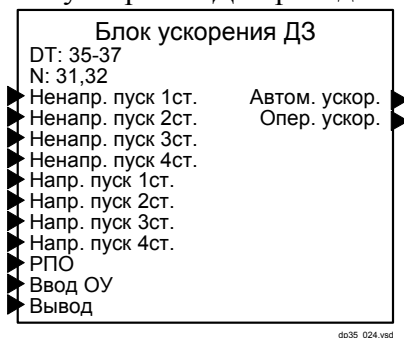
1.5.1.6.3. Накладка N32 задаёт режим работы логики ОУ ДЗ, а таймер DT35 – выдержку времени на отключение при ОУ.

1.5.1.6.4. Накладка N33 выводит из работы всю логику ускорения ДЗ, т.е. при N33=1 логика ускорения ДЗ выводится из работы, а при N33=0 – наоборот вводится в работу.



**Рис. 16. Логика ускорения дистанционной защиты**

Функциональный блок логики ускорения ДЗ приведен на рис. 17.



**Рис. 17. Функциональный блок логики ускорения дистанционной защиты**

1.5.1.7. Принцип работы блокировки при качаниях по току

Для предотвращения неправильной работы ДЗ при возникновении качаний в энергосистеме предусмотрена токовая блокировка при качаниях (БК I). На практике хорошо зарекомендовали себя метод, отслеживающий динамику изменения токов прямой и обратной последовательностей.

1.5.1.7.1. Метод основывается на измерении уровня приращений токов прямой и обратной последовательности во времени. Приращения токовых величин определяются при

помощи фильтра второго порядка:

$$\Delta I_1(t) = I_1(t) - 2I_1(t - T/2) + I_1(t - T),$$

$$\Delta I_2(t) = I_2(t) - 2I_2(t - T/2) + I_2(t - T),$$

где  $T$  – период промышленной частоты.

1.5.1.7.2. При качаниях и асинхронном ходе величины  $\Delta I$  малы, тогда как при возникновении короткого замыкания уровень  $\Delta I$  достаточен для срабатывания чувствительного или грубого канала (рис. 18).

1.5.1.7.3. Узлом БК по току выдаются два сигнала: сигнал от чувствительного канала, обычно разрешающего ввод в работу медленнодействующих ступеней ДЗ в течение времени DT32, и сигнала от грубого канала, обычно разрешающего ввод в работу быстродействующих ступеней ДЗ на время DT34. Каждая ступень ДЗ с помощью соответствующей программируемой накладки может быть запущена по тому или иному каналу от БК по току.

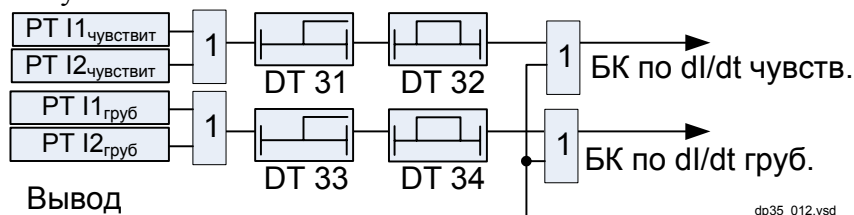


Рис. 18. Логика работы БК по току

В неаварийном режиме качаний ИО сопротивления ДЗ могут сработать ложно. При этом реле БК, отстроенные от режима качаний выбором уставок по изменению токов прямой и обратной последовательностей, не срабатывают и не пускают ДЗ.

1.5.1.7.4. Диапазон изменения уставки таймера DT32 от 200 до 12000 мс, таймера DT34 – от 300 до 12000 мс.

1.5.1.7.5. Необходимо отметить, что в том случае если  $N14=3(4)$ , то уставка таймера DT34(32) должны быть больше суммы максимального из таймеров DT26 и DT27 и выдержки времени DT39 на срабатывания УРОВ (см. п. 1.5.4). Для всех других положений накладки такое ограничение снимается.

1.5.1.7.6. Таймеры DT 31 и DT 33 определяют время срабатывания чувствительного и грубого каналов БК. Рекомендуемое значение уставок таймеров – 5мс.

1.5.1.7.7. Уставки срабатывания ИО БК I по изменению тока обратной последовательности выбираются в диапазоне от  $0,12 I_{НОМ}$  до  $2 I_{НОМ}$  для чувствительного (уставка psd\_sl2sen) и грубого каналов (уставка psd\_sl2tol) каналов. Уставки срабатывания БК I по изменению тока прямой последовательности выбираются в диапазоне от  $0,17 I_{НОМ}$  до  $4 I_{НОМ}$  для чувствительного (уставка psd\_sl1sen) и грубого (уставка psd\_sl1tol)<sup>1</sup> каналов. Средняя основная погрешность по токам срабатывания реле БК не превышает  $\pm 10\%$  от уставки. Время срабатывания реле тока БК не более 0,025 с

1.5.1.7.8. ИО БК I отстроены от небаланса по току обратной последовательности при номинальном токе с учетом возможного отклонения частоты и статического небаланса по току обратной последовательности, равного  $0,15 I_{НОМ}$ .

1.5.1.7.9. БК I выводится из работы при помощи накладки N30, т.е. при  $N30=1$  БК I выведена из работы, а при  $N30=0$  – введена.

1.5.1.7.10. На рис. 19 представлен функциональный блоки БК I.

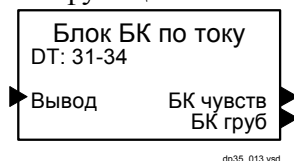


Рис. 19. Функциональный блок блокировки при качаниях

<sup>1</sup> Уставки ИО, реагирующих на симметричные составляющие, задаются утроенными

1.5.1.8. Модуль пуска дистанционной защиты по току и напряжению.

1.5.1.8.1. В защите реализован пуск ДЗ модулем ИПФ U/I.

1.5.1.8.2. Терминал контролирует фазные токи, протекающие в линии электропередачи. Если один из них превышает уставку ( $phs\_sIpe1$ ), то происходит пуск соответствующих реле сопротивления дистанционной защиты.

1.5.1.8.3. Дополнительно реализован комбинированный пуск по току и напряжению. Здесь одновременно контролируется увеличение фазного тока (превышение любого из токов уставки  $phs\_sIpe2$ ) и уменьшение фазных и линейных напряжений. Уставкой  $phs\_sUpp$  ( $phs\_sUpe$ ) задаётся величина междуфазного (фазного) напряжения, достаточного для пуска междуфазных (фазных) каналов дистанционной защиты.

1.5.1.8.4. Для пуска ступеней ДЗ должен сработать либо модуль комбинированного пуска по току и напряжению, либо токовый пусковой модуль.

1.5.1.8.5. В линиях с изолированной и компенсированной нейтралью отключение междуфазных замыканий должно выполняться междуфазными ИО сопротивления, а двойных замыканий на землю – фазными ИО. Ток нулевой последовательности ( $3I_0$ ) сигнализирует о наличии двойного замыкания на землю в энергосистеме, наличие которого должно приводить к блокированию междуфазных каналов ИО сопротивления ДЗ, и запускать в работу фазные каналы.

1.5.1.8.6. Для пуска фазных контуров (сигналы «пуск А0», «пуск С0») необходимо наличие тока нулевой последовательности. При отсутствии тока нулевой последовательности происходит пуск междуфазных контуров (сигналы «пуск АВ0», «пуск ВС0», «пуск СА0»).

1.5.1.8.7. Уставка  $phs\_sI0$  задает уровень тока нулевой последовательности, достаточного для пуска фазных контуров ДЗ.

1.5.1.8.8. Реализована логика предпочтения поврежденной фазы, которая позволяет обеспечить селективное отключение двойных замыканий фаз А и С на землю (рис. 21). Поскольку однофазное замыкание на землю не является аварийным режимом, то при возникновении двойного замыкания на землю (рис. 21) достаточно отключить только одну линию, например  $L_2$ , без отключения  $L_1$ .

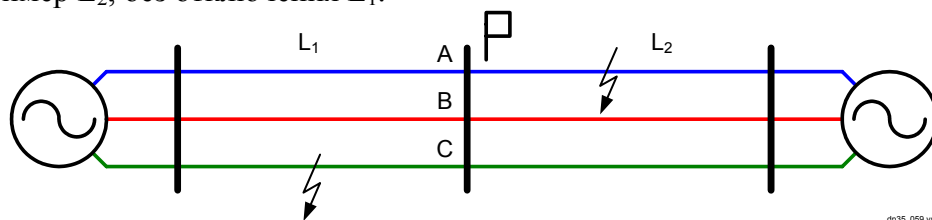


Рис. 20. Двойное замыкание  $K^{(1)(1)}_{AC}$  в линии электропередачи

1.5.1.8.9. Накладка N81 определяет режим логики предпочтения поврежденной фазы. При  $N81=0$  логика предпочтения поврежденной фазы выведена из работы, при  $N81=1$  при одновременном возникновении замыкании фаз А и С происходит пуск лишь фазы А дистанционной защиты, а при  $N81=2$  – фазы С.

1.5.1.8.10. Контроль тока нулевой последовательности может быть выведен программной накладкой N4 ( $N4=1$ , то контроль введён, а если  $N4=0$  – контроль выведен).

1.5.1.8.11. Для пуска 1-й, 2-й, 4-й ступеней дистанционной защиты рекомендуется использовать выходные сигналы ИПФ U/I с контролем наличия и отсутствия тока нулевой последовательности («пуск АВ0», «пуск ВС0», «пуск СА0», «пуск А0», «пуск С0» см. рис. 12).

1.5.1.8.12. Для пуска 3-й ступени (ступени дальнего резервирования) дистанционной защиты рекомендуется использовать токовые сигналы пусковых ИО (уставка  $phs\_sIpe3$ ) ИПФ U/I без контроля тока нулевой последовательности (пуск АВ, пуск ВС, пуск СА на рис. 21).

1.5.1.8.13. Модуль пуска по току и напряжению может быть выведен при помощи программной накладки N5. При  $N5=0$  модуль пуска по току и напряжению находится в работе, а при  $N5=1$  – выведен из работы. Рекомендуемое значение уставки  $N5=0$ .

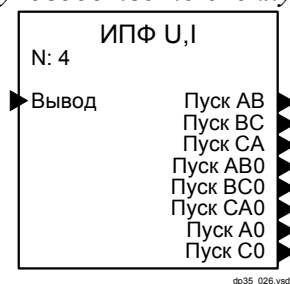


Рис. 21. Функциональный блок модуля пуска по току и напряжению

#### 1.5.2. Токовые защиты

Токовые защиты предназначены в первую очередь для резервирования ДЗ при обрыве цепей напряжения. Поэтому желательно делать ступени МТЗ ненаправленными.

##### 1.5.2.1. Токовая отсечка (ТО)

В состав защит устройства «Бреслер ШЛ 2606.17» входит токовая отсечка (ТО), содержащая 7 токовых ИО (три из них включены на фазные токи, один – на ток нулевой последовательности и ещё три – междуфазные токи). Логика работы ТО представлена на рис. 22. Блок МАХ – выделяет максимальный междуфазный ток.

1.5.2.1.1. ИО нулевой последовательности ТО может быть выведен при  $N36=0$ , а введён при  $N36=1$ .

1.5.2.1.2. Накладка N79 позволяет выводить из работы токовый канал фазы В. При  $N79=1$  канал фазы В введен в работу, а при  $N79=0$  – выведен.

1.5.2.1.3. Необходимо отметить, что уставка ИО ТО, реагирующего на ток нулевой последовательности задается как утроенная величина в процентах от  $I_{ном}$ .

1.5.2.1.4. Диапазон задания уставок ИО ТО, реагирующих на фазный (уставка  $ioc\_sIpe$ ) и на междуфазный токи (уставка  $ioc\_sIpp$ ), от 0,15 до 50  $I_{ном}$ . Диапазон задания уставки ИО, реагирующего на ток нулевой последовательности (уставка  $ioc\_sI0$ ) от 0,45 до 90  $I_{ном}$ .<sup>2</sup>

Программируемая накладка N37 определяет режим работы ТО:

- При  $N37 = 0$  токовая отсечка вводится на время, заданное выдержкой времени DT44 (рис. 22), после включения выключателя (сигнал РПО).
- При  $N37 = 1$  токовая отсечка введена постоянно.

Диапазон изменения уставки таймера DT44 от 100 до 30000 мс. Токовая отсечка может быть выведена из работы ключом «Вывод ТО» или накладкой N38.

1.5.2.1.5. Средняя основная погрешность всех ИО токовой отсечки не превышает  $\pm 3\%$  от уставки или 5% от номинальной величины.

1.5.2.1.6. Дополнительная погрешность по току срабатывания всех ИО токовой отсечки при изменении температуры по 1.1.3 не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, определённого при температуре  $20 \pm 5$  °С.

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

Коэффициент возврата всех токовых ИО не менее 0,9.

1.5.2.1.7. Время срабатывания реле тока токовой отсечки не превышает 15 мс при подаче трехкратного тока срабатывания ( $3I_{cp}$ ).

Время срабатывания реле тока токовой отсечки не превышает 40 мс при подаче тока, превышающего ток срабатывания на 20 % ( $1,2 I_{cp}$ ).

Время возврата ИО токовой отсечки при сбросе тока от  $10 I_{cp}$  до 0 не более 30 мс.

1.5.2.1.8. Выдержка времени на срабатывание токовой отсечки по нулевой последовательности DT43 принимает значения от 15 до 50 мс (для мгновенной токовой отсечки) или от 50 до 600 мс (для токовой отсечки с выдержкой времени).

<sup>2</sup> Уставки измерительных органов, реагирующих на симметричные составляющие задаются утроенными

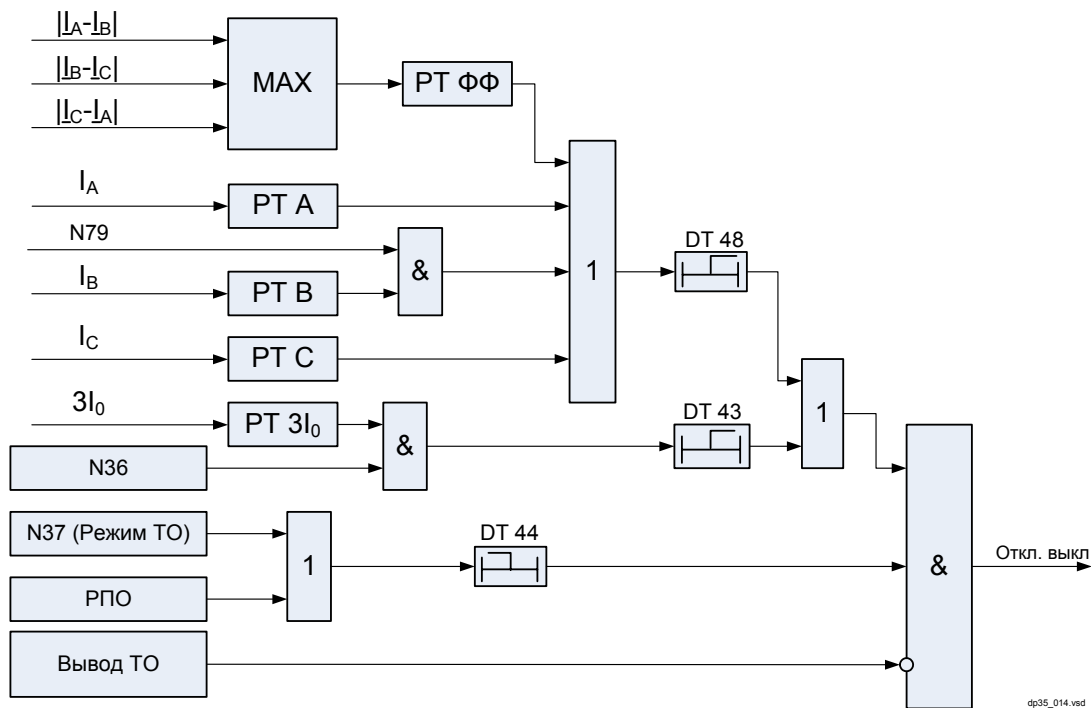


Рис. 22. Логическая схема работы токовой отсечки

1.5.2.1.9. Выдержка времени на срабатывание DT48 задает время срабатывания фазных и междуфазных каналов токовой отсечки. Диапазон задания уставки DT 48 от 1 до 500мс.

1.5.2.1.10. Функциональный блок токовой отсечки представлен на рис. 23.

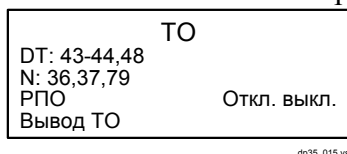


Рис. 23. Функциональный блок токовой отсечки

### 1.5.2.2. Максимальная токовая защита (МТЗ)

Терминал защиты «Бреслер ТЛ 2606.17» включает двухступенчатую направленную максимальную токовую защиту (МТЗ) (рис. 24).

Каждая ступень МТЗ содержит три ИО, включенных на фазные токи (РТ1А–РТ1С, РТ2А–РТ2С).

1.5.2.2.1. Режим работы ступеней МТЗ задаётся программными накладками N8 (первая ступень) и N9 (вторая ступень):

- N8(9)=0 – ступень выведена из работы;
- N8(9)=1 – ступень работает без контроля направленности;
- N8(9)=2 – ступень работает при срабатывании соответствующего **обратнонаправленного** органа (см. п. 1.5.1.4);
- N8(9)=3 – ступень работает при срабатывании соответствующего **прямо направленного** органа (см. п. 1.5.1.4).

МТЗ может быть выведена из работы ключом «Вывод МТЗ», расположенным на передней панели шкафа, или программной накладкой N10. При N10=0 МТЗ находится в работе, N10=1 – выведена из работы.

Таймер DT20 определяет время срабатывания первой ступени МТЗ. Диапазон изменения уставки от 50 до 30000 мс.

Таймер DT21 определяет время срабатывания второй ступени МТЗ. Диапазон изменения уставки от 100 до 30000 мс.

Диапазон изменения уставок всех токовых ИО (уставка mtz\_sIpe1 для ИО первой

ступени, уставка  $mtz\_sIpe2$  для ИО второй ступени) от  $0,15$  до  $30 I_{ном}$ .

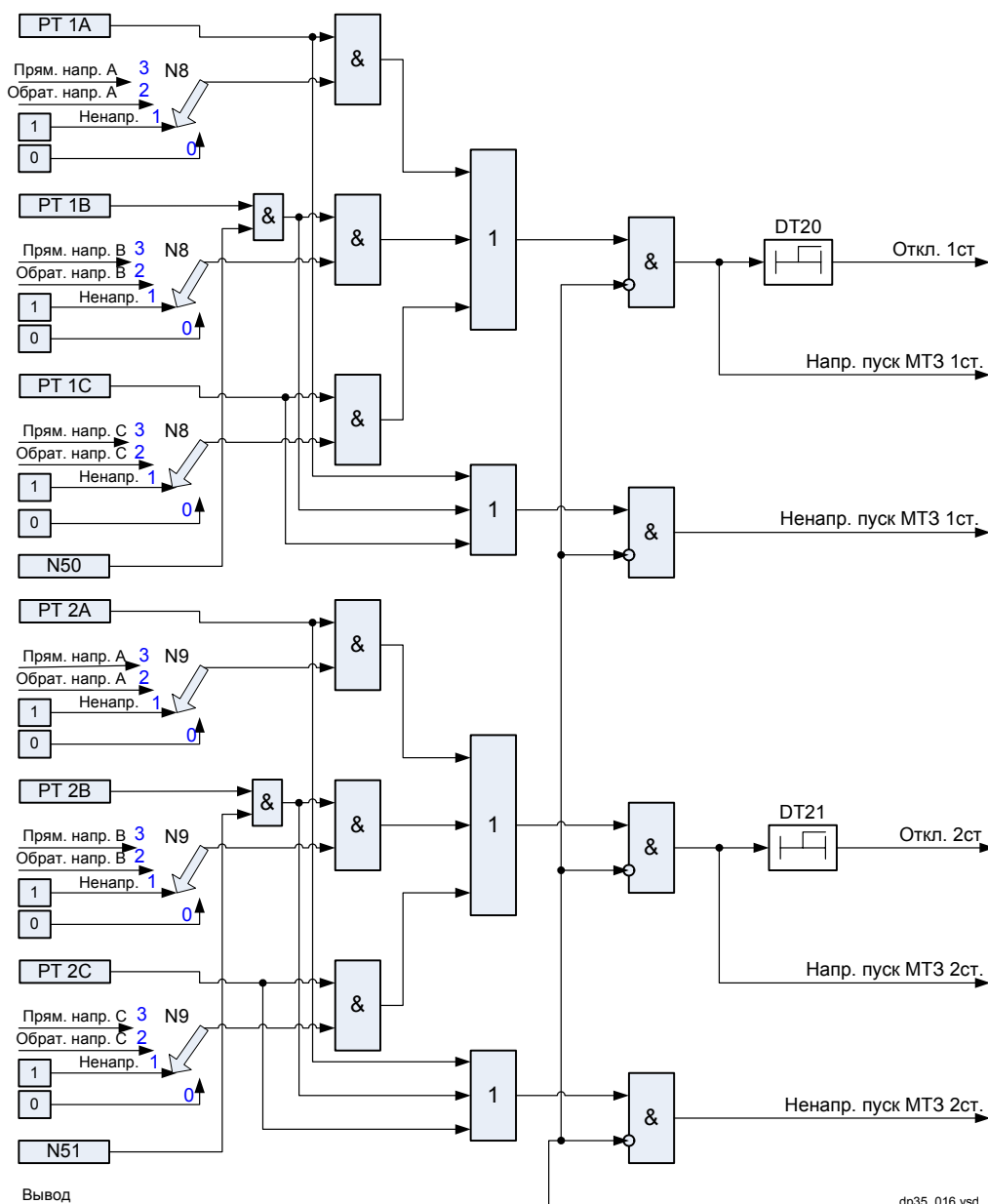


Рис. 24. Логическая схема работы МТЗ

1.5.2.2.2. Программные накладки N50 и N51 позволяют вводить в работу реле тока фазы В первой и второй ступеней МТЗ соответственно:

- N50=0 реле тока фазы В первой ступени выведено из работы;
- N51=0 реле тока фазы В второй ступени выведено из работы;
- N50=1 реле тока фазы В первой ступени введено в работу;
- N51=1 реле тока фазы В второй ступени введено в работу.

1.5.2.2.3. Средняя основная погрешность всех токовых ИО МТЗ не превышает  $\pm 3\%$ .

Дополнительная погрешность по току срабатывания всех токовых ИО МТЗ при изменении температуры по п. 1.1.3 не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, определённого при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ .

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

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

1.5.2.2.4. Время срабатывания реле тока МТЗ не превышает 15 мс при подаче

трехкратного тока срабатывания ( $3 I_{ср}$ ).

Время срабатывания ИО МТЗ не превышает 40 мс при подаче тока, превышающего ток срабатывания на 20 % ( $1,2 I_{ср}$ ).

Время возврата ИО тока МТЗ при сбросе тока от  $10 I_{ср}$  до 0 не более 30 мс.

1.5.2.2.5. На принципиальной схеме защиты МТЗ представлена функциональным блоком, приведенным на рис. 25.

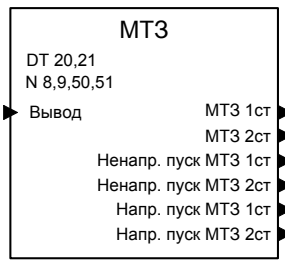


Рис. 25. Функциональный блок МТЗ

### 1.5.2.3. Логика ускорения МТЗ

Для обеспечения быстрого отключения повреждения при включении выключателя на короткое замыкание и в режиме оперативного ускорения реализована логика ускорения ступеней МТЗ.

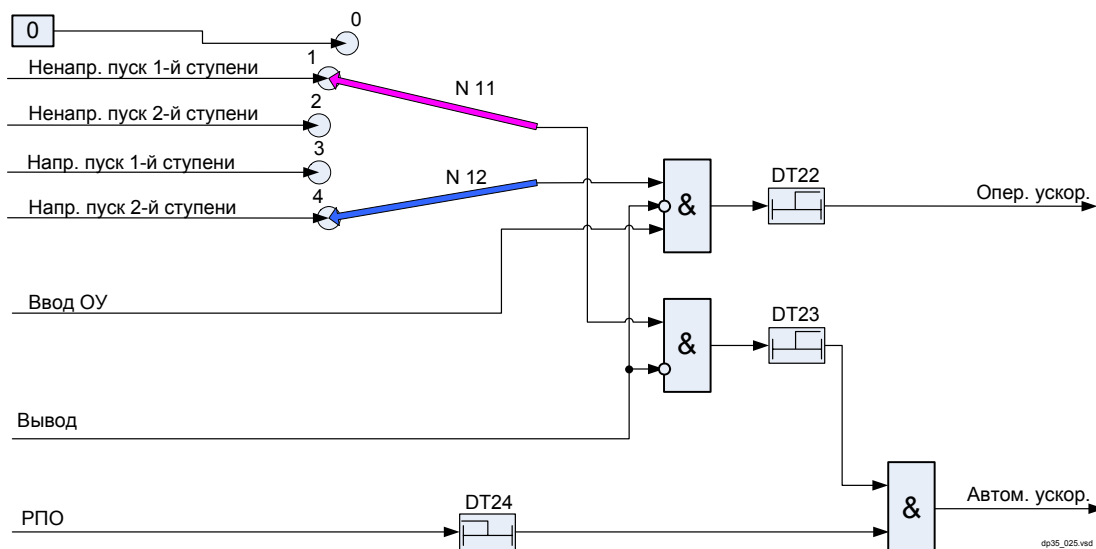


Рис. 26. Логика ускорения максимальной токовой защиты

1.5.2.3.1. В терминале защиты предусмотрено ускорение срабатывания 1–2 ступеней МТЗ при включении выключателя (автоматическое ускорение (АУ МТЗ)) или при помощи оперативного переключателя «Ввод ОУ МТЗ». АУ МТЗ обычно является ненаправленным, чтобы обеспечить надёжное отключение при близких трёхфазных замыканиях, а при оперативном ускорении – направленным. Логика ускорения МТЗ представлена на рис. 26.

1.5.2.3.2. В соответствии с рис. 26 накладкой N11 задаётся режим работы логики АУ МТЗ, а таймером DT23 – выдержку времени на отключение при АУ. Стоит отметить, что при  $N11=0$  АУ МТЗ выводится из работы. Прочие положения накладки выбирают ускоряемую ступень.

1.5.2.3.3. Таймером DT24 задаётся время автоматического ускорения МТЗ. Оно отсчитывается от момента включения выключателя и задаётся в диапазоне от 50 до 10000 мс. Время срабатывания автоматически ускоряемой ступени таймер DT23 задаётся в диапазоне от 20 до 10000 мс.

1.5.2.3.4. Накладка N12 задаёт режим работы логики ОУ МТЗ, таймер DT22 – выдержку времени на отключение при ОУ.

Накладка N13 выводит из работы логику ускорения МТЗ, т.е. при  $N13=1$  логика ускорения МТЗ выводится из работы, а при  $N13=0$  – наоборот вводится в работу.

1.5.2.3.5. Функциональный блок ускорения МТЗ приведён на рис. 27.

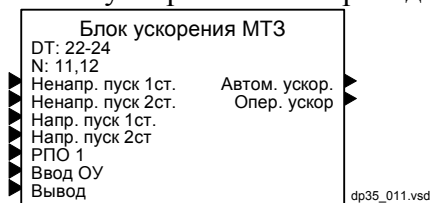


Рис. 27. Функциональный блок логики ускорения максимальной токовой защиты

### 1.5.3. Контроль измерительных цепей

#### 1.5.3.1. Блокировка при неисправностях в цепях напряжения

В терминале «Бреслер ТЛ 2606.17» 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. На рис. 28 приведена общая логическая схема БНН.

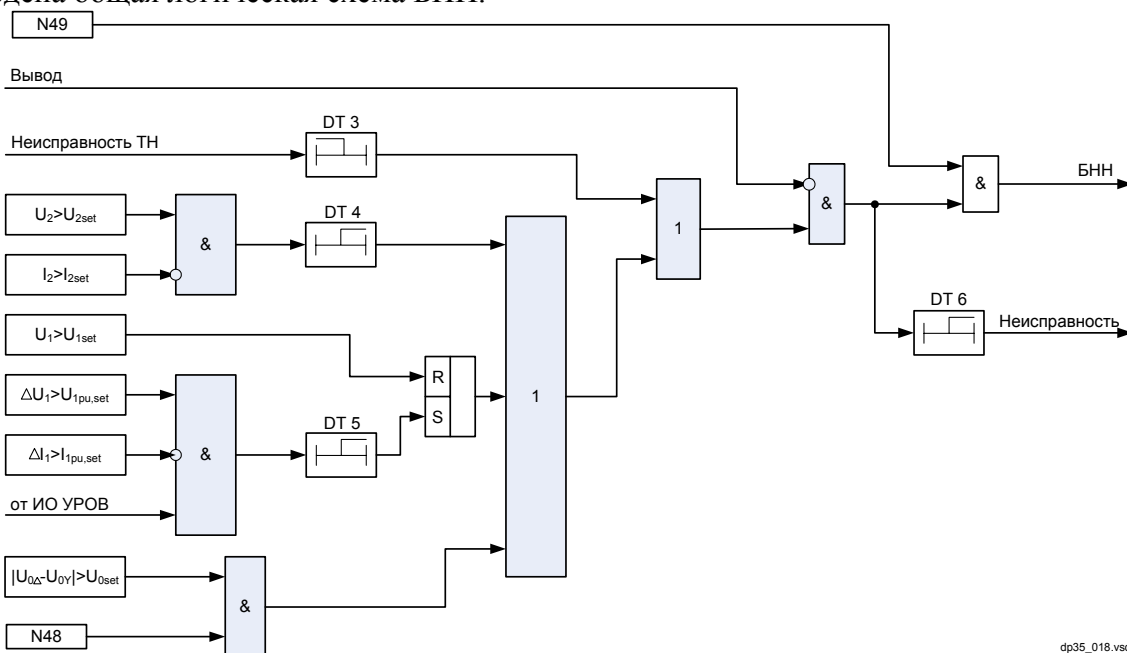


Рис. 28. Логическая схема модуля блокировки при неисправности цепей напряжения

1.5.3.1.1. Режим работы БНН определяется накладкой N49. При N49=1 БНН при обнаружении неисправностей в цепях напряжения выдаёт блокирующий сигнал на дистанционную защиту, а при N49=0 – блокирование ДЗ запрещено.

1.5.3.1.2. Выявление несимметричных обрывов, земляных замыканий, а также замыканий в цепях звезды производится ИО, реагирующим на разность расчётного напряжения нулевой последовательности и напряжения, снятого с выводов цепей разомкнутого треугольника (ИО  $|U_{0\Delta}-U_{0Y}|>U_{0set}$ ).

1.5.3.1.3. В сетях 6-35кВ напряжение с цепей разомкнутого треугольника трансформатора напряжения доступно не всегда. Поэтому в терминале «Бреслер ТЛ 2606.17» предусмотрена программная накладка N48, позволяющая вывести из работы ИО  $|U_{0\Delta}-U_{0Y}|>U_{0set}$  (при N48=1 ИО  $|U_{0\Delta}-U_{0Y}|>U_{0set}$  введён в работу, а при N48=0 – выведен).

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

Выдержкой времени DT4 определяется время срабатывания БНН при обнаружении появления напряжения и отсутствия тока обратной последовательности. Рекомендуемое значение выдержки времени DT4 – 10мс.

1.5.3.1.5. Для выявления симметричных замыканий и симметричных обрывов

используется логика, реагирующая на отсутствие приращения тока прямой последовательности при значительном уменьшении напряжения прямой последовательности: (ИО  $U_1$  реагирует на пониженное напряжение прямой последовательности, ИО  $\Delta U_1$  – на приращение напряжения прямой последовательности, а ИО  $\Delta I_1$  – на приращение тока прямой последовательности). Дополнительно осуществляется контроль протекания тока по линии (ИО УРОВ).

1.5.3.1.6. Рекомендованное значение выдержки времени DT5 – 5мс.

1.5.3.1.7. Таймер DT6 определяет задержку на выдачу сигнала о неисправности цепей напряжения в цепи сигнализации и задаётся в диапазоне от 1000 до 10000 мс.

1.5.3.1.8. БНН выдает блокирующий сигнал при получении внешнего дискретного сигнала от защиты трансформатора напряжения о неисправности. Выдержка времени на возврат DT3 определяет время продления сигнала о неисправности трансформатора напряжения. Диапазон задания уставки от 100 до 30000 мс.

1.5.3.1.9. БНН может быть выведена из работы программируемой накладкой N3. Если N3=1, то БНН выведена из работы, если N3=0 – БНН в работе.

1.5.3.1.10. Диапазон изменения уставок ИО БНН приведен в таблице 1.5. Необходимо помнить, что уставки ИО, реагирующих на величины симметричных составляющих задаются утроенными.

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

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

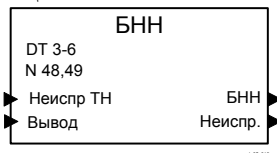
1.5.3.1.13. Дополнительная погрешность порога срабатывания всех ИО БНН, реагирующих на ток и напряжение, от изменения температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне по 1.1.3 не должна превышать  $\pm 5\%$  от среднего значения параметров, измеренных при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ,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

1.5.3.1.14. 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 1.5. Диапазон изменения уставок ИО БНН**

	Наименование	Диапазон уставок
1	ИО напряжения прямой последовательности ( $3U_1$ )	от 0,15 до $3 U_{\text{ф,ном}}$
2	ИО разности напряжений нулевой последовательности «разомкнутого треугольника» и «звезды» ( $ U_{0\Delta} - U_{0\text{расч}} $ )	от 0,06 до $3 U_{\text{ном}}$
3	ИО напряжения обратной последовательности ( $3U_2$ )	от 0,3 до $3 U_{\text{ф,ном}}$
4	ИО тока обратной последовательности ( $3I_2$ )	от 0,3 до $6 I_{\text{ном}}$
5	ИО приращения напряжения прямой последовательности ( $3\Delta U_1$ )	от 0,3 до $3 U_{\text{ф,ном}}$
6	ИО приращения тока прямой последовательности ( $3\Delta I_1$ )	от 0,3 до $3 I_{\text{ном}}$

1.5.3.2. БНН представлена функциональным блоком (рис. 29).



**Рис. 29. Функциональный блок БНН**

1.5.3.2.1. Защита при обрыве фазы

В терминале «Бреслер ТЛ 2606.17» предусмотрена функция защиты от обрывов токоведущих проводников (ЗОП). Данная защита выдает сигнал о неисправности измерительных цепей. Логика работы ЗОФ представлена на рис. 30.

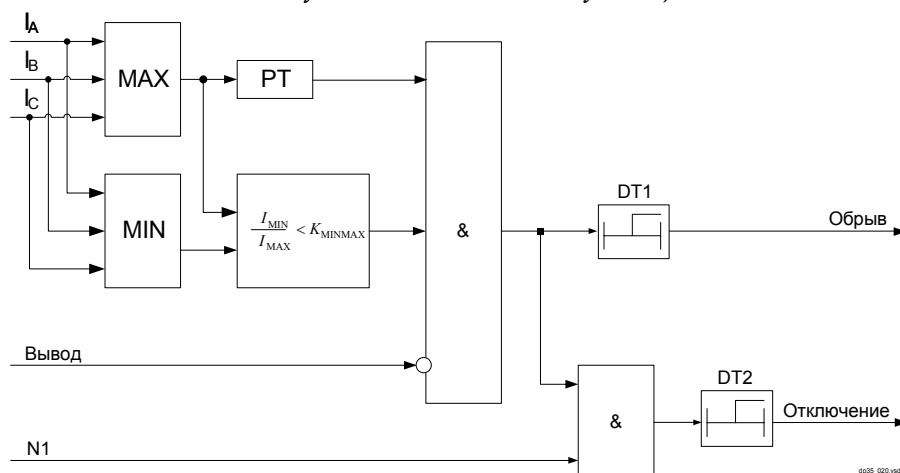


Рис. 30. Логическая схема работы ЗОФ

1.5.3.2.2. Программируемая накладка N1 определяет режим работы ЗОФ:

- при N1=1 ЗОФ действует как в цепи сигнализации, так и в цепи отключения;
- при N1=0 ЗОФ действует лишь в цепи сигнализации.

DT1 – выдержка времени на выдачу сигнала «обрыв проводника», а DT2 – выдержка времени на отключение. Диапазон задания уставок таймеров DT1 и DT2 от 500 до 30000 мс.

1.5.3.2.3. При помощи функций MAX и MIN (рис. 30) выбираются максимальное и минимальное значения модуля фазных токов. Происходит контроль несимметрии путем сравнения их уровней ( $I_{\text{MIN}} / I_{\text{MAX}} < K_{\text{MINMAX}}$  на рис. 30). Модуль максимального фазного тока подается на реле максимального тока ЗОП (РТ на рис. 30).

1.5.3.2.4. Диапазон изменения уставки ИО максимального тока ЗОФ (owp\_sIpremax) от 5 до 100 %  $I_{\text{ном}}$ . Диапазон изменения уставки ИО контроля несимметрии (owp\_sKminimax) от 10 до 90 %.

1.5.3.2.5. Прочие параметры ИО максимального тока соответствуют пунктам 1.5.2.1.5–1.5.2.1.7.

Предусмотрен вывод ЗОФ при срабатывании защит терминала. ЗОФ представлена функциональным блоком (рис. 31).

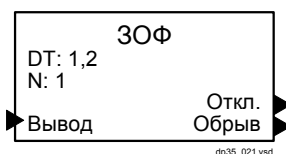


Рис. 31. Функциональный блок ЗОП

1.5.4. Устройство резервирования при отказе выключателя

Терминал защиты «Бреслер ТЛ 2606.17» включает устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ), содержащее три фазных токовых ИО, контролирующих протекание тока через выключатель. Логика работы УРОВ приведена на рис. 32.

1.5.4.1. С помощью программируемой наклейки N34 можно выбрать один из следующих режимов работы УРОВ:

- N34=0 – запрет повторного действия на свой выключатель;
- N34=1 – разрешение действия на свой выключатель без контроля тока;
- N34=2 – разрешение действия на свой выключатель без контроля тока и без контроля РПВ;
- N34=3 – разрешение действия на свой выключатель с контролем тока и без контроля РПВ;
- N34=4 – разрешение действия на свой выключатель с контролем тока и с контролем РПВ.

Сигнал РПВ объединяет по логики ИЛИ сигналы о включенном положении выключателя от первого и второго электромагнитов отключения.

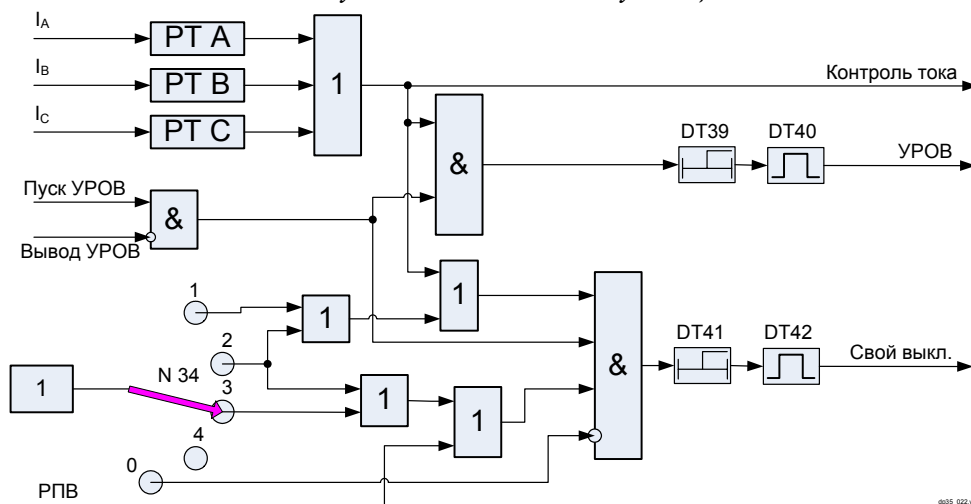


Рис. 32. Логическая схема УРОВ

1.5.4.2. Диапазон изменения уставок всех токовых ИО УРОВ (уставка  $bfp\_slpe$ ) от 0,05 до  $2 I_{ном}$ .

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

Дополнительная погрешность по току срабатывания всех токовых ИО УРОВ при изменении температуры по п. 1.1.3 не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, определённого при температуре  $(20 \pm 5)^\circ C$ .

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

Коэффициент возврата реле тока УРОВ не менее 0,9.

1.5.4.4. Время срабатывания реле тока УРОВ не превышает 0,025 с при подаче двукратного тока срабатывания ( $2 I_{ср}$ ). Время возврата реле тока УРОВ при сбросе входного тока от  $30 I_{ном}$  до 0 не более 20 мс.

1.5.4.5. 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  $4 I_{ном}$  до  $30 I_{ном}$ .

1.5.4.6. Предусмотрен оперативный вывод УРОВ при помощи переключателя «Вывод УРОВ». УРОВ может быть также выведено при помощи программной накладки N35. При  $N35=1$  – УРОВ выведено из работы, а при  $N35=0$  – введено в работу.

1.5.4.7. Запуск УРОВ происходит при действии защит на отключение выключателя. УРОВ формирует сигнал на отключение смежных выключателей при наличии пусковых условий и протекании тока через выключатель в течение времени, превышающего уставку таймера DT39.

1.5.4.8. Диапазоны изменения уставок элементов времени УРОВ: для DT39, DT40, DT41, DT42 от 100 до 30000 мс.

1.5.4.9. УРОВ представлено функциональным блоком (рис. 33).

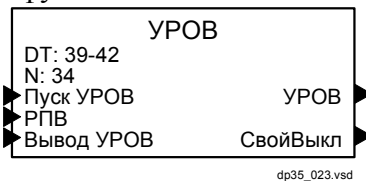


Рис. 33. Функциональный блок УРОВ

1.5.5. При срабатывании защит терминала (дистанционной, максимальной токовой, токовой отсечки, УРОВ, действии ЗОФ на отключении) или срабатывании ДЗШ формируется сигнал «Срабатывание с запоминанием». Данный сигнал предназначен для действия

терминала в цепи центральной сигнализации. Сигнал «Срабатывание с запоминанием» запоминается в энергонезависимой памяти терминала и сбрасывается при сбросе сигнализации (кнопка/сигнал «Съем сигнализации»).

#### 1.5.6. Автоматика управления выключателем

Терминал Бреслер ТЛ 2606.17 содержит автоматику управления линейным выключателем, которая включает:

- Модуль контроля напряжений и синхронизма (1.5.6.1).
- Модуль двукратного ТАПВ линии (1.5.6.3.2).
- Модуль однократного ТАПВ шин (1.5.6.3.3).
- Модуль частотного ТАПВ (1.5.6.3.4).
- Логику отключения (1.5.6.4).
- Логику включения (1.5.6.5).
- Защиты выключателя (1.5.6.6)
- Автоматическую разгрузку при перегрузке по току (АРПТ см. 1.5.6.8).

##### 1.5.6.1. Модуль контроля синхронизма (КС)

Контроль синхронизма работает при включении выключателя в режиме ТАПВ, ЧАПВ и при оперативном включении. КСФ контролирует разность и уровень частот, разность фаз и уровень напряжений на линии и шине (рис. 34).

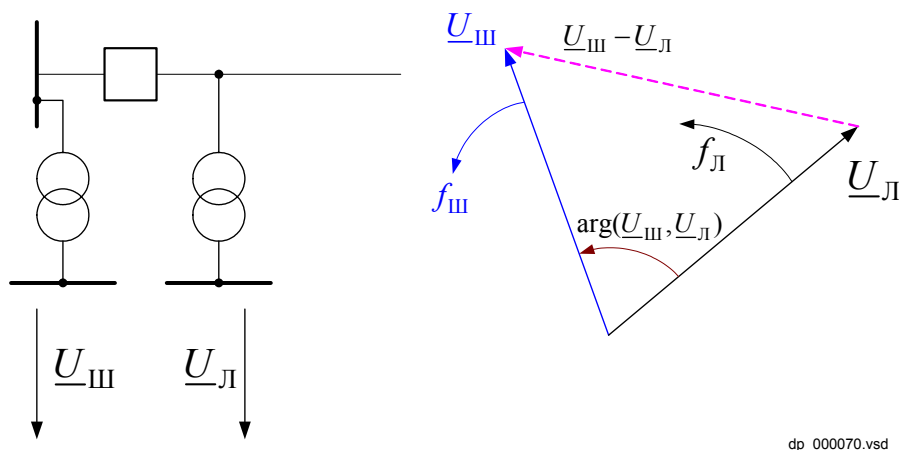


Рис. 34. Работа блока контроля синхронизма

В том случае, если наблюдаемые величины укладываются в допустимые пределы, формируется сигнал разрешения включения выключателя «Разр. ВКЛ».

1.5.6.1.1. КСФ включает в себя модуль контроля уровня напряжений на линии и шине и модуль контроля синхронизма.

1.5.6.1.2. Логическая схема контроля уровня напряжений приведена на рис. 36.

1.5.6.1.3. Режим контроля напряжений определяется положением ключа «Режим АПВ», который формирует сигналы «Режим КС1» и «Режим КС2». На основании этих сигналов в соответствии с таблицей 1.6 выбирается номер активной программируемой накладки.

Таблица 1.6. Оперативный выбор режима АПВ

Положение ключа	Значение сигнала Режим КС1	Значение сигнала Режим КС2	Активная накладка
1	0	0	N66
2	1	0	N67
3	0	1	N68
4	1	1	N69

Каждая из программируемых накладок задает режим АПВ. Расшифровка значений программируемых накладок N66, N67, N68, N69 приведена в таблице 1.7. Функция контроля

и улавливания синхронизма действует независимо от значений этих программируемых накладок.

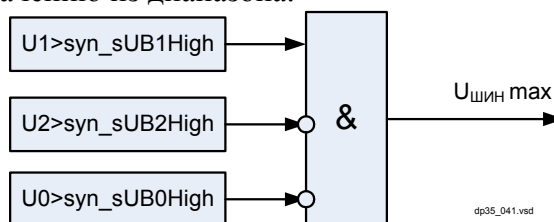
**Таблица 1.7. Режимы АПВ**

Значение накладки	«Слепое АПВ»	КОНЛ–КННШ	КННЛ–КОНШ	КОНЛ–КОНШ	Контроль синхронизма
0	+				
1		+			+
2			+		+
3		+	+		+
4				+	+
5		+		+	+
6			+	+	+
7		+	+	+	+
8					+

Примечание. В таблице использована следующая терминология:

- «Слепое АПВ» – включение без контроля напряжения на линии и шинах.
- «КННЛ»/«КОНЛ» – включение при наличии/отсутствии напряжения на линии.
- «КННШ»/«КОНШ» – включение при наличии/отсутствии напряжения на шинах.

Для контроля высокого уровня и симметрии напряжений на шинах предусмотрены три ИО (рис. 35). Первый из них контролирует уровень прямой последовательности (уставка  $syn\_sUB1Hi$ ), второй – уровень обратной последовательности (уставка  $syn\_sUB2Hi$ ), а третий – уровень нулевой последовательности (уставка  $syn\_sUB0Hi$ ). Контроль симметрии напряжений необходим для запрета АПВ при наличии замыканий в энергосистеме. ИО напряжения обратной последовательности призван выявлять междуфазные замыкания, а ИО нулевой последовательности – замыкания, связанных с землёй. В том случае, если контроль симметрии напряжений должен быть выведен, уставку  $syn\_sUB2Hi$  необходимо выставить равной максимальному значению из диапазона.



**Рис. 35. Контроль симметрии и уровня напряжения на шине**

Для контроля низкого уровня напряжения на шинах предусмотрен один ИО минимального действия  $U_{шин\ min}$  (уставка  $syn\_sUBLow$ ), реагирующий на уровень прямой последовательности.

Для контроля высокого и низкого уровней напряжения на линии предусмотрены два ИО  $U_{лин\ max}$  (уставка  $syn\_sULHigh$ ) и  $U_{лин\ min}$  (уставка  $syn\_sULLow$ ), максимального и минимального действия соответственно. Напряжение линии вычисляется исходя из тока, заведенного от ШОН ( $I_{ШОН}$ ). Ток  $I_{ШОН}$  при помощи коэффициентов SCALEC (см. инструкцию по работе терминала) преобразуется в напряжение, которое используется для отображения в осциллограмме  $U_{ШОН}$  и для работы измерительных органов.

$$\underline{U}_{\hat{E}i} = \underline{U}_{\hat{O}i} \times syn\_sUratio \times e^{j \times syn\_sPhSh},$$

где  $syn\_sUratio$  – коэффициент коррекции модуля (диапазон задания уставки не ограничен),  $syn\_sPhSh$  – фазовый сдвиг (диапазон изменения уставок от 0 до 360°).

При одновременном срабатывании ИО максимального действия, контролирующих

напряжение линии и шин, происходит пуск блока контроля синхронизма (Пуск КС на рис. 36).

При несрабатывании хотя бы одного ИО максимального напряжения происходит разрешение на оперативное включение выключателя.

1.5.6.1.4. Формируется сигнал неисправности измерительных цепей при одновременном срабатывании ИО  $U_{\text{лин min}}$  и ИО  $U_{\text{шин max}}$ , а также при наличии блокирующего сигнала («Ввод ШОН» на рис. 36).

1.5.6.1.5. Выдержка времени элемента DT78, действующего на формирование сигнала неисправности цепей ШОН, изменяется в диапазоне от 200 до 20000 мс.

1.5.6.1.6. Выдержка времени элемента DT79, действующего на формирование сигнала разрешения включения по факту наличия напряжения (сигнал «Разреш. АПВ по U»), изменяется в диапазоне от 20 до 1000 мс.

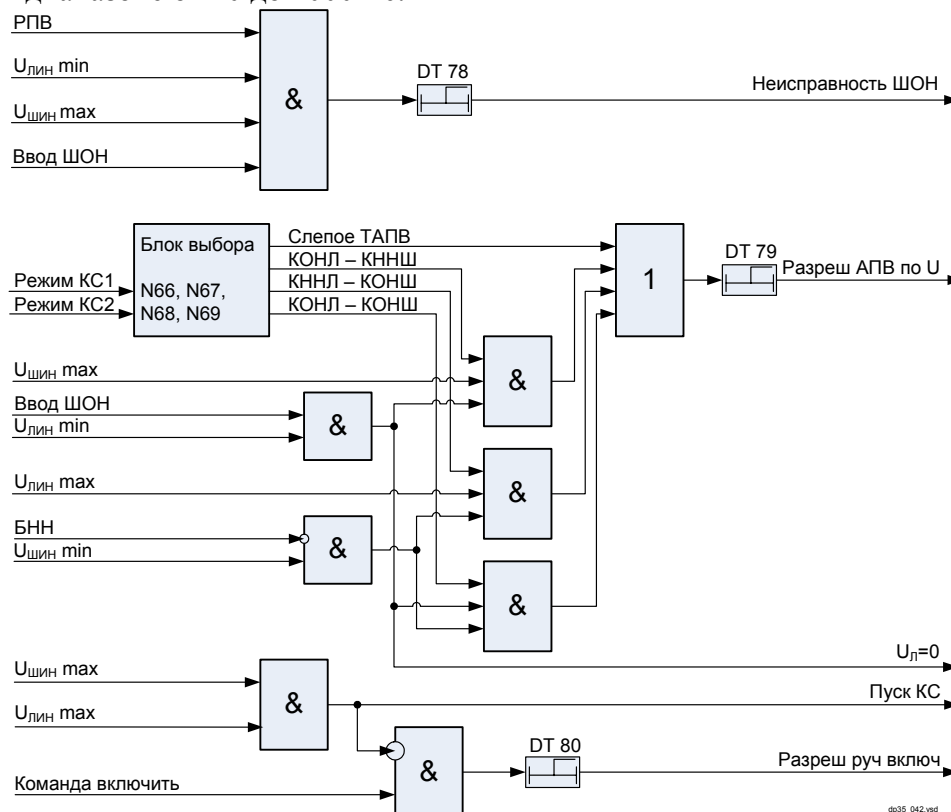


Рис. 36. Логическая схема работы модуля контроля напряжения линии и шин

1.5.6.1.7. Выдержка времени элемента DT80, действующего на формирование сигнала разрешения включения при появлении команды оперативного включения (сигнал «Разреш. руч. включ.»), задаётся в диапазоне от 20 до 1000 мс.

1.5.6.1.8. Диапазон возможных значений уставок ИО напряжения на линии и шинах приведен в таблице 1.8.

Таблица 1.8. Диапазон задания уставок модуля контроля напряжения

	Наименование измерительного органа	Уставка	Диапазон задания уставки
1	Минимальный ИО напряжения линии ( $U_{\text{лин min}}$ )	syn_sULLow	(10-80) % $U_{\text{фном}}$
2	Максимальный ИО напряжения линии ( $U_{\text{лин max}}$ )	syn_sULHigh	(70-100) % $U_{\text{фном}}$
3	Минимальный ИО напряжения шин ( $U_{\text{шин min}}$ )	syn_sUBLow	(10-80) % $U_{\text{фном}}$
4	ИО максимального напряжения шин прямой последовательности ( $U_{1\text{шин}}$ )	syn_sUB1Hi	(210-300) % $U_{\text{фном}}$ <sup>3</sup>

<sup>3</sup> Уставки измерительных органов, реагирующих на симметричные составляющие задаются утроенными.

	Наименование измерительного органа	Уставка	Диапазон задания уставки
5	ИО максимального напряжения шин обратной последовательности ( $U_{2, \text{шин}}$ )	syn_sUB2Ni	(15-120) % $U_{\text{фном}}$
6	ИО максимального напряжения шин нулевой последовательности ( $U_{0, \text{шин}}$ )	syn_sUB0Ni	(15-120) % $U_{\text{фном}}$

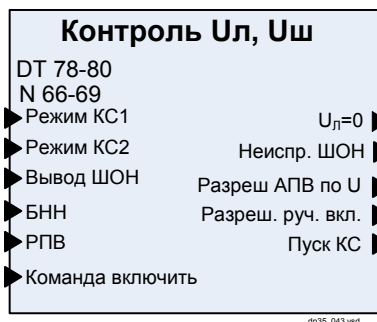
1.5.6.1.9. Средняя основная погрешность всех токовых ИО напряжения модуля контроля напряжений не превышает  $\pm 3\%$ .

1.5.6.1.10. Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания всех ИО 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.

1.5.6.1.11. Коэффициент возврата всех ИО максимального напряжения не менее 0,9, а ИО минимального напряжения – не более 1,1.

1.5.6.1.12. Время срабатывания (возврата) ИО максимального (минимального) напряжения при подаче толчком напряжения  $3 U_{\text{ср}}$  составляет не более 15 мс. Время возврата (срабатывания) ИО максимального (минимального) напряжения при снятии толчком напряжения  $3 U_{\text{ср}}$  составляет не более 30 мс.

1.5.6.1.13. Модуль контроля напряжения линии и шин представлен функциональным блоком (рис. 37).



**Рис. 37. Модуль контроля напряжения на линии и шинах**

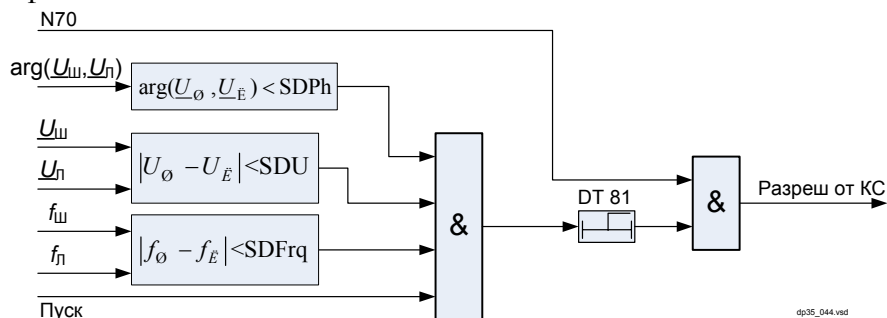
### 1.5.6.2. Логика контроля синхронизма (КС)

Модуль контроля синхронизма выдаёт сигнал разрешения включения, когда напряжение на линии и шинах близки по частоте и уровню и разность фаз между векторами напряжений линии и шин не превышает уставку (рис. 38).

1.5.6.2.1. ИО  $|f_{\phi} - f_{\text{E}}| < \text{SDFrq}$  контролирует разность частот напряжений на линии и на шинах. Диапазон изменения уставки ИО  $|f_{\phi} - f_{\text{E}}| < \text{SDFrq}$  (syn\_sSDFrq) от 0,05 до 0,4 Гц.

1.5.6.2.2. ИО  $|U_{\phi} - U_{\text{E}}| < \text{SDU}$  контролирует разность напряжений на линии и на шинах. Диапазон изменения уставки ИО  $|U_{\phi} - U_{\text{E}}| < \text{SDU}$  (syn\_sSDU) от 5 до 100 %  $U_{\text{ном}}$ .

1.5.6.2.3. ИО  $|U_{\phi} - U_{\text{E}}| < \text{SDU}$  использует фазное напряжение. Выбор фазы напряжения шин осуществляется уставкой syn\_sUphN: syn\_sUphN=1 – фаза А, syn\_sUphN=2 – фаза В, syn\_sUphN=3 – фаза С.



**Рис. 38. Логика контроля синхронизма**

1.5.6.2.4. ИО  $\arg(\underline{U}_\phi, \underline{U}_\epsilon) < \text{SDPh}$  контролирует разность фаз напряжений на шинах и на линии. Диапазон изменения уставки ИО  $\arg(\underline{U}_\phi, \underline{U}_\epsilon) < \text{SDPh}$  (syn\_sSDPh) от  $5^\circ$  до  $75^\circ$ .

1.5.6.2.5. С помощью уставки syn\_sPhSh можно корректировать фазу напряжения, заведённого с линии. Диапазон изменения уставки от  $0^\circ$  до  $360^\circ$ .

1.5.6.2.6. Средняя основная погрешность ИО модуля КС по напряжению срабатывания не превосходит  $\pm 5\%$ , по углу срабатывания –  $\pm 5^\circ$ .

1.5.6.2.7. Прочие параметры ИО  $|\underline{U}_\phi - \underline{U}_\epsilon| < \text{SDU}$  соответствуют п.п.1.5.6.1.9-1.5.6.1.12.

1.5.6.2.8. Дополнительная погрешность порога срабатывания ИО контроля синхронизма, реагирующего на угол расхождения фаз, от изменения температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне не превышает  $\pm 5^\circ$  от среднего значения параметров, измеренных при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

1.5.6.2.9. Дополнительная погрешность порога срабатывания ИО КС, реагирующих на угол расхождения фаз, при изменении частоты в диапазоне  $(0,98-1,02)f_{\text{ном}}$  не превышает  $\pm 5^\circ$  от среднего значения, определенного при номинальной частоте.

1.5.6.2.10. Средняя основная погрешность порога срабатывания всех ИО модуля КС, реагирующего на разницу частот шин и линии ( $|f_\phi - f_\epsilon| < \text{SDFrq}$ ), не превышает  $\pm 0,02$  Гц.

1.5.6.2.11. Дополнительная погрешность порога срабатывания всех ИО КС, реагирующих на разницу частот шин и линии изменения температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне не превышает  $\pm 0,02$  Гц от среднего значения параметров, измеренных при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

1.5.6.2.12. Контроля синхронизма (КС) может выводиться из работы при помощи программной накладки N70: N70=0 – КС выведен из работы, N70=1 – КС находится в работе.

Таймер DT81 задаёт время срабатывания логики контроля синхронизма. Диапазон срабатывания – от 20 до 500 мс.

1.5.6.2.13. Модуль КС представлен функциональным блоком (рис. 39).

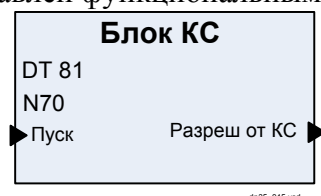


Рис. 39. Блок контроля синхронизма

Общая логика КС приведена рис. 40. Сигнал разрешения включения формируется при появлении разрешающего сигнала от модулей КС или от логики контроля напряжений на линии и шинах. Диапазон задания уставки выдержки времени DT82 – от 100 до 500 мс.

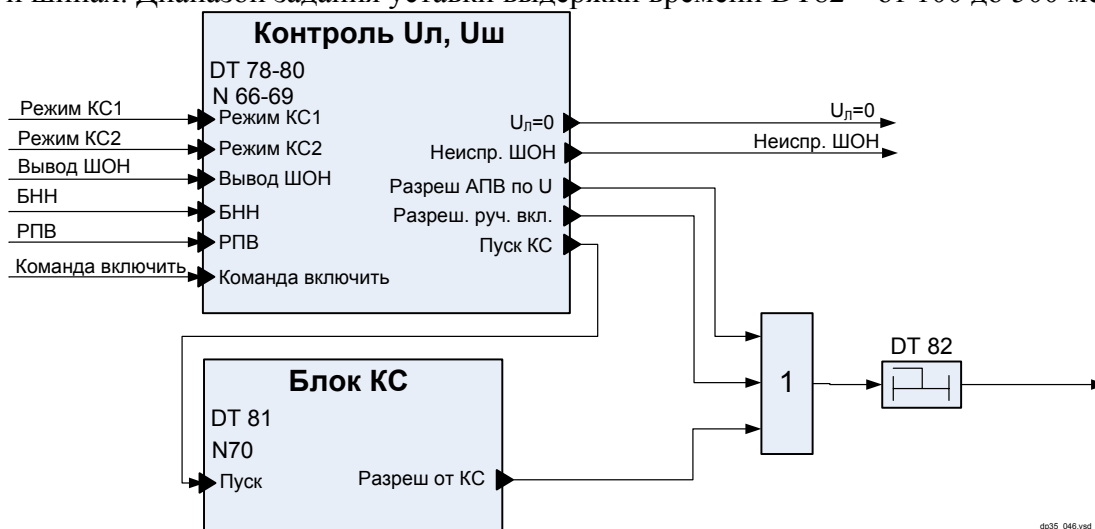
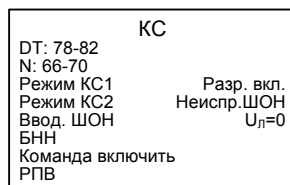


Рис. 40. Общая логика работы модуля контроля синхронизма

Обычно в сетях 6-35кВ АПВ происходит только с контролем напряжения на шинах без контроля напряжения линии и синхронизма. В этом случае накладку N70 необходимо выставить равной нулю. Поскольку в этом случае ток от ШОН не заводится, то уставку `syn_sULLow` необходимо выставить в 80%, уставку `syn_sULHigh` в 90%. Накладку N66 выставить равной 1. Если ещё требуется режим слепого АПВ, то накладку N67 выставить равной нулю (см. таблицу 1.7).

В принципиальной схеме (Приложение Ж) модуль контроля синхронизма представлен функциональным блоком (рис. 41).



dp35\_047.vsd

Рис. 41. Функциональный блок модуля контроля синхронизма

### 1.5.6.3. Трехфазное автоматическое повторное включение

Трехфазное автоматическое повторное включение (ТАПВ), реализованное в терминале включает:

- Двукратное ТАПВ линии.
- Однократное ТАПВ шин.
- Частотное ТАПВ (ЧАПВ).

Пуск АПВ линии происходит при несоответствии между положением ключа управления выключателем и реальным состоянием выключателя.

1.5.6.3.1. Устройство фиксации несоответствия (УФН) (рис. 42) обнаруживает и запоминает несоответствие между ключом управления и истинным состоянием выключателя. В том случае, если на терминал поступает команда «отключить», пуск АПВ не происходит.

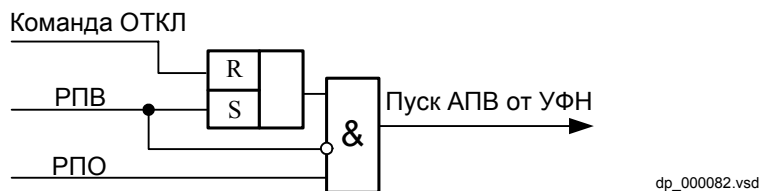


Рис. 42. Узел фиксации положения выключателя и фиксации несоответствия

ТАПВ линии происходит при отключении от линейных защит, ТАПВ шин – от защиты шин, ЧАПВ – от устройства АЧР.

Сигнал запрета АПВ формируется при:

- Срабатывании УРОВ терминала либо подстанционного УРОВ;
- При получении внешних сигналов о запрете ТАПВ линии и шин;

При отключении линии от АЧР происходит формирование запрета ТАПВ линии и ТАПВ шин.

При отключении от защиты шин формируется запрет в логику ТАПВ линии.

При формировании сигнала, запрещающего ТАПВ линии и ТАПВ шин (сигнал «Запрет АПВ от защит») можно учесть специфику защищаемого объекта и при помощи программных накладок, приведённых в таблице 1.9 включить или исключить те или иные сигналы.

Таймер DT46 продлевает сигнал запрета ТАПВ. Диапазон задания уставки таймера DT46 задаётся в диапазоне от 1 до 30000мс.

Включение выключателя происходит только при наличии разрешающего сигнала от модуля контроля напряжений и синхронизма 1.5.6.1.

Таблица 1.9. Задание режима запрета АПВ от различных защит

Накладка	Значение наклейки	Режимы задаваемые наклейками	
		Не формировать	Формировать
N39	0	Не формировать	сигнал «Запрет АПВ» при срабатывании <b>второй</b> ступени ДЗ
	1	Формировать	
N40	0	Не формировать	сигнал «Запрет АПВ» при срабатывании <b>третьей</b> ступени ДЗ
	1	Формировать	
N60	0	Не формировать	сигнал «Запрет АПВ» при срабатывании <b>четвёртой</b> ступени ДЗ
	1	Формировать	
N41	0	Не формировать	сигнал «Запрет АПВ» при срабатывании <b>первой</b> ступени МТЗ
	1	Формировать	
N42	0	Не формировать	сигнал «Запрет АПВ» при срабатывании <b>второй</b> ступени МТЗ
	1	Формировать	
N43	0	Не формировать	сигнал «Запрет АПВ» при отключении от оперативно ускоренной ступени МТЗ
	1	Формировать	
N44	0	Не формировать	сигнал «Запрет АПВ» при отключении от оперативно ускоренной ступени ДЗ
	1	Формировать	
N45	0	Не формировать	сигнал «Запрет АПВ» при отключении от ЗОФ
	1	Формировать	
N46	0	Не формировать	сигнал «Запрет АПВ» при отключении модулем автоматического ускорения МТЗ
	1	Формировать	
N47	0	Не формировать	сигнал «Запрет АПВ» при отключении модулем автоматического ускорения ДЗ
	1	Формировать	
N61	0	Не формировать	сигнал «Запрет АПВ» при отключении выключателя от других устройств защиты ЛЭП
	1	Формировать	

#### 1.5.6.3.2. Модуль двукратного ТАПВ линии

Пуск АПВ линии происходит при несоответствии между положением ключа управления выключателем и реальным состоянием выключателя.

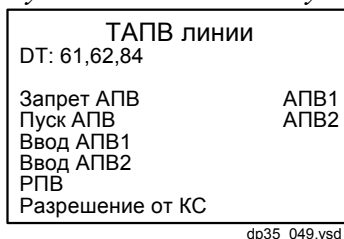
Таймеры DT61 и DT62 задают время первого и второго циклов ТАПВ линии. Уставка таймера первого цикла ТАПВ (DT61) задается в диапазоне от 500 до 30000мс, а таймера DT62 – от 100 до 3000000 мс.

Включение выключателя происходит только при наличии разрешающего сигнала от модуля контроля напряжений и синхронизма 1.5.6.1.

Время ввода в работу логики ТАПВ после включения выключателя задается таймером DT84 (диапазон задания уставки от 200 до 30000мс). Т.е. если после первого включения выключателя в течение времени DT84 произойдёт отключение выключателя ТАПВ ЛЭП заблокируется.

Режим работы ТАПВ линии задается при помощи ключа, расположенного на двери шкафа. Здесь можно задать ввод первого цикла ТАПВ, ввод второго цикла ТАПВ, так и вывод ТАПВ ЛЭП.

ТАПВ линии на схемах представлено функциональным блоком (рис. 44)



dp35\_049.vsd

Рис. 43. Функциональный блок модуля ТАПВ линии

#### 1.5.6.3.3. Модуль однократного ТАПВ шин

Пуск АПВ шин происходит при отключении от ДЗШ и при обнаружении несоответствия между положением ключа управления выключателем и реальным состоянием выключателя.

ТАПВ шин однократное. При повторном отключении от защиты шин ТАПВ шин не происходит.

Таймер DT66 задаёт выдержку времени на ТАПВ шин. Диапазон задания уставки таймера от 500 до 30000 мс. Таймер DT64 задает время ввода в работу логики ТАПВ шин (диапазон задания уставки от 500 до 30000мс). Т.е. ТАПВ шин не произойдет если при первом включении выключателя в течение времени DT64 произойдет отключение выключателя.

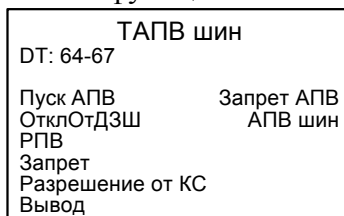
Включение выключателя происходит только при наличии разрешающего сигнала от модуля контроля напряжений и синхронизма 1.5.6.1.

На время DT67 происходит запоминание сигнал «Включение от ТАПВ шин». Если в течение этого времени произойдет отключение от ДЗШ, то сформируется сигнал «Запрет ТАПВ шин» в защиты. Рекомендуемое значение уставки таймера – 2000 мс.

Таймер DT65 формирует импульс от сигнала «Отключение от ДЗШ». Рекомендуемое значение уставки таймера – 50 мс.

При помощи программной накладки N70 ТАПВ шин может выводиться из работы. При N80=0 ТАПВ шин находится в работе, а при N80=1 – ТАПВ шин выведено из работы.

ТАПВ шин на схемах представлено функциональным блоком (рис. 44).



dp35\_048.vsd

Рис. 44. Функциональный блок модуля ТАПВ шин

#### 1.5.6.3.4. Модуль частотного АПВ (ЧАПВ)

Сигнал об отключении выключателя от подстанционной АЧР заводится на соответствующий дискретный вход. При отсутствии внешнего дискретного сигнала «Запрет АЧР» и наличии отключающего сигнала от АЧР формируется сигнал длительностью, задаваемой таймером DT59. Диапазон задания уставки таймера от 50 до 5000 мс. При этом блокируется ТАПВ линии, ТАПВ шин и ЧАПВ.

При этом проверяется несоответствие положения выключателя. Т.е. если присоединение было отключено при помощи оперативного переключателя, то при срабатывании АЧР пуск ЧАПВ не происходит.

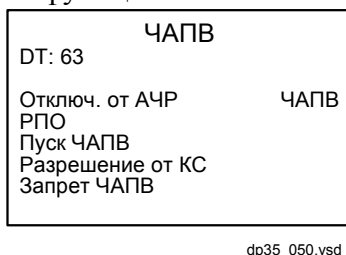
В том случае если сигнал «Отключение от АЧР» пропадает, терминал выжидает момент, когда частота на шинах станет близкой к номинальному уровню и далее с выдержкой времени DT63 (диапазон задания уставки таймера DT63 от 100 до 3000000 мс) формируется пусковой сигнал на включение выключателя. Включение выключателя происходит при появлении разрешающего сигнала от модуля контроля напряжений и синхронизма 1.5.6.1. Погрешность работы таймера DT 63 не превышает 10мс.

Дополнительно ИО напряжения контролирует уровень напряжения на шинах подстанции. Уставка lsh\_sU задает уровень напряжения на шинах подстанции для проведения ЧАПВ. Диапазон задания уставки lsh\_sU от 20 до 100% от U<sub>фном</sub>.

Уставка lsh\_sFN задает приемлемый уровень ИО отклонения частоты сети от номинального значения для проведения ЧАПВ. Диапазон задания уставки от 0,1 до 5 Гц.

При помощи программной накладки N72 ЧАПВ может выводиться из работы. При N72=0 ЧАПВ находится в работе, а при N72=1 – ЧАПВ выведено из работы.

ЧАПВ на схемах представлено функциональным блоком (рис. 45).



dp35\_050.vsd

**Рис. 45. Функциональный блок модуля ЧАПВ**

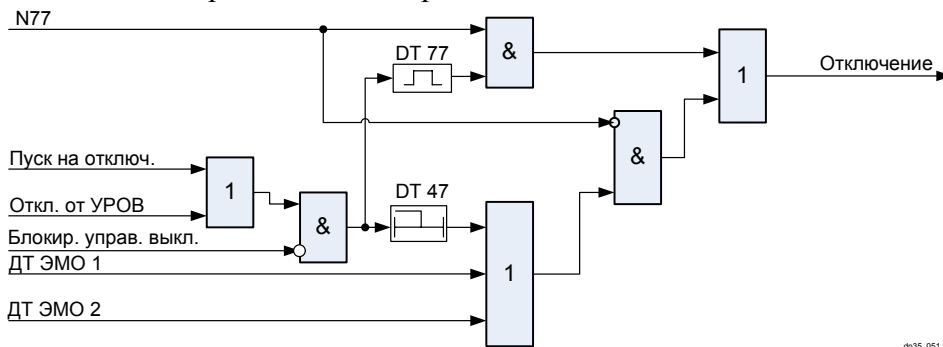
#### 1.5.6.4. Модуль отключения

Отключение выключателя происходит от защит терминала (срабатывание 1-4 ступени ДЗ, срабатывание 1-2 ступени МТЗ, срабатывание ТО, действие на отключение выключателя от ЗОФ, оперативное или автоматическое ускорения МТЗ или ДЗ, действие от УРОВ на повторное отключение выключателя) или при получении отключающей команды:

- от автоматики частотной разгрузки (АЧР);
- от ключа управления (КУ);
- по каналам телеуправления (ТУ);
- от других устройств защиты ЛЭП.

Таймер DT83 формирует длительность команды на отключение выключателя от КУ и ТУ. Диапазон задания длительности таймера от 200 до 5000мс.

Логика отключения представлена на рис. 46.



dp35\_051.vsd

**Рис. 46. Логика модуля отключения**

Накладка N77 задает режим работы логики отключения: импульсный (N77=1) и длительный (N77=0). Импульсный режим используется для маломощных электромагнитов отключения, когда длительное действие на электромагнит отключения может привести к его перегоранию. Длительный режим предусмотрен для мощного электромагнита отключения, когда длительное воздействие на него не приводит к перегоранию. При N77=1 и обнаружении протекания тока по электромагнитам отключения (сигнал «ДТ ЭМО1» и «ДТ ЭМО2») обеспечивается подхват отключения.

При длительном режиме работы логики отключения таймер DT47 обеспечивает продление сигнала о срабатывании защит. Уставка таймера DT47 выбирается исходя из времени отключения выключателя. Диапазон задания уставки таймера от 200 до 5000мс.

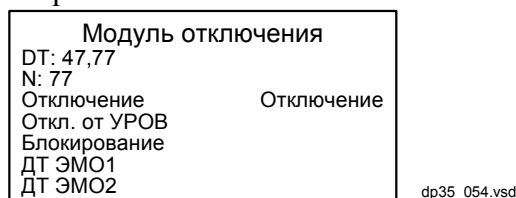
При импульсном режиме работы логики отключения таймер DT77 обеспечивает импульс необходимой длительности для отключения выключателя при срабатывании защит.

Уставка таймера DT77 выбирается исходя из времени отключения выключателя. Диапазон задания уставки таймера от 200 до 5000мс.

Терминал не формирует управляющих воздействий на выключатель при появлении сигнала на дискретном входе «Блокирование управления выключателем».

Модуль отключения на схеме представлен функциональным блоком (рис. 47).

Если терминал сформировал отключающий сигнала, то дополнительно формируется сигнал «Отключение с запоминанием». Данный сигнал необходим для фиксации того, что именно АУВ терминала сформировала отключающий сигнал. Данный сигнал хранится в энергонезависимой памяти и сбрасывается кнопкой/сигналом «Съем сигнализации».



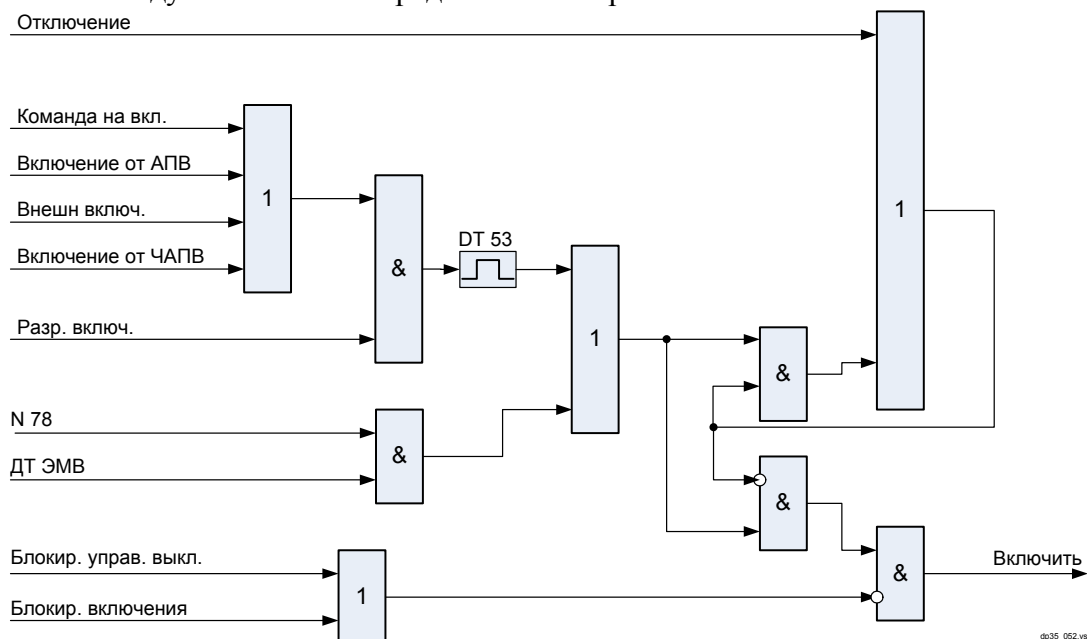
**Рис. 47. Функциональный блок модуля отключения**

#### 1.5.6.5. Модуль включения.

Включение выключателя происходит при:

- поступлении команд на включение от ключа управления (КУ) или по каналам телеуправления (ТУ);
- при срабатывании ТАПВ линии, шин или при ЧАПВ.

Логика модуля включения представлена на рис. 48.



**Рис. 48. Логика модуля включения**

Дополнительно контролируется наличие разрешающего сигнала от модуля контроля напряжения и синхронизма 1.5.6.1.

Таймер DT52 формирует длительность команды на включение выключателя от КУ и ТУ. Диапазон задания уставки таймера от 200 до 5000мс.

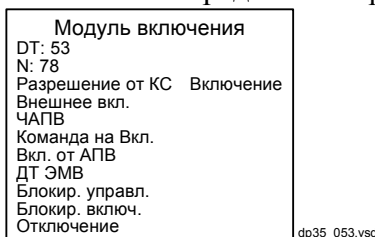
Таймер DT53 формирует сигнал необходимой длительности на включение выключателя. Диапазон задания уставки таймера от 200 до 5000мс.

Накладка N78 позволяет ввести подхват отключения при обнаружении протекания тока в электромагните включения (сигнал от датчика тока). При N78=1 подхват введён, а при N78=0 – выведен.

Реализована блокировка от многократных включений.

При поступлении блокирующих сигналов на включение выключателя включение не происходит.

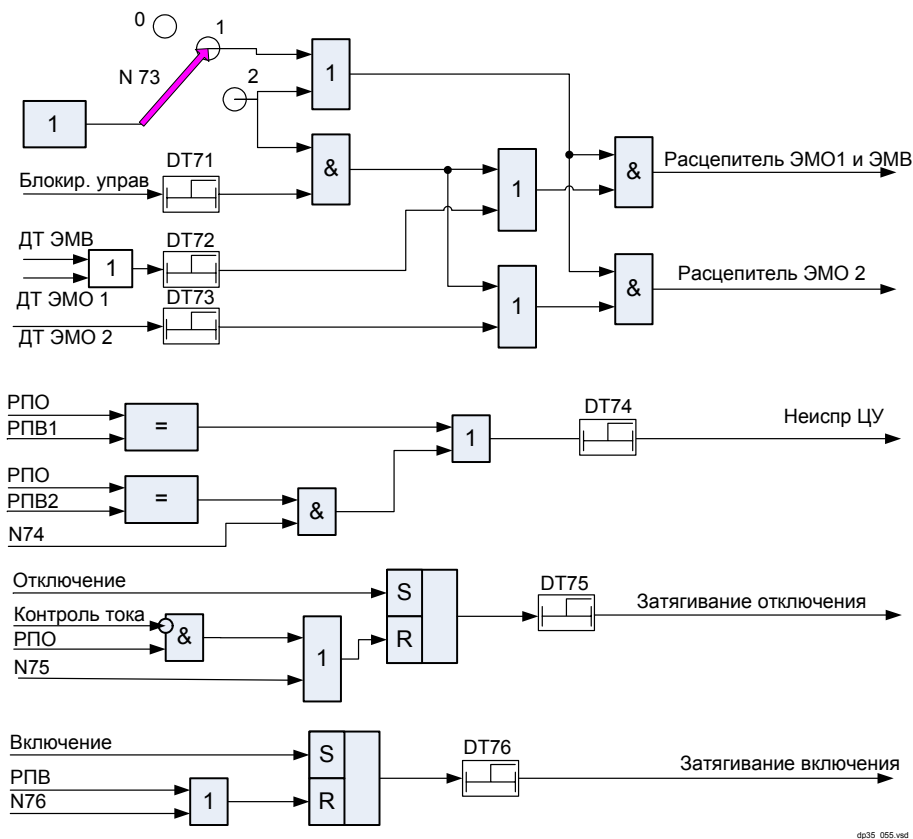
Модуль включения на логической схеме представлен функциональным блоком (рис. 49)



**Рис. 49. Функциональный блок модуля включения**

1.5.6.6. Защиты выключателя (см. рис. 50)

1.5.6.6.1. В терминале реализованы защиты электромагнитов выключателя от длительного протекания тока. Сигналы о протекании тока приходят от специальных дискретных входов (датчиков тока), имеющих порог срабатывания на уровне 5В. Датчики тока подключаются к резисторам, включенным в цепи отключения и включения выключателя. Резисторы выбираются таким образом, чтобы падение напряжение на них находилось в районе 5В. Данная защита может быть реализована при напряжении оперативного питания свыше 110В.



**Рис. 50. Защиты выключателя**

При помощи датчиков тока (ДТ ЭМВ, ДТ ЭМО1, ДТ ЭМО2) защита электромагнитов включения и отключения контролирует наличие токов через электромагниты выключателя (ЭМВ, ЭМО1, ЭМО2). Если длительность протекания одного из токов превышает выдержки времени DT72 или DT73 или присутствует сигнал «Блокир. управ.» о блокировании управления выключателем (рис. 50) в течение времени, большего уставки таймера DT71, то формируется сигнал во внешние цепи на обесточивание электромагнитов («Расцепитель ЭМВ и ЭМО1» или «Расцепитель ЭМО2» на рис. 50).

1.5.6.6.2. Программируемая накладка N73 определяет режим работы защиты электромагнитов от длительного тока:

- N73=0 – защита электромагнитов отсутствует;
- N73=1 – защита срабатывает только при длительном протекании тока в электромагнитах выключателя;
- N73=2 – защита срабатывает при получении сигналов о блокировании управления выключателем либо при длительном протекании тока по электромагнитам выключателя.

1.5.6.6.3. Элементы времени:

- DT71 – на срабатывание защиты при получении сигнала о блокировании управления выключателем;
- DT72 – на срабатывание защиты от протекания длительного тока через электромагнит включения и первый электромагнит отключения;
- DT73 – на срабатывание защиты от протекания длительного тока через второй электромагнит отключения.

Уставки таймеров выбираются в диапазоне 700 до 2000 мс.

1.5.6.6.4. Терминал контролирует целостность цепей управления выключателя при помощи сигналов об отключенном положении выключателя (сигнал РПО), и включенном положении выключателя (сигналы РПВ1 и РПВ2 от первого и второго электромагнитов отключения выключателя)

1.5.6.6.5. При одновременном наличии сигналов РПО и РПВ1 или РПО и РПВ2 в течение времени, превышающем уставку таймера DT74. Диапазон задания уставки таймера DT74 от 100 до 10000мс.

1.5.6.6.6. Очень часто второй электромагнит отключения выключателя отсутствует. Накладка N74 позволяет осуществлять вывод контроля второго электромагнита отключения. При N74=1 контроль введён, а при N74=0 – выведен.

1.5.6.6.7. Терминал контролирует время от момента подачи команды на отключение выключателя, до момента отключения выключателя – пропадание тока (сигнал от ИО фазных токов УРОВ) и появление сигнала РПО. Таймер DT75 задаёт время отключения выключателя. Уставка выбирается в диапазоне от 50мс до 2000мс.

1.5.6.6.8. Накладка N75 позволяет вывести контроль затягивания отключения выключателя. При N75=0 контроль введён, а при N75=1 – выведен.

1.5.6.6.9. Терминал контролирует время от момента подачи команды на включение выключателя, до момента появления сигнала РПВ. При затягивании включения выключателя формируется сигнал, который в зависимости от проекта может быть заведен или не заведен в цепи сигнализации. Таймер DT76 задает время включения выключателя. Уставка выбирается в диапазоне от 50мс до 2000мс.

1.5.6.6.10. Накладка N76 позволяет вывести контроль затягивания включения выключателя. При N76=0 контроль введён, а при N76=1 – выведен

1.5.6.6.11. Сброс сигналов «Затягивание включения» и «Затягивание отключения» осуществляется кнопкой «Съем сигнализации».

Функциональный блок модуля отключения приведен на рис. 51.

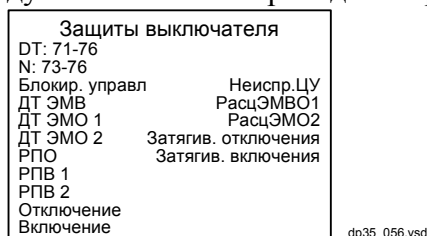


Рис. 51. Функциональный блок защит выключателя

1.5.6.7. Формирование сигналов «Неисправность выключателя» и «Неисправность».

1.5.6.7.1. Для работы автоматики управления выключателем на терминал должны быть заведены следующие логические дискретные сигналы:

- Привод готов (сигналы готовности выключателя к проведению коммутаций).

- Сигналы о неисправностях выключателя от самого выключателя. Это может сигнализация о снижении давления элегаза, об отключении обогрева выключателя и пр.

1.5.6.7.2. При отсутствии сигнала привод готов происходит формирование запрета на включение выключателя и формированию сигнала о «Блокировка включения».

1.5.6.7.3. В том случае, если сигнал «Блокировка включения» держится в течение времени, превышающем выдержку времени DT 85, формируется сигнал «Неисправность».

1.5.6.7.4. Сигнал «Неисправность выключателя» формируется при отсутствии оперативного тока в цепях управления выключателя, при поступлении на терминал сигналов о неисправности выключателя, при фиксации затягивания отключения и включения выключателя.

1.5.6.7.5. В том случае, если сигнал «Блокировка включения» держится в течение времени, превышающем выдержку времени DT 86, формируется сигнал «Неисправность».

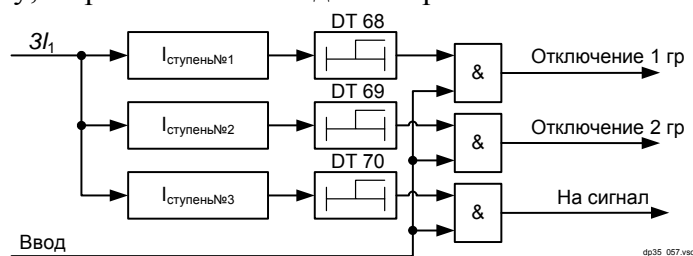
1.5.6.7.6. Выдержки времени DT85-DT86 задаются в диапазоне от 1000 до 30000мс.

1.5.6.7.7. Сигнал «Неисправность» также формируется при обнаружении неисправности терминала функцией самодиагностики, неисправности измерительных цепей и цепей управления выключателем.

1.5.6.7.8. Вместе с сигналом «Неисправность» формируется логический сигнал «Неисправность с запоминанием», который запоминается в энергонезависимой памяти. В дальнейшем данный сигнал может быть снят при нажатии на кнопку «Съём сигнализации».

#### 1.5.6.8. Модуль автоматической разгрузки при перегрузке по току (АРПТ)

1.5.6.8.1. АРПТ состоит из трёх ИО, реагирующих на ток прямой последовательности (рис. 52). Программируемая накладка N71 вводит логику АРПТ в работу. Если N71=1 – АРПТ введена в работу, а при N71=0 – выведено из работы



**Рис. 52. Логическая схема АРПТ**

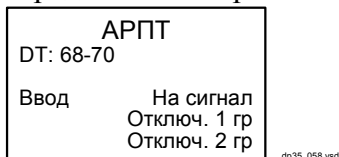
1.5.6.8.2. Первая ступень АРПТ выдаёт сигнал в цепи сигнализации, вторая ступень действует на реле, обеспечивающее отключение первой группы потребителей, третья ступень – на отключение второй группы потребителей.

1.5.6.8.3. Выдержки времени ступеней АРПТ (DT68-DT70) задаются в диапазоне от 0,1 до 3000 с (шаг изменения 0,1 с).

1.5.6.8.4. Диапазон задания уставок ИО АРПТ от 0,15 до 30 I<sub>ном</sub>.

1.5.6.8.5. Все прочие параметры ИО АРПТ соответствуют приведённым в 1.5.2.1.5.

Функциональный блок АРПТ представлен на рис. 53.



**Рис. 53. Функциональный блок АРПТ**

#### 1.5.7. Функция определения места повреждения

В терминале реализован алгоритм определения места повреждения (ОМП) плюсколокатор. Для работы алгоритма ОМП необходимо задать параметры линии электропередачи:

- Длину линии - L;

- Удельное сопротивление прямой последовательности (Ом/км),  $\underline{Z}_1^0 = R_1^0 + jX_1^0$ ;
- Удельное сопротивление нулевой последовательности (Ом/км),  $\underline{Z}_0^0 = R_0^0 + jX_0^0$ ;
- Удельную емкостную проводимость прямой последовательности  $\underline{Y}_1^0 = jB_1^0$ ;
- Удельную емкостную проводимость нулевой последовательности  $\underline{Y}_0^0 = jB_0^0$ ;

Также необходимо задать сопротивление прямой последовательности противоположной стороны ВЛ –  $\underline{Z}_{1R} = R_{1R} + jX_{1R}$ .

Плюс-локатор задает защищаемую линию электропередачи одним участком, что вполне достаточно для сетей 6-35кВ.

Запуск функции ОМП осуществляется каждый раз при записи осциллограммы. В том случае, если данная осциллограмма была записана при внешнем коротком замыкании или по какой-либо другой причине, терминал выдает сообщение «Замыкание не обнаружено».

Информации о виде повреждения и об аварии можно просмотреть на ММТ терминала «Журнал записей»→«Просмотр»→«Выбор записи»→«Анализ осциллограмм», либо в файле-отчете, который терминал формирует каждый раз при записи любой осциллограммы.

Режим работы функции ОМП задается программной накладкой N101.

- N101=0 – функция ОМП выведена из работы и терминал не формирует отчеты;
- N101=1 – функция ОМП введена в работу и при этом формируется отчет;
- N101=2 – функция ОМП выведена из работы, но происходит формирование отчета.

### 1.5.8. Принцип действия шкафа

#### 1.5.8.1. Цепи переменного тока и напряжения

Цепи переменного тока и напряжения заводятся через испытательные блоки (БИ) (см. принципиальную схему комплекта А1). Назначение БИ шкафа приведено в таблице 10.

**Таблица 10. Назначение БИ**

Номер БИ	Назначение БИ
SG1	Цепи переменного тока
SG2	Цепи напряжения и тока нулевой последовательности
SG3	Цепи переменного напряжения

В терминале находятся четыре трансформатора тока и четыре трансформатора напряжения. Через испытательный блок **SG1** на плату **ХТА1** подаются фазные токи  $I_a, I_b, I_c$  от трансформаторов тока линии. С испытательного блока **SG2** на плату **ХТА1** подается ток  $3I_0$  линии, а на плату **ХТА2** – напряжение нулевой последовательности  $3U_0$ . С испытательного блока **SG3** на плату **ХТА2** подаются три фазных напряжения  $U_a, U_b, U_c$  от трансформатора напряжения, установленного на шинах.

Через дискретные входы терминала принимаются сигналы от переключателей шкафа и внешних устройств, а выходные реле терминала коммутируют выходные цепи шкафа и цепи сигнализации.

#### 1.5.8.2. Цепи оперативного постоянного тока

В шкаф постоянное оперативное питание подается от трёх независимых источников питания ( $\pm U_n, \pm U_{n2}, \pm U_{n3}$ ) (см. принципиальную схему комплекта А1).

Напряжение  $\pm U_n$  заводится через автоматический выключатель **SF1**, помехозащитный фильтр **E1** с клемм (+ЕС) и (-ЕС) для питания терминала. С помощью такого исполнения можно отключать терминал от внешних цепей при помощи автомата **SF1** и подключать к соответствующим клеммным зажимам.

Для шкафов с номинальным напряжением питания 24 В и 48 В в шкафу вместо фильтра **E1** устанавливается блок питания **GB1**.

Цепи напряжения  $\pm U_{n2}$  (**оперативное питание ЭМО1 и ЭМВ**) заводятся через

автоматический выключатель **SF2**, с которого напряжение разводится на соответствующие клеммные зажимы. Автоматический выключатель **SF2** предназначен для защиты цепей ЭМО1 и ЭМВ от короткого замыкания и от протекания длительного тока в цепях отключения и включения. Такое исполнение позволяет отключать цепи управления выключателя от внешних цепей и подключать к зажимам испытательного блока устройства проверки.

Цепи напряжения  $\pm U_{пз}$  (**оперативное питание ЭМО2**) заводятся через автоматический выключатель **SF3**, с которого напряжение разводится на соответствующие клеммные зажимы. Автоматический выключатель **SF3** предназначен для защиты цепей ЭМО2 от короткого замыкания и от длительного протекания тока в цепях отключения. Такое исполнение позволяет отключать цепи управления выключателя от внешних цепей и подключать к зажимам испытательного блока устройства проверки.

В шкафах с номинальным напряжением питания 24, 36 и 48 В параллельно входам терминала установлены дополнительные резисторы, шунтирующие дискретные входы, на которые воздействуют контакты внешних реле. Они предотвращают окисление контактов, которое происходит при протекании токов недостаточного уровня.

#### 1.5.8.2.1. Организация цепей отключения и включения выключателя

На дверце шкафа находятся 2 переключателя (**SA8** и **SA9**), с помощью которых разрешается действие терминала на ЭМО1, ЭМВ и ЭМО2 соответственно.

В шкафу установлено 3 промежуточных реле (контактора) **KL1-KL3 (KM1-KM3)**. Действие терминала на выключатель шунтируется промежуточными реле (контакторами) шкафа.

В цепях отключения выключателя предусмотрены клеммы для внешнего отключения выключателя через ЭМО1 (ЭМО2) соответственно.

В шкафу установлен переключатель, позволяющий подать команду на включение и отключение выключателя непосредственно с двери шкафа.

Контроль целостности цепей включения/отключения (отключенного/включенного состояния выключателя) осуществляется при помощи дискретных входов терминала, зашунтированных высокоомными резисторами (R5 – в цепи включения, R4 и R6 – в цепях ЭМО1 и ЭМО2 соответственно). В нормальном режиме, когда выключатель отключен/включен через цепи включения/отключения протекает небольшой ток недостаточный для включения/отключения выключателя. Тем самым дискретные входы терминала, контролирующие отключенное/включенное состояние выключателя, формируют соответствующие логические сигналы РПО/РПВ. При обрыве цепей управления выключателя соответствующий дискретный сигнал пропадает, и терминал формирует сигнал о неисправности.

Контроль включенного и отключенного состояния выключателя может осуществляться и от соответствующих реле повторителей положения выключателя. В этом случае к клеммнику шкафа должны быть подключен соответствующий (–), заведенный через контакты реле повторителя, и убраны соответствующие накладки.

#### 1.5.8.2.2. Организация цепей сигнализации

Цепи сигнализации шкафа питаются от цепей питания сигнализации ( $\pm EN$ )

На двери шкафа предусмотрены шесть ламп:

- Неисправность;
- Срабатывание;
- Вывод;
- Блинкер не поднят;
- Выключатель отключен;
- Выключатель включен.

Помимо воздействия на лампы организована передача сигналов «Неисправность», «Срабатывание», «Перегрузка» и «Монтажная единица» в цепи центральной сигнализации подстанции.

Сигнал «**Неисправность**» формируется при «Неисправности терминала», например, когда на терминал не подано напряжение, или при обнаружении функцией самодиагностики терминала ошибки с последующим формированием сигнала «Отказ терминала».

Сигнал «**Срабатывание**» формируется при срабатывании защит линии электропередачи.

При появлении сигналов «**Неисправность**» или «**Срабатывание**» формируется сигнал в звуковую предупредительную сигнализацию.

Сигнал «**Вывод**» формируется при выводе из работы терминала или какой-либо защиты.

Для фиксации положения выключателя в цепях местной и центральной сигнализации предусмотрено двухпозиционное промежуточное реле **KQ1**. Управляющие команды на реле формируются либо терминалом, либо блок-контактом выключателя. Реле **KQ1** формирует сигналы воздействия на лампы шкафа и звуковой сигнал «Аварийное отключение выключателя» в цепи центральной сигнализации.

Действие на лампу «**Выключатель включен**» формируется либо от блок-контактов выключателя, либо при формировании терминалом сигнала РПВ от цепей управления выключателем.

Лампа «**Выключатель отключен**» горит ровным светом, если сигнал отключения выключателя пришел по цепям телеуправления или от ключа **SA1**.

Лампа «**Выключатель отключен**» горит мигающим светом, если сигнал отключения поступил от других защит или терминалом был сформирован сигнал отключения выключателя от защит линии. В этом случае через нормально разомкнутый контакт реле **KQ1** на лампу будет подаваться напряжение с шинки мигания сигнализации (+EP).

Для фиксации сигналов действия защиты на двери шкафа предусмотрены блинкеры **КН**. Предусмотрена сигнализация о том, что один из блинкеров находится в сработавшем состоянии или идет сигнализация о неисправности.

#### 1.5.8.2.3. Организация цепей освещения

В составе шкафа находится лампа, облегчающая работу при монтаже шкафа. Лампа загорается при открытии задней двери шкафа, а погасает при закрытии задней двери.

#### 1.5.8.2.4. Оперативные переключатели

В составе шкафа предусмотрены 10 переключателей и 2 кнопки. Назначение переключателей и кнопок описано в приложении (Приложение Д).

Особое внимание стоит обратить на процедуру изменения группы уставок. Для ввода группы уставок необходимо перевести переключатель «**Группа уставок**» в положение соответствующее группе уставок. Далее необходимо нажать кнопку «**Ввод уставок**» при этом происходит перезагрузка терминала с соответствующей группой уставок. Далее переключатель необходимо перевести в положение «**Запрет ввода**». При этом нажатие действие кнопки «Ввод уставок» на перезагрузку терминала с соответствующей группой уставок будет заблокировано.

Вывод терминала из работы осуществляется при помощи переключателя «**Терминал**». Необходимо его перевести в положение «**Вывод**». На терминал подается логический сигнал, сигнализирующий о выводе его из работы. При этом блокируются все выходные реле терминала.

Для проведения проверок уставок терминала переключатель «Терминал» необходимо перевести в положение «Тест». Подробно режим тестирования описан в методике испытаний устройства Бреслер ШЛ 2606.17.

## 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 2.1. Эксплуатационные ограничения

2.1.1. 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.

2.1.2. 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. 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 одной тарой).

2.2.1.2. Произвести внешний осмотр шкафа, убедиться в отсутствии механических повреждений терминала и шкафа, вызванных транспортированием.

2.2.1.3. При обнаружении каких-либо несоответствий или неисправностей в оборудовании необходимо немедленно поставить в известность предприятие – изготовитель.

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

2.2.2. Внешний осмотр, порядок установки шкафа

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.

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

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

2.2.3. Монтаж шкафа

Выполнить подключение шкафа согласно утвержденному проекту в соответствии с указаниями настоящего РЭ. 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>. Ряды зажимов шкафа приведены на рис. ЖЗ (см. Приложение Ж).

2.2.4. Подготовка шкафа к работе

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

- МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ЗАЩИТА ЛИНИИ 6-35 кВ ТИПА «БРЕСЛЕР ШЛ 2606.17» Программа и методика испытаний. АИПБ.656467.002-06.171 ПМ
- Инструкция по наладке шкафов серии Бреслер ШЛ 2606.

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

2.2.4.2. Шкаф выпускается с предприятия-изготовителя работоспособным и полностью испытанным.

2.2.4.3. Шкаф содержит необходимые переключающие элементы. Список и назначение

переключателей указан в приложении (Приложение Д).

#### 2.2.5. Указания по вводу шкафа в эксплуатацию

При вводе шкафа в эксплуатацию необходимо выполнить следующие работы:

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

#### 2.2.6. Проверка сопротивления изоляции шкафа

Крышки испытательных блоков должны быть установлены. На двери шкафа переключатель «Терминал» устанавливается в положение «Вывод».

Временными перемычками соединить цепи:

- переменного тока;
- переменного напряжения;
- входные цепи;
- цепи питания терминала;
- цепи сигнализации;
- цепи контрольного выхода;
- выходные цепи;

Необходимо измерить сопротивление изоляции между цепями, соединенными между собой и корпусом, а также между каждой цепью и оставшимися соединенными между собой цепями. Измерения производятся с помощью мегомметра на напряжение 1000 В. При всех видах измерений сопротивление собранных цепей должно быть не менее 10 МОм.

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.

#### 2.2.7. Проверка шкафа рабочим током

Необходимо восстановить и проверить значения рабочих уставок шкафа. Переключатель «Терминал» устанавливается в положение «Вывод». После подачи на шкаф рабочих токов и напряжений по светодиодной сигнализации терминала и шкафа определяется работа защиты.

##### 2.2.7.1. Проверка правильности подключения цепей тока и напряжения

С помощью программы мониторинга фиксируются значения токов и напряжений защиты, дополнительно отображаются их векторные диаграммы. Результаты проверки регистрируются в таблицу 2.1.

**Таблица 2.1. Проверка подключения цепей тока и напряжения**

Наименование	Значения токов фаз, А			Напряжения, В			
	А	В	С	A0	B0	C0	3 U <sub>0</sub> НК
Модуль							
Фаза, град.*							

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

По векторной диаграмме определяется правильность чередования фаз токов и напряжений.

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

Результаты проверки регистрируются в таблице 2.2.

**Таблица 2.2. Проверка правильности подключения цепей фазы А**

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

По результатам проверки устанавливают факт совпадения направления мощностей, измеренных программой мониторинга и щитовыми приборами.

#### 2.2.8. Проверка правильности работы БНН

Для проверки правильности работы БНН необходимо задать в меню ИЧМ терминала «Испытательный выход» необходимый порядковый номер сигнала. Проверка работы БНН осуществляется при помощи имитации обрыва цепей напряжения путем поочередного отключения цепей «звезды» с использованием контрольных крышек БИ SG3. Контроль срабатывания БНН осуществляется по факту замыкания контактов реле «Испытательный выход».

#### 2.2.9. 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.

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

При поданном токе нагрузки снимается и снова подается напряжение оперативного постоянного тока переключателем «Питание терминала». В ходе проверки не должно происходить срабатывания защиты.

### 2.3. Структура пользовательского интерфейса

#### 2.3.1. Пользовательский интерфейс

Интерфейс подразделяется на две функциональные части (рис. 7): собственно модуль пользовательского интерфейса и модуль светодиодов.

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 текущем состоянии объекта управления и самого терминала. Основу интерфейса терминала составляет меню, имеющее структуру дерева, навигация по которому производится кнопками управления. Количество кнопок, используемых в модуле интерфейса пользователя, сведено к минимуму, чтобы сделать связь как можно проще и понятнее. Кнопки могут иметь различное назначение в зависимости от положения в структуре меню.

Модуль светодиодов является однонаправленным средством связи, т.е. определенные события могут активизировать светодиоды с целью привлечь внимание оператора, однако обратная связь с блоком отсутствует.

Светодиодный модуль индикации имеет 25 светодиодов. Каждый светодиод имеет описание на лицевой панели в соответствии с внутренним назначением (см. таблицу 1.1 настоящего РЭ).

### 2.3.2. Назначение кнопок управления

Кнопка «С» (Cancel) имеет три основные функции:

- **Отмена** любой операции в диалоговом окне.
- **Выход** из текущего режима или **переход** на более высокий уровень дерева меню.
- **Сброс** сигнализации терминала и шкафа (при удержании кнопки нажатой более 5с).

Кнопка «Е» (Enter) выполняет следующие функции:

- **Вход.** Вход в меню более низкого уровня, указанное курсором.
- **Выполнение.** Кнопка подтверждает выполнение действия, указанного на дисплее.
- **Подтверждение.** Кнопка подтверждает ввод числовых значений и выбор элемента списка.

Кнопки «Влево» (←) и «Вправо» (→) производят:

- Быстрое передвижение (на страницу) по пунктам текущего меню (на одном уровне).
- Перемещение курсора в горизонтальном направлении в режиме редактирования параметров для смены активного знака.

Кнопки «Вверх» (↑) и «Вниз» (↓) имеют три функции:

- Передвижение по пунктам текущего меню (на одном уровне).
- Выбор вариантов подтверждения в диалоговом окне.
- Циклическое изменение активного знака в окне данных в режиме редактирования.

### 2.3.3. Режим ожидания

После включения терминала пользовательский интерфейс переходит в дежурный режим. В этом состоянии терминал индицирует количество имеющихся осциллограмм («Осц.»), количество новых (не переданных на верхний уровень системы управления и сбора данных) осциллограмм («Нов»), информацию о последнем пуске («Посл. пуск»): номер записи, дату, время.

Подсветка дисплея включается по нажатию пользователем кнопок управления и автоматически гаснет, если в течение 30 секунд кнопки управления не нажимались.

Пользовательский интерфейс переходит в режим ожидания через 10 минут, после того как пользователь прекратил работать с MMI.

### 2.3.4. Меню пользовательского интерфейса

Основным средством управления работой терминала и получения информации о его состоянии является меню, которое представляется в виде иерархического дерева (рис. 54-62).

Переход в главное меню из дежурного режима осуществляется нажатием кнопки «Е». Главное меню включает следующие пункты:

- журнал записей (2.3.5);
- текущий режим (2.3.6);
- уставки (2.3.7);
- осциллограф (2.3.8);
- тестирование (2.3.9);
- терминал (2.3.10).

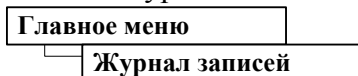
Состав меню зависит от текущего состояния терминала защиты, а потому некоторые его пункты могут быть недоступны. Активное положение в меню индицируется в верхней строке экрана (например, «Главное меню»).

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 2606» 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:

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

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

##### 2.3.5.1. Записи



В меню **Записи** 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.

##### 2.3.5.3. Удаление всех осциллограмм

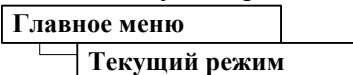


Во внутренней энергонезависимой памяти терминала выделено место для хранения нескольких сотен последних осциллограмм. При заполнении памяти применяется «принцип очереди» (первым пришел – первым ушел), т.е. новые аномальные режимы фиксируются на место самых старых. Данное меню (с подтверждением) приводит 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

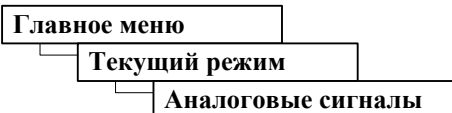
необратимой потере данных обо всех предыдущих аномальных режимах в энергосистеме.

### 2.3.6. Текущий режим



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

#### 2.3.6.1. 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).

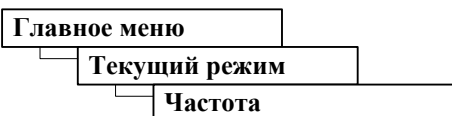
#### 2.3.6.2. Дискретные сигналы



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

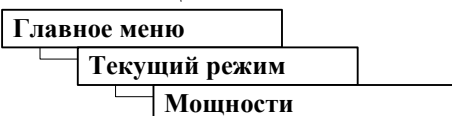
В каждой группе сигналы разбиваются по подгруппам (по 8 сигналов), и сигнал каждой подгруппы описывается своим номером, названием и текущим значением.

#### 2.3.6.3. Частота



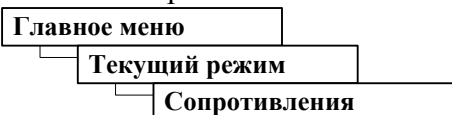
Терминал непрерывно следит за частотой сети и индицирует ее в поле Частота.

#### 2.3.6.4. Мощности

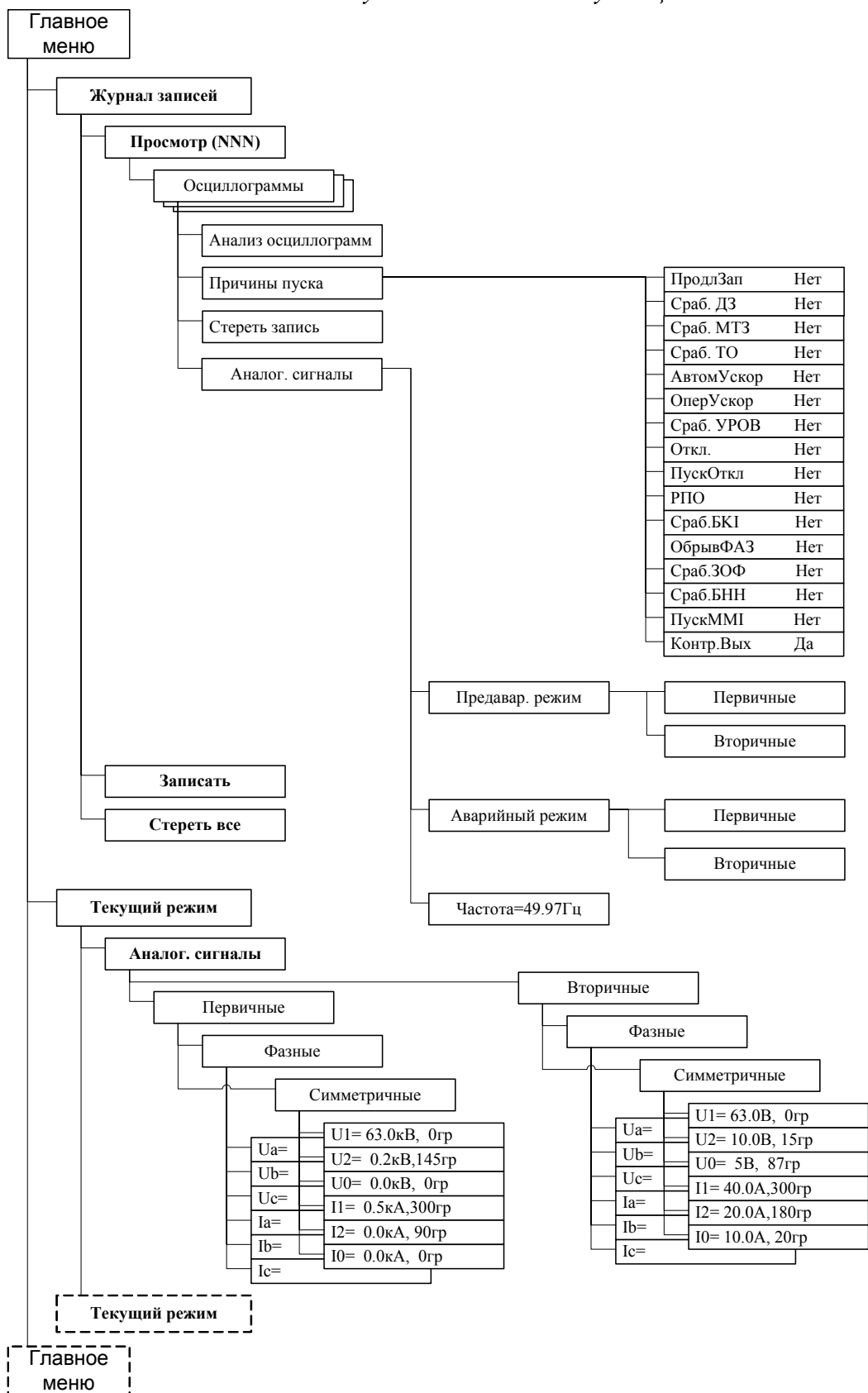


Меню Мощности представляет первичные активные и реактивные мощности (фазные и суммарные), протекающие в линии, и коэффициент мощности ( $\cos\phi$ ).

#### 2.3.6.5. Сопротивления

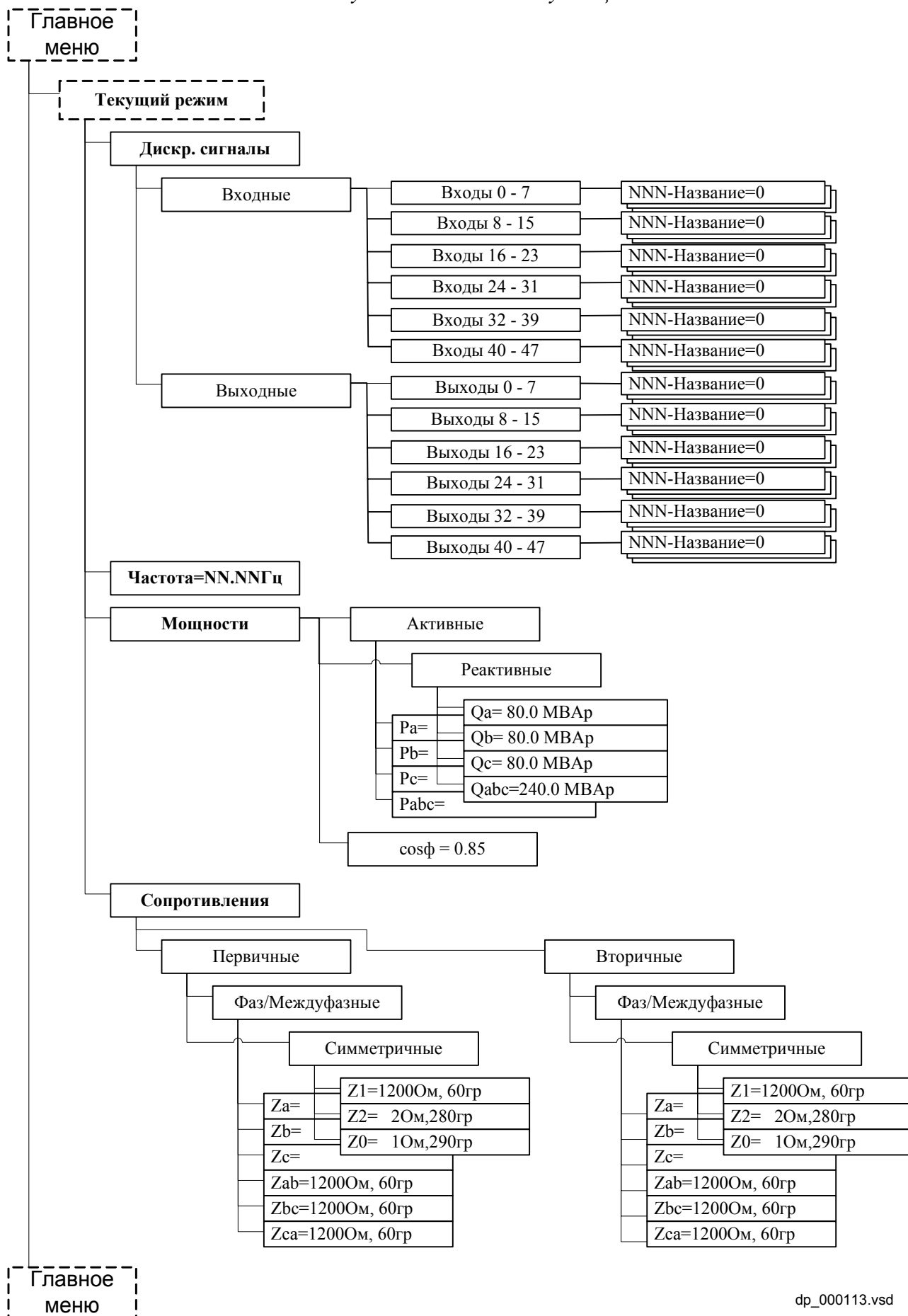


В меню Сопротивления пользователь может просмотреть первичные и вторичные значения фазных и междуфазных текущих сопротивлений, а также сопротивления симметричных составляющих, измеряемых терминалом. Они представляются в полярной форме: модуль в Ом, аргумент в градусах.



dp35\_027.vsd

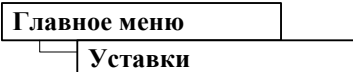
Рис. 54. Дерево меню (Журнал записей и текущий режим)



dp\_000113.vsd

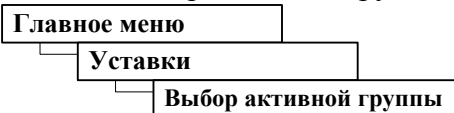
Рис. 55. Дерево меню (текущий режим продолжение)

### 2.3.7. Уставки



Меню Уставки используется для просмотра параметров функций защиты, имеющихся в терминале «Бреслер ТЛ 2606», и выбора режимов его работы. Терминал может иметь до семи групп уставок, одна из которых является активной и индицируется в заголовке меню.

#### 2.3.7.1. Выбор активной группы



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

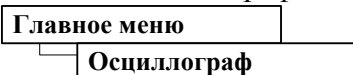
#### 2.3.7.2. Просмотр уставок



Уставки активной группы, классифицированные по функциям терминала, можно найти в меню Просмотр. Среди отображаемых параметров находятся уставки дифференциально-фазной защиты, автоматики однофазного повторного включения 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.

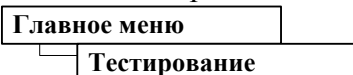
### 2.3.8. Осциллограф



В меню Осциллограф размещается информация о параметрах функции осциллографа терминала:

- **Фдискр** – частота дискретизации входных сигналов;
- **Длит.зап.** – максимальная длительность одной осциллограммы;
- **Предрежим** – длительность записи предаварийного режима (до возникновения условий пуска);
- **Кол.анал.сиг** – количество аналоговых сигналов, записываемых терминалом;
- **Кол.дскр.сиг** – количество регистрируемых дискретных сигналов.

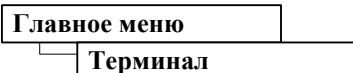
### 2.3.9. Тестирование



Терминал «Бреслер ТЛ 2606» 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 работоспособности терминала используется меню Тестирование:

- **Светодиоды** – тест светодиодов на лицевой панели терминала. При выборе этой функции светодиоды поочередно загораются и гаснут, пользователь контролирует их состояние визуально;
- **Тестовый режим** – терминал переводится в режим тестирования для проверки уставок измерительных органов. Подробное описание режима тестирования приведено в п. 2.5 руководства по эксплуатации.

#### 2.3.10. 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 совместной работы нескольких терминалов в общей сети и удаленного доступа к данному терминалу: работа МЭК, разрешение инициализации модема, адрес, пароль, параметр времени задержки в канале связи, максимальный период времени ожидания бита данных, максимальный период ожидания ответа, 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 порта COM1 будут выставлены следующие параметры:

Параметры COM1 по умолчанию	Параметры COM2 по умолчанию
- Работа МЭК: Да	- Работа МЭК: Нет
- Иниц. модема: Нет	- Иниц. модема: Нет
- Адрес: NNN	- Адрес: NNN
- Пароль: 0000	- Пароль: 0000
- tD: 0000 мс	- tD: 0000 мс
- tBI: 0050 мс	- tBI: 0050 мс
- tWZT: 1000 мс	- tWZT: 1000 мс

#### 2.3.11. Состояние терминала



Меню «**Состояние**» позволяет узнать о состоянии терминала (работа самодиагностики

терминала). Подробное описание самодиагностики терминала приведено в п.2.4.

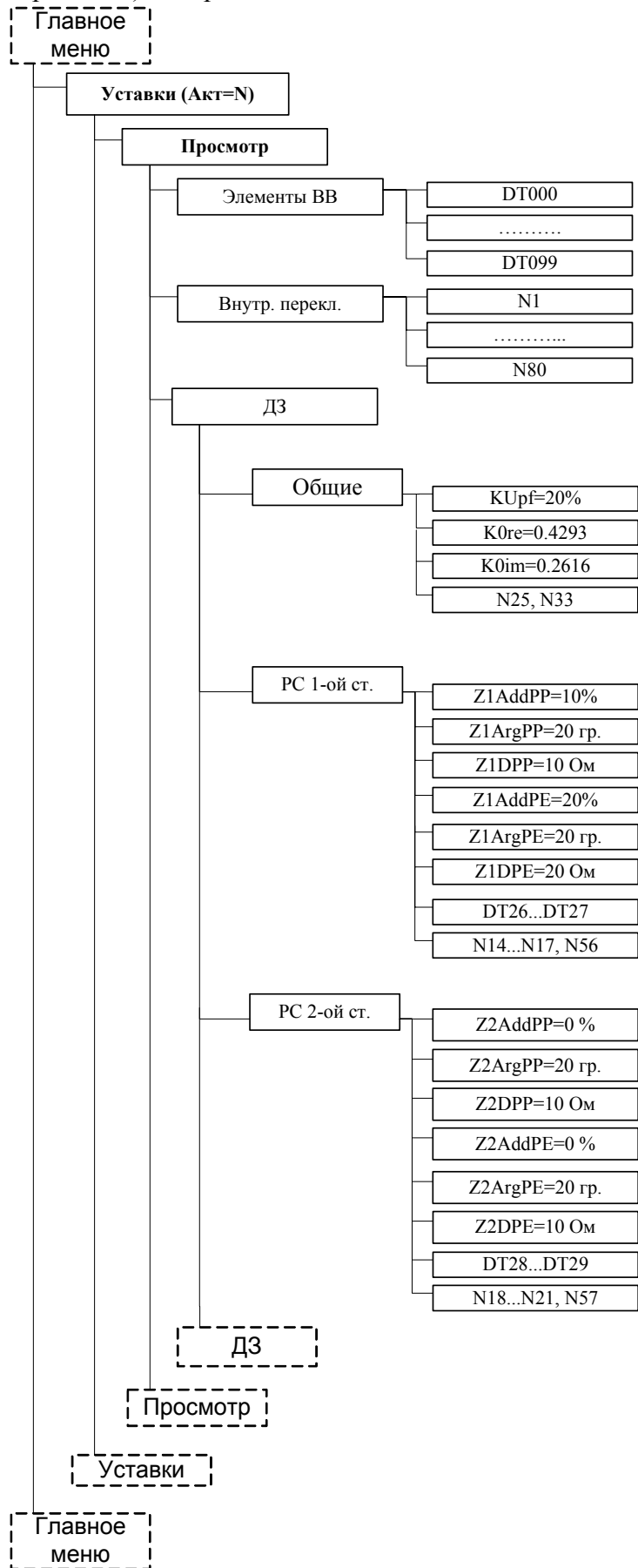
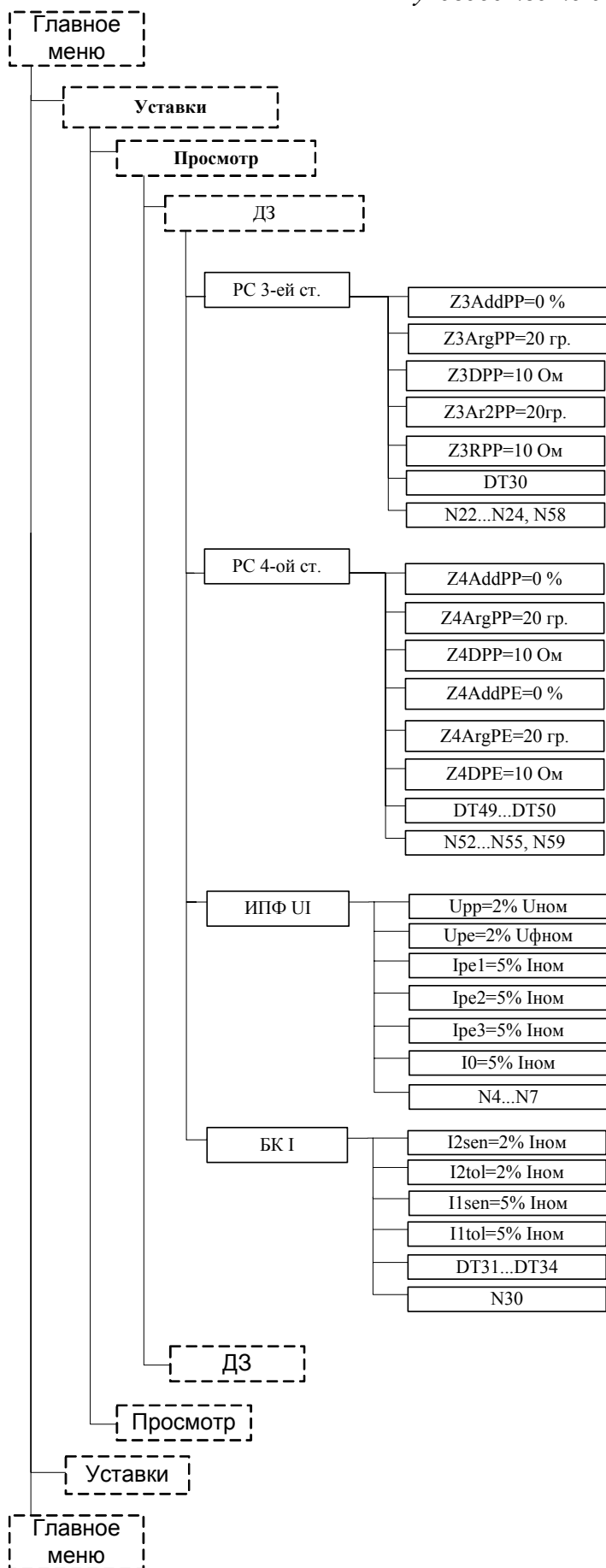


Рис. 56. Дерево меню (уставки 1-й и 2-й ступеней дистанционной защиты)



dp35\_mmi2.vsd

Рис. 57. Дерево меню (дистанционная защита, пусковые модули ДЗ) продолжение)

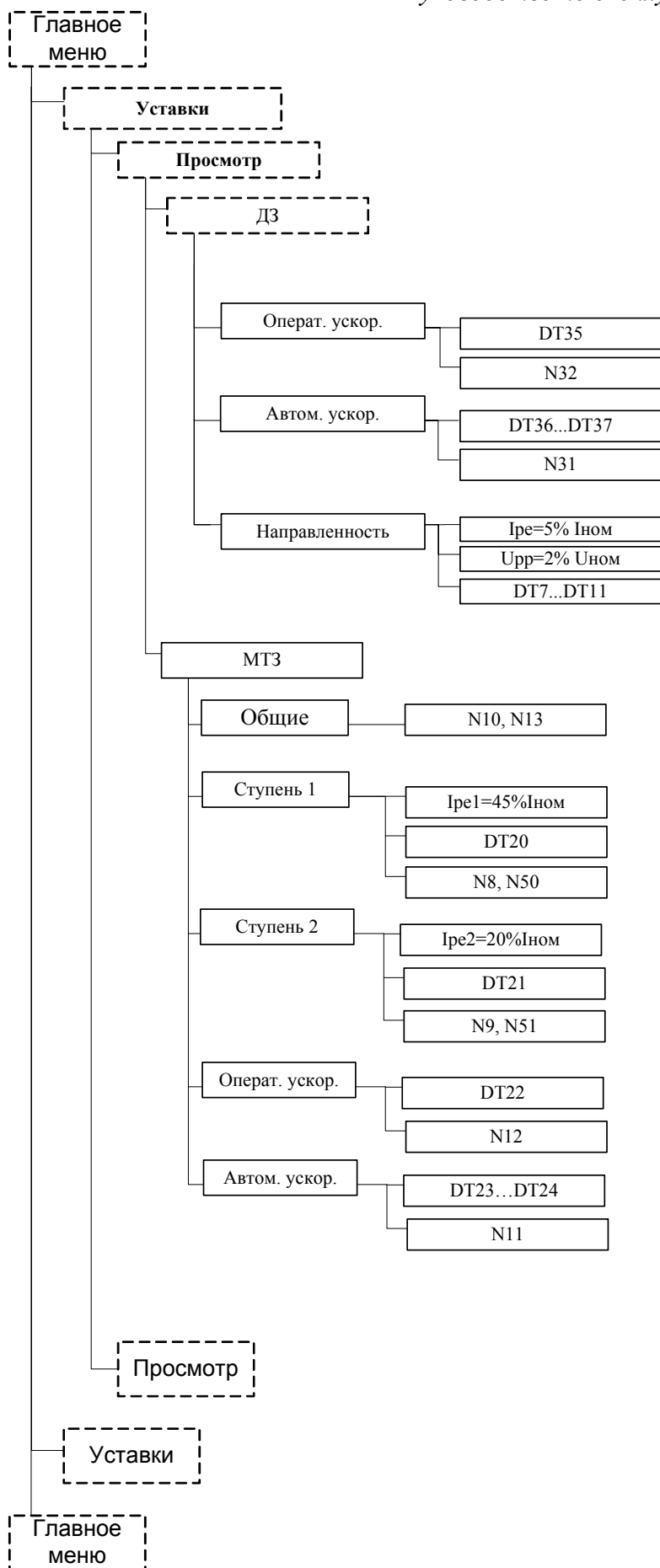


Рис. 58. Дерево меню (ускорение ДЗ, направленность, МТЗ)

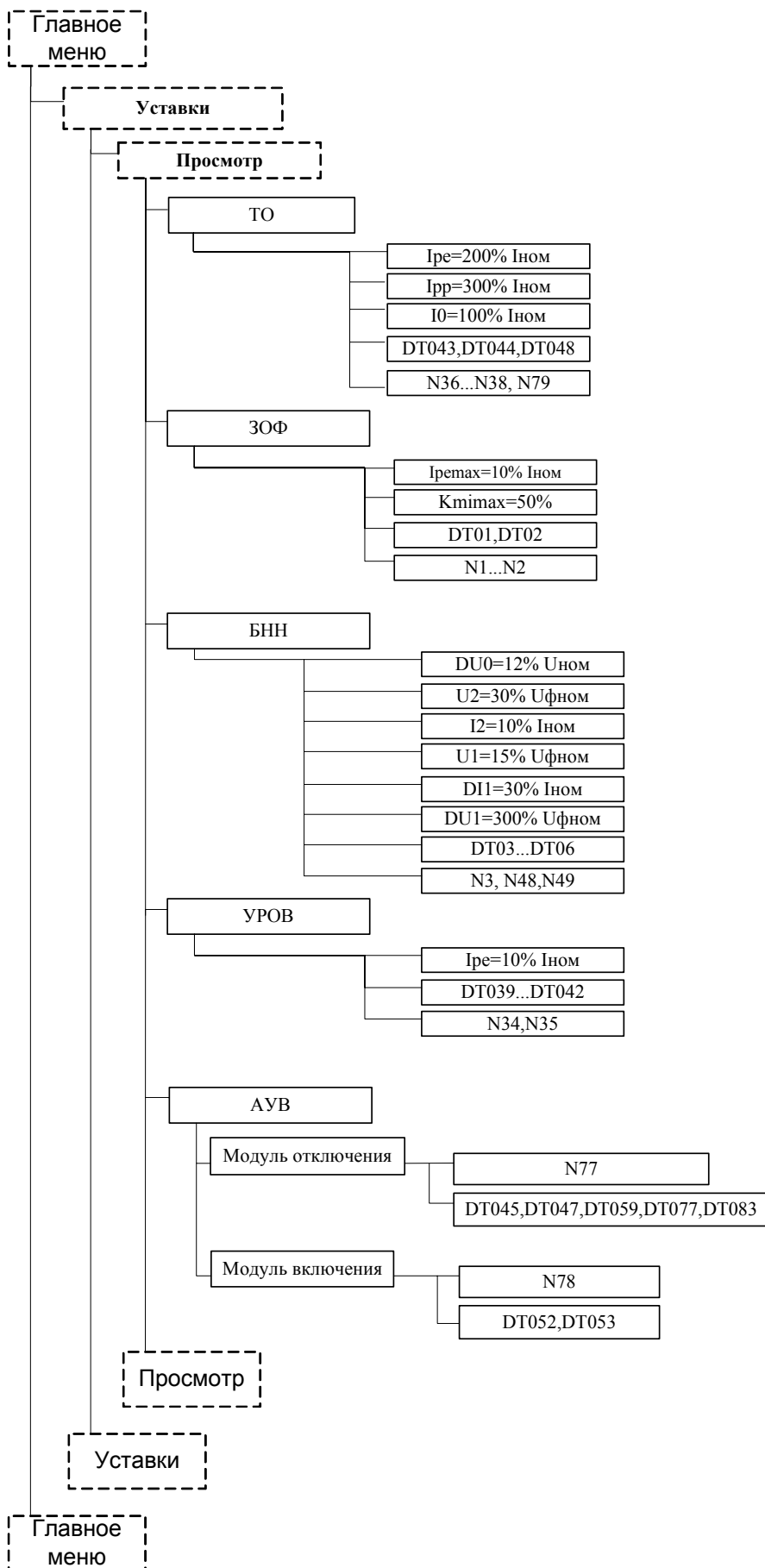


Рис. 59. Дерево меню (ТО, ЗОΦ, БНН, УРОВ, АУВ)

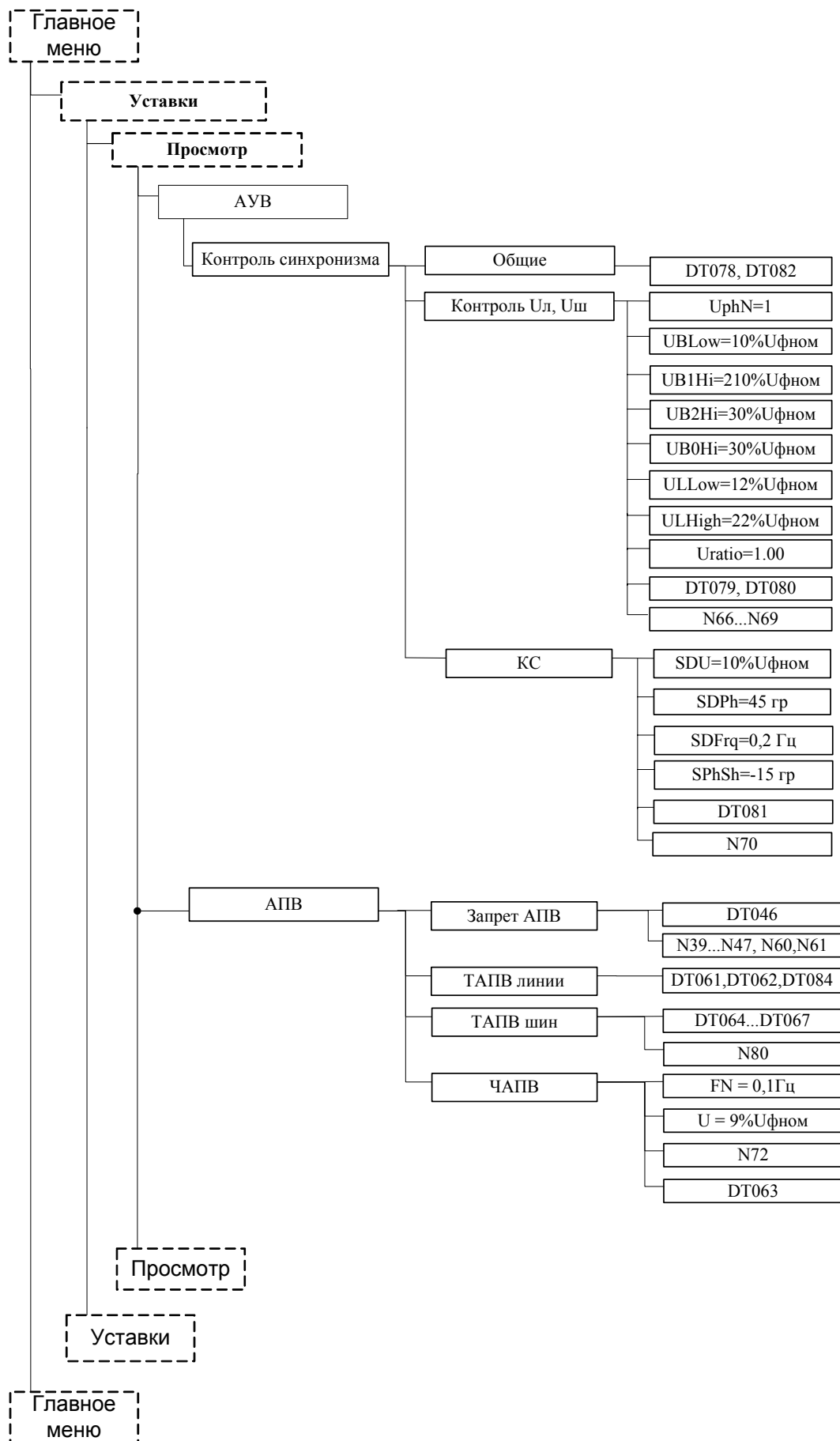


Рис. 60. Дерево меню (контроль синхронизма, АПВ)

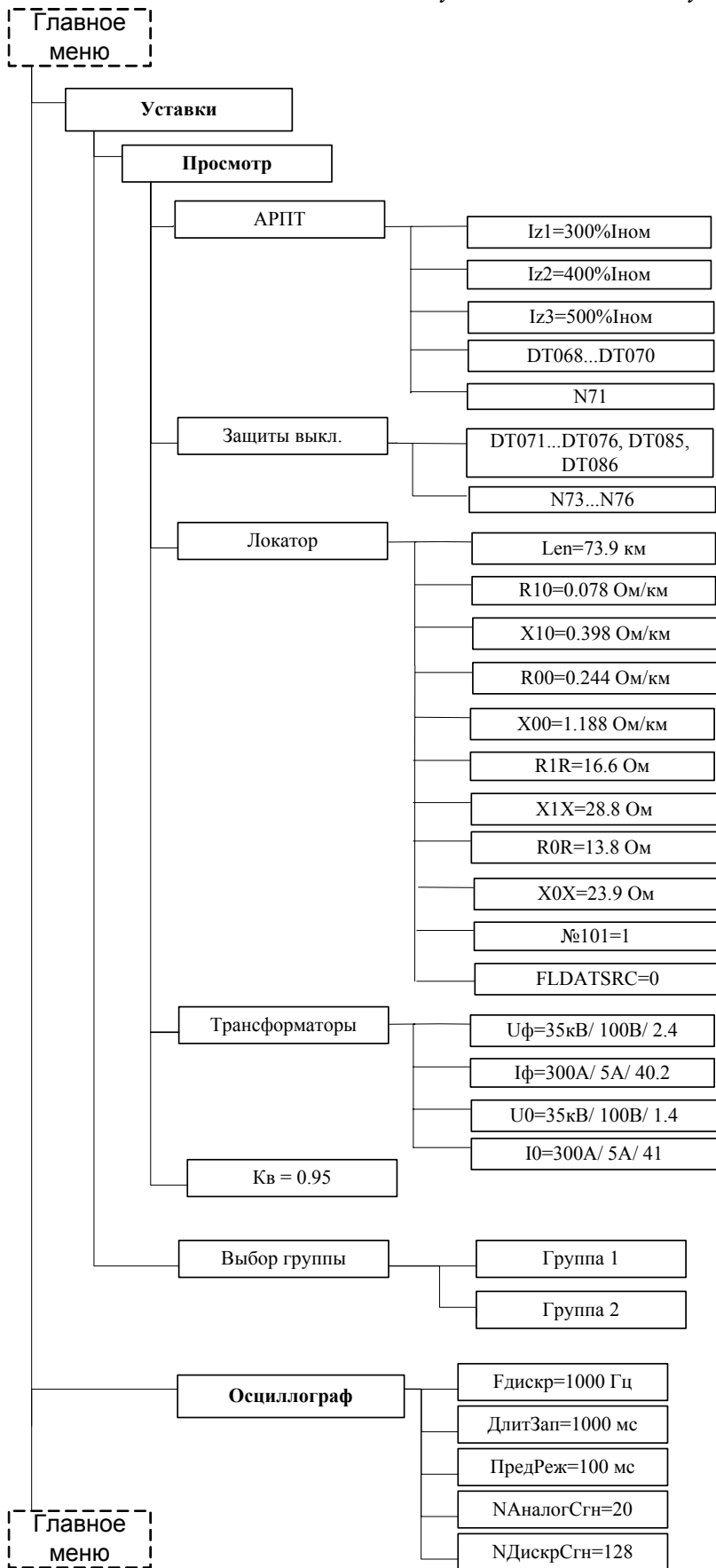


Рис. 61. Дерево меню (АРПТ, защиты выключателя)

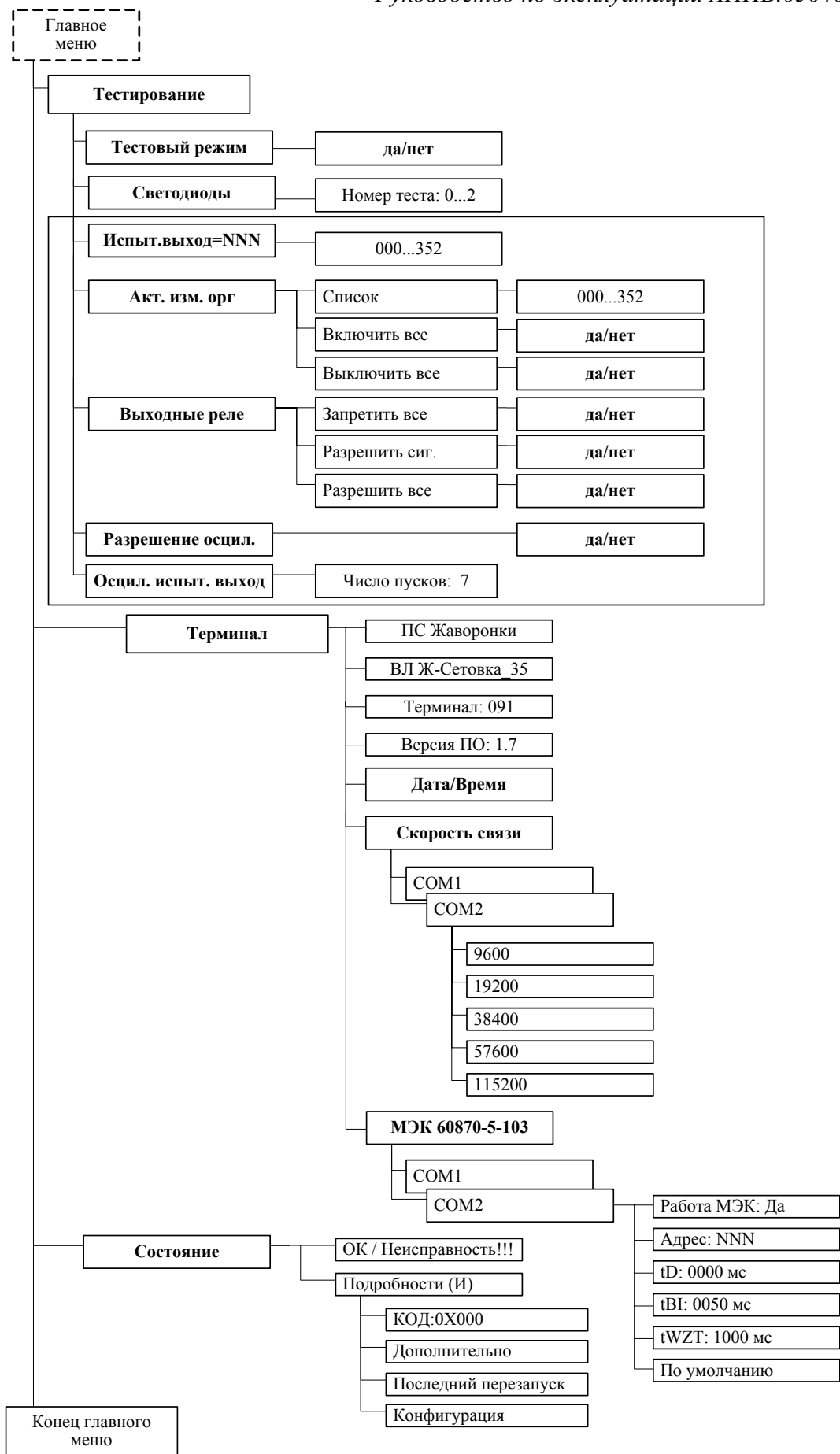


Рис. 62. Дерево меню (тестирование, терминал)

## 2.4. Возможные неисправности и методы их устранения

Неисправности могут возникнуть при нарушении условий транспортирования, хранения и эксплуатации, в результате износа комплектующих.

При включении питания и в процессе работы шкафа могут возникнуть неисправности, которые выявляются системой самодиагностики, о чем сигнализируют горящая лампа «НЕИСПРАВНОСТЬ» на двери шкафа, замкнутый НЗ-контакт (действующий в цепи центральной сигнализации), «Вывод» на лицевой панели терминала и сообщение о неисправности на экране ИЧМ, а также погасание светодиода «Работа».

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

Режим работы самодиагностики терминала, которая функционирует в процессе работы терминала, задается программной накладкой N103:

- 0 – самодиагностика выведена;
- 1 – самодиагностика работает на сигнал;
- 2 – полноценная работа самодиагностики.

Объем самодиагностики включает в себя контроль следующих важных узлов устройства и их возможных неисправностей:

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.

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

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

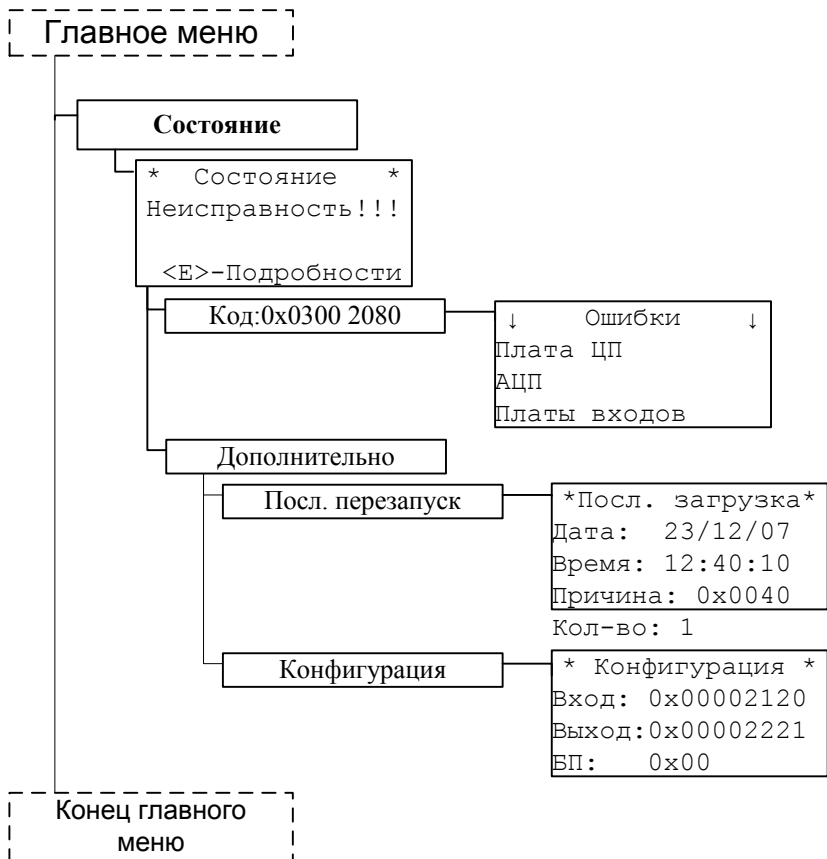
На экране ИЧМ отображается основной код ошибки (расшифровку см. далее). При нажатии кнопки «Е» осуществляется переход к списку обнаруженных неисправностей. При нажатии «С» загрузка устройства будет продолжена, но только в случае, если обнаруженная неисправность позволяет начать работу. В противном случае защита не вводится в работу, информация об этом отображается на дисплее ИЧМ.

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

06.08.07 15:31 Осц:013 Нов:013 Обнаружена неисправность!
---

Для просмотра подробной информации об обнаруженной неисправности необходимо

перейти в пункт меню «Состояние».



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

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.

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.

#### 2.4.1. Коды неисправностей

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

**Основная маска ошибок** содержит информацию о типе неисправности. Для каждого типа неисправности зарезервирован свой бит в коде ошибок, причем самый правый столбец нижеприведенной таблицы соответствует самому младшему биту. Таким образом, обеспечивается информирование при возникновении одной или нескольких неисправностей одновременно.

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

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.

**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.

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.

#### 2.4.2. Действия устройства при обнаружении неисправности

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».

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 погашенный светодиод «Работа» и горящий светодиод «Вывод». Действие на сигнализацию обеспечивается НЗ-контактом терминала.

#### 2.4.3. 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. Работу по устранению неисправности может проводить только персонал, прошедший специализированное обучение и имеющий необходимое оборудование.

**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.**

Основные неисправности терминала «Бреслер ШЛ 2606.17» и методы их устранения

приведены в таблице 2.3.

**Таблица 2.3. Неисправности и методы их устранения**

Признаки	Возможная причина	Методы устранения
При включении терминал не запускается, светодиод «Питание» не горит	Неисправен блок питания	Ремонт/замена блока питания
При включении терминал не запускается, но светодиод «Питание» горит, на ИЧМ отсутствуют надписи, либо присутствует надпись «БРЕСЛЕР»	Неисправна плата процессора	Ремонт/замена блока логики (процессора)
Отсутствует логический сигнал в защите при подаче напряжения на дискретный вход	Неисправен блок входов	Ремонт/замена блока входов
Постоянное замкнутое / разомкнутое состояние выходного реле, не соответствующее подаваемому воздействию	Неисправен блок выходов	Ремонт/замена блока выходов
Сообщение о неисправности при загрузке или в процессе работы устройства	Неисправен один из блоков входов/выходов, блок питания или плата процессора	Определить по кодам ошибок неисправный блок устройства. Ремонт/замена блока.
Прочие неисправности		Поиск неисправности и ремонт/замена неисправного блока

Примечание: При обнаружении неисправности необходимо **в первую очередь** записать коды ошибок и дополнительную информацию (см. выше) и сообщить их предприятию-изготовителю. В отдельных случаях для устранения неисправности может оказаться достаточным выполнить перерыв питания.

## 2.5. Режим тестирования

В терминалах серии «Бреслер ШЛ2606.17» реализован режим тестирования. Он предназначен для проверки работы ИО и формирования логических сигналов. Режим тестирования позволяет выполнять проверку защит, как в выведенном состоянии, так и под нагрузкой.

2.5.1. Для активации режима тестирования на дверце шкафа предусмотрен ключ под названием «Терминал» который в зависимости от проекта может иметь следующие положения:

- «Ввод» – «Вывод». Накладка N102 должна быть равна 0.
- «Вывод» – «Тест» – «Работа». Накладка N102 должна быть равна 1.

2.5.2. При наличии ключа «Ввод»–«Вывод» перевод в тестовый режим осуществляется переводом ключа «Терминал» в положение «Вывод». При этом блокируются выходные реле защиты и появляется мигание светодиода терминала «Работа». Чтобы перейти в тестовый режим в подменю «Тестирование» необходимо выбрать «Тест. режим». Далее подтверждается его включение нажатием кнопки <E>. Затем появляется сообщение

«Разомкните цепи отключения». Необходимо убедиться, что цепи, приводящие к воздействию на другие защиты и на цепи отключения разомкнуты. Подтверждение осуществляется нажатием кнопки <E> – «Выполнено». Далее необходимо нажать клавишу <↓> и тестовый режим активирован. При этом происходит мигание светодиода «Работа» и загорается светодиод «Вывод».

2.5.3. При наличии ключа «Вывод» – «Тест» – «Работа» перевод ключа в положение «Вывод» блокирует работу выходных реле и загорается светодиод «Вывод». Активация тестового режима в этом случае невозможна. При переводе ключа в положение «Тест» появляется мигание светодиода терминала «Работа», дальнейшие операции для активации тестового режима аналогичны пункту 2.5.2.

#### 2.5.4. Настройка тестового режима

После активации **Тестового режима** появляются дополнительные меню для его настройки (см. рис. 62).

2.5.4.1. В меню «Разр. осц.» имеется возможность запрета либо разрешения записи осциллограмм. По умолчанию осциллографирование запрещено. При проверке уставок ИО рекомендуется отключить осциллографирование.

2.5.4.2. В меню «Испыт. выход» имеется возможность назначения любого ИО или логического сигнала из списка на выходное реле «Контрольный выход». При переходе в тестовый режим все выходные реле заблокированы. Необходимо активировать сигнальные реле (см. п. 2.5.4.4). При проверке уставок ИО необходимо убедиться, что режим осциллографирования отключен.

2.5.4.3. В меню «Акт. изм. органы» можно выбрать из списка ИО которые будут активны при тестировании защиты. По умолчанию для тестирования доступны все ИО.

2.5.4.4. В меню «Выходные реле» можно заблокировать все выходные реле («Запретить всё»), либо разрешить работу всех выходных реле («Разрешить всё»). Также имеется возможность разрешения работы только так называемых «сигнальных» реле («Разрешить сигн.»). Под «сигнальными» здесь подразумеваются реле, работа которых не приводит к нежелательным последствиям таким как действие на выключатель, на другие защиты и т.п.

2.5.4.5. В меню «Осц. исп. вых» при разрешённом осциллографировании можно настроить, чтобы запись осциллограммы осуществлялась только при срабатывании ИО назначенного на испытательный выход. Необходимо в меню выставить число пусков осциллографа (от 1 до 9).

#### 2.5.5. Выход из тестового режима

Для выхода из режима теста необходимо выбрать меню «Тест. режим», при этом запрашивается подтверждение деактивации тестового режима «Отменить режим тестирования». Для выхода необходимо нажать «E». Далее появляется предупреждение «Разомкните цепи отключения». После чего появляется меню выбора группы уставок и пользователь должен активировать ту группу, с которой защита должна работать, либо выбрать следующую группу уставок для проверки. После перезагрузки тестовый режим уже не активен (светодиод вывод не горит), но продолжается мигание светодиода «Работа». При переводе ключа «Терминал» в положение «Работа» и соответствующий светодиод терминала перестаёт мигать.

Выход из тестового режима полностью осуществлён.

### 3. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ШКАФА

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 восстановлением, 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 2606», 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 2606.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> </ul>

*Шкаф защиты линии 6-35-110 кВ серии «Бреслер ШЛ 2606.17»  
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.002-06.171 РЭ*

Виды проверок	Виды работ при проверке
	<ul style="list-style-type: none"> <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;
<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>	п) 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</li> </ul>

Виды проверок	Виды работ при проверке
	<p>встроенного осциллографа;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• проверка правильности включения блокировки при неисправности в цепях напряжения и блокировки при качаниях;</li><li>• проверка правильности подключения модуля контроля синхронизма</li><li>• проверка правильности подключения направленности защиты;</li><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

Терминалы серии «Бреслер ТЛ 2606» имеют встроенную систему самодиагностики и не требуют периодического тестирования. Самодиагностика обеспечивает локализацию повреждения с точностью до блока терминала (рис. 6).

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

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.

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

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

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.

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

**Внимание!** В случае обнаружения дефектов в терминале «Бреслер ТЛ 2606.17» 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. Конструкция шкафа пожаробезопасна в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 и обеспечивает безопасность обслуживания в соответствии с ГОСТ Р 51321-2000, ГОСТ 122007.0-75. По требованиям защиты человека от поражения электрическим током шкаф соответствует классу 1 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.4.2. Аппаратура шкафа для защиты от соприкосновения с токоведущими частями имеет оболочку.

3.4.3. При эксплуатации и испытаниях шкафа необходимо руководствоваться «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

3.4.4. Требования к персоналу и правила работ со шкафом, необходимые при обслуживании и эксплуатации шкафа приведены в разделе 2.4 настоящего РЭ.

3.4.5. При соблюдении требований эксплуатации и хранения шкаф не создает опасность для окружающей среды.

### **3.5. Утилизация изделия**

3.5.1. После окончания установленного срока службы шкаф подлежит демонтажу и утилизации. Специальных мер безопасности при демонтаже и утилизации не требуется. Демонтаж и утилизация не требуют специальных приспособлений и инструментов.

3.5.2. Основным методом утилизации является разборка. При разборке целесообразно разделять материалы по группам. Из состава шкафа подлежат утилизации черные и цветные металлы. Черные металлы при утилизации необходимо разделять на сталь конструктивную и электротехническую, а цветные металлы – на медные и алюминиевые.

#### 4. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

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

**Таблица 4.1. Условия транспортирования и хранения**

Виды поставок	Обозначение условий транспортирования, в части воздействия		Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150	Допустимые сроки сохраняемости в упаковке поставщика, годы
	Механических факторов по ГОСТ 23216	Климатических факторов, такие как условия хранения по ГОСТ 15150		
1.Внутрироссийские (кроме регионов Крайнего Севера и труднодоступных районов по ГОСТ 15646)	Л	5(ОЖ4)	1(С)	1
2.Внутрироссийские в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы по ГОСТ 15846	С	5(ОЖ4)	2(С)	1

**Нижнее значение температуры окружающего воздуха при транспортировке принимается минус 25 °С, а при хранении не менее 5 °С.**

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.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А. КАРТА ЗАКАЗА

1. Изготовитель:

**ООО «Исследовательский центр «Бреслер»**

Юридический, почтовый адрес: 428020, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр.И.Яковлева, дом 1.

Тел./факс: (8352) 20-26-82, 61-43-21; Факс (8352) 61-43-22, e-mail: [rza@ic-bresler.ru](mailto:rza@ic-bresler.ru)

2. Заказчик \_\_\_\_\_  
Наименование заказчика

3. Выбор типоразмера шкафа

№	Тип шкафа	Назначение шкафа	Кол-во
1.	Бреслер ШЛ 2606.17	Шкаф комплекта защиты линии электропередачи 6-35кВ и автоматики управления	
2.	Бреслер ШЛ 2606.17 06.17	Шкаф комплекта защиты 2-х линий электропередачи 6-35кВ и автоматики управления	

4. Шкафы защит для линий

№	Шифр шкафа	Наименование линии	Длина	Напряжение	Коэффициент трансформации ТТ

5. Дополнительное оборудование

№	Тип оборудования	Марка	Кол-во
1	Преобразователь RS-485/USB	I-7563	
2	Кабель связи, м		
3	Модем		
4	Компьютер (при заказе оговорить конфигурацию)		
5			

6. Заказ шкафа индивидуального типоразмера

Всего шкафов: \_\_\_\_\_

№	Наименование функции	
1	Дистанционная защита от междуфазных и земляных замыканий (3 ступени)	
2	Дистанционная защита от междуфазных замыканий (1 ступень)	
3	Максимальная токовая защита (2 ступени)	
4	Токовая отсечка (фазная, междуфазная и по нулевой последовательности)	
5	Оперативное ускорение защит	
6	Функция резервирования отказа выключателя (УРОВ)	
7	Автоматика управления выключателем	

7. Разработчик проекта \_\_\_\_\_

8. Заказчик \_\_\_\_\_

руководитель

фамилия, и. о.

подпись

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ПЕРЕЧЕНЬ РЕГИСТРИРУЕМЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ**

	Обозначение	Переменная	Наименование сигнала
	<b>Входные сигналы</b>		
1	Вывод ТО	blkIOC	Вывод из работы токовой отсечки
2	Вывод МТЗ	blkMTZ	Вывод из работы МТЗ
3	Ввод ОУ МТЗ	enaOUmtz	Ввод оперативного ускорения МТЗ
4	Вывод ДЗ	blkDP	Вывод из работы ДЗ
5	Ввод ОУ ДЗ	enaOUdp	Ввод оперативного ускорения ДЗ
6	Вывод УРОВ	blkBFP	Вывод из работы УРОВ
7	РПВ1	RPV1	РПВ (сигнал от ЭМО1)
8	РПО	RPO	Выключатель отключен РПО
9	РПВ2	RPV2	РПВ (сигнал от ЭМО2)
10	Неисправность ТН	bnnUb	Внешняя блокировка БНН
11	Блокир. управ. Выкл.	blBrOp	Блокировка управления выключателем
12	Вывод терминала	blkPrt	Вывод терминала
13	Съем сигнализации	LEDReset	Съём сигнализации
14	Группа уставок 1	Set1	Выбор группы уставок
15	Группа уставок 2	Set2	Выбор группы уставок
16	Дист. Управление	SwLoRem	Местное/дистанционное управление
17	Режим КС1	SetAR1	Активируется один режимов контроля напряжений и синхронизма.
18	Режим КС2	SetAR2	
19	Отключение от КУ	BrOpenSw	Сигнал на отключение выключателя от ключа управления
20	Включение от КУ	BrClsSw	Сигнал на включение выключателя от ключа управления
21	Ввод ШОН	enaSHON	Ввод ШОН (контроль синхронизма)
22	Внешнее отключение	ExTrip	Отключение от защит
23	Отключение от АЧР	ExLShTrip	Отключение присоединения от комплекта подстанционного АЧР
24	Включение по ТУ	BrClsRC	Сигнал на включение выключателя по каналам телеуправления
25	Отключение по ТУ	BrOpenRC	Сигнал на отключение выключателя по каналам телеуправления
26	Ввод 1ц АПВ	blkAR1	Ввод однократного АПВ
27	Ввод 2ц АПВ	blkAR2	Ввод двукратного АПВ
28	Запрет АПВ ВЛ (вход)	blkARlin	Сигнал блокирования АПВ линии
29	Запрет АПВ шин (вход)	blkARbin	Сигнал блокирования АПВ шин
30	Отключение от ДЗШ	BsTrip	Сигнал отключения выключателя от защиты шин
	Контроль питания	D4	Контроль питания
140	Отключение от УРОВ	CBTrip	Сигнал отключения от УРОВ
141	Запрет включения	blBrCls	Сигнал о запрете включения выключателя
142	Привод готов	PrgRed	Сигнал готовности привода
143	Неиспр. выкл. С запретом	NizDvl	Сигнал неисправности привода с запретом включения
144	Неиспр. опер. тока 1	FoperC	Сигнал неисправности оперативного постоянного тока ЭМО1 и ЭМВ
145	Неиспр. опер. тока 2	FoperC2	Сигнал неисправности оперативного постоянного тока ЭМО2

*Шкаф защиты линии 6-35-110 кВ серии «Бреслер ШЛ 2606.17»  
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.002-06.171 РЭ*

	Обозначение	Переменная	Наименование сигнала
146	Неисправность выкл. №1	rzrv1	Неисправность №1 выключателя
147	Неисправность выкл. №2	rzrv2	Неисправность №2 выключателя
148	Неисправность выкл. №3	rzrv3	Неисправность №3 выключателя
149	Неисправность выкл. №4	rzrv4	Неисправность №4 выключателя
150	Внешнее включение	BrClosin	Сигнал внешнего включения выключателя
151	Запрет ЧАПВ	blkshar	Сигнал запрета проведения ЧАПВ
152	ДТ ЭМО1	dtEMO1	Сигнал о протекании тока в электромагните отключения №1
153	ДТ ЭМО2	dtEMO2	Сигнал о протекании тока в электромагните отключения №2
154	ДТ ЭМВ	dtEMC	Сигнал о протекании тока в электромагните включения
155	Внеш. Запрет АЧР	blkLSh	Блокирование отключения выключателя при работе от АЧР
156	Вывод защит	TS1	Сигнализация о выводе защит
157	Контроль питания	D4	Контроль наличия питания.
158	Контроль ключа 1	TS2	Положение ключа 1
159	Контроль ключа 2	TS3	Положение ключа 2
160	Тестовый режим	testterm	Активация тестового режима
<b>Внутренние сигналы и сигналы для регистрации</b>			
31	Откл. 3ОФ	TripOWP	Отключение от 3ОФ
32	Обрыв фаз (на сигнал)	OperOWP	Обрыв фаз (на сигнал)
33	БНН	OperBNN	Неисправность цепей напряжения
34	Неиспр. ТН (на сигнал)	SgnlBNN	Неисправность цепей напряжения (в цепи сигнализации)
35	Неисправность ЦИ	mcfail	Неисправность цепей измерения
36	Пуск АВ	PHSUIAB	Пуск АВ
37	Пуск ВС	PHSUIBC	Пуск ВС
38	Пуск СА	PHSUICA	Пуск СА
39	Пуск АВ0 UI	PHSUIAB0	Пуск АВ0 UI
40	Пуск ВС0 UI	PHSUIBC0	Пуск ВС0 UI
41	Пуск СА0 UI	PHSUICA0	Пуск СА0 UI
42	Пуск А0 UI	PHSUIA0	Пуск А0 UI
43	Пуск С0 UI	PHSUIC0	Пуск С0 UI
44	Пуск АВ0 Z	PHSZAB0	Пуск АВ0 Z
45	Пуск ВС0 Z	PHSZBC0	Пуск ВС0 Z
46	Пуск СА0 Z	PHSZCA0	Пуск СА0 Z
47	Пуск А0 Z	PHSZA0	Пуск А0 Z
48	Пуск С0 Z	PHSZC0	Пуск С0 Z
49	Пуск АВ0	PHSAB0	Пуск АВ0
50	Пуск ВС0	PHSBC0	Пуск ВС0
51	Пуск СА0	PHSCA0	Пуск СА0
52	Пуск А0	PHSA0	Пуск А0
53	Пуск С0	PHSC0	Пуск С0
54	АПВ с запоминанием	clsARled	АПВ с запоминанием
56	Прям. напр. А	DirFwA	Орган направленности (PHM ф.А)
57	Обрат. напр. А	DirRvA	Орган направленности (PHM ф.А)
58	Прям. напр. В	DirFwB	Орган направленности (PHM ф.В)
59	Обрат. напр. В	DirRvB	Орган направленности (PHM ф.В)

*Шкаф защиты линии 6-35-110 кВ серии «Бреслер ШЛ 2606.17»  
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.002-06.171 РЭ*

	Обозначение	Переменная	Наименование сигнала
60	Прям. напр. С	DirFwC	Орган направленности (PHM ф.С)
61	Обрат. напр. С	DirRvC	Орган направленности (PHM ф.С)
62	Прям. напр. АВ	DirFwAB	Орган направленности (PHM ф.АВ)
63	Обрат. напр. АВ	DirRvAB	Орган направленности (PHM ф.АВ)
64	Прям. напр. ВС	DirFwBC	Орган направленности (PHM ф.ВС)
65	Обрат. напр. ВС	DirRvBC	Орган направленности (PHM ф.ВС)
66	Прям. напр. СА	DirFwCA	Орган направленности (PHM ф.СА)
67	Обрат. напр. СА	DirRvCA	Орган направленности (PHM ф.СА)
68	Ненапр. пуск. МТЗ 1ст.	SNDMTZ1	Пуск 1-й ступени МТЗ
69	Напр. пуск. МТЗ 1ст.	SDMTZ1	Направленный пуск 1-й ступени МТЗ
70	Откл. МТЗ 1ст.	TripMTZ1	Отключение от 1-й ступени МТЗ
71	Ненапр. пуск. МТЗ 2ст.	SNDMTZ2	Пуск 2-й ступени МТЗ
72	Напр. пуск. МТЗ 2ст.	SDMTZ2	Направленный пуск 2-й ступени МТЗ
73	Откл. МТЗ 2ст.	TripMTZ2	Отключение от 2-й ступени МТЗ
74	Ускор. при вкл. МТЗ	TrSwAccMTZ	Отключение от автоматического ускорения МТЗ
75	Опер. ускор. МТЗ	TrOpAccMTZ	Отключение при оперативном ускорении МТЗ
76	Откл. ДЗ 1ст.	TripZM1	Отключение от 1-й ступени ДЗ
77	Откл. ДЗ 2ст.	TripZM2	Отключение от 2-й ступени ДЗ
78	Откл. ДЗ 3ст.	TripZM3	Отключение от 3-й ступени ДЗ
79	Напр. пуск 1ст. ДЗ	SDZM1	Направленный пуск 1-й ступени ДЗ
80	Напр. пуск 2ст. ДЗ	SDZM2	Направленный пуск 2-й ступени ДЗ
81	Напр. пуск 3ст. ДЗ	SDZM3	Направленный пуск 3-й ступени ДЗ
82	Ненапр. пуск 1ст. ДЗ	SNDZM1	Пуск 1-й ступени ДЗ
83	Ненапр. пуск 2ст. ДЗ	SNDZM2	Пуск 2-й ступени ДЗ
84	Ненапр. пуск 3ст. ДЗ	SNDZM3	Пуск 3-й ступени ДЗ
85	Пуск БК I чувств	psd_Isen	Срабатывание чувствительного канала блокировки при качаниях
86	Пуск БК I груб	psd_Itol	Срабатывание грубого канала блокировки при качаниях
87	Ускор. при вкл. ДЗ	TrSwAccDP	Отключение от автоматического ускорения ДЗ
88	Опер. ускор. ДЗ	TrOpAccDP	Отключение при оперативном ускорении ДЗ
89	РПВ	RPV	Выключатель включен
90	УРОВ	cbfpc	Действие УРОВ на смежные выключатели
91	Откл. от УРОВ	cbfpp	Действие УРОВ на себя
92	Откл. выкл. ТО	TripIOC	Отключение выключателя токовой отсечкой
93	Пуск защит	startprot	Пуск защит
94	Пуск на откл.	starttrip	Пуск на отключение
95	Отключение выкл.	operprot	Действие на отключение выключателя
96	Запрет АПВ ВЛ от защит	blkARprt	Формирование сигнала «Запрет АПВ»
97	Неиспр. терминала	termfail	Терминал неисправен
98	Контр. выход	ChkElm	Контрольный выход
99	Терминал выведен	termout	Терминал выведен из работы
100	Отключение	trip	Отключение выключателя
101	Неисправность	genfail	Обнаружена неисправность

*Шкаф защиты линии 6-35-110 кВ серии «Бреслер ШЛ 2606.17»  
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.002-06.171 РЭ*

	Обозначение	Переменная	Наименование сигнала
102	Откл. ДЗ 4ст.	TripZM4	Отключение от 4-й ступени ДЗ
103	Напр. пуск 4ст. ДЗ	SDZM4	Направленный пуск 4-й ступени ДЗ
104	Ненапр. пуск 4ст. ДЗ	SNDZM4	Пуск 4-й ступени ДЗ
105	Контроль тока	cbfpi	Контроль тока от реле тока УРОВ
106	Команда на ОТКЛ	BrOpenP	Импульс отключения выключателя от ключа управления или телеуправления
107	Команда на ВКЛ	BrClsP	Импульс включения выключателя от ключа управления или телеуправления
108	Разрешение ВКЛ	clsena	Разрешение включения от модуля контроля напряжений и синхронизма
109	Отказ ШОН	SHONfail	ШОН неисправен
110	Uл=0	deadUl	Напряжение на линии отсутствует
111	Пуск АПВ от УФН	stARUFN	Сигнал пуска АПВ от устройства фиксации несоответствия
112	Неуспешное АПВ шин	ARbfail	Сигнал неуспешного АПВ шин
113	АПВ шин	ARb	Включение выключателя при АПВ шин
114	Запрет АПВ ВЛ	blkARl	Формирование запрета АПВ линии
115	1-й цикл АПВ ВЛ	ARl1cyc	1-й цикл АПВ ВЛ
116	2-й цикл АПВ ВЛ	ARl2cyc	2-й цикл АПВ ВЛ
117	Вкл. от АПВ	clsAR	Включение выключателя при АПВ
118	1-й цикл АПВ	ARl1cyc	Первый цикл АПВ ВЛ или АПВ шин
119	Включение	clsCB	Сигнал включения выключателя
120	Перегрузка	thlTr3	Перегрузка линии электропередачи
121	АРПТ группа 1	thlTr1	Отключение первой группы потребителей
122	АРПТ группа 2	thlTr2	Отключение второй группы потребителей
123	Неисправность ЦУ	cbcfail	Сигнал неисправности цепей управления
124	На расц. ЭМВ и ЭМО1	uncEMCO1	Действие на расцепитель ЭМВ и ЭМО1
125	На расц. ЭМО2	uncEMO2	Действие на расцепитель ЭМВ и ЭМО2
126	Затягивание отключения	OpenDelay	Время отключения больше допустимого
127	Затягивание включ.	ClsDelay	Время включения больше допустимого
128	Неисправность выключателя	cbfail	Обнаружена неисправность выключателя
129	Блокировка включения	blkBrC	Сигнала, запрещающий включение
130	Откл. ДЗ 2-4 ст.	TripZM24	Срабатывание 2-4 ступеней ДЗ
131	Откл. МТЗ	OperMTZ	Срабатывание МТЗ
132	Запрет АПВ шин в защиты	blkARb	Запрет АПВ шин в АУВ других защит
133	АЧР	LShTrip	Импульс выключателя от АЧР
134	Запрет АПВ	blkAR	Запрет АПВ формируется при внешних запретах АПВ или при работе УРОВ
135	ЧАПВ	LShBrC	Включение от логики частотного АПВ
136	Ручное включение	clsKQ	Включение от КУ или от ТУ
137	Отключение с запоминанием	tripleled	Отключение с запоминанием. Сброс происходит по сигн «Съем сигнализации»
138	Неисправность с запоминанием	genfailed	Отключение с запоминанием. Сброс происходит по сигн. «Съем сигнализации»
139	Запрет АПВ на сигнал	blkARled	Сформирован запрет АПВ
161	Срабат. с запоминанием	operled	Срабатывание с запоминанием. Сброс происходит по сигн «Съем сигнализации»

**ПРИЛОЖЕНИЕ В. 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 1639-78										
	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

**ПРИЛОЖЕНИЕ Г. ПЕРЕЧЕНЬ ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ**

Наименование оборудования	Диапазон измеряемых (контролируемых) величин	Класс точности или предел допустимой погрешности	Обозначение НТД
Вольтметр переменного тока	до 150 В	0,5	ГОСТ 8711-78
Вольтметр переменного тока	до 15 В	0,5	ГОСТ 8711-78
Вольтметр постоянного тока	до 250 В	0,5	ГОСТ 8711-78
Амперметр переменного тока	от 2,5 до 5 А	0,5	ГОСТ 8711-78
Трансформатор тока измерительный	от 0,5 до 50 А	0,2	ГОСТ 23624-2001
Прибор комбинированный			ГОСТ 10374-93
Мегомметр на 500 В	10 МОм	1,0	ГОСТ 23706-93
Универсальная пробойная установка	от 0,5 до 1,5 кВ	4 (класс точности вольтметра)	АЭ2.771.001ТУ
Электронный осциллограф	от 0 до 30 В	±10 %	ГОСТ 9829-81
Испытательное устройство релейной защиты			
Штангенциркуль	от 250 до 630 мм	±0,1 мм	ГОСТ 166
Рулетка	до 1000 мм	3	ГОСТ 7502-83
Устройство для испытания изоляции импульсным напряжением	5 кВ	±10 %	Нестандартизованное средство испытаний
Устройство для испытания высокочастотными помехами	от 1 до 2,5 кВ 1 МГц	±10 % ±10 %	Нестандартизованное средство испытаний

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д. ОПЕРАТИВНЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ ШКАФА

В базовой версии шкафа предусматриваются следующие оперативные переключатели. По желанию заказчика часть оперативных переключателей может быть исключена.

Номер переключателя	Название переключателя	Функциональное назначение переключателя
SA1	Оперативное управление выключателем	Формирует команду «Включить»/«Отключить»
SA2	Управление терминалом	Переводит терминал с местного на дистанционное управление, блокирует действие на включение и отключение выключателя от ключа «Оперативное управление выключателем»
SA3	Терминал	Переключатель позволяет перевести терминал в тестовый режим или вывести из работы защиту
SA4	ДЗ	Формирует сигнал «Вывод дистанционной защиты».
SA5	МТЗ	Формирует сигнал «Вывод максимальной токовой защиты».
SA6	УРОВ	Формирует сигнал «Вывод устройства резервирования при отказе выключателя» и запрещает действие терминала во внешние цепи
SA7	Задание группы уставок	Формирует сигналы, которые задают группу уставок
SA8	Действие на ЭМО1/ЭМВ	Запрещает действие от терминала на ЭМО1 и ЭМВ
SA9	Действие на ЭМО2	Запрещает действие от терминала на ЭМО2
SA10	АПВ	Формирует сигналы «Ввод в работу первого цикла АПВ»
SB1	Съём сигнализации	Кнопка, при нажатии которой происходит сброс сигнализации шкафа и светодиодной сигнализации терминала
SB2	Ввод уставок	Кнопка, при нажатии которой происходит ввод соответствующей группы уставок

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е. СОВМЕСТИМОСТЬ С IEC 60870-5-103

### Е.1. Физический уровень

Электрический интерфейс	EIA RS485 32 приемника на одно устройство защиты
Скорость передачи	19200

### Е.2. 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
		ток фазы <i>A</i>
		ток фазы <i>B</i>
		ток фазы <i>C</i>
		напряжение фазы <i>A</i>
		напряжение фазы <i>B</i>
		напряжение фазы <i>C</i>
		активная мощность
		реактивная мощность
		частота
Измерение аналоговых сигналов		
Передача измеренных величин осуществляется через ASDU 9. Максимальное значение MVAL принято равным 2.4 по отношению к измеряемой величине.		

**ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И  
ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ**

**Рис. Ж1. Принципиальная схема шкафа**

**Рис. Ж2. Схема управления выключателем**

**Рис. Ж3. Клеммник шкафа**

**Рис. Ж4. Функциональная схема терминала**

