

Код ОКП 343300

УТВЕРЖДАЮ
Исполнительный директор
ООО «ИЦ «Бреслер»
А.А. Петров
“ ” _____ 20__ г.

**ШКАФ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО–ФАЗНОЙ ЗАЩИТЫ ЛИНИИ
ТИПА “БРЕСЛЕР ШЛ 2704.5Х”**

Руководство по эксплуатации

АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

До изучения настоящего Руководства по эксплуатации изделие не включать!

1	ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ.....	3
1.1	Назначение изделия	3
1.2	Основные технические данные и характеристики устройства	6
1.3	Состав шкафа и конструктивное исполнение	8
1.4	Основные технические данные и характеристики терминала.....	11
1.5	Устройство и работа шкафа	15
1.6	Средства измерения, инструмент и принадлежности	36
1.7	Маркировка и пломбирование	36
1.8	Упаковка.....	37
2	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	37
2.1	Эксплуатационные ограничения	37
2.2	Подготовка изделия к эксплуатации	37
2.3	Работа с терминалом.....	42
2.4	Возможные неисправности и методы их устранения	52
3	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ.....	53
3.1	Рекомендуемый перечень работ при техническом обслуживании шкафа защиты «Бреслер ШЛ 2704.5х».....	53
3.2	Профилактический контроль	55
3.3	Профилактическое восстановление.....	55
3.4	Меры безопасности	55
3.5	Утилизация изделия.....	56
4	ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ	56
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	57
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	61
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	63
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г	73
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д	74
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е	75
	ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	77

ВВЕДЕНИЕ

До изучения настоящего Руководства по эксплуатации изделие не включать!

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) распространяется на устройство дифференциально-фазной защиты линии серии «Бреслер ШЛ 2704.5Х» (именуемое далее «устройство защиты» или «шкаф защиты») и содержит необходимые сведения по эксплуатации и обслуживанию.

Настоящее РЭ разработано в соответствии с требованиями технических условий устройства защиты ТУ 3433-008-13105628-03.

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.

Примечания

1 Устройство защиты представляет собой совокупность микропроцессорного многофункционального терминала защиты, аппаратно-программных средств, комплектуемых согласно проекту для конкретного объекта, аппаратуры высокочастотной связи (ВЧ-связи) и средств связи с ЭВМ, размещаемых в металлоконструкции специализированного профиля - шкафа.

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

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

1.1 Назначение изделия

1.1.1 Состав дифференциально-фазной защиты

Устройство защиты типа «Бреслер ШЛ 2704.5Х» содержит полукомплект дифференциально-фазной высокочастотной защиты линии (ДФЗ) с абсолютной селективностью и предназначено для защиты двухконцевых или многоконцевых линий электропередачи.

Система ДФЗ состоит из нескольких комплектов, устанавливаемых по концам воздушной линии (ВЛ) и, при необходимости, на ответвительных подстанциях. Устройство полукомплекта защиты для одной стороны ВЛ состоит из терминала защиты (релейная часть) и соответствующей аппаратуры ВЧ - связи (высокочастотная часть), обеспечивающей передачу высокочастотных сигналов (ВЧ-сигналов) на другую сторону защищаемой линии (или другие стороны, если это обусловлено условиями обеспечения селективности) по фазным проводам или по проводящим тросам (рис. 1).

В состав релейной части входит микропроцессорный терминал «Бреслер ТЛ 2704.5Х». Высокочастотная часть защиты состоит из приемопередатчика, аппаратуры и канала (линии) связи и соответствующей высоковольтной части. Приемопередатчик обеспечивает автоматический контроль канала связи.

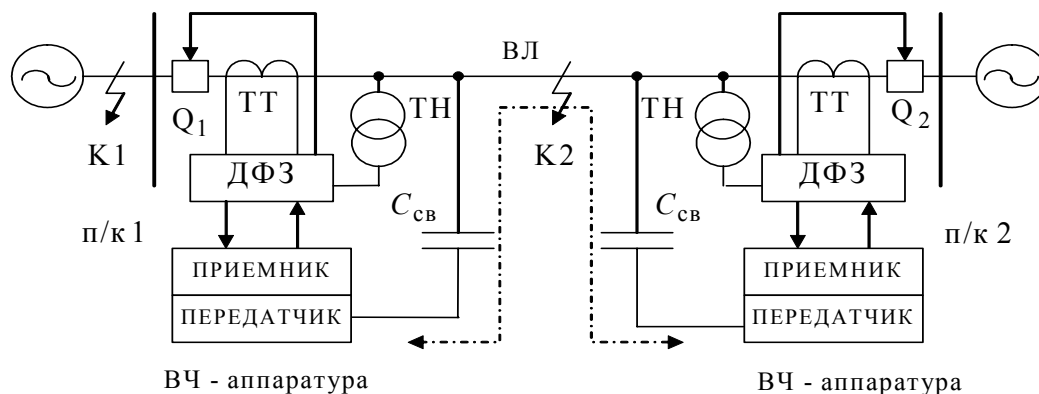


Рисунок 1 – Взаимодействие полукомплектов ДФЗ

*Шкаф дифференциально-фазной защиты линии «Бреслер ШЛ 2704.5Х»
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ*

Устройство предназначено для совместной работы с ВЧ приемопередатчиком типов: ПВЗУ-Е, ПВЗУ-М, ПВЗ-90М, ПВЗ-90М1, АВЗК-80 и др. Установка и монтаж высокочастотной аппаратуры на шкаф должны производиться непосредственно на месте эксплуатации шкафа в соответствии с указаниями 2.2.3 настоящего РЭ.

1.1.2 Функциональное назначение

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

Пример записи обозначения шкафа «Бреслер ШЛ 2704.521» приведен на рис.2 - номинальный переменный ток 1А, номинальное напряжение переменного тока 100 В частоты 50Гц и номинальное напряжение оперативного постоянного тока 220В при наличии в шкафу терминала защиты «Бреслер ТЛ 2704.521» с версией 1 для поставок в Российскую Федерацию с функцией ОАПВ:

«Бреслер ШЛ 2704.521 – 1 220 УХЛ 4, ТУ3433-008-13105628-03»

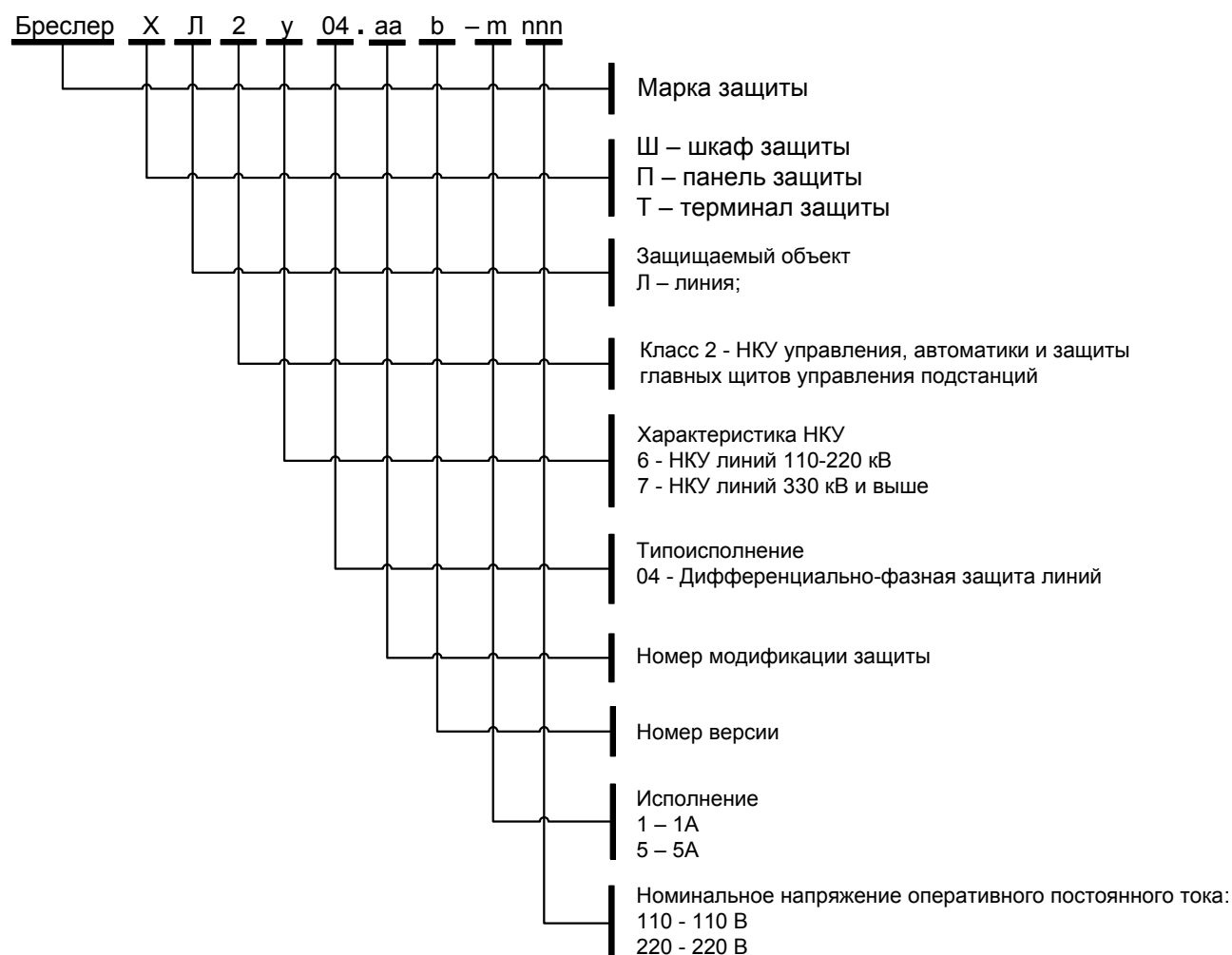


Рисунок 2 – Структура условного обозначения

Базовый вариант устройства защиты, задаваемый резидентным программным обеспечением терминала защиты, определяется классом напряжения ВЛ и типом управления выключателем (пофазное или трехфазное).

- Для ВЛ 220-500 кВ с пофазным управлением выключателем предназначен первый базовый вариант устройства защиты «Бреслер ШЛ 2704.51», который содержит функцию однофазного автоматического повторного включения (ОАПВ). Этот вариант может быть использован на линиях оборудованных как ТАПВ, так и ОАПВ.

В качестве дополнительных (поставляемых по заказу) возможностей могут быть использованы функции:

- определения места повреждения на ВЛ;

- селектора поврежденных фаз и вида повреждения.

Также существует возможность при управлении несколькими выключателями – задание порядка повторного включения поврежденной фазы у разных выключателей.

- Для ВЛ 500 кВ и выше с пофазным управлением выключателем предназначен второй базовый вариант устройства защиты «Бреслер ШЛ 2704.52», который содержит функцию однофазного автоматического повторного включения (ОАПВ) и селектора поврежденных фаз и вида повреждения. Этот вариант может быть использован на линиях оборудованных как ТАПВ, так и ОАПВ.

Дополнительно (поставляемые по заказу) могут быть реализованы следующие функции:

- определения места повреждения на ВЛ;
- измерительного органа выявления успешности включения (ОВУВ);
- измерительного органа контроля погасания дуги подпитки (ОКПД);

а также следующие функциональные возможности:

- при доотключении неповрежденных фаз линии - задание очередности отключения выключателей по концам ВЛ;
- при повторном включении поврежденной фазы – задание очередности включения фазы по концам ВЛ;
- на данном конце ВЛ при управлении несколькими выключателями – задание порядка повторного включения поврежденной фазы у разных выключателей.

Аппаратура ВЧ-связи, 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 изделия

Вид климатического исполнения защиты – УХЛ4 по ГОСТ 15150-69.

Устройство предназначено для работы в следующих условиях (номинальное значение климатических факторов по ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89 для климатического исполнения УХЛ):

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

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

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

1.1.4 Допустимые механические воздействия

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

1.1.5 Изоляция шкафа

Шкаф защиты с двух сторон имеет двери, обеспечивающие двухстороннее обслуживание установленной в нем аппаратуры. Оболочка шкафа имеет степень защиты от прикосновения к токоведущим частям и попадания твердых посторонних тел IP 20 по ГОСТ 14254-96, а клеммники терминала «Бреслер ТЛ 2704.5Х» и переключатели на двери шкафа - IP 00.

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 $U_{ном}$, В	$100/\sqrt{3}$
номинальное напряжение оперативного постоянного тока $U_{пит}$, В	110 или 220
номинальная частота, Гц	50

По согласованию с заказчиком номинальное напряжение оперативного постоянного тока $U_{пит}$ может быть изменено в пределах от 24 до 300В, если это необходимо для реализации конкретного проекта.

Общий вид, габаритные и установочные размеры терминала, а также шкафов различной модификации приведены в ПРИЛОЖЕНИЕ А .

1.2.2 Рабочий диапазон токов и напряжений.

Рабочий диапазон по цепям переменного тока находится в пределах от 0.1 до 30 $I_{ном}$, а по цепям переменного напряжения – от 0 до 1.1 $U_{ном}$. Цепи переменного напряжения выдерживают 2.5 $U_{ном}$ в течение 10с.

Элементы устройства, в нормальном режиме обтекаемые током, 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 обесточенном состоянии при температуре окружающего воздуха 20°C и относительной влажности 80% не менее 10 МОм.

Примечание - Характеристики и параметры устройства защиты, приводимые в тексте без особых оговорок, соответствуют температуре окружающего воздуха (20 ± 5)°С, 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 испытательное напряжение не превышает 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 до 1,2 $U_{ном}$. Допускается наличие синусоидальной составляющей с амплитудой до 6 % от среднего значения, имеющей частоту второй гармоники промышленной частоты.

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

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

1.2.4.4 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.

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.

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.

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.

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.

1.2.5.6 Шкаф устойчив к воздействию импульсного магнитного поля 300 А/м по ГОСТ 29280-92 при степени жесткости испытаний 4.

1.2.6 Характеристики дискретных входов устройства

1.2.6.1 Величина импульса тока при подаче напряжения 220 В составляет 40-50 мА в течение 200 мс.

1.2.6.2 Порог срабатывания дискретных входов находится в пределах от 0.65 до 0.75 от $U_{пит}$.

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 соответственно 48/110/220/250 В.

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 5 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 100 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 Входные цепи переменного тока защиты выдерживают без повреждения сорокакрат-

ный номинальный ток в течение 1 с.

1.2.8.3 Термическая стойкость цепей напряжения устройства защиты, подключаемых к обмоткам “разомкнутого треугольника” трансформатора напряжения, обеспечивается при напряжении до 180 В в течение 6 с.

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 $I_{ном} = 1A$	0.2
при $I_{ном} = 5A$	0.5
3) по цепям напряжения оперативного постоянного тока, Вт:	
терминала	20
4) Лампа внутреннего освещения шкафа (~220В), Вт	20

1.2.10 Надежность

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

1.2.10.2 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 Средний гарантийный срок сохранности 2 года.

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

1.2.10.6 В соответствии с ГОСТ Р 51321.1-2000 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.

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

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

1.2.10.9 Сведения о содержании цветных металлов в шкафу приведены в ПРИЛОЖЕНИЕ Г .

1.3 Состав шкафа и конструктивное исполнение

1.3.1 Конструктивное исполнение шкафа

1.3.1.1 Шкаф представляет собой металлоконструкцию из специализированного профиля, изготавливаемую для реализации конкретного проекта. Конструктивное исполнение согласовывается с заказчиком на этапе подготовки проекта.

Примечание - Для реализации конкретного проекта допускаются изменения в конструкции шкафа, если они не приводят к ухудшению характеристик шкафа и удовлетворяют требованиям ТУ 3433-008-13105628-03.

1.3.1.2 Для двухстороннего обслуживания шкаф имеет переднюю и заднюю двери. Внутри шкафа на внутренней плите установлены терминал защиты типа «Бреслер ТЛ 2704.5Х» и ВЧ-приемопередатчик.

Состав и количество сигнальной и коммутационной аппаратуры определяется конкретным заказом.

Общий вид шкафа, расположение аппаратов на передней плите и на передней двери для шкафов различной модификации приведены на рис. А.2, и рис. А.3. Возможны иные модификации общего вида шкафа, которые оговариваются при заказе.

*Шкаф дифференциально–фазной защиты линии “Бреслер ШЛ 2704.5Х”
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ*

На передней двери шкафа предусмотрено прозрачное окно для контроля светодиодной сигнализации терминала и приемопередатчика.

На внутренней плите шкафа расположены испытательные блоки, через которые подключаются входные аналоговые цепи шкафа от трансформаторов тока и напряжения.

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

В нижней части шкафа на плите установлены два помехоподавляющих фильтра в цепях напряжения питания оперативного постоянного тока «±ЕС». Один фильтр предназначен для питания терминала, другой – ВЧ приемопередатчика.

С обратной стороны шкафа расположены ряды наборных зажимов для подключения устройств шкафа к внешним цепям:

- левая сторона зажимов – клеммы 01Х1...01Х87, 00Х1...00Х5;
- правая сторона зажимов – клеммы 01Х88...01Х208.

На внутренней плите шкафа установлена светодиодная лампа сигнализации НЛ1 «Вызов».

Оперативные переключатели и кнопки могут быть установлены как на передней двери, так и на внутренней плите шкафа. Их назначение и описание приведены в ПРИЛОЖЕНИЕ Е .

1.3.1.3 Монтаж аппаратов шкафа между собой выполнен медными соединительными проводами на внутренней стороне шкафа. Номинальное сечение проводов не менее 2.5 мм² для токовых и силовых цепей, не менее 1.0 мм² - для остальных цепей.

1.3.1.4 Присоединение шкафа к внешним цепям осуществляется при помощи клемм с пружинным зажимом, предназначенных для присоединения одного или двух медных проводников сечением до 4 мм² включительно.

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

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

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

1.3.1.8 По типу защищаемого объекта (п.1.1.2 настоящего РЭ) возможно два варианта исполнения шкафа: для ВЛ 220-500 и для ВЛ 500.

*Шкаф дифференциально-фазной защиты линии “Бреслер ШЛ 2704.5X”
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5X РЭ*

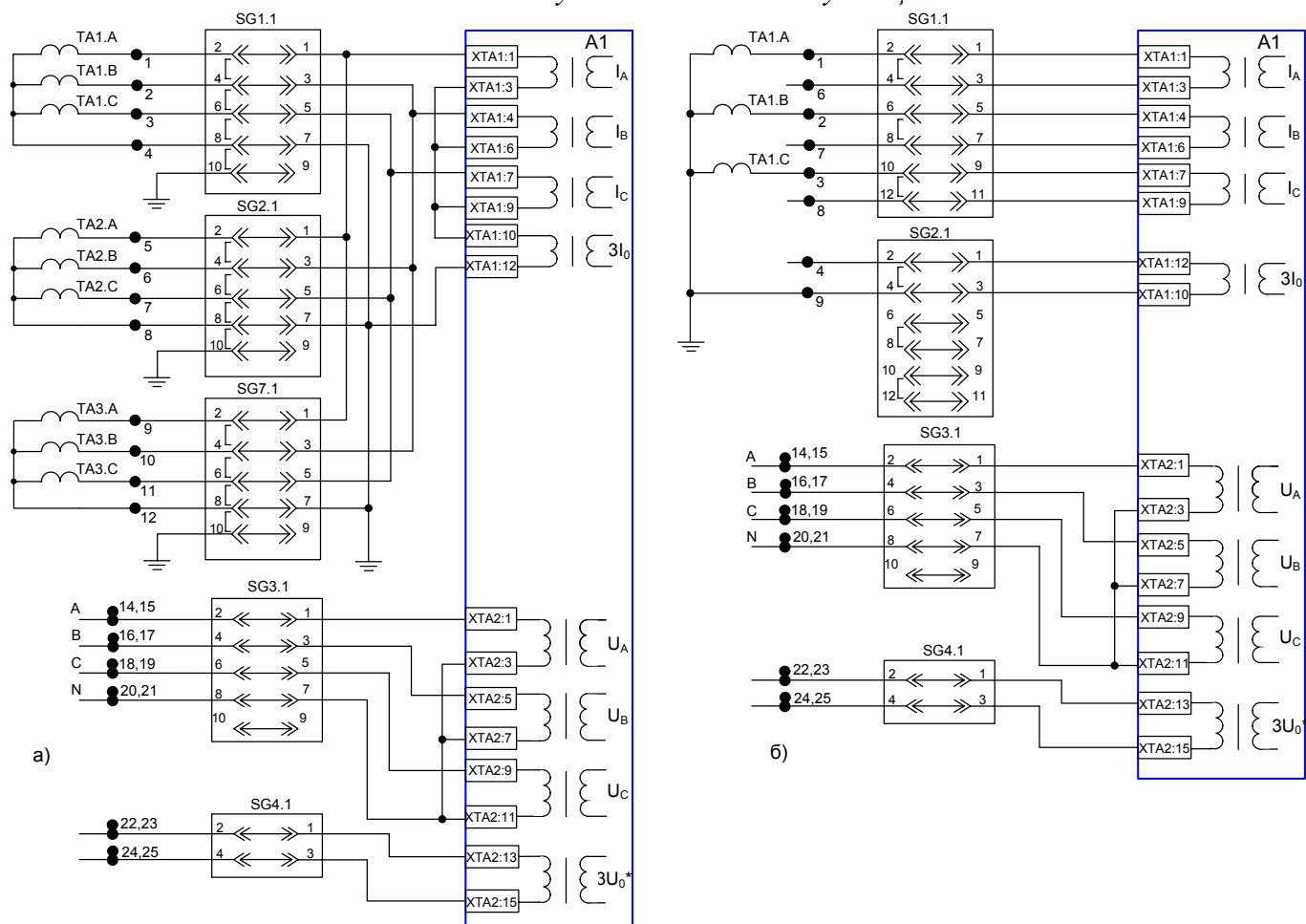


Рисунок 3 – Варианты исполнения измерительных цепей шкафа.

а – конечный, б – проходной.

1.3.2 Схемы шкафа

1.3.2.1 Вариант принципиальной схемы шкафа для конкретного проекта представлен на принципиальной схеме шкафа «Бреслер ШЛ 2704.522» АИПБ.656467.001-04.522 ЭПС.

1.3.2.2 Для подключения устройств шкафа к внешним цепям предусмотрены правый и левый ряды зажимов. Электрические схемы соединений зависят от реализации конкретного проекта. В таблице соединения рядов зажимов шкафа «Бреслер ШЛ 2704.522» АИПБ.656467.001-04.522 ЭСК представлен вариант исполнения зажимов.

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

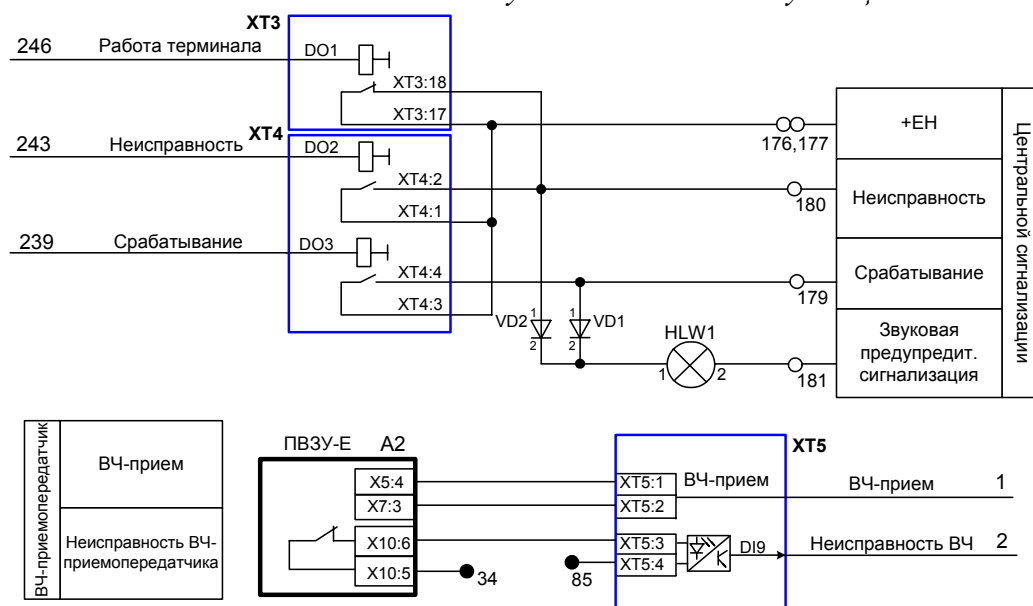


Рисунок 4 – Типовая схема цепей сигнализации шкафа «Бреслер ШЛ 2704.5Х»

1.4 Основные технические данные и характеристики терминала

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

1.4.1 Назначение и конструктив терминала

1.4.1.1 Терминал предназначен для реализации 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 позволяет:

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

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

1.4.1.2 Конструктивно устройство представляет собой металлический корпус с задней крышкой и лицевой панелью. В состав устройства входят следующие модули (рисунок 5):

- 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 разъем порта последовательной связи устройства с персональным компьютером.

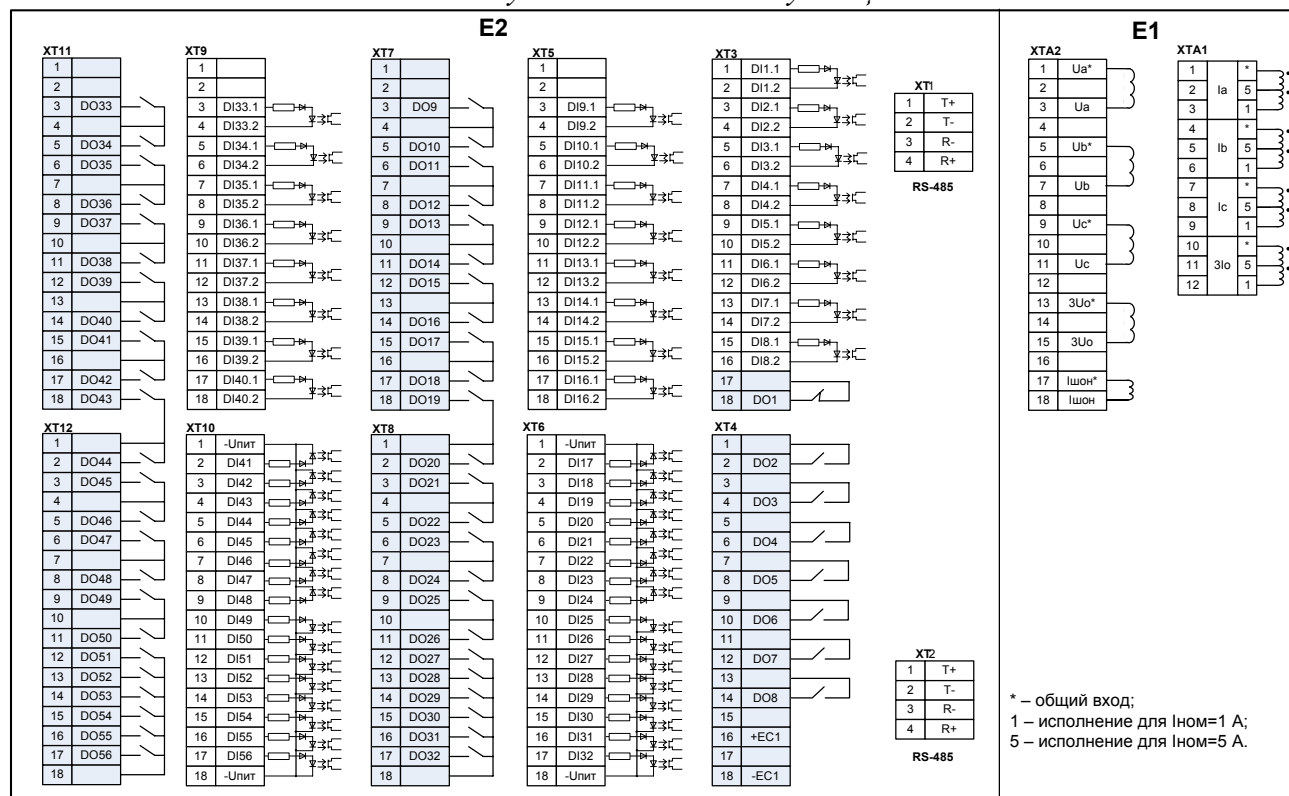


Рисунок 5 – Блоки терминала «Бреслер ТЛ 2704.5X»

1.4.1.3 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 1А и 5А.

1.4.1.4 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.

1.4.1.5 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. Реле DO1 используется для выдачи 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.

1.4.1.6 Каждая из плат дискретных входов, основная и дополнительная, обеспечивает ввод в терминал 24 дискретных сигналов. Дискретные входы основного блока выведены на разъемы ХТ5 и ХТ6, а дополнительного – на ХТ9 и ХТ10. Номинальный уровень «1» дискретного входа +220 В. Гарантированный уровень «0» составляет 143 В. Начальный ток дискретного входа, при подаче уровня «1», составляет 50 мА, через время примерно 200 мс ток уменьшается до величины порядка 2 мА.

1.4.1.7 Каждая из плат выходов, основная и дополнительная, имеет 24 выходных реле. Выходные реле основного блока выведены на разъемы ХТ7 и ХТ8, а дополнительного – на ХТ11 и ХТ12. Собственные времена срабатывания/возврата выходных реле составляют 7/6 мс.

Нагрузочная способность контактов выходных цепей до 8 А 250 В постоянного тока.

Имеется токовый контроль исправности катушек выходных реле.

1.4.2 Светодиодная индикация.

На лицевой панели терминала (рис. 6) 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 защи-

ты, их состояние фиксируется в энергонезависимых ячейках памяти и сохраняется при исчезновении питания терминала.

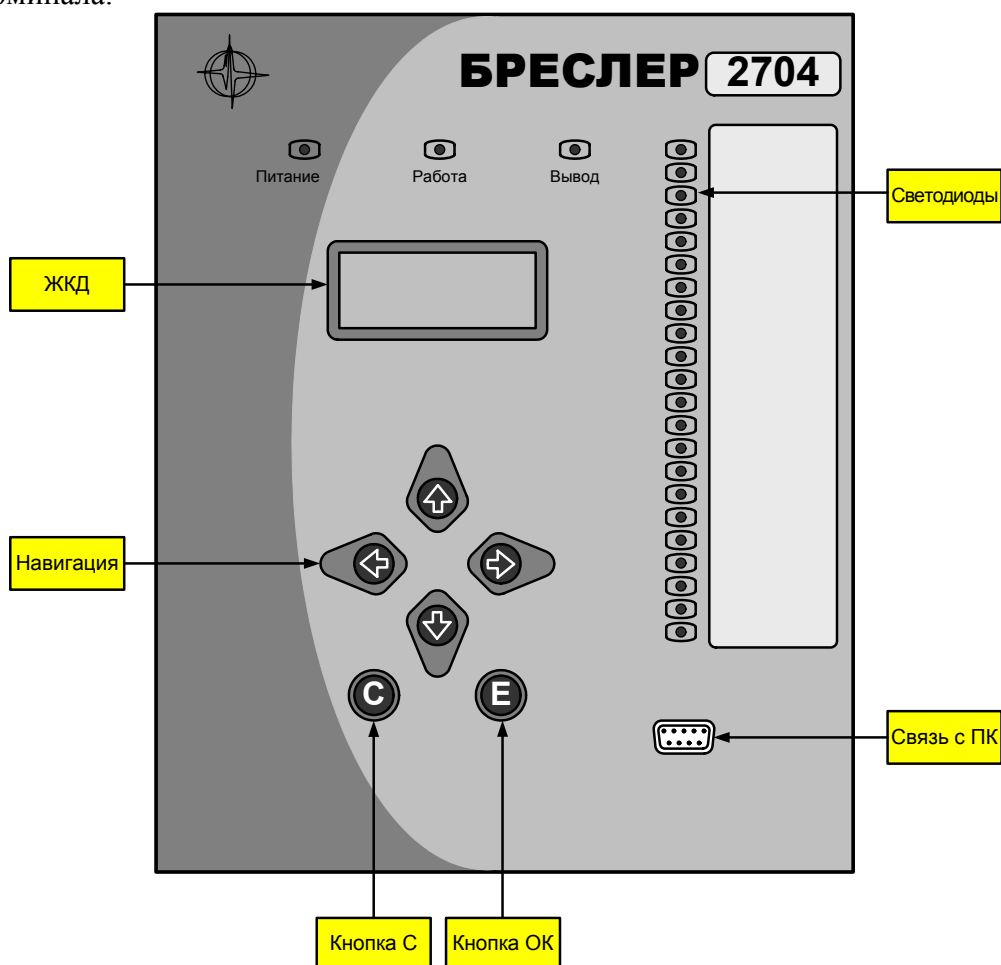


Рисунок 6 – Расположение элементов на лицевой панели терминала

1.4.2.1 Назначение светодиодов блока индикации представлено в таблице 1.

Таблица 1

№	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	«Неисправ.»
2.	Пуск ДФЗ (пуск ВЧ передатчика)	«Пуск ДФЗ»
3.	Пуск на отключение	«Пуск откл.»
4.	Срабатывание реле сопротивления ДФЗ	«Сраб. РС»
5.	Блокировка при неисправностях цепей напряжения	«БНН»
6.	Срабатывание ДФЗ	«Сраб. ДФЗ»
7.	Останов ВЧ	«Останов ВЧ»
8.	Фиксация пуска АПВ	«ФП АПВ»
9.	Фиксация цикла однофазного АПВ	«ФЦО»
10.	Отключение фазы А	«Откл. А»
11.	Отключение фазы В	«Откл. В»
12.	Отключение фазы С	«Откл. С»
13.	Орган контроля погасания дуги подпитки на включение	«ОКПД-В»
14.	Фиксация команды включения	«ФКВ»

15.	Включение 1В	«Вкл. 1В»
16.	Включение 2В	«Вкл. 2В»
17.	Фиксация неуспешного включения	«ФНВ»
18.	Фиксация устойчивого короткого замыкания	«ФУКЗ»
19.	Срабатывание избирателя поврежденных фаз (ИПФ) при К(1)	«К(1) ИПФ»
20.	Срабатывание избирателя поврежденных фаз при К(2), К(1.1)	«К(2) ИПФ»
21.	Срабатывание избирателя поврежденных фаз при К(3)	«К(3) ИПФ»
22.	Пуск осциллографа	«Пуск осц.»

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

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

1.4.3 Интерфейс связи

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

1.4.3.2 На задней панели терминала находятся два порта ХТ1 и ХТ2, имеющие гальваническую оптронную развязку, предназначенные для подключения к системе мониторинга подстанции. Технические данные портов:

Тип	RS-485
Разъем	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 ПРИЛОЖЕНИЕ Ж - «Совместимость с IEC 60870-5-103» приведена справочная информация о реализации протокола.

1.4.3.3 Система непрерывной проверки функционирования терминала реализована с помощью сторожевых таймеров и механизма контроля контрольных сумм. Нарушение функционирования терминала приводит к попыткам его восстановления путем перезапуска программы терминала.

При любом перезапуске терминала выполняется самодиагностика, в процессе которой проверяются внутренние узлы блока процессора и возможность общения с блоками входов и выходов.

Для блоков выходов дополнительно имеется токовый контроль исправности цепи обмотки выходных реле. Контроль выполняется только по вызову оператора через интерфейс терминала с целью снижения времени перезагрузки процессора и вероятности ложного срабатывания.

1.4.3.4 Синхронизация часов реального времени терминалов предусмотрена через каналы АСУ. Для синхронизации внутреннего таймера реального времени терминала с помощью систем АСУ необходимо подключиться к терминалу через один из задних портов связи RS485. Установить связь с терминалом и запустить в ПО АСУ функцию синхронизации времени.

В программе bSCADA данная функция называется "Синхронизация времени" при этом в терминале устанавливается полная дата и время. Так же контролируется точность синхронизации и задержка в канале связи.

Данная функция может быть включена в режиме периодической синхронизации. В этом случае периодически синхронизируется внутренний таймер терминала с таймером АСУ. При этом достигается высокая точность отсчета времени терминалом защиты.

1.5 Устройство и работа шкафа

1.5.1 Принцип действия защиты.

1.5.1.1 Защита участка линии электропередачи состоит из двух полукомплектов, включающих в себя микропроцессорные терминалы релейной части защиты, приемопередатчик и соответствующее высокочастотное оборудование, расположенные по концам линии (рис.1). Каждый полукомплект защиты функционально состоит из дифференциально-фазной защиты (ДФЗ), однофазного автоматического повторного включения (ОАПВ) и функции выбора поврежденных фаз и вида повреждения – фазового селектора (ФС). Если ДФЗ по принципу действия должна состоять из двух полукомплектов, то ОАПВ и ФС работают самостоятельно на каждом конце линии.

Реализация в одном устройстве функций ДФЗ, ИПФ и ОАПВ оказывается высокоэффективным решением, так как абсолютная селективность ДФЗ по длине линии сочетается с высокой (с вероятностью, близкой к 1) селективностью выбора поврежденных фаз и вида повреждения, что является основой построения ОАПВ. К тому же это сочетание в отличие от традиционных алгоритмов ОАПВ с дистанционными избирателями, имеющими ограниченную длину покрытия линии, всегда контролирует весь защищаемый объект полностью и снижает требования к расчету уставок ИПФ, позволяя выполнять только их отстройку от небалансов максимального режима.

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

1.5.2 Принцип действия блока обработки аналоговой информации

1.5.2.1 В защите используется блок обработки аналоговой информации с 16-разрядным АЦП. Получение ортогональных составляющих измеренных величин осуществляется фильтром ортогональных составляющих (ФОС) на базе стандартного однопериодного фильтра Фурье. Фильтры симметричных составляющих (ФСС) реализованы по классической формуле с использованием выходов ФОС:

$$\underline{F}_1 = \frac{1}{3}(\underline{F}_A + \underline{aF}_B + \underline{a^2F}_C), \quad \underline{F}_2 = \frac{1}{3}(\underline{F}_A + \underline{a^2F}_B + \underline{aF}_C), \quad \underline{F}_0 = \frac{1}{3}(\underline{F}_A + \underline{F}_B + \underline{F}_C),$$

где $\underline{a} = e^{j\frac{2\pi}{3}}$ - оператор поворота.

1.5.2.2 Для компенсации емкостных токов для длинных линий (более 200км) СВН в защите предусмотрен орган компенсации не только в органе манипуляции, но и во всех токовых ИО. Емкостной ток, подлежащий компенсации в защите, вычисляется по формулам:

$$I_{1C} = U_1 * jB_{1C} * K_{\text{комп}}; \quad I_{2C} = U_2 * jB_{1C} * K_{\text{комп}}; \quad I_{0C} = U_0 * jB_{0C} * K_{\text{комп}},$$

где $\underline{U}_1, \underline{U}_2, \underline{U}_0$ - вычисленные напряжения последовательностей в текущем режиме;

jB_{1C}, jB_{0C} - величины емкостной проводимости линии прямой и нулевой последовательностей;

$K_{\text{комп}}$ - степень компенсации емкостного тока линии;

$\underline{I}_{1C}, \underline{I}_{2C}, \underline{I}_{0C}$ - величины емкостной составляющей тока линии разных последовательностей.

Симметричные составляющие токов с учетом компенсации емкостного тока, используемые в защите, равны

$$I_{1\text{защ}} = I_{1\text{изм}} - I_{1C}; \quad I_{2\text{защ}} = I_{2\text{изм}} - I_{2C}; \quad I_{0\text{защ}} = I_{0\text{изм}} - I_{0C}.$$

Степень компенсации емкостного тока $K_{\text{комп}}$ в зависимости от режима регулируется автоматически и равна $K_{\text{комп}}=1$ при одностороннем включении линии (ОЛ или ТАПВ), $K_{\text{комп}}=0$ при срабатывании БНН. В остальных режимах $K_{\text{комп}}=0.5$ (рекомендуемая величина).

1.5.2.3 Средняя основная погрешность органа компенсации не превышает по абсолютному значению и углу $\pm 5\%$ от расчетной величины $I_{1\text{ защиты}}$, $I_{2\text{ защиты}}$, $I_{0\text{ защиты}}$.

1.5.3 Принцип действия ДФЗ.

Принцип основан на сравнении фаз токов по концам линии, получаемых от комбинированных фильтров токов $I_i = I_1 + k_2 I_2 + k_0 I_0$,

где:

I_1 - вектор тока прямой последовательности;

I_2 - вектор тока обратной последовательности;

I_0 - вектор тока нулевой последовательности;

I_M - вектор тока манипуляции;

k - коэффициент манипуляции.

Фаза тока манипуляции с выхода комбинированного фильтра соответствует фазе тока повреждения данного конца и посредством токов высокой частоты передается на другой конец линии.

Орган манипуляции управляет высокочастотным (ВЧ) передатчиком, который в свою очередь генерирует токи высокой частоты пакетами, длительность которых равна приблизительно интервалам перехода мгновенного тока манипуляции через ноль. Вследствие этого, при внешних КЗ (вне зоны защиты) ВЧ передатчики работают неодновременно и генерируемые ими ВЧ пакеты сдвинуты на полпериода (рис. 7, а), а ВЧ канале (провода фаз линии или проводящие тросы) имеется практически сплошной сигнал, блокирующий защиту (рис. 7, б). Наоборот, при повреждении на защищаемой линии ВЧ передатчики работают одновременно, посылаемые ими ВЧ пакеты совпадают примерно по фазе, а ВЧ канале образуются паузы, длительностью до полупериода промышленной частоты.

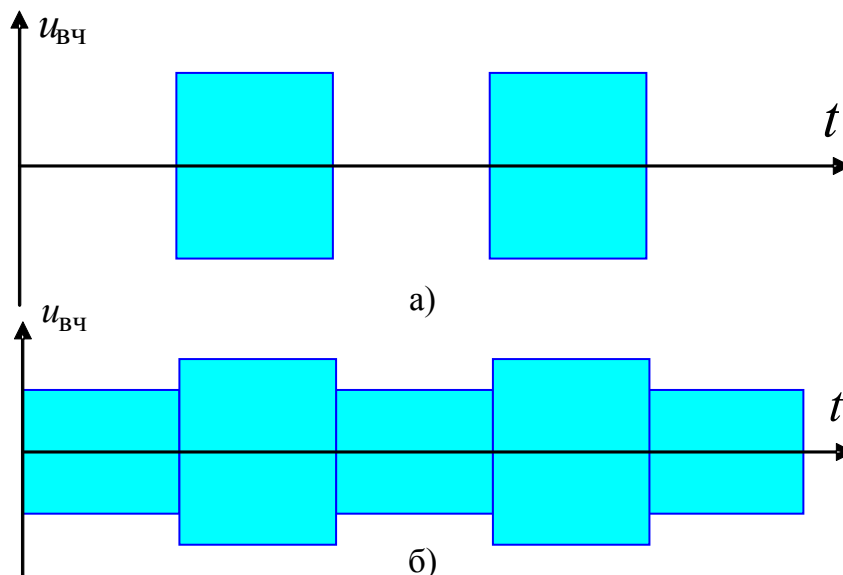


Рисунок 7 – Вид ВЧ – сигнала в канале связи:

а) при замыкании на защищаемой линии; б) при внешних замыканиях

Выявление повреждения в зоне защиты или за ее пределами осуществляет орган сравнения фаз (ОСФ), который по длительности пауз между ВЧ пакетами, соответствующие углу сдвигу фаз токов манипуляции I_M по концам линии, принимает решение о возможном отключении линии.

При КЗ в зоне защиты этот угол равен или близок нулю, а при внешних КЗ – соответственно приближается к 180°, т.е. полупериоду промышленной частоты.

В нормальном режиме работы линии электропередачи пусковые и отключающие измерительные органы полуккомплектов защит, установленных по концам линии электропередачи, отстраиваются от нагрузочных режимов и находятся в несработанном состоянии. На входах ВЧ приемопередатчика нет управляющих сигналов от защиты. Периодически устройство автоконтроля ВЧ приемопередатчика запускает проверку ВЧ канала.

1.5.4 Принцип действия ОАПВ.

По принципу действия ОАПВ выполняет функции отключения одной или трех фаз, повторное включение отключавшейся фазы, а также формирует ряд сигналов на другие защиты и устройства подстанции. Работа ОАПВ в значительной мере определяется положением оперативных переключателей и внутренних накладок.

1.5.5 Принципиальная схема защиты.

Принципиальная схема защиты включает в себя:

- а) пусковые токовые измерительные органы (ИО), подразделяющиеся на:
 - пусковые, запускающие ВЧ - передатчик (табл. 2, а);
 - отключающие, подготавливающие цепи отключения выключателя (табл. 2, б);
- б) орган манипуляции;
- в) орган сравнения фаз;
- г) блокировка при неисправности цепей напряжения (БНН);
- д) органы ОАПВ (табл. 2, в);
- е) органы избирателя повреждённых фаз и вида повреждения (ИПФ) (табл. 2, г).

Таблица 2, а

1	ИО тока прямой последовательности (I_1)
2	ИО аварийной составляющей тока прямой последовательности ($I_{1ав}$)
3	Реле тока нулевой последовательности (I_0)
4	Реле тока обратной последовательности (I_2)
5	Реле аварийной составляющей тока обратной последовательности ($I_{2ав}$)
6	Комбинированное реле тока (I_2+I_0)
7	Реле разности фазных токов (I_Δ)
8	Реле аварийной составляющей разности фазных токов ($I_{\Delta,ав}$)
9	ИО напряжения обратной последовательности (U_2)

Таблица 2, б

1	Реле тока прямой последовательности (I_1)
2	Реле аварийной составляющей тока прямой последовательности ($I_{1ав}$)
3	Реле тока нулевой последовательности (I_0)
4	Реле тока обратной последовательности (I_2)
5	Реле аварийной составляющей тока обратной последовательности ($I_{2ав}$)
6	Комбинированное реле тока (I_2+I_0)
7	Реле разности фазных токов (I_Δ)
8	Реле аварийной составляющей разности фазных токов ($I_{\Delta,ав}$)
9	Реле минимального сопротивления Z_{min}
10	ИО напряжения обратной последовательности (U_2)

Таблица 2, в

1	Комбинированный ИО приращения вектора тока Δ (I_2+I_0)
2	Комбинированное реле тока (I_2+I_0) для пуска ОАПВ
3	Орган выявления успешности включения (ОВУВ)
4	Орган контроля дуги подпитки (ОКПД)
5	Фазное реле сопротивления с компенсацией тока нулевой последовательности

1	ИПФ. Отключение одной фазы при К(1)
2	ИПФ. Отключение одной фазы при К(2)
3	ИПФ. Отключение трех фаз при К(2), К(1.1), К(3)

1.5.6 Перечень и принцип действия пусковых ИО ДФЗ

Таблица 3 – Алгоритм работы пусковых ИО

№	Наименование органа	Обозн	Алгоритм действия
1	ИО тока прямой последовательности	I_1	$\text{mod}(\underline{I}_1(k)) \geq I_{уст}$
2	ИО тока обратной последовательности	I_2	$\text{mod}(\underline{I}_2(k)) \geq I_{уст}$
3	ИО тока нулевой последовательности	I_0	$\text{mod}(\underline{I}_0(k)) \geq I_{уст}$
4	Комбинированный ИО тока	I_2+I_0	$\left[\text{mod}(\underline{I}_2(k)) + \text{mod}(\underline{I}_0(k)) \right] \geq I_{уст}$
5	ИО разности фазных токов	$I_{\Delta L}, I_{dL}$	$\max \left[\begin{array}{l} \text{mod}(\underline{I}_{Аизм}(k) - \underline{I}_{Визм}(k)), \\ \text{mod}(\underline{I}_{Визм}(k) - \underline{I}_{Сизм}(k)), \\ \text{mod}(\underline{I}_{Сизм}(k) - \underline{I}_{Аизм}(k)), \end{array} \right] \geq I_{уст}$
6	ИО приращения вектора тока прямой последовательности	$\Delta I_1, DI_1$	$\text{mod}(\underline{I}_1(k) - \underline{I}'_1(k)) \geq I_{уст}$
7	ИО приращения вектора тока обратной последовательности	$\Delta I_2, DI_2$	$\text{mod}(\underline{I}_2(k) - \underline{I}'_2(k)) \geq I_{уст}$
8	ИО приращения вектора разности фазных токов	$\Delta I_{\Delta L}, DI_{dL}$	$\text{mod}(\underline{I}_{\Delta L}(k) - \underline{I}'_{\Delta L}(k)) \geq I_{уст}$
9	ИО напряжения обратной последовательности	U_2	$\text{mod} \left(\underline{U}_2(k) - \underline{I}_2(k) \cdot \left(\frac{Z_{Л2}}{2} \right) \right) \geq U_{уст}$

Пояснения к таблице 3:

- параметр k обозначает текущее время (текущую выборку);
- $\underline{I}'_1(k), \underline{I}'_2(k), \underline{I}'_{\Delta L}(k)$ - предсказанные фильтром аварийных составляющих значения токов

прямой и обратной последовательностей и разностного тока;

- $Z_{Л2}$ - комплексное сопротивление обратной последовательности линии;
- mod - модуль комплексного числа.

1.5.6.1 Первые три ИО (см. таблицу 3) - **ИО тока прямой, обратной и нулевой последовательностей** - по принципу действия являются ИО максимального тока. В дифференциально-фазной защите основным пусковым ИО является ИО тока обратной последовательности. Если в защите ток манипуляции формируется только составляющими тока прямой и обратной последовательности, то при достаточной чувствительности ИО, реагирующего на ток I_2 , применение пусковых ИО тока нулевой последовательности нецелесообразно.

ИО тока прямой последовательности может быть использован для пуска защиты при симметричных замыканиях с учетом отстройки от максимального тока нагрузки. Так как условия отстройки на магистральных линиях практически не выполнимы, действие данного ИО всегда подконтрольно ИО тока, реагирующему на приращения вектора тока прямой последовательности.

1.5.6.2 В **комбинированном ИО тока I_2+I_0** с уставкой сравнивается суммарное значение модулей комплексных токов обратной и нулевой последовательностей. Такое алгоритмическое решение возможно, так как вектора суммируемых токов в месте замыкания синфазны при всех несимметричных видах повреждений. Назначение ИО I_2+I_0 - повышение чувствительности защиты при ее установке на линиях с маломощными системами «за спиной» и/или при авариях через большие переходные сопротивления на землю R_f . Расчетное значение R_f , при котором сохраняется чувствительность рассматриваемого ИО защиты, составляет 70 Ом.

1.5.6.3 В ИО **максимального из разности фазных токов** происходит выбор максимального значения из трех комбинаций разностей фазных токов и сравнение с заданной уставкой. Достоинством алгоритма данного ИО является отсутствие в нем тока нулевой последовательности. Такой ИО может оказаться полезным на линиях, у которых измеренные токи обратной и нулевой последовательности при авариях сильно различаются по фазе, а в токе предшествующего режима из-за несимметрии велика доля обратной последовательности.

1.5.6.4 По принципу действия ИО, реагирующие на приращения (пп.№6-8, табл. 3) **вектора тока** (аварийную составляющую), являются также ИО максимального тока. Для получения приращения вектора синусоидальной величины $\Delta \underline{F} = \underline{F}_{ав}$ в защите реализованы специальные фильтры, которые получили название **фильтров аварийных составляющих** (ФАС) (патент № 5058747 разработчиков защиты): $\Delta \underline{F}(k) = \underline{F}_{ав}(k) = \underline{F}(k) - \underline{F}'(k)$. Экстраполированная величина $\underline{F}'(k)$ выде-

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

ляется с помощью нерекурсивного фильтра

В защите реализован нерекурсивный фильтр третьего порядка

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

где $\underline{F}(i)$ - значение входного сигнала фильтра в i -момент времени, k - текущий момент времени, T - число отсчетов $\underline{F}(i)$ на периоде промышленной частоты.

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

1.5.6.5 ИО **приращения вектора тока прямой, обратной последовательностей и вектора максимальной разности фазных токов** реагируют как на повышение, так и понижение величины тока в линии, происходящие, например, при отключении линии. Поэтому действие ИО ΔI_1 , ΔI_2 , $\Delta I_{\Delta L}$, реагирующих на приращение, контролируется соответствующими ИО максимального тока I_1 , I_2 и I_2+I_0 , $I_{\Delta L}$. Традиционно в дифференциально-фазной защите используется ИО по приращению тока обратной последовательности, который включается в работу с помощью специальной накладки. В рассматриваемой защите программируемый переключатель Н1 вводит в работу «ИО приращения вектора тока обратной последовательности» вместо измерительных органов, реагирующих на величину тока обратной последовательности I_2 («ИО тока обратной последовательности» и на величину комбинированного тока I_2+I_0 («Комбинированный ИО тока»). Такая замена может оказаться полезной на линиях, имеющих значительную несимметрию в предаварийном режиме (на линиях с тяговой нагрузкой) или величину небаланса по току обратной последовательности в максимальном нагрузочном режиме.

1.5.6.6 На длинных линиях с малыми токами замыкания на землю пуск ВЧ передатчика может осуществляться от ИО, реагирующего на **напряжение обратной последовательности**

$$\underline{U}_{2p} = \text{mod}(\underline{U}_2(k) - \underline{I}_2(k) \cdot \underline{Z}_{2к}) \geq U_{уст},$$

где \underline{U}_2 , \underline{I}_2 - рассчитанные напряжение и ток обратной последовательности в месте установки защиты; $\underline{Z}_{2к} = \frac{\underline{Z}_{л2}}{2}$ - сопротивление компенсации обратной последовательности. Сопротивление компенсации $\underline{Z}_{2к}$ выбирается таким образом, чтобы при коротких замыканиях вне защищаемой линии напряжение \underline{U}_{2p} на обоих ее концах равнялось напряжению в середине линии, тем самым в полуконтактах защиты обеспечивается равенство напряжений \underline{U}_{2p} , несмотря на разницу в напряжениях обратной последовательности линии \underline{U}_2 в местах установки защиты.

1.5.7 Отключающие ИО ДФЗ

В комплект **отключающих ИО ДФЗ** по сравнению с аналогичным перечнем пусковых ИО ДФЗ добавлено всего три ИО: «Реле минимального сопротивления», «ИО тока прямой последова-

тельности для контроля реле сопротивления» и «Комбинированный ИО приращения модуля вектора тока обратной и нулевой последовательностей». Принцип действия пусковых и отключающих токовых ИО одинаков. Отличия этих двух групп заключается только в уровне уставок, при которых они срабатывают. Перечень отключающих ИО ДФЗ с математическим описанием их алгоритмов приведен в таблице 4.

Таблица 4

№	Наименование органа	Обоз.	Алгоритм действия
1	ИО тока прямой последовательности	I_1	$\text{mod}(\underline{I}_1(k)) \geq I_{уст}$
2	ИО тока обратной последовательности	I_2	$\text{mod}(\underline{I}_2(k)) \geq I_{уст}$
3	ИО тока нулевой последовательности	I_0	$\text{mod}(\underline{I}_0(k)) \geq I_{уст}$
4	Комбинированный ИО тока	I_2+I_0	$\left[\text{mod}(\underline{I}_2(k)) + \text{mod}(\underline{I}_0(k)) \right] \geq I_{уст}$
5	ИО разности фазных токов	$I_{\Delta L}, I_{dL}$	$\max \left[\begin{array}{l} \text{mod}(\underline{I}_{\text{Аизм}}(k) - \underline{I}_{\text{Визм}}(k)), \\ \text{mod}(\underline{I}_{\text{Визм}}(k) - \underline{I}_{\text{Сизм}}(k)), \\ \text{mod}(\underline{I}_{\text{Сизм}}(k) - \underline{I}_{\text{Аизм}}(k)), \end{array} \right] \geq I_{уст}$
6	ИО приращения вектора тока прямой последовательности	$\Delta I_1, DI_1$	$\text{mod}(\underline{I}_1(k) - \underline{I}'_1(k)) \geq I_{уст}$
7	ИО приращения вектора тока обратной последовательности	$\Delta I_2, DI_2$	$\text{mod}(\underline{I}_2(k) - \underline{I}'_2(k)) \geq I_{уст}$
8	ИО приращения вектора разности фазных токов	$\Delta I_{\Delta L}, DI_{dL}$	$\text{mod}(\underline{I}_{\Delta L}(k) - \underline{I}'_{\Delta L}(k)) \geq I_{уст}$
9	ИО напряжения обратной последовательности	U_2	$\text{mod} \left(\underline{U}_2(k) - \underline{I}_2(k) \cdot \left(\frac{Z_{\Pi 2}}{2} \right) \right) \geq U_{уст}$
10	Реле минимального сопротивления	Z_{\min}	$Z_{\min} = \frac{(\underline{U}_A - \underline{U}_B)}{(\underline{I}_A - \underline{I}_B)} \leq Z_{уст}$
11	ИО тока прямой последовательности для контроля реле сопротивления	$I_1\text{-PC}$	$\text{mod}(\underline{I}_{1PC}(k)) \geq I_{уст}$
12	Комбинированный ИО приращения модуля вектора тока обратной и нулевой последовательностей	$\Delta(I_2+I_0)$	$I_{20}(k) = \left[\text{mod}(\underline{I}_2(k)) + \text{mod}(\underline{I}_0(k)) \right];$ $I_{20}(k) - I'_{20}(k) \geq I_{уст}$

1.5.7.1 ИО тока прямой последовательности для контроля реле сопротивления по принципу действия аналогичен «ИО тока прямой последовательности». Этот ИО разрешает действие реле сопротивления, если ток в линии превышает величину тока трехфазного короткого замыкания в минимальном режиме.

Такое построение позволяет блокировать реле сопротивления при пропадании цепей напряжения и отстраиваться от всплесков нагрузочного режима.

1.5.7.2 Комбинированный ИО приращения модуля вектора тока обратной и нулевой последовательностей $[\Delta(I_2+I_0)]$ предназначен для защиты неповрежденных фаз в неполнофазном режиме цикла ОАПВ. Данный ИО вводится в работу по сигналам с ОАПВ, фиксирующим начало неполнофазного режима цикла ОАПВ. В это время отключающие ИО ДФЗ, реагирующие на симметричные составляющие, выведены из действия. Формирование команды на повторное включение линии (сигнал ФКВ) блокирует действие данного канала. По принципу действия алгоритм ИО совпадает с алгоритмами других ИО, реагирующими на приращения тока.

1.5.7.3 Реле минимального сопротивления предназначено для подготовки цепей отключе-

ния при симметричных повреждениях на линии. В защите реализован традиционный для ДФЗ алгоритм реле сопротивления с круговой характеристикой (рис.8), реагирующий на отношение одного из линейных напряжений (\underline{U}_{AB}) на разность соответствующих токов ($\underline{I}_A - \underline{I}_B$). Круговая характеристика смещена в третий квадрант. Величина смещения вторичного сопротивления Z_{\min} определяется в процентах от $Z_{уст}$ в диапазоне от 0 до 10%. Такое решение позволяет повысить селективность реле сопротивления к близким замыканиям.

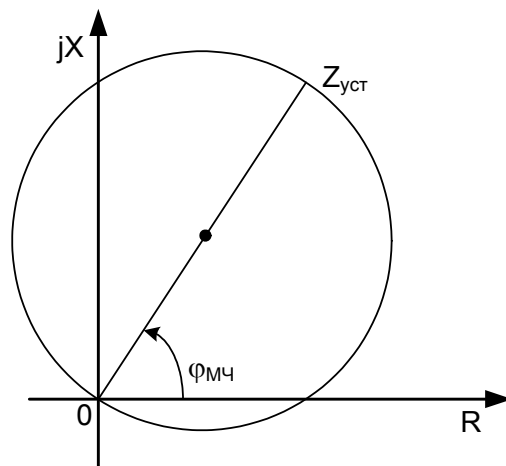


Рисунок 8 – Характеристика срабатывания реле минимального сопротивления

Основной недостаток реле сопротивления с круговой характеристикой (низкая чувствительность к переходным сопротивлениям в конце зоны защиты) в ДФЗ не актуален в связи с тем, что в этой защите уставка реле сопротивления выбирается по условию отстройки от максимального нагрузочного режима, а реагировать реле должно при замыкании в зоне действия I-II ступени. Кроме того, при симметричных КЗ определяющую роль играет замыкание фаза-фаза. Диапазон изменения переходного сопротивления R_f при междуфазных замыканиях значительно меньше переходного сопротивления, возможного при замыканиях на землю. Предельное значение R_f линии в рассматриваемом случае может быть рассчитано по одной из известных формул:

- Модель дуги Варрингтона:
$$R_{\text{arc}} = \frac{28707 L_{\text{arc}}}{I^{1.4}} ;$$
- Модель дуги Вейстингхауса:
$$R_{\text{arc}} = \frac{1444 L_{\text{arc}}}{I} ;$$
- Модель дуги Необауэра:
$$R_{\text{arc}} = \frac{2500 L_{\text{arc}}}{I} ,$$

где R_{arc} – сопротивление дуги (Ом), L_{arc} – длина дуги (м), I – ток дуги (А).

Последняя формула дает максимальные сопротивления дуги. Так, для $L_{\text{arc}} = 15$ метров, что примерно соответствует максимальному расстоянию между фазами на линиях напряжением 500 кВ, и токе $I = 3$ кА по формуле Варрингтона $R_{\text{arc}} = 5.8$ Ом, а по формуле Необауэра $R_{\text{arc}} = 12,5$ Ом. Легко видеть, что при уставке 100 Ом на переходное сопротивление 12-15 Ом алгоритм защиты реагирует на протяжении 95% длины защищаемой зоны, выбранной по условиям отстройки от максимального нагрузочного режима.

1.5.8 Уставки срабатывания пусковых и отключающих ИО.

Уставки выбираются относительно номинального тока $I_{\text{ном}}$, и должны находиться в пределах, указанных в таблице 5.

Таблица 5

№	Измерительные органы ДФЗ	Уставки	
		Пусковые ИО	Отключающие ИО
1	ИО тока прямой последовательности (I_1)	$(0.2 \div 2) I_{\text{ном}}$	$(0.4 \div 4.0) I_{\text{ном}}$

2	ИО аварийного тока прямой послед. ($I_{1ав}$)	$(0.2\div 2) I_{НОМ}$	$(0.4\div 4.0) I_{НОМ}$
3	ИО тока нулевой последовательности (I_0)	$(0.05\div 1.0) I_{НОМ}$	$(0.1\div 2.0) I_{НОМ}$
4	ИО тока обратной последовательности (I_2)	$(0.05\div 1.0) I_{НОМ}$	$(0.05\div 2.0) I_{НОМ}$
5	Реле аварийного тока обратной послед. ($I_{2ав}$)	$(0.05\div 1.0) I_{НОМ}$	$(0.05\div 2.0) I_{НОМ}$
6	Комбинированный ИО тока (I_2+I_0)	$(0.05\div 1.0) I_{НОМ}$	$(0.1\div 2.0) I_{НОМ}$
7	Комбинированный ИО аварийной составляющей тока (I_2+I_0) _{ав}	-	$(0.05\div 2.0) I_{НОМ}$
8	ИО напряжения обратной последовательности (U_2)	$(0.015\div 0.5)U_{НОМ}$	$(0.03\div 1.0)U_{НОМ}$
9	ИО разности фазных токов (I_Δ)	$(0.2\div 3.0) I_{НОМ}$	$(0.4\div 5.0) I_{НОМ}$
10	ИО приращения векторов разности фазных токов (ΔI_Δ)	$(0.1\div 1.0) I_{НОМ}$	$(0.4\div 5.0) I_{НОМ}$
11	ИО тока прямой последовательности для контроля РС	-	$(0.4\div 8.0) I_{НОМ}$

1.5.9 Характеристики измерительных органов ДФЗ

1.5.9.1 Средняя основная погрешность порога срабатывания всех ИО ДФЗ, реагирующих на ток и напряжение, не превышает $\pm 3\%$ от уставки, а реагирующих на приращения токов - $\pm 10\%$.

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

1.5.9.2 Коэффициент возврата всех пусковых и отключающих ИО ДФЗ не менее 0.9.

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

1.5.9.4 Дополнительная погрешность тока срабатывания пусковых органов, реагирующих на ток и напряжение, при изменении частоты в диапазоне $(0.98-1.02)f_{НОМ}$ не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определенного при номинальной частоте, а реагирующих на приращения токов - $\pm 10\%$.

1.5.9.5 Время срабатывания всех пусковых и отключающих ИО ДФЗ, не более 0.015 с при подаче толчком соответствующего тока $I=3I_{ср}$ или напряжения $U=3U_{ср}$.

1.5.9.6 Время возврата всех пусковых и отключающих ИО ДФЗ, не более 0.03 с при сбросе входного тока от $10I_{ср}$ до нуля или напряжения от $3U_{ср}$ до нуля - 0.03 с.

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

1.5.9.8 ИО напряжения, реагирующий на напряжения обратной последовательности, имеет возможность компенсации по току обратной последовательности, осуществляемой как $\underline{U}_{комп} = \underline{U}_2 - I_2 Z$, где $\underline{U}_{комп}$ - компенсированное напряжение обратной последовательности.

1.5.9.9 Величина уставки по сопротивлению Z компенсации должна изменяться в диапазоне от 0 до 200 Ом для исполнения на 1 А и от 0 до 40 Ом для исполнения на 5 А по модулю с шагом не более 0.1 Ом и от 65° до 90° по углу.

1.5.9.10 Средняя основная погрешность компенсации по току обратной последовательности не превышает $\pm 5\%$ от уставки по модулю и $\pm 5^\circ$ по углу.

1.5.9.11 Угол максимальной чувствительности $\varphi_{м.ч}$ реле минимального сопротивления меняется в диапазоне от 40° до 90° .

1.5.9.12 Уставки ИО минимального сопротивления по величине вторичного сопротивления Z изменяются в диапазоне:

- от 0.1 до 90 Ом - для исполнения 5 А;
- от 0.5 до 450 Ом - для исполнения 1 А.

1.5.9.13 Минимальное напряжение, при котором обеспечиваются точностные параметры ИО сопротивления не более 0.5 В.

1.5.9.14 Ток десятипроцентной точности работы $I_{т.р}$ ИО сопротивления при действии на угле максимальной чувствительности не превышает $0.1I_{НОМ}$ во всем диапазоне уставок при обеспечении

условий 1.5.9.13.

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

1.5.9.16 Время срабатывания ИО сопротивления при токах КЗ не менее $3I_{т.р}$ и скачкообразном уменьшении напряжения на входе ИО от величины 100 В, соответствующего сопротивлению на зажимах реле не менее $1.2X_{уст} / \sin \varphi_{мч}$, до величины напряжения, соответствующего сопротивлению на зажимах реле не более $0.6X_{уст} / \sin \varphi_{мч}$, не превышает 0.03 с.

1.5.9.17 Время возврата ИО сопротивления при токах КЗ не менее $3I_{т.р}$ и скачкообразном увеличении напряжения на входе ИО от величины напряжения, соответствующего сопротивлению на зажимах реле $0.1X_{уст} / \sin \varphi_{мч}$, до величины напряжения, соответствующего сопротивлению на зажимах реле $1.2X_{уст} / \sin \varphi_{мч}$ (но не более 100 В), не превышает 0.05 с.

1.5.9.18 Средняя основная погрешность ИО сопротивления по величине сопротивления срабатывания $Z_{уст}$ при токе, равном $I_{ном}$ (или, в зависимости от уставки, меньшем токе, исходя из максимального напряжения на зажимах ИО, равном 100 В) не превышает $\pm 3\%$, а по углу максимальной чувствительности - $\pm 5^\circ$.

1.5.9.19 Дополнительная абсолютная погрешность ИО сопротивления по углу максимальной чувствительности от изменения тока КЗ в диапазоне от $2 I_{т.р}$ до $30I_{ном}$ не превышает $\pm 7^\circ$ относительно значения, измеренного при $I_{ном}$.

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

1.5.9.21 Дополнительная погрешность ИО сопротивления при изменении частоты в диапазоне $(0.98-1.02)f_{ном}$ не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определенного при номинальной частоте.

1.5.9.22 Обеспечивается отсутствие ложных срабатываний ИО сопротивления при КЗ "за спиной" при токах до $20I_{ном}$.

1.5.10 Орган манипуляции (ОМ) ДФЗ

В защите ОМ выполнен по классической схеме: $\dot{I}_1 = \dot{I}_1 + k_2 \dot{I}_2 + k_0 \dot{I}_0$, где k_2, k_0 - коэффициенты манипуляции, принимающие значения $0 \div 12$ с шагом 1. В защите при формировании тока манипуляции целесообразно отказаться от тока нулевой последовательности \dot{I}_0 , так как его фаза в месте наблюдения может ощутимо отличаться от фазы тока \dot{I}_2 . Отказ от тока \dot{I}_0 можно осуществить заданием в файле уставок коэффициента $k_0=0$.

1.5.10.1 Коэффициенты k_2 и k_0 комбинированного фильтра тока задаются в диапазоне $0 \dots 10$, с погрешностью не более 5%. Рекомендуется принимать уставку по k_0 равной нулю.

1.5.10.2 Дополнительная погрешность ОМ по коэффициентам k_2 и k_0 при изменении тока в диапазоне от 0.5 до $20I_{ном}$ не превышает $\pm 10\%$ от среднего значения, измеренного при $I_{ном}$.

1.5.10.3 На длинных линиях СВН для снижения влияния помех от короны в защите реализована специальная фазировка. Для этого предусмотрена уставка по углу смещения тока манипуляции. Формирование прямоугольных импульсов для управления передатчиком в этом случае будет осуществляться током $\dot{I}'_M = \dot{I}_M \cdot e^{j\Psi_{см}}$, где $\Psi_{см} = 90^\circ$ - угол смещения фазы тока манипуляции.

В защите симметричные составляющие рассчитываются относительно фазы А. В этом случае, влияние помех от короны на работу ВЧ-канала будет устранено, если ВЧ - приемопередатчик подключен к фазе А ВЛ:

$$\dot{I}'_M = \dot{I}_{MA} \cdot e^{j\Psi_{см}} = (\dot{I}_1 + k_2 \dot{I}_2) \cdot e^{j\Psi_{см}}.$$

В тех случаях, когда ВЧ - приемопередатчик подключен к другим фазам линии, следует изменить фазу тока манипуляции в соответствии с формулами:

$$\text{для фазы В - } \dot{I}'_M = \dot{I}_{MB} \cdot e^{j\Psi_{см}} = (\dot{I}_1 \cdot e^{-j120^\circ} + k_2 \dot{I}_2 \cdot e^{j120^\circ}) \cdot e^{j\Psi_{см}};$$

$$\text{для фазы С - } \dot{I}'_M = \dot{I}_{MC} \cdot e^{j\Psi_{см}} = (\dot{I}_1 \cdot e^{j120^\circ} + k_2 \dot{I}_2 \cdot e^{-j120^\circ}) \cdot e^{j\Psi_{см}}.$$

1.5.10.4 Диапазон изменения угол смещения фазы тока манипуляции $\Psi_{см}$ находится в пределах от 0° до 90° с погрешностью не более 5° .

1.5.10.5 Дополнительная погрешность фазировки тока манипуляции при изменении тока в диапазоне от 0.5 до $20I_{ном}$ не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, измеренного при $I_{ном}$.

1.5.10.6 “Недоформированность” прямоугольного сигнала управления передатчиком ОМ (отклонение длительности импульса от 180°) находится в пределах от 5 до 15 % при подаче тока I_2 , равного току срабатывания блокирующего ИО I_2 , или, в режиме работы с тяговой нагрузкой, равного току срабатывания ИО по ΔI_2 .

1.5.10.7 Дискретность сигнала ОМ и сигнала «пуск ВЧ передатчика» на выходе терминала не более 83 мкс.

1.5.11 Орган сравнения фаз (ОСФ) ДФЗ

Орган сравнения фаз должен разрешать действовать защите на отключение линии при превышении угла расхождения между аварийными токами по концам защищаемой ЛЭП уставки по углу блокировки. Угол расхождения определяется из соотношения длительности паузы и импульса в ВЧ сигнале. ОСФ выполнен трехканальным, что позволяет реализовать зависимость времени срабатывания защиты от расхождения углов аварийного тока по концам линии. Для каждого канала задается своя уставка по углу блокировки (паузе ВЧ-сигнала). Если у одного из каналов угол блокировки равен 180° или его величина больше уставки предыдущего канала, это означает вывод его из действия. Таким образом, задав уставки второго и третьего канала большими или равными уставке первого канала, можно получить традиционный одноканальный вариант выполнения ОСФ.

1.5.11.1 Диапазон регулирования по углу блокировки первого канала ОСФ задается в пределах от $\pm 90^\circ$ до $\pm 180^\circ$ с дискретностью задания уставки по углу 1° . Первый канал ОСФ срабатывает при одной паузе в ВЧ – сигнале, не меньшей $\frac{1}{4}$ периода промышленной частоты. Время срабатывания первого канала ОСФ не превышает 0.02с от начала появления первого импульса в ВЧ-сигнале.

1.5.11.2 Диапазон регулирования по углу блокировки второго канала ОСФ может находиться в пределах от $\pm 60^\circ$ до $\pm 150^\circ$ с дискретностью задания уставки по углу 1° . Второй канал ОСФ срабатывает после двукратного подтверждения превышения паузой уставки по углу блокировки. Время срабатывания второго канала ОСФ составляет от 0.02 до 0.04 с от начала первого импульса в ВЧ-сигнале.

1.5.11.3 Диапазон регулирования по углу блокировки третьего канала ОСФ не должен быть меньше наименьшего угла блокировки. Рекомендуемый диапазон для этого канала от $\pm 45^\circ$ до $\pm 120^\circ$ с дискретностью задания уставки по углу 1° . Третий канал ОСФ срабатывает после не менее чем трехкратного подтверждения превышения паузой уставки по углу блокировки в течение трех периодов промышленной частоты. Время срабатывания второго канала ОСФ не превышает 0.06 с.

1.5.11.4 Средняя основная абсолютная погрешность по углу блокировки ОСФ не должна превышать $\pm 5^\circ$ (без учета фазовых сдвигов в ВЧ канале).

1.5.12 Измерительные органы ОАПВ

Непосредственно в модуле ОАПВ защиты используются: комбинированный ИО тока обратной и нулевой последовательности (I_2+I_0), комбинированный ИО приращения вектора тока обратной и нулевой последовательности $\Delta(I_2+I_0)$, орган выявления успешности включения (ОВУВ), орган контроля погасания дуги подпитки (ОКПД) и измерительный орган минимального сопротивления Z_{min} для защиты линии при неуспешном ОАПВ. Перечень ИО функции ОАПВ с математическим описанием их алгоритмов приведен в таблице 6.

Таблица 6

№	Наименование органа	Обоз.	Алгоритм
1	Комбинированный ИО тока	I_2+I_0	$\left[\text{mod}(I_2(k)) + \text{mod}(I_0(k)) \right] \geq I_{уст}$

2	Комбинированный ИО приращения модуля вектора тока обратной и нулевой последовательностей	$\Delta(I_2+I_0)$	$I_{20}(k) = \left[\text{mod}(I_2(k)) + \text{mod}(I_0(k)) \right];$ $I_{20}(k) - I'_{20}(k) \geq I_{уст}$
3	Орган выявления успешности включения	ОВУВ	$\text{mod}(U_{\phi}) \geq U_{уст} \ \& \ \text{mod}(U'_{01}) \leq U_{уст}$
4	Орган контроля погасания дуги подпитки	ОКПД	$\left[\frac{U_{\phi}}{I_0} \geq Z_{уст} \ \& \ I_0 \geq I_{т.р.} \right]$ $U_{\phi} \geq U_{уст} \ \& \ U_{ав} \leq U_{уст}$
5	ИО минимального сопротивления Z_{min} для АПВ	РС-АПВ	$Z = \frac{U_{\xi}}{I_{\xi} + \frac{Z_0 - Z_1}{Z_1} I_0}$

1.5.12.1 Комбинированный ИО тока обратной и нулевой последовательности (I_2+I_0) функции ОАПВ по алгоритмическому построению и принципу действия аналогичен ИО, используемым в пусковых и отключающих каналах ДФЗ. Назначение этого ИО заключается в контроле входных сигналов, поступающих на пуск ОАПВ от других (внешних) защит подстанции. Если этот ИО введен в действие, то пуск ОАПВ возможен только после срабатывания данного ИО. Традиционно такую функцию выполняло комбинированное реле тока и напряжения нулевой последовательности. В силу ряда причин применение цепей напряжения в защите нецелесообразно. Основным критерием выбора комбинированного ИО тока для контроля пусковых цепей ОАПВ является высокое быстродействие данного ИО, которое должно превышать быстродействие остальных защит подстанции. Выбор уставки срабатывания указанного ИО осуществляется по критерию отстройки от токов небаланса в максимальном нагрузочном режиме, что позволяет еще и повысить быстродействие ИО, так как увеличивает кратность отношения тока аварии к уставке срабатывания.

1.5.12.2 Комбинированный ИО приращения модуля вектора тока обратной и нулевой последовательностей $[\Delta(I_2+I_0)]$ предназначен для защиты неповрежденных фаз в неполнофазном режиме цикла ОАПВ. Структурно этот ИО расположен в ДФЗ. Данный ИО вводится в работу по сигналам «РПВ» и «ФЦО», фиксирующим начало неполнофазного режима цикла ОАПВ. При срабатывании этого ИО с некоторой задержкой происходит отключение 3-х фаз. По принципу действия алгоритм ИО совпадает с алгоритмами других ИО, реагирующими на приращения тока:

$$\left[\text{mod}(I_2(k)) + \text{mod}(I_0(k)) \right] - \left[\text{mod}(I_2(k-T)) + \text{mod}(I_0(k-T)) \right] \geq I_{уст}.$$

1.5.12.3 Диапазон регулирования уставок обоих токовых ИО ОАПВ находится в пределах от 0.1 до $2I_{ном}$. Все остальные характеристики ИО ОАПВ аналогичны токовым ИО ДФЗ, представлены в п.1.5.9 настоящего РЭ.

1.5.13 Орган выявления успешности включения (ОВУВ)

1.5.13.1 При реализации функции поочередного ОАПВ по концам линии включение отключавшейся фазы на конце линии, включаемом вторым, возможно после идентификации успешного включения этой фазы на первом конце линии. Выявление успешности включения выполняет специальный измерительный орган - ОВУВ. Задание очередности повторного включения отключавшейся фазы по концам ВЛ осуществляется оперативным переключателем.

ОВУВ должен надежно срабатывать при отсутствии КЗ на фазе, включенной с любой стороны линии, и не срабатывать при КЗ на фазе, отключенной с двух сторон или отключенной с той стороны, где установлен данный ОВУВ. Он не должен также срабатывать в неполнофазном режиме при отсутствии КЗ на фазе, отключенной с двух сторон.

ОВУВ состоит из фазного ИО напряжения поврежденной фазы и ИО напряжения нулевой последовательности с возможностью смещения напряжения в сторону линии током нулевой по-

следовательности, по формуле $\underline{U}'_{01} = \underline{U}_{011} - \underline{Z}_0 \cdot \underline{I}_0$, где \underline{U}_{011} - напряжение нулевой последовательности наблюдаемого конца, \underline{I}_0 - ток нулевой последовательности.

1.5.13.2 При симметричном расположении реакторов ОВУВ может быть построен с помощью одного ИО максимального напряжения РН_ф, подключаемого к напряжению отключаемой фазы. Такой орган работает правильно и в том случае, если предусмотрено симметричное расположение реакторов, а один из них по какой-либо причине отключен. Срабатывание ИО фазного напряжения должно соответствовать срабатыванию ОВУВ, т.е. успешному включению фазы на другом конце линии: $U_{\text{ОВУВ}_{\text{фаз}}} = \text{mod}(\underline{U}_{\text{ф}}) \geq U_{\text{уст}}$, где $\underline{U}_{\text{ф}}$ - фазное напряжение на отключенной фазе.

1.5.13.3 При больших значениях коэффициента поперечной компенсации одного ИО фазного напряжения РН_ф может оказаться недостаточно, поэтому ОВУВ дополнен ИО РН₀ напряжения нулевой последовательности U_0 , реагирующим на расчетное напряжение нулевой последовательности U'_{01} противоположного конца ВЛ, включаемого первым:

$$\underline{U}'_{01} = \underline{K}_u \cdot \underline{U}_{011} - \underline{K}_i \cdot \underline{I}_0,$$

где \underline{U}_{011} - напряжение нулевой последовательности наблюдаемого конца;

I_0 - ток нулевой последовательности;

$\underline{K}_i = Ch(\underline{\gamma} \cdot l)$, $\underline{K}_u = \underline{Z}_c \cdot Sh(\underline{\gamma} \cdot l)$ - комплексный коэффициент, зависящий от удельных параметров нулевой последовательности для RLC-модели линии.

Использование RL-модели приводит к некоторому снижению точности расчета и более требовательна к расчету уставок. В этом случае в ОВУВ ИО напряжения нулевой последовательности смещена в сторону линии током нулевой последовательности, по формуле $\underline{U}'_{01} = \underline{U}_{011} - \underline{Z}_0 \cdot \underline{I}_0$, где \underline{Z}_0 - сопротивление нулевой последовательности линии. В защите для расчета использована RL-модель.

ИО напряжения нулевой последовательности РН₀ выполнен как реле минимального напряжения: $U_{\text{ОВУВ}_0} = \text{mod}(\underline{U}'_{01}) \leq U_{\text{уст}}$. Срабатывание этого ИО подготавливает канал включения от ОВУВ.

Структурная схема ОВУВ представлена на рис. 9.

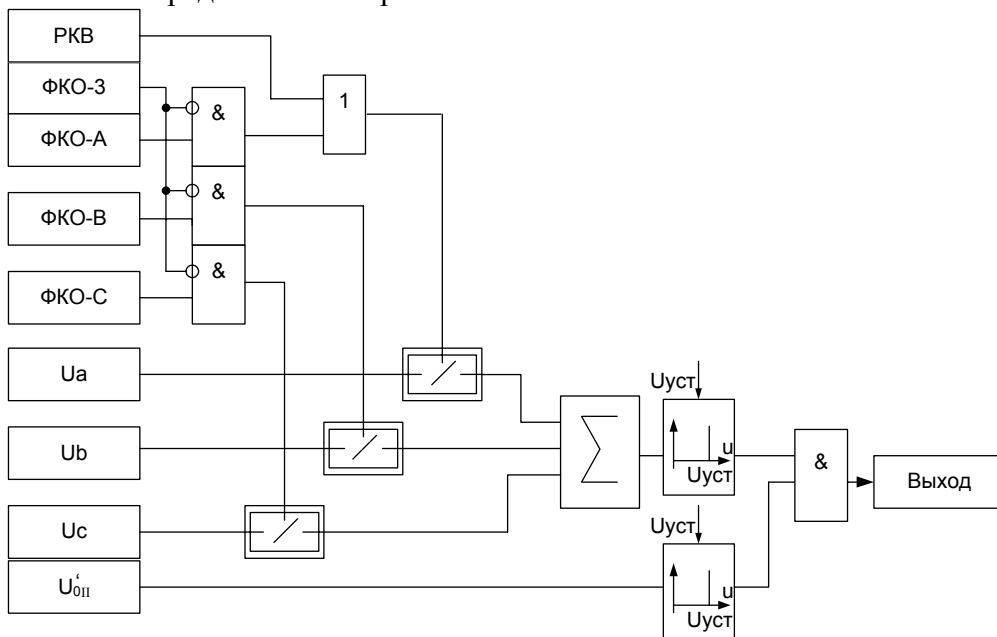


Рисунок 9 – Структурная схема ОВУВ

1.5.13.4 Уставка ИО фазного напряжения ОВУВ регулируется в пределах от 0.6 до $1.5U_{\text{ном}}$, а ИО напряжения нулевой последовательности - в пределах от 0.2 до $1U_{\text{ном}}$. Все уставки регулируются с дискретностью 1 В.

1.5.13.5 Коэффициент возврата ИО фазного напряжения ОВУВ не менее 0.9, а ИО на-

пряжения нулевой последовательности не более 1.1.

1.5.13.6 Время срабатывания ОВУВ не должно превышать 0.03 с при кратности фазного напряжения по отношению к уставке 1.2, а время возврата ИО ОВУВ должно быть не более 0.04 с при сбросе напряжения с 1.1 до $0.5 U_{ном}$.

1.5.13.7 Уставка по величине вторичного сопротивления смещения в цепях ИО напряжения нулевой последовательности ОВУВ должны регулируются в пределах от 5 до 120 Ом для 1 А исполнения и от 1 до 600 Ом – для 5 А исполнения с шагом 0.1 Ом. Угол сопротивления смещения должен быть фиксированным и равным 80° .

1.5.13.8 Средняя основная погрешность ОВУВ, а также дополнительные погрешности при изменении температуры и частоты аналогичны погрешностям ИО напряжения ДФЗ, указанным в п.1.5.9 настоящего РЭ.

1.5.14 Орган контроля погасания дуги подпитки

Устройство ОАПВ в защите выполняется как с расчетной (ОАПВ-РП), так и с адаптивной (ОАПВ-АП) паузами. Длительность расчетной паузы (ОАПВ-РП) определяется исходя из наилучшего по длительности режима горения дуги подпитки, что приводит к неоправданным затяжкам неполнофазного режима ОАПВ. Адаптивная пауза (ОАПВ-АП) выявляет с помощью специального органа контроля погасания дуги подпитки (ОКПД) момент погасания дуги подпитки на отключенной с двух сторон фазе.

Контроль погасания дуги начинает выполняться по истечении определенной выдержки времени, отсчитываемой от начала фиксации цикла ОАПВ. Это время может определяться, например, временем готовности выключателя к повторному включению или временем отстройки от переходного процесса.

Структурная схема ОКПД представлена на рис.10. Для работы ОКПД необходим предварительный выбор поврежденной фазы. Такая информация поступает с логики ОАПВ. Измерительный орган ОКПД включает в себя два канала, построенных:

- на основе комбинации максимальных направленного (PC1) и ненаправленного (PC2) реле сопротивлений;
- на основе комбинации максимального ИО фазного напряжения ($R_{H\phi-max}$) и минимального ИО аварийной составляющей напряжения ($R_{Hав-min}$).

«Арбитром» выбора канала является максимальный ИО аварийной составляющей напряжения ($R_{Hав-max}$), действующего совместно с реле максимального тока. При токах линии, не превышающих тока точной работы, в ОКПД всегда работает канал напряжения.

Запуск функции ОКПД осуществляется не ранее истечения выдержки времени в диапазоне от 0.1 до 1с, отсчитываемой от фиксации цикла ОАПВ.

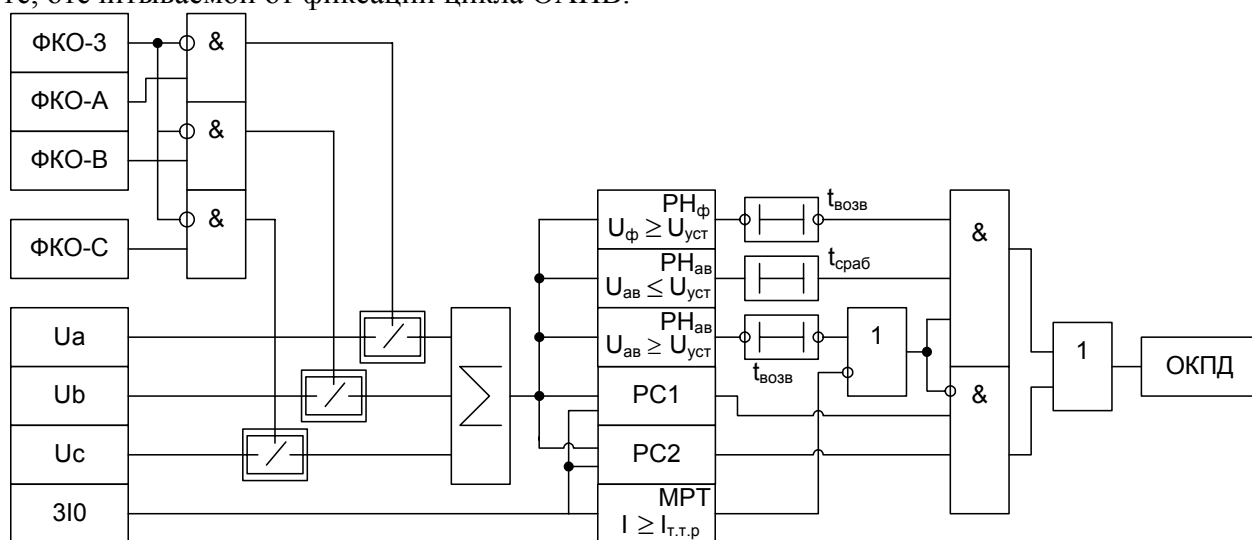


Рисунок 10 – Структурная схема ОКПД

1.5.14.1 Реле максимального сопротивления PC1 и PC2 выполнены с круговой характери-

стикой (рис.11) и подключаются к напряжению отключаемой фазы и току нулевой последовательности

$$Z_{изм} = \frac{U_{\phi}}{I_0}$$

. При величинах тока, не превышающих тока точной работы реле сопротивления, канал действия по реле сопротивления блокируется ИО максимального тока $I_{МРТ} \leq I_{т.т.р.} = 0.1I_{ном}$. В этом случае, а также при наличии биений, сопровождающихся значительной просадкой восстанавливающегося напряжения, при котором $Z_{изм}$ меньше уставки РС1 и РС2, работает канал напряжения ОКПД.

1.5.14.2 Уставка ИО ненаправленного реле сопротивления по величине вторичного сопротивления Z регулируется с шагом 0.1 Ом:

- для исполнения 1 А в диапазоне от 10 до 150 Ом.
- для исполнения 5 А в диапазоне от 2 до 20 Ом.

Уставка ИО направленного реле сопротивления по величине вторичного сопротивления Z регулируется в диапазоне изменения угла максимальной чувствительности $\varphi_{м.ч}$ от 30° до 90° с шагом 0.1 Ом:

- для исполнения 1А в диапазоне от 50 до 500 Ом;
- для исполнения 5А в диапазоне от 10 до 100 Ом.

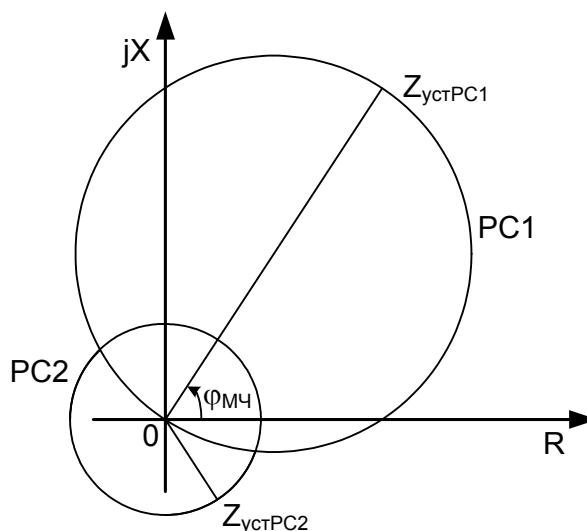


Рисунок 11 – Характеристики срабатывания реле сопротивления ОКПД

1.5.14.3 Коэффициент возврата ИО сопротивления, измеренный при угле максимальной чувствительности не менее 0,9. Остальные характеристики ИО сопротивления ОКПД, аналогичны ИО сопротивления ДФЗ, указанные в п.1.5.9 настоящего РЭ.

1.5.14.4 Максимальный ИО фазного напряжения РН_ф-тах (рис.10) реагирует на величину напряжения на отключенной фазе и, при превышении модулем этого напряжения величины уставки, разрешает выдачу каналом сигнала на повторное включение фазы $U_{\phi} \geq U_{уст}$. Уставку срабатывания РН_ф-тах следует выбирать между максимальным и минимальным значениями амплитуды огибающей восстанавливающегося напряжения. Для исключения периодических возвратов РН_ф-тах из-за возможных биений в схему вводится элемент времени, затягивающий выходное состояние ИО РН_ф-тах таким образом, чтобы не было провалов в выходном сигнале РН_ф-тах. Уставка элемента времени может быть выбрана из условия перекрытия половины периода биений.

1.5.14.5 Минимальный ИО аварийной составляющей напряжения РН_{ав}-min (рис.10) реагирует

ет на величину
$$U_{РН_{ав}}(k) = \text{mod}(\underline{U}(k) - \underline{U}'(k))$$
,

где $\underline{U}'(k)$ - предсказанная ФАС величина текущего значения напряжения

$$\underline{U}'(k) = \underline{U}(k) - 3\underline{U}(k - T/2) + 3\underline{U}(k - T) - \underline{U}(k - 3T/2)$$

Срабатывание ИО РН_{ав}-min происходит при $U_{РН_{ав}}(k) \leq U_{уст}$. Выход ИО РН_{ав}-min поступает на элемент времени с задержкой на срабатывание, определяемой временем повторного зажигания дуги.

1.5.14.6 Максимальный ИО аварийной составляющей напряжения РН_{ав}-max (рис.10) реагирует на ту же величину, что и РН_{ав}-min. Срабатывание ИО РН_{ав}-max происходит при $U_{РН_{ав}}(k) \geq U_{уст}$. Выход ИО РН_{ав}-max поступает на элемент времени с задержкой на возврат, что исключает дребезг на выходе реле из-за пульсаций аварийной составляющей напряжения в районе уставки срабатывания.

1.5.14.7 Уставки максимального ИО фазного напряжения, минимального и максимального ИО, реагирующих на приращение вектора фазного напряжения ОКПД, регулируются в пределах от 0.2 до 1U_{ном} с дискретностью 1В.

1.5.14.8 Время срабатывания максимального ИО фазного напряжения ОКПД не превышает 0.03 с при кратности фазного напряжения по отношению к уставке 1.2, а время возврата - не более 0.04 с при сбросе напряжения с 1.1U_{ном} до 0.5U_{сраб}.

1.5.14.9 Время срабатывания минимального и максимального ИО, реагирующих на приращение вектора фазного напряжения ОКПД не должно превышать 0.015 с при подаче толчком соответствующего приращения напряжения $\Delta U = 3U_{ср}$.

1.5.14.10 Коэффициент возврата ИО фазного напряжения ОКПД должен быть не менее 0.9. Средняя основная погрешность ИО напряжения ОКПД, а так же дополнительные погрешности при изменении температуры и частоты аналогичны погрешностям ИО напряжения ДФЗ, указанным в п.1.5.9 настоящего РЭ.

1.5.15 ИО минимального сопротивления Z_{min} для АПВ (РС-АПВ)

Дополнительно, для защиты ЛЭП при неуспешном ОАПВ, введено реле сопротивления, реагирующее на замер $\underline{Z} = \underline{U}_{откл.ф} / (\underline{I}_{откл.ф} + \underline{K}_{комп} \underline{I}_0)$, где $\underline{U}_{откл.ф}$, $\underline{I}_{откл.ф}$ - напряжение и ток отключавшейся фазы в месте замера; \underline{I}_0 - рассчитанный ток нулевой последовательности; $\underline{K}_{комп}$ - комплексный коэффициент компенсации по току нулевой последовательности, определяемый как

$$\underline{K}_{комп} = \frac{\underline{Z}_0 - \underline{Z}_1}{\underline{Z}_1},$$

где $\underline{Z}_0, \underline{Z}_1$ - комплексные сопротивления нулевой и прямой последовательностей защищаемой ЛЭП ($\underline{Z}_2 = \underline{Z}_1$).

ИО РС-АПВ реализован с круговой характеристикой. Уставка данного реле выбирается по условиям отстройки от максимального нагрузочного режима, поэтому здесь не возникает проблемы понижения чувствительности к переходным сопротивлениям в месте повреждения. Имеется возможность смещения характеристики в третий квадрант.

ИО РС-АПВ вводится в работу с некоторой задержкой только в момент повторного включения линии на время, определяемое временем включения, срабатывания РС и повторного отключения. Блок-схема ИО минимального сопротивления Z_{min} для АПВ РС-АПВ приведена на рис. 12.

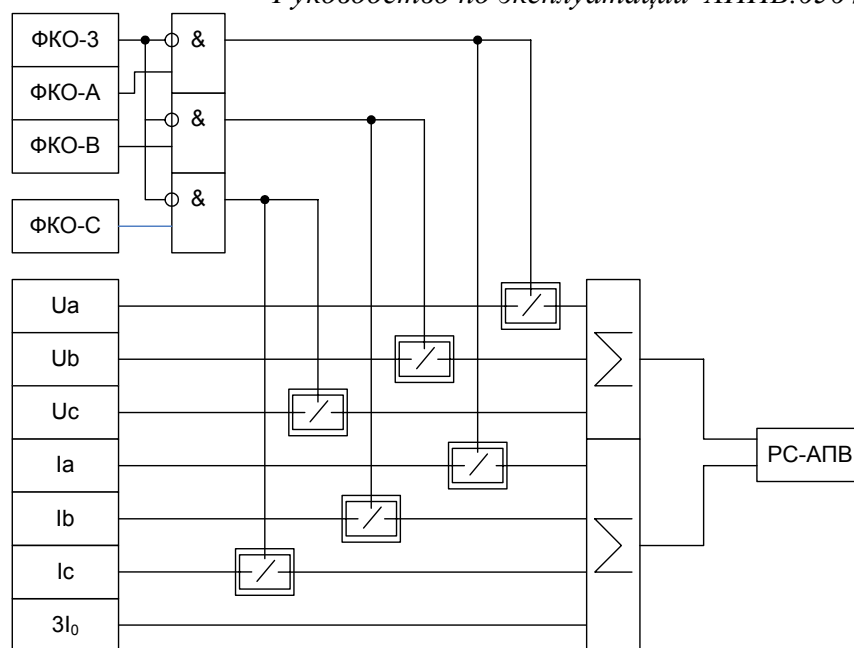


Рисунок 12 – Структура ИО реле сопротивления для цикла ОАПВ

1.5.15.1 Уставка ИО реле сопротивления ОАПВ по величине вторичного сопротивления Z регулируется от 10 до 400 Ом для исполнения 1 А и от 2 до 80 Ом для исполнения 5 А с шагом 0.1 Ом, по углу максимальной чувствительности - в диапазоне $\varphi_{м.ч}$ от 60° до 90°.

1.5.15.2 Величина смещения по величине вторичного сопротивления Z должна задаваться в диапазоне от 0 до 10% $Z_{уст}$.

1.5.15.3 Величина коэффициента компенсации по току нулевой последовательности $K_{комп}$ должна задаваться в диапазоне от 0 до 2.

1.5.15.4 Коэффициент возврата ИО сопротивления, ОАПВ измеренный при угле максимальной чувствительности должен быть не менее 0,9. Остальные характеристики ИО сопротивления для АПВ, аналогичны ИО сопротивления ДФЗ, указанные в п.1.5.9 настоящего РЭ.

1.5.16 Блокировка при неисправности цепей напряжения

Для исключения ложной работы защиты при повреждениях во вторичных цепях напряжения от всех видов продольной и поперечной несимметрии в защите реализована функция блокировки при неисправности цепей напряжения (БНН). Блок-схема алгоритма БНН приведена на рис. 13. В БНН используются три канала, реагирующие на:

- напряжения нулевой последовательности «звезды» и с «разомкнутого треугольника». Этот канал блокирует ИО защиты, использующие цепи напряжения, при всех видах несимметричных обрывов и короткого замыкания на одной из фаз. Канал срабатывает при превышении модулем разницы напряжений нулевой последовательности величины уставки $\text{mod}(3U_{0\text{ТТ}} - 3U_{0\text{ЗВ}}) > U_{0\text{уст}}$;

- напряжение обратной последовательности и аварийную составляющую тока обратной последовательности. Этот канал блокирует цепи напряжения при замыканиях «фаза-фаза» во вторичных цепях напряжения. Канал реагирует на появление напряжения обратной последовательности $\text{mod}(U_2) > U_{2\text{уст}}$ при отсутствии тока обратной последовательности $\text{mod}(I_2) < I_{2\text{уст}}$;

- напряжение прямой последовательности и ток прямой последовательности. Этот канал блокирует цепи напряжения при трехфазных обрывах или трехфазных замыканиях во вторичных цепях напряжения. Канал реагирует на пропадание напряжения прямой последовательности $\text{mod}(U_1) < U_{1\text{уст}} = 0.2U_{ном}$ при наличии тока в линии. Ток в линии, при котором возможно блокирование, должен быть больше тока точной работы реле сопротивления, но не превышать тока прямой последовательности, соответствующего трехфазному замыканию на линии в минимальном режи-

$0.05I_{\text{ном}} \leq \text{mod}(I_1) < 1.2I_{\text{ном}}$ при близких КЗ.

В логической части выход БНН контролируется пусковыми органами ДФЗ. При их срабатывании работа БНН блокируется. Такое решение позволяет дополнительно отстроиться от возможных помех, возникающих в цепях напряжения, идущих от «звезды» и «треугольника» трансформатора в разных кабельных каналах.

1.5.16.1 Уставка ИО, реагирующего на разницу напряжений нулевой последовательности и ИО напряжения прямой последовательности изменяются в диапазоне от $0.05U_{\text{ном,фазн}}$ до $1U_{\text{ном,фазн}}$ с дискретностью регулирования не более 1 В.

1.5.16.2 Уставка ИО, реагирующего на напряжение обратной последовательности, изменяется в диапазоне от $0.1U_{\text{ном,фазн}}$ до $1U_{\text{ном,фазн}}$. Дискретность регулирования уставки не более 1 В.

1.5.16.3 Уставка ИО, реагирующего на ток прямой последовательности, изменяется в диапазоне от 1 до $20I_{\text{ном}}$, а уставка ИО, реагирующего на приращение тока обратной последовательности, в диапазоне от 0.1 до $2I_{\text{ном}}$. Дискретность регулирования уставок не более $0.01I_{\text{ном}}$.

1.5.16.4 Коэффициент возврата ИО, реагирующего на разницу напряжений нулевой последовательности и реагирующего на напряжение обратной последовательности БНН не менее 0.9. Коэффициент возврата всех токовых ИО и ИО, реагирующего на напряжение прямой последовательности, не более 1.1.

1.5.16.5 Время срабатывания устройства БНН при обрыве одной, двух или трех фаз “звезды” и при всех типов замыканий во вторичных цепях напряжения при предварительном подведении симметричного напряжения, равного 57 В, на входы “звезды” и напряжения 100 В на входы “разомкнутого треугольника”, не превышает 0,017 с.

1.5.16.6 Средняя основная погрешность всех ИО БНН, а так же дополнительные погрешности при изменении температуры и частоты аналогичны погрешностям ИО ДФЗ, указанным в п.1.5.9 настоящего РЭ.

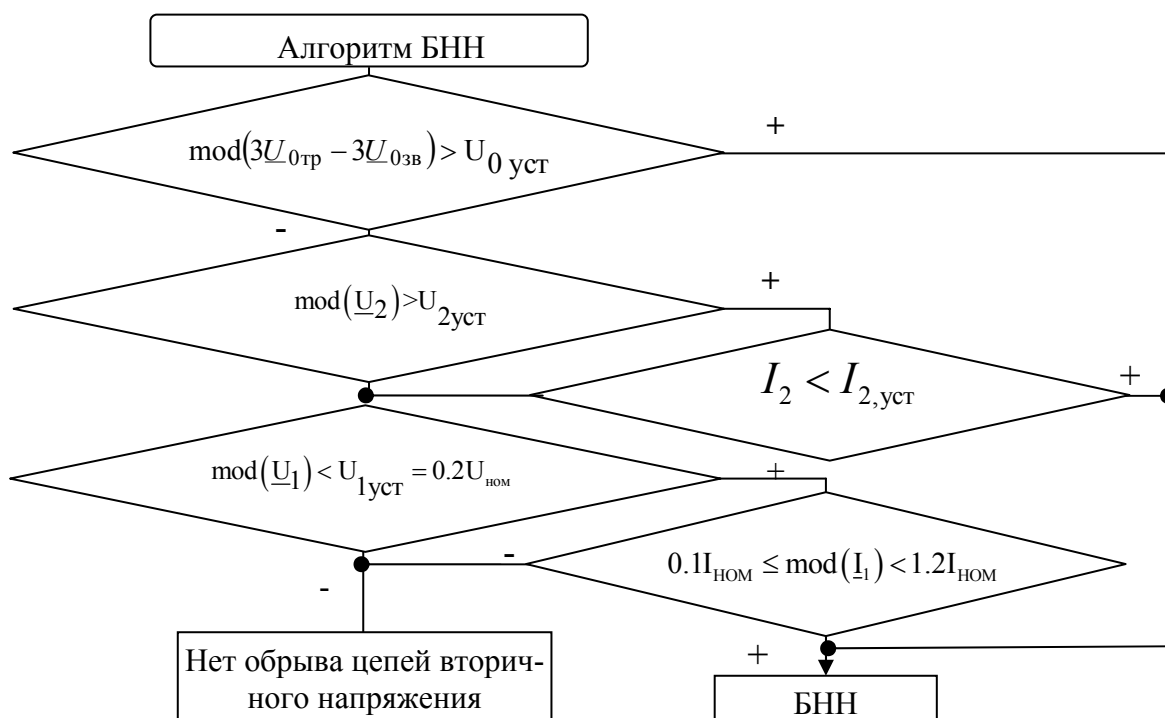


Рисунок 13 – Блок-схема алгоритма БНН

1.5.16.7 БНН действует на сигнал и на запрет действия ИО, использующие цепи напряжения. При установке измерительных трансформаторов на ВЛ, с целью исключения излишнего действия БНН при отключении линии, предусмотрена возможность блокировки действия БНН от контактов реле положения ”Отключено” выключателя.

1.5.16.8 Обеспечивается автоматический возврат функции БНН в исходное состояние при

устранении неисправностей в цепях напряжения.

1.5.17 Избиратель поврежденных фаз и вида повреждения (ИПФ)

ИПФ выполнен на токовом принципе без привлечения цепей напряжения и включает в себя два независимых канала:

- канал ИПФ, реагирующий на симметричные составляющие токов;
- канал ИПФ, реагирующий на аварийные составляющие токов режима.

ИПФ селективно выбирает поврежденную фазу при однофазных КЗ в защищаемой зоне. При трехфазных или двухфазных КЗ на землю, обеспечивается отключение всех трех фаз, при междуфазных КЗ обеспечивается отключение либо одной из поврежденных фаз, либо всех трех (определяется уставкой).

При повторном включении на устойчивое КЗ всегда происходит отключение всех трех фаз.

ИПФ обеспечивает правильное действие защиты при каскадном отключении поврежденной линии в режиме ОАПВ и в режиме опробования линии (ОЛ).

Оба канала ИПФ работают постоянно, защитой же используются результаты работы только одного из каналов. Выбор канала определяется режимом работы защиты.

Если происходит режим первого включения линии – опробование линии напряжением (ОЛ) или ТАПВ (сигналы РКВ или ТАПВ на входе защиты), то в ИПФ выбирается блок, работающий только по симметричным составляющим токов. Так как согласно алгоритму функционирования ОАПВ любое повреждение при ОЛ или ТАПВ неизбежно приводит к трехфазному отключению независимо от состояния выходов ИПФ, то избиратель в таком режиме выполняет только лишь вспомогательные функции. Его выходы (состояние поврежденных фаз и вида повреждения) фиксируются в аварийных осциллограммах, регистраторе событий и на светодиодном индикаторе на лицевой панели терминала, что может оказаться полезным при анализе аварии.

1.5.17.1 Канал ИПФ, реагирующий на симметричные составляющие токов режима

Алгоритм ИПФ на базе симметричных составляющих основан на фазовых соотношениях токов прямой, обратной и нулевой последовательностей при различных видах КЗ, которые вытекают из граничных условий в месте повреждения. Блок-схема алгоритма данного ИПФ представлена на рис. 14.

Реализация угловых соотношений между составляющими токов выполнена с применением функции квазимощности, например, $\underline{S}_v = P_v + jQ_v = \dot{I}_0 \cdot I_{2v}^*$, где I_0, I_{2v}^* - соответственно вектор тока нулевой последовательности и сопряженный вектор тока обратной последовательности фазы $v=A, B, C$. Сравнивая величины P_v и Q_v , можно определить нахождение вектора тока обратной последовательности в определенном угловом секторе относительно вектора тока нулевой последовательности.

В начале, по величине тока нулевой последовательности \dot{I}_0 , происходит разделение земляных $K^{(1)}, K^{(1.1)}$, междуфазных $K^{(2)}$ и трехфазных $K^{(3)}$ КЗ. Уставка I_0 выбирается из условия отстройки от небалансов тока нулевой последовательности, возникающих в максимальном нагрузочном режиме и при симметричных трехфазных замыканиях в сети.

Если $I_0 \leq I_{0уст}$, то программа выбирает ветвь КЗ $K^{(2)}$ или $K^{(3)}$. Если при этом и модуль I_2 меньше уставки $I_2 \leq I_{2уст}$, то фиксируется симметричное трехфазное замыкание $K^{(3)}$. В противном случае идентифицируется междуфазное замыкание $K^{(2)}$ с особой фазой $\xi=A, B, C$. Особая фаза выбирается из условия, что для нее ток прямой и повернутый на 180° ток обратной последовательности находятся в секторе $\pm 45^\circ$. Кроме того, величины токов поврежденных фаз должны превышать ток неповрежденной фазы в $k_2 = 1.5$ раза. Величина k_2 задается в уставках и может быть изменена для конкретных линий.

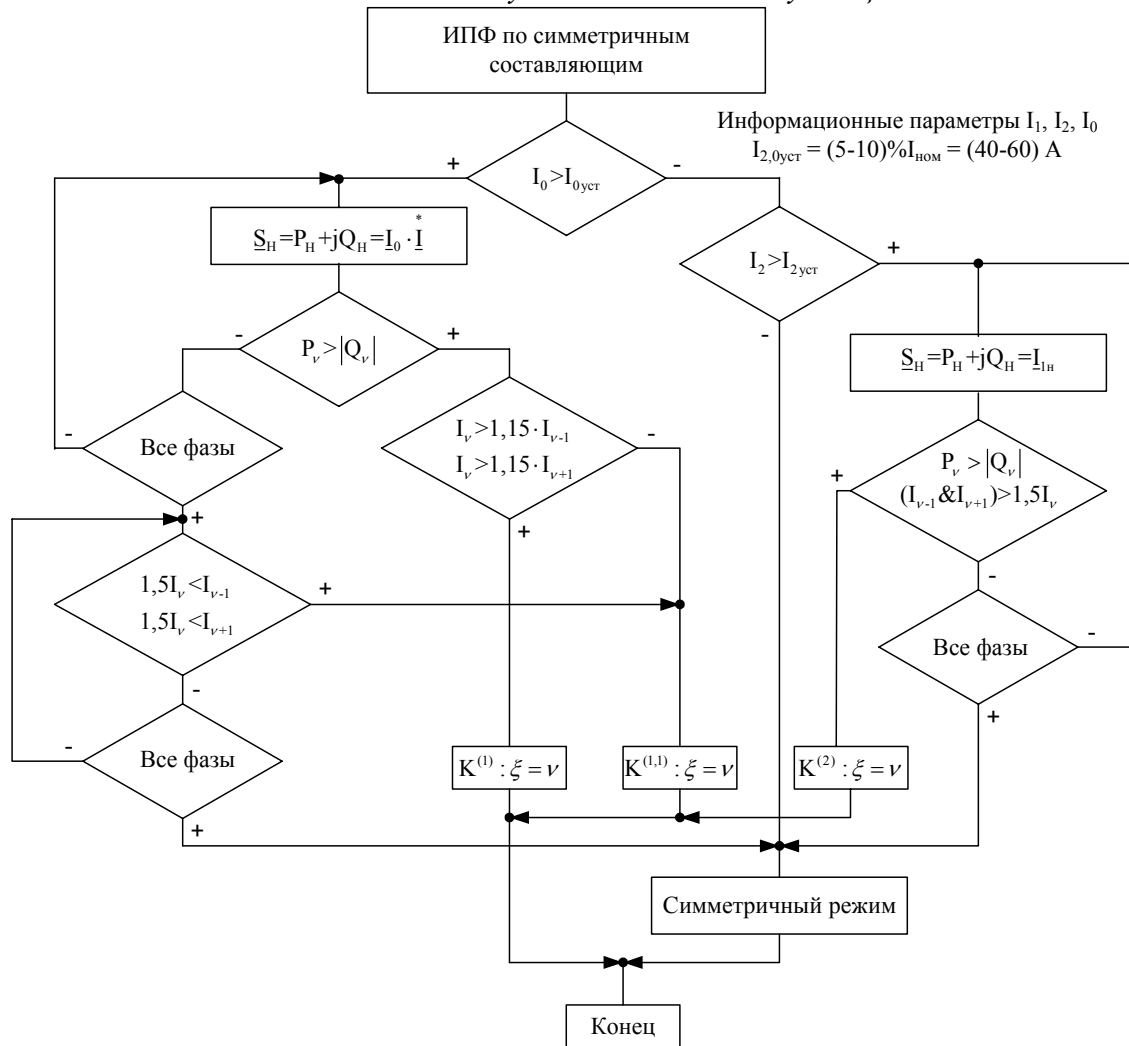


Рисунок 14 – Блок-схема алгоритма избирателя фаз по симметричным составляющим

Если модуль I_0 больше уставки $I_0 \geq I_{0уст}$, то программа выбирает ветвь земляных КЗ $K^{(1)}$ или $K^{(1.1)}$. Вначале определяется особая фаза $\xi=A,B,C$. Особая фаза выбирается из условия, что фаза тока обратной последовательности I_{2v} относительно фазы тока нулевой последовательности не выходит за пределы сектора $\pm 45^\circ$.

После выбора особой фазы происходит определение вида повреждения. Разграничение видов $K^{(1)}$ и $K^{(1.1)}$ происходит по уровням токов. Если $(I_v > k_1 I_{v-1}) \& (I_v > k_1 I_{v+1})$, где $k_1 = 1.15$, $\xi = v$, то идентифицируется однофазное короткое замыкание с особой (поврежденной) фазой ξ . В противном случае ИПФ определит двухфазное КЗ на землю. Если фазовые соотношения между токами обратной I_{2v} и нулевой I_0 последовательностей выходят за пределы сектора $\pm 45^\circ$, то в этой ветви алгоритма для идентификации вида КЗ используется сравнение модулей токов фаз. Если выполняется условие $k_{1.1} I_v < I_{v-1} \& k_{1.1} I_v < I_{v+1}$, $k_{1.1} = 1.5$, то выявляется $K^{(1.1)}$, иначе – $K^{(1)}$.

Здесь следует иметь ввиду, что у алгоритма на базе симметричных составляющих при включении на устойчивое замыкание с двух сторон линии (замыкание в транзит), когда угол передачи составляет $\delta \geq 30^\circ$, возможно ошибочное определение вида КЗ. Однако такой недостаток алгоритма, обусловленный отсутствием во входных токах информации о предрежиме, не является ограничивающим фактором, так как ИПФ на базе симметричных составляющих никаких отключающих действий не производит.

Уставка срабатывания ИПФ на основе симметричных составляющих определяется в основном точностными характеристиками входного блока терминала и чувствительностью защиты. Для терминала «Бреслер ТЛ 2704.52» минимальные уставки по токам обратной (I_2) и нулевой последо-

вательностей (I_0) приняты равными $5\%I_{ном}$: $I_{2уст} = 5\%I_{ном}$; $I_{0уст} = 5\%I_{ном}$. Для отстройки от токов небаланса возможно использование уставок, принятых для последних (IV) ступеней токовых защит.

1.5.17.2 Канал ИПФ, реагирующий на аварийные составляющие токов режима

Данный канал ИПФ использует информацию о токах предаварийного режима. В качестве предрежима может выступать и переходный режим при переходе от одного состояния объекта к другому, в том числе и цикл ОАПВ. В защите постоянно используется информация этого канала ИПФ. Он блокируется на время внешними по отношению к ИПФ сигналами, поступающими в режимах ОЛ или ТАПВ.

В качестве информационных параметров канала ИПФ выступают аварийные составляющие (приращения) векторов фазных токов \dot{I}_A^{ab} , \dot{I}_B^{ab} , \dot{I}_C^{ab} , вектор тока нулевой последовательности \dot{I}_0 , безнулевые фазные аварийные составляющие $\dot{I}'_A^{ab} = \dot{I}_A^{ab} - \dot{I}_0$; $\dot{I}'_B^{ab} = \dot{I}_B^{ab} - \dot{I}_0$; $\dot{I}'_C^{ab} = \dot{I}_C^{ab} - \dot{I}_0$, являющиеся по сути суммой аварийных составляющих прямой и обратной последовательностей, и величины квазимощностей между безнулевыми составляющими фаз и током нулевой последовательности

$\underline{S}_v = P_v + jQ_v = I_0 \cdot \dot{I}'_v^{ab*}$, $v = A, B, C$. Последнее выражение используется для выявления особой фазы при земляных КЗ. Преимуществом аварийных составляющих токов является то, что они несут информацию только об аварийном режиме, в них отсутствуют составляющие тока нагрузочного режима и емкостной ток линии.

Блок-схема алгоритма канала ИПФ по аварийным составляющим представлена на рис. 15. Для исключения работы алгоритма при отключении линии и для отстройки от помех рассчитанные величины аварийного процесса сравниваются с величиной номинального тока. Этот блок выполняет еще и функцию пускового органа данного канала ИПФ. В блоке формируется адаптивная уставка $I_{муст} = \max(I_A^{ab}, I_B^{ab}, I_C^{ab}) \cdot k$, где $k=0.625$, с которой сравнивается заданная величина $0.1I_{ном}$. Если $I_{муст} \leq 0.1I_{ном}$, то пуска канала не происходит и идентифицируется нагрузочный режим. В противном случае алгоритм по величине тока нулевой последовательности производит разделение земляных замыканий с междуфазными и трехфазными.

Особая фаза ξ при междуфазных замыканиях определяется путем сравнения аварийных составляющих фаз v с величиной адаптивной уставки $I_{муст}$ по формуле: если

$I_{v+1}^{aa} < I_{m00}^{aa} \& (I_{v+1}^{aa} \& I_{v-1}^{aa}) > I_{m00}^{aa}$, то $\xi = v$. Невыполнение указанного условия ни для одной из трех фаз

идентифицируется как трехфазное замыкание. В ветви алгоритма земляных КЗ вначале определяется особая фаза ξ . Алгоритм определения ξ аналогичен соответствующему алгоритму канала ИПФ на базе симметричных составляющих с заменой информационных параметров:

$\dot{I}'_v^{ab} = \dot{I}_v^{ab} - \dot{I}_0^{ab}$; $\underline{S}_v = P_v + jQ_v = \dot{I}_0^{ab} \cdot \dot{I}'_v^{ab*}$. В этой формуле используется аварийная составляющая тока нулевой последовательности, что необходимо при работе в неполнофазном режиме цикла ОАПВ.

По условию $|P_v| > |Q_v|$ выявляется особая фаза $\xi = v$, а затем определяется вид повреждения путем сравнения с адаптивной уставкой $I_{муст}$ величины аварийных составляющих фаз. Если

$(I_{v+1}^{ab} \& I_{v+1}^{ab}) < I_{муст}$, то идентифицируется однофазное замыкание; при

$I_v^{ab} \leq I_{муст} \& (I_{v+1}^{ab} \& I_{v-1}^{ab}) \geq I_{муст}$ - двухфазное КЗ на землю.

При формировании уставок обоих каналов ИПФ в защите следует иметь в виду, что выходной сигнал избирателя поступает в защиту после срабатывания отключающих измерительных органов ДФЗ, т.е. ДФЗ является пусковым органом для выходных сигналов избирателя. По этой причине уставки срабатывания ИПФ можно выбирать только лишь по условиям отстройки от токов небаланса измерительных трансформаторов тока, с высоким коэффициентом чувствительности и, практически, независимо от длины линии.

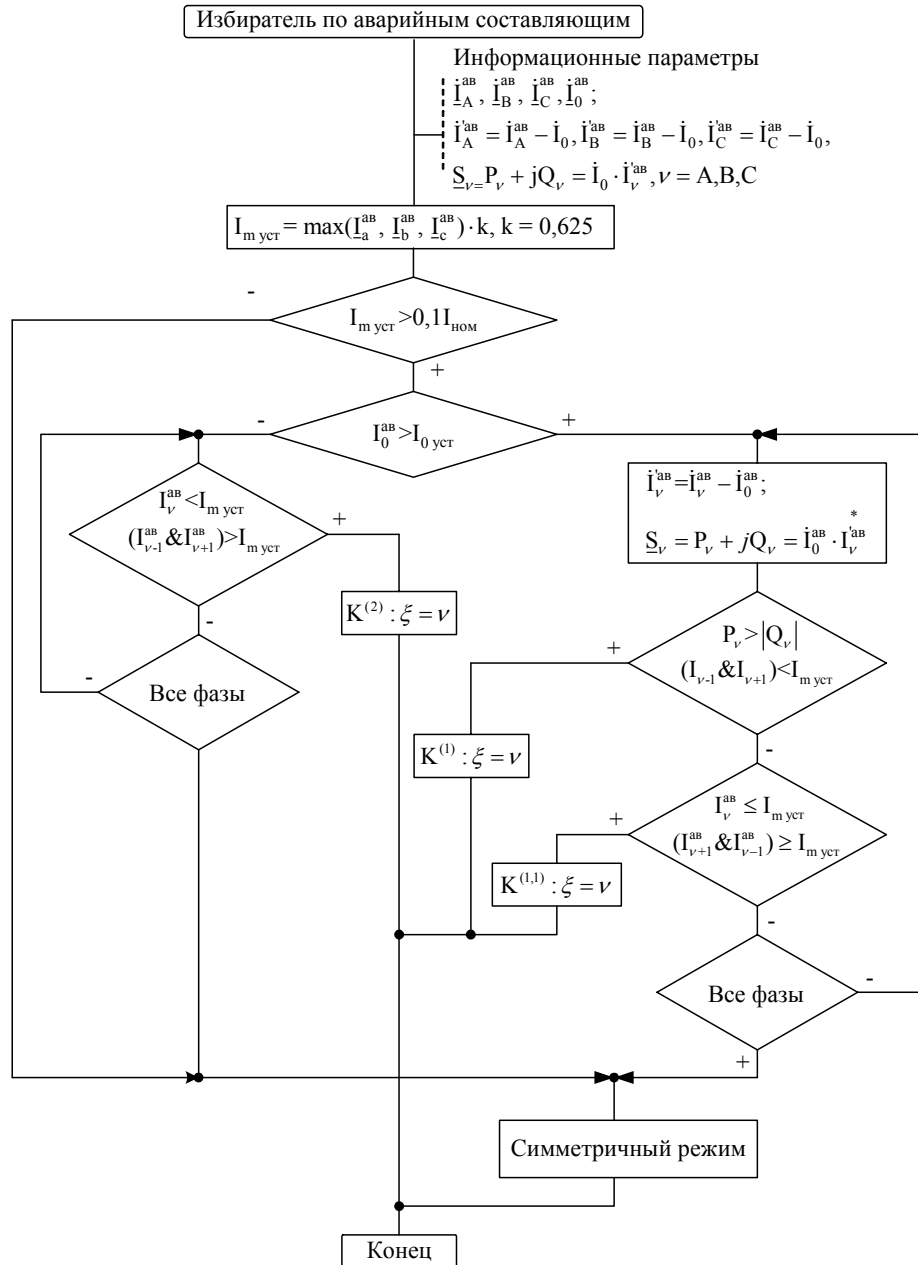


Рисунок 15 – Блок-схема алгоритма ИПФ по аварийным составляющим

ИО избирателя поврежденных фаз (ИПФ), реализованы аналогично токовым ИО ДФЗ, поэтому все характеристики ИО ИПФ такие же как и у ИО ДФЗ, указанным в п.1.5.9 настоящего РЭ.

1.5.18 Логика взаимодействия ИО

Логика взаимодействия ИО и устройств, входящих в состав защиты, между собой, а также с внешними устройствами (аппаратурой, другими защитами, реле положения выключателя и т.д.) с выдачей сигналов во внешние цепи реализуются программно на базе терминала защиты.

Предусмотрено изменение логической части защиты, как на этапе проектирования, так и на этапе эксплуатации, путем перепрограммирования (конфигурации) логических связей между измерительными органами, входными и выходными сигналами.

1.5.18.1 В шкафу предусмотрены входные цепи, предназначенные для связи с другими устройствами релейной защиты и автоматики (таблице 7).

№ группы	Наименование переключателей	Рекомендуемое действие
1	SA13, SA14, SA15, SA16	На соленоиды отключения В1, В2
2	SA9, SA10	На другие защиты
3	SA11, SA12	В схемы управления выключателей линии
4	SA8	На противоаварийную автоматику

1.5.18.2 Предусмотрено действие шкафа независимыми контактами на другие устройства релейной защиты и автоматики подстанции. Действие на внешние устройства скомпоновано по группам на переключателях.

1.5.18.3 Предусмотрены оптронные выходы для действия на пуск ВЧ передатчика и на запрет действия автоконтроля (АК) передатчика.

1.5.18.4 Предусмотрен пуск ВЧ передатчика при выявлении неисправности терминала или выводе ДФЗ из действия.

1.5.18.5 Обеспечивается действие на сигнал “Вызов оператора” при приеме ВЧ сигнала длительностью не менее 5 с.

1.5.18.6 В шкафу предусмотрена следующая внешняя сигнализация (схема сигнализации приведена на рис.4):

- **в центральную сигнализацию** поступают сигналы:
 - «Срабатывание»;
 - «Неисправность»;
 - «Звуковая предупредительная сигнализация»;
- **местная сигнализация, выполнена на светодиодной индикаторной лампе «Вызов».**

1.5.18.7 В защите предусмотрен вывод информации о текущей паузе в ВЧ-сигнале. При нажатии в нормальном режиме на кнопку «Ручной пуск» на ЖКИ терминала появляется надпись:

ВЧ-пауза= XXX грд

ZZZ....YYU => KMN,

где **XXX** текущая пауза в ВЧ-сигнале;

ZZZ....YYU диапазон изменения паузы в ВЧ-сигнале;

KMN- информация о срабатывании соответственно первого, второго или третьего каналов ОСФ (**1-** срабатывание; **0** – не срабатывание).

1.6 Средства измерения, инструмент и принадлежности

Перечень оборудования и средств измерения, необходимых для проведения эксплуатационных проверок шкафа, приведен в ПРИЛОЖЕНИЕ Д.

1.7 Маркировка и пломбирование

1.7.1 Шкаф и терминал имеют маркировку согласно ГОСТ 18620-86, ТУ 3433–008–13105628-03 в соответствии с конструкторской документацией. Маркировка выполнена в соответствии с ГОСТ 18620-86 способом, обеспечивающим ее четкость и сохранность.

1.7.2 На передней двери шкафа имеется табличка, на которой указаны:

- товарный знак предприятия;
- тип шкафа;
- заводской номер;
- основные параметры шкафа по п. 1.2.1 РЭ;
- масса шкафа;
- знак сертификата соответствия;
- надпись “Сделано в России”;
- дата изготовления.

1.7.3 Терминал имеет на передней плите маркировку с указанием типа устройства.

1.7.4 Все элементы схемы шкафа имеют обозначение, состоящее из буквенного обозначения и порядкового номера, проставленного после буквенного обозначения (например, SG2).

1.7.5 Провода, подводимые к рядам наборных зажимов шкафа, имеют маркировку монтажного номера зажима шкафа.

1.7.6 Транспортная маркировка тары - по ГОСТ 1492-77, в том числе на упаковку нанесены изображения манипуляционных знаков: “Осторожно”, “Беречь от влаги”, “Место строповки”, “Верх”, “Ограничение температуры” (диапазон температур в соответствии с разделом 4 настоящего РЭ). Маркировка нанесена непосредственно на тару окраской по трафарету.

1.7.7 Конструкция аппаратов шкафа не предусматривает пломбирование.

1.8 Упаковка

Упаковка шкафа произведена в соответствии с требованиями технических условий ТУ 3433–008–13105628-03 по чертежам изготовителя шкафа для условий транспортировки и хранения, указанных в разделе 4 настоящего РЭ.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Климатические условия монтажа и эксплуатации шкафа должны соответствовать требованиям 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 1.1.4 и 1.1.5 настоящего РЭ.

2.2 Подготовка изделия к эксплуатации

2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия к использованию

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

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

2.2.1.3 По требованиям защиты человека от поражения электрическим током шкаф соответствует классу 1 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

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

2.2.2 Внешний осмотр, порядок установки шкафа

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

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

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

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

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

2.2.2.4 От шины заземления внутри шкафа отходит заземляющий жгут длиной 700 мм. Заземляющий жгут должен прикручиваться к контуру заземления. Сечение заземляющего жгута должно быть не менее 16мм². Выполнение этого требования по заземлению является крайне обязательным.

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

2.2.3 Установка и монтаж приемопередатчика

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

2.2.3.2 Монтаж цепей связи релейной части защиты с приемопередатчиком осуществляется проводами, связанными в жгут и расположенными в правой части шкафа. На проводах имеется маркировка. Необходимо развязать жгут и соединить провода с выходами приёмопередатчика согласно схеме соединения (рис. 16).

2.2.3.3 Установка высокочастотной аппаратуры на металлоконструкцию шкафа производится с использованием специального комплекта принадлежностей к шкафу согласно перечню, приведенному в таблице 8.

Таблица 8 - Крепёжный комплект

№	Наименование	Количество
1	Болт М5	4
2	Шайба	4
3	Гайка М5	4

2.2.4 Подключение приемопередатчика

2.2.4.1 Подключение приемопередатчика ПВЗУ-Е

Соединение цепей релейной части шкафа и приемопередатчика типа ПВЗУ-Е производства “Уралэнергосервис” (г. Екатеринбург) приведено в таблице 9.

На блоке сопряжения (БС) приемопередатчика устанавливаются переключки в положении 1-4, 2-3, 5-6 и 7-8. Переключатели JP3, JP5 устанавливаются во включенное состояние (положение «ON»), а JP1, JP2, JP4, JP6 в отключенное (см. схему ПВЗУ-Е).

Таблица 9

«Бреслер ТЛ 2704.52»			ПВЗУ-Е	
Сигнал	Цепи терминала	Цепи шкафа	Сигнал	Цепь
ВЧ – прием	ХТ5:1	-	ПРМ ППЗ	Х5:4
	ХТ5:2	-	Общ. РЗ	Х7:3
Неисправность ПП	ХТ5:3	-	Неиспр.	Х10:6
	ХТ5:4	-U _{пит}		
		+U _{пит}		Х10:5
Манипуляция	ХТ7:1	-	Общ. РЗ	Х7:1
	ХТ7:2	-	Пуск	Х5:1
Запрет АК	ХТ7:3	-	Останов	Х5:2
	ХТ7:4	-	Общ. РЗ	Х7:2
Осц. ПРД1	-	01x189	ПРД1	Х9:1
	-	01x190		Х9:2
Осц. ПРД2	-	01x191	ПРД2	Х9:3
	-	01x192		Х9:4

*Шкаф дифференциально-фазной защиты линии «Бреслер ШЛ 2704.5Х»
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ*

На приемопередатчиках устанавливаются перемычки между клеммами ХТ2:8 - ХТ2:11 и ХТ2:9 - ХТ2:10.

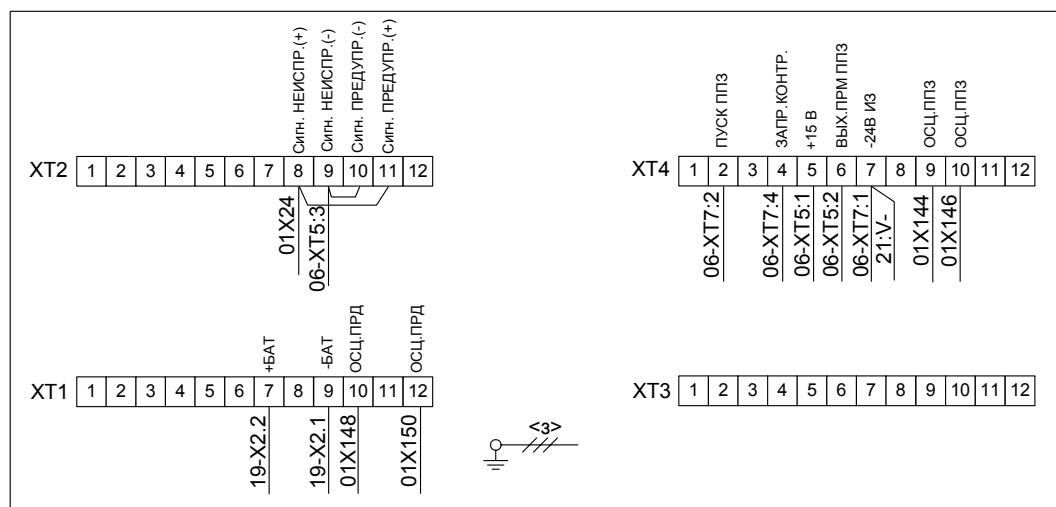


Рисунок 17 - Схема цепей подключения приёмопередатчика ПВ3-90М в шкафу «Бреслер ШЛ 2704.522»

2.2.4.3 Подключение приемопередатчика ПВЗЛ.

Соединение цепей релейной части шкафа и приемопередатчика типа ПВЗЛ приведено в таблице 11 и показано на рисунке 18.

Таблица 11

«Бреслер ТЛ 2704.52»			ПВЗЛ	
Сигнал	Цепи терминала	Цепи шкафа	Сигнал	Цепь
ВЧ – прием	ХТ5:1	-	БСФ1	Х2:5
	ХТ5:2	-	БСФ2	Х2:6
Неисправность ПП	ХТ5:3	-	Сигн.	Х4:5
	ХТ5:4	-U _{пит}		Х4:6
	-	+U _{пит}		
Манипуляция	ХТ7:1	-	Ман.	Х3:6
	ХТ7:2	-	+24 В	Х3:3
Пуск ВЧ	ХТ4:12	-	Пуск	Х3:2
Осц. ПРД1	-	01x167	Осц. пер.	Х1:1
	-	01x168		Х1:2
Осц. ПРМ1	-	01x169	Осц. пр.	Х2:1
	-	01x170		Х2:2
+БАТ	-	-	+БАТ	Х4:1
-БАТ	-	-	-БАТ	Х4:2

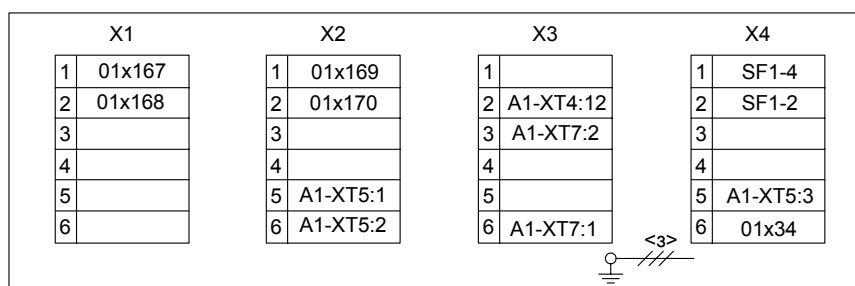


Рисунок 18 - Схема цепей подключения приёмопередатчика ПВЗЛ в шкафу «Бреслер ШЛ 2704.52»

2.2.5 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 мм². Подключение высокочастотной части защиты к высокочастотному каналу связи производить с помощью коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 50-100 Ом непосредственно к клеммнику приёмопередатчика.

2.2.6 Подготовка шкафа к работе

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

2.2.6.2 Шкаф выпускается с предприятия работоспособным и полностью испытанным.

2.2.7 Указания по вводу шкафа в эксплуатацию

При вводе шкафа в эксплуатацию необходимо выполнить следующие работы:

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

2.2.8 Проверка сопротивления изоляции шкафа

Крышки испытательных блоков должны быть установлены. Необходимо отсоединить и изолировать связи релейной части защиты с приемопередатчиком. На двери шкафа переключатель «Режим работы ДФЗ» устанавливался в положение «На сигнал», переключатель «ДФЗ в работе» в положение «Вывод».

Временными перемычками соединить цепи независимых групп. В устройстве выделяются следующие независимые группы цепей (нумерация клемм может меняться в зависимости от конкретного заказа):

- переменного тока (01X1-01X4, 01X6-01X9);
- переменного напряжения (01X11-01X22);
- оперативного тока (01X41-01X80);
- выходные цепи (01X90-01X173);
- цепи сигнализации (X176-X181);
- цепи ВЧ-приемопередатчика (01X187-01X196).

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, для цепей выше 60 В и на напряжение 500 В – ниже 60 В, согласно ПТЭ. 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.

2.2.9 Проверка шкафа рабочим током

Необходимо восстановить и проверить значения рабочих уставок шкафа. Переключатель «Режим работы ДФЗ» устанавливается в положение «На сигнал», переключатель «ДФЗ в работе» в положение «Ввод». Приемопередатчик должен быть включен. После подачи на шкаф рабочих токов и напряжений по светодиодной сигнализации терминала и шкафа определяется факт не срабатывания ни одно из реле ВЧ защиты.

2.2.9.1 Проверка правильности подключения цепей тока и напряжения

С помощью программы мониторинга снимаются значения токов и напряжений защиты, а также строятся их векторные диаграммы. Результаты проверки заносятся в таблицу 12.

Таблица 12

Наименование	Значения токов фаз, А			Напряжения, В			
	А	В	С	А0	В0	С0	3U ₀
Модуль							
Фаза, град.*							

* - задается относительно базового вектора - напряжения прямой последовательности.

По векторной диаграмме определяется правильность чередования фаз токов и напряжений.

2.2.9.2 Проверка правильности подключения тока и напряжения фазы А

С помощью ИК РЕТОМ подается ток и напряжение фазы А на все три фазы. При этом нужно снять осциллограмму и убедиться, что нет смещения фазы токов и напряжений.

2.2.10 Проверка правильности включения БНН

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

2.2.11 Проверка поведения защиты при отключении цепей напряжения

При поданном токе нагрузки отключается напряжение снятием крышки БИ «Цепи напряжения звезды». В ходе проверки не должно происходить срабатывания защиты.

2.2.12 Проверка обмена ВЧ сигналами с противоположным концом линии

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

2.2.13 Проверка взаимодействия шкафа с другими НКУ

Переключатель “Режим работы ДФЗ” установить в положение «На сигнал». На клеммы входов отключения фаз А, В, С от внешних устройств РЗ подать напряжение оперативного питания +220 В. При этом замкнутся соответствующие выходные реле терминала. Также загорается светодиод «Неисправность».

2.3 Работа с терминалом

Работа с терминалом может осуществляться с помощью интерфейса пользователя или с помощью внешнего специализированного программного обеспечения. Интерфейс пользователя (англ. MMI – Man-Machine Interface) используется для управления функционированием терминала в целом и дифференциально-фазной защитой в частности.

2.3.1 Структура интерфейса

2.3.1.1 Пользовательский интерфейс подразделяется на две функциональные части (рис. 6): 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 внима-

ние 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 кнопки 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. п.1.4.2 настоящего РЭ).

2.3.1.2 Назначение кнопок управления.

Кнопка «С» имеет две основные функции:

- Отмена любой операции в диалоговом окне.
- Выход из текущего режима или переход на более высокий уровень дерева меню.

Кнопка «ОК» 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.

2.3.1.3 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 неактивности пользователя.

2.3.2 Меню пользовательского интерфейса

Основным средством управления работой терминала и получения информации о его состоянии является меню, которое представляется в виде иерархического дерева (рис. 19-22).

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

- Журнал записей;
- Текущий режим;
- Уставки;
- Осциллограф;

- Тестирование;
- Терминал.

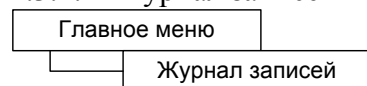
Состав меню зависит от текущего состояния терминала защиты, а потому некоторые его пункты могут быть недоступны. Активное положение в меню индицируется в верхней строке экрана (например, «Главное меню»).

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.

2.3.2.1 Журнал записей



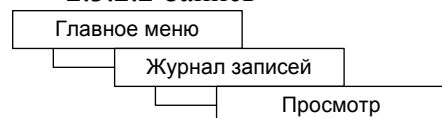
Данное меню используется для вывода на экран информации, записанной терминалом «Бреслер ТЛ 2704.5Х» о последних аномальных режимах. Все осциллограммы, регистрируемые терминалом, хранятся в энергонезависимой внутренней памяти, доступ к ним производится через автоматизированную систему управления и сбора данных.

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

- Вывести на дисплей информацию об аномальных режимах – подменю **Просмотр**.
- 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.

2.3.2.2 Запись

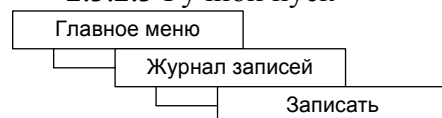


В меню **Просмотр** пользователю предлагается выбрать осциллограмму для просмотра. На экране отображаются номера предыдущей, текущей и следующей осциллограмм в списке, а также дата и время пуска текущей записи. Перемещение по списку производится кнопками управления «Влево» и «Вправо».

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

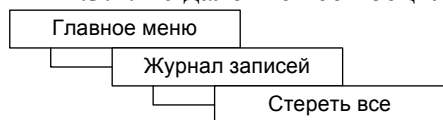
- **Причины пуска** – список групп сигналов, инициировавших запись;
- **Стереть запись** – удаление из внутренней памяти терминала текущей осциллограммы (требует подтверждения).

2.3.2.3 Ручной пуск



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

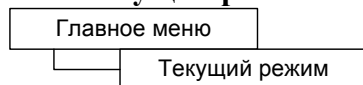
2.3.2.4 Удаление всех осциллограмм



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.

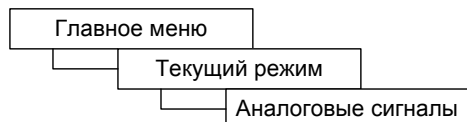
Функция «Стереть все» должна использоваться с осторожностью, поскольку приводит к необратимой потере данных о всех предыдущих аномальных режимах в энергосистеме.

2.3.3 Текущий режим



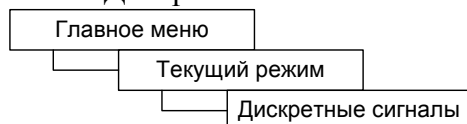
В меню **Текущий режим** пользователь может просмотреть текущие значения аналоговых величин и логических сигналов.

2.3.3.1 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).

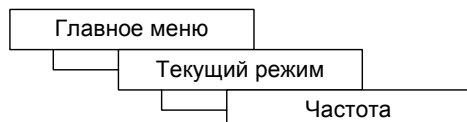
2.3.3.2 Дискретные сигналы



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

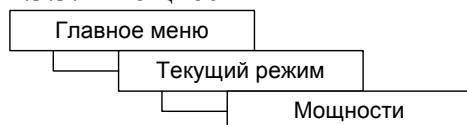
В каждой группе сигналы разбиваются по подгруппам (по 8 сигналов), и сигнал каждой подгруппы описывается своим номером, названием и текущим значением.

2.3.3.3 Частота



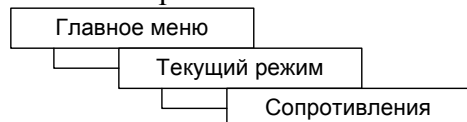
Терминал непрерывно следит за частотой сети и индицирует ее в поле **Частота**.

2.3.3.4 Мощности



Меню **Мощности** представляет первичные активные и реактивные мощности (фазные и суммарные), протекающие в линии, и коэффициент мощности (**cosφ**).

2.3.3.5 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.

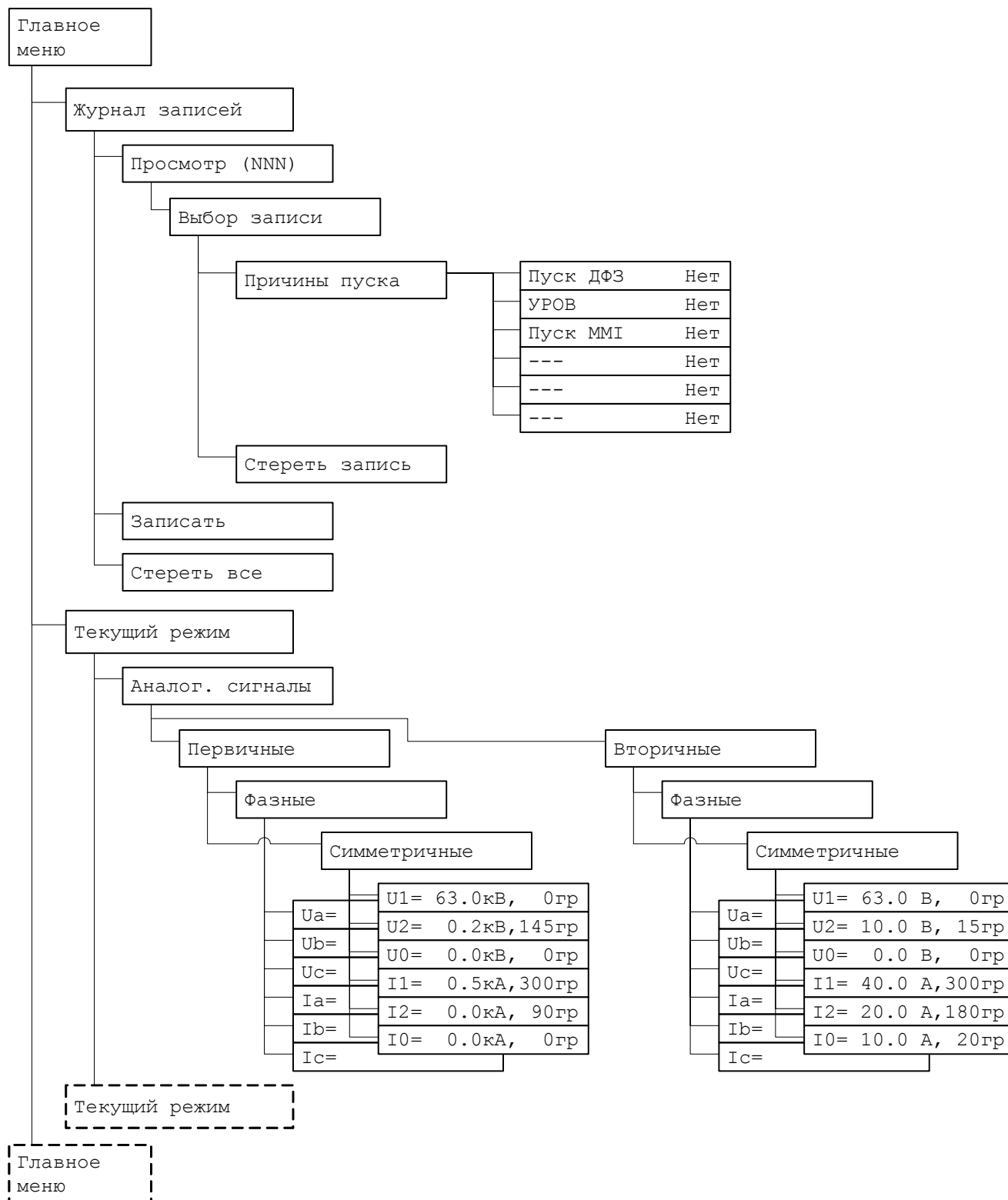


Рисунок 19 – Дерево меню защиты «Бреслер ТЛ 2704.5Х»

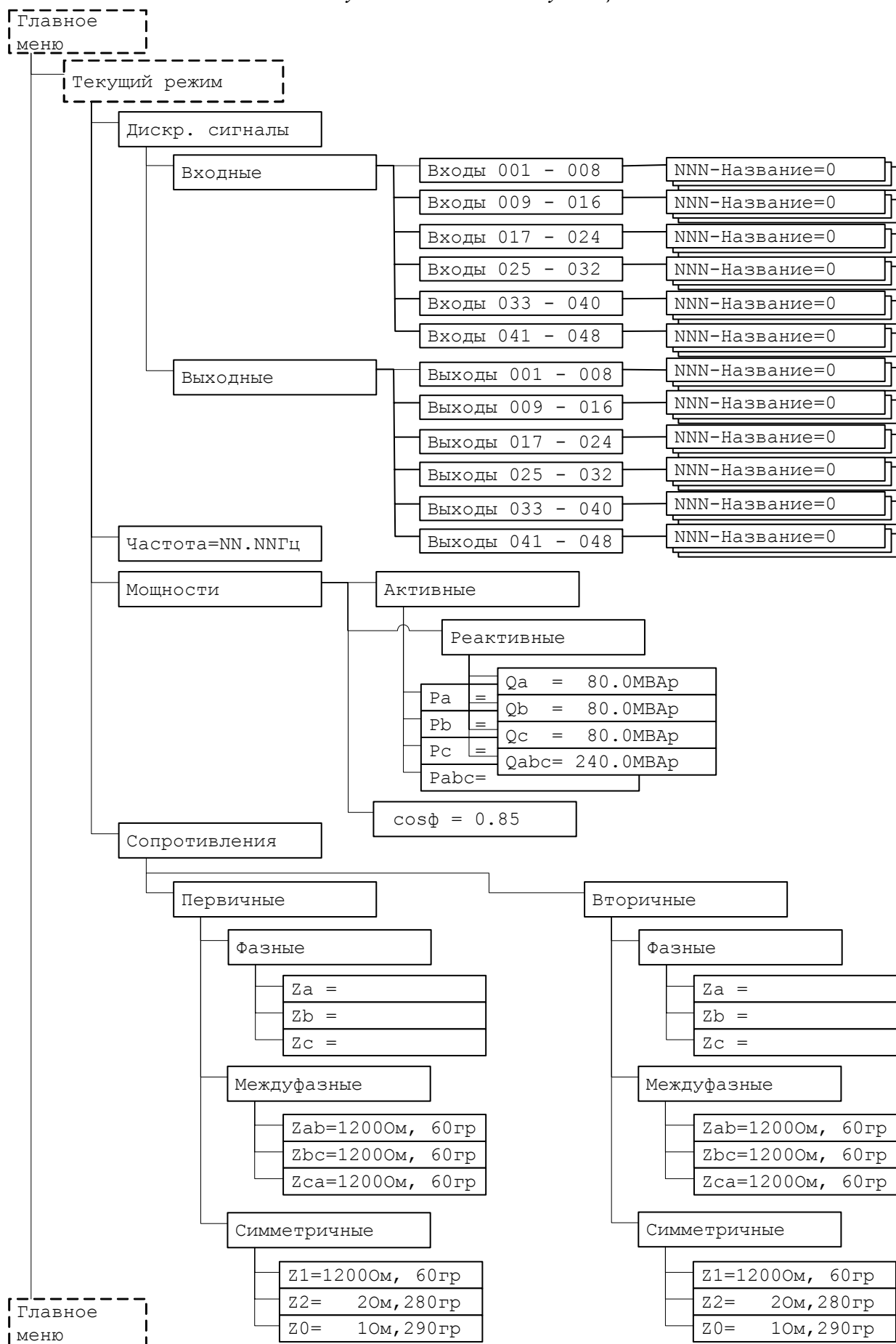


Рисунок 20 – Дерево меню защиты «Бреслер ТЛ 2704.5Х»

*Шкаф дифференциально-фазной защиты линии «Бреслер ШЛ 2704.5Х»
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ*

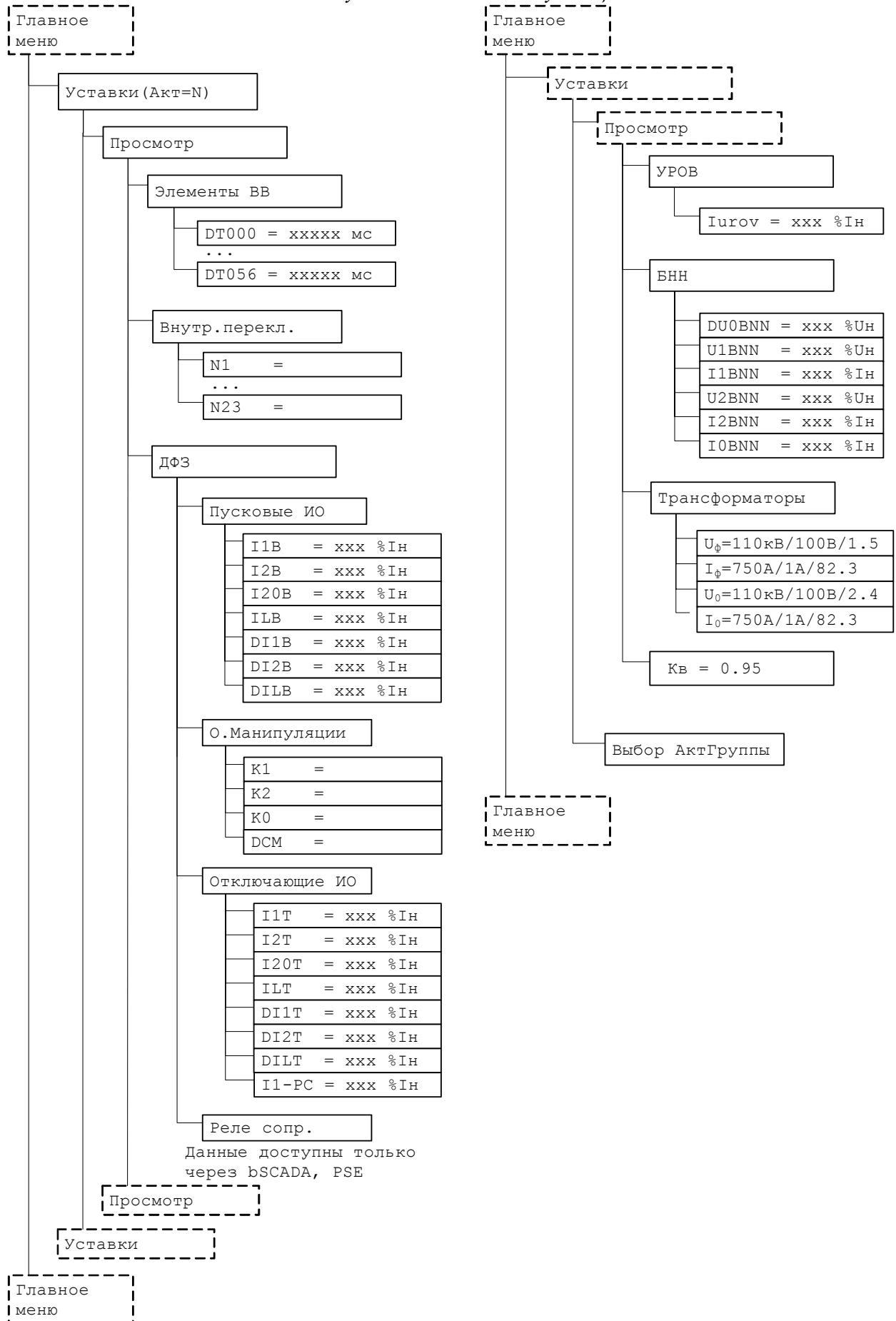


Рисунок 21 – Дерево меню защиты «Бреслер ТЛ 2704.5Х»

Шкаф дифференциально-фазной защиты линии «Бреслер ШЛ 2704.5Х»
 Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ

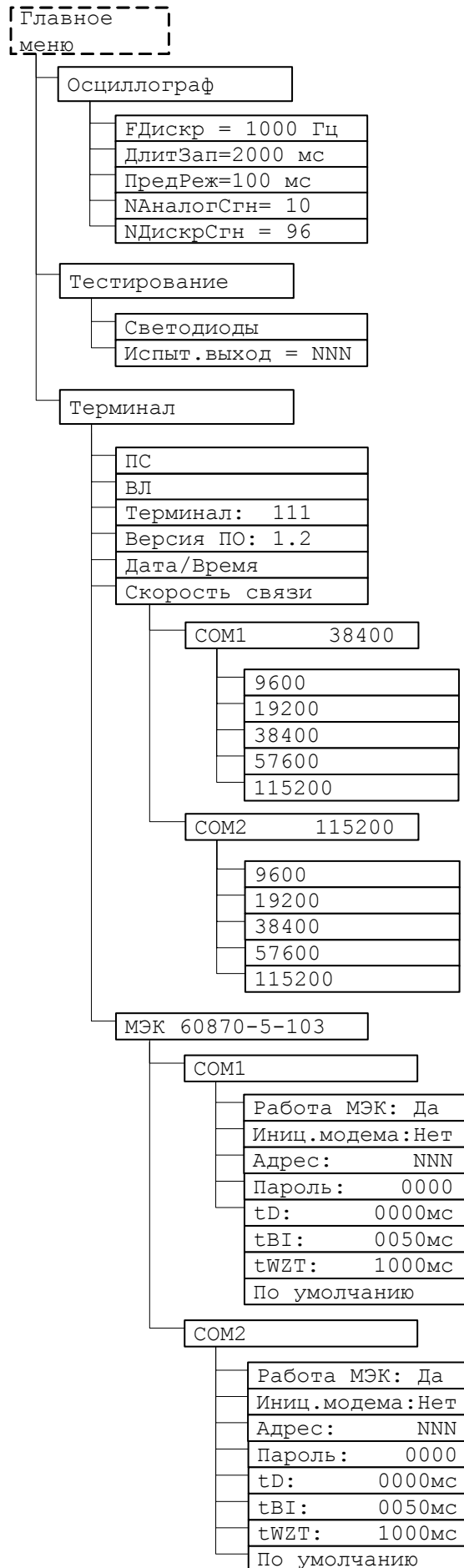
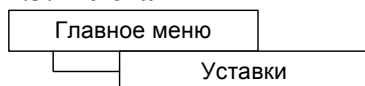


Рисунок 22 - Дерево меню защиты «Бреслер ТЛ 2704.5Х»

2.3.4 Уставки



Меню **Уставки** используется для просмотра параметров функций защиты, имеющихся в терминале «Бреслер ТЛ 2704.5Х», и выбора режимов его работы. Терминал может иметь до четырех групп уставок, одна из которых является активной и индицируется в заголовке меню.

2.3.4.1 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.

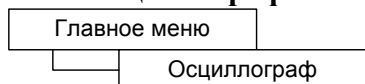
2.3.4.2 Просмотр уставок



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.

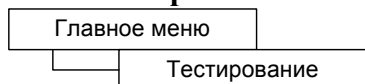
2.3.5 Осциллограф



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

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

2.3.6 Тестирование

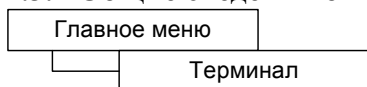


Терминал «Бреслер ТЛ 2704.5Х» имеет встроенные функции обнаружения внутренних неисправностей. Частичная самодиагностика в рабочем режиме позволяет выявить и сигнализировать (выходной сигнал и светодиодная индикация) об ошибке. Однако существуют функции, тестирование которых невозможно без участия обслуживающего персонала. Для верификации полной работоспособности терминала используется меню **Тестирование**:

- **Светодиоды** – тест светодиодов на лицевой панели терминала. При выборе этой функции светодиоды поочередно зажигаются и гаснут, пользователь контролирует их состояние визуально;
- **Испыт.выход** – настройка испытательного выхода. Эта настройка используется при тестировании блоков реле. Заголовок меню отображает цифровое обозначение проверяемого измери-

тельного органа, результат работы которого передается на испытательный выход терминала. В подменю пользователю предлагается полный список возможных значений параметра с их краткими текстовыми описаниями.

2.3.7 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 заголовки 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

2.4 Возможные неисправности и методы их устранения

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

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

2.4.3 Сигнал “Неисправность” появляется при отказе:

- терминала защиты;
- ВЧ – приемопередатчика;
- при работе БНН.

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

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

Если напряжения присутствуют на всех контрольных точках, то следует произвести ремонт/замену блока аналоговых входов (рис. 5).

2.4.5 Если произошел отказ ВЧ – приемопередатчика, о чем свидетельствует загорание светодиода «неисправность» или «сбой» на лицевой панели приемопередатчика, то следует действовать согласно инструкции, входящей в комплект документации на данный тип приемопередатчика.

2.4.6 Если нет отказа приемопередатчика и срабатывания БНН, то это означает неисправность терминала защиты. Основные неисправности терминала и методы их устранения приведены в таблице 13.

Таблица 13

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

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

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

Ниже приведены перечни необходимых работ для каждого этапа ТО.

3.1 Рекомендуемый перечень работ при техническом обслуживании шкафа защиты «Бреслер ШЛ 2704.5х»

В таблице 14 указана периодичность проведения технического обслуживания устройства защиты серии «Бреслер ШЛ 2704», а в таблице 15 виды работ при соответствующих проверках.

Таблица 14. 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 2704.5х»	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 15. Виды работ при проверке устройства

Виды проверок	Виды работ при проверке
Н, К1, В, К	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;
В	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;
Н, К1, В, К	в) измерение сопротивления изоляции независимых цепей (кроме цепей интерфейса связи) по отношению к корпусу и между собой: <ul style="list-style-type: none"> • входных цепей тока; • входных цепей напряжения; • цепей питания оперативным током; • входных цепей дискретных сигналов; • выходных цепей дискретных сигналов от контактов выходных реле. Измерения производятся мегомметром на 1000 В, сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм;
Н, В	г) испытания электрической прочности изоляции независимых цепей (кроме цепей

*Шкаф дифференциально–фазной защиты линии “Бреслер ШЛ 2704.5Х”
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ*

Виды проверок	Виды работ при проверке
	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 2000 В);
Н, К1, В	д) задание (или проверка) требуемой конфигурации устройства защиты в соответствии с принятыми проектными решениями и техническими характеристиками (функциями) устройства;
Н, К1, В	е) задание (или проверка) уставок устройства защиты в соответствии с заданной конфигурацией;
Н, К1, В	ж) проверка правильности отображения значений и фазовых углов токов (напряжений), поданных от постороннего источника;
Н, К1, В	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;
Н, К1, В	и) проверка времени срабатывания защиты на соответствие заданным уставкам по времени;
Н	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;
Н	л) проверка срабатывания устройства защиты на рабочих уставках и определение изменения параметров срабатывания при напряжении оперативного тока, равном 0,8 и 1,1 $U_{ном}$;
Н, В	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;
Н, К1, В, К	н) проверка управляющих функций защиты с воздействием контактов выходного реле в цепи управления коммутационным аппаратом;
Н, В	о) проверка функций регистрации событий, осциллографирования сигналов, отображения параметров защиты;
Н, К1, В	р) проверка управления коммутационным аппаратом присоединения (включить/отключить);
Н, К1, В	с) проверка взаимодействия с другими устройствами защиты, электроавтоматики, управления и сигнализации с воздействием на коммутационный аппарат;
Н, К1, К, В	т) проверка рабочим током: <ul style="list-style-type: none"> • проверка правильности подключения цепей тока и напряжения к устройству защиты с использованием устройства отображения входных значений; • проверка правильности включения блокировки при неисправности в цепях напряжения; • проверка правильности подключения реле сопротивления защиты; • проверка поведения устройства при отключении цепей напряжения; • контроль конфигурации и значений уставок; • контроль значений текущих параметров и состояния устройства по дисплею и сигнальным элементам.

3.2 Профилактический контроль

Терминалы серии «Бреслер ТЛ 2704.5Х» имеют встроенную систему самодиагностики и не требуют периодического тестирования. Самодиагностика обеспечивает локализацию повреждения с точностью до блока терминала.

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

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

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 настоящего РЭ 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, переключателей, светосигнальной арматуры и т.д.

Внимание! В случае обнаружения дефектов в терминале «Бреслер ТЛ 2704.5Х» 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 п.3 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 Условия транспортирования и хранения шкафа и допустимые сроки сохранности в упаковке до ввода в эксплуатацию приведены в таблице 16.

Таблица 16 - Условия транспортирования и хранения

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

4.1.2 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.

4.1.3 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.

Шкаф дифференциально-фазной защиты линии «Бреслер ШЛ 2704.5Х»
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Габаритные и установочные размеры

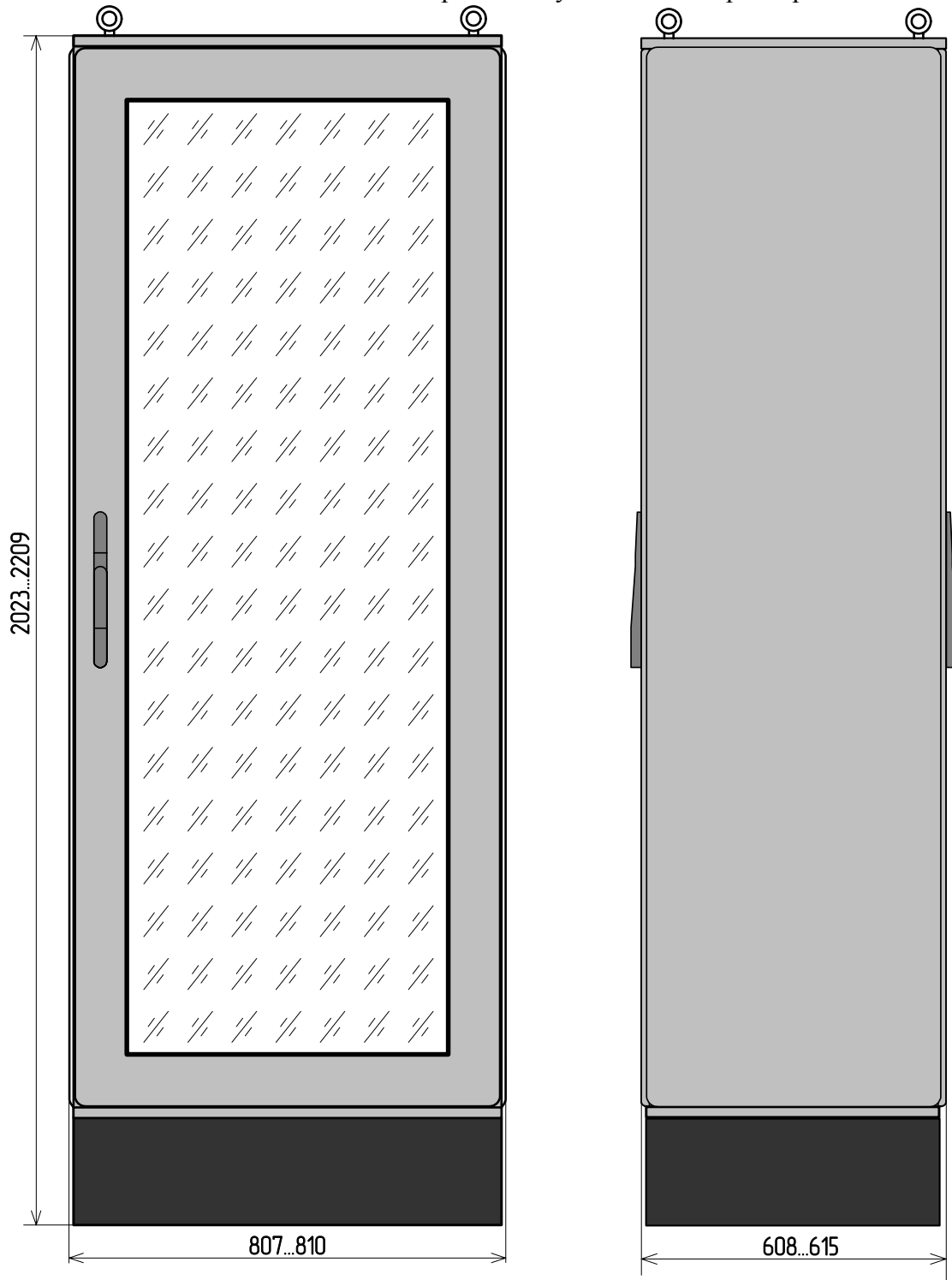
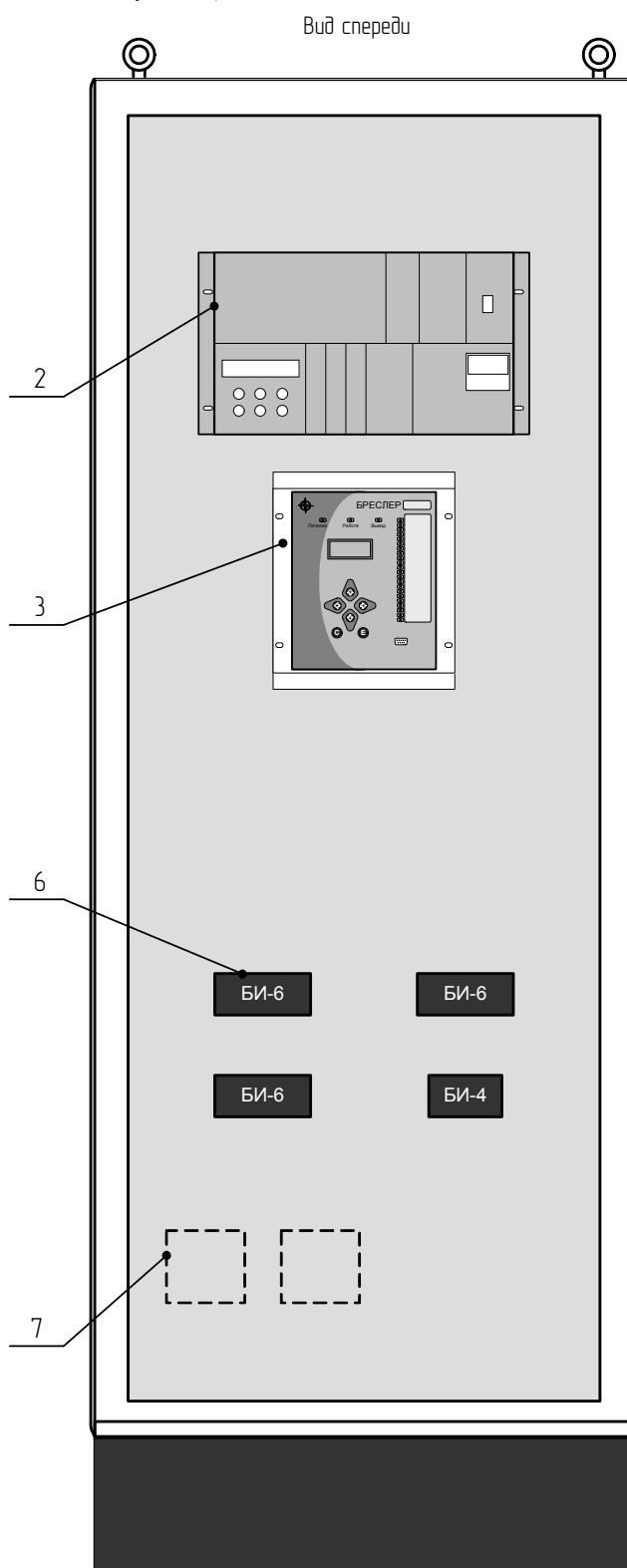
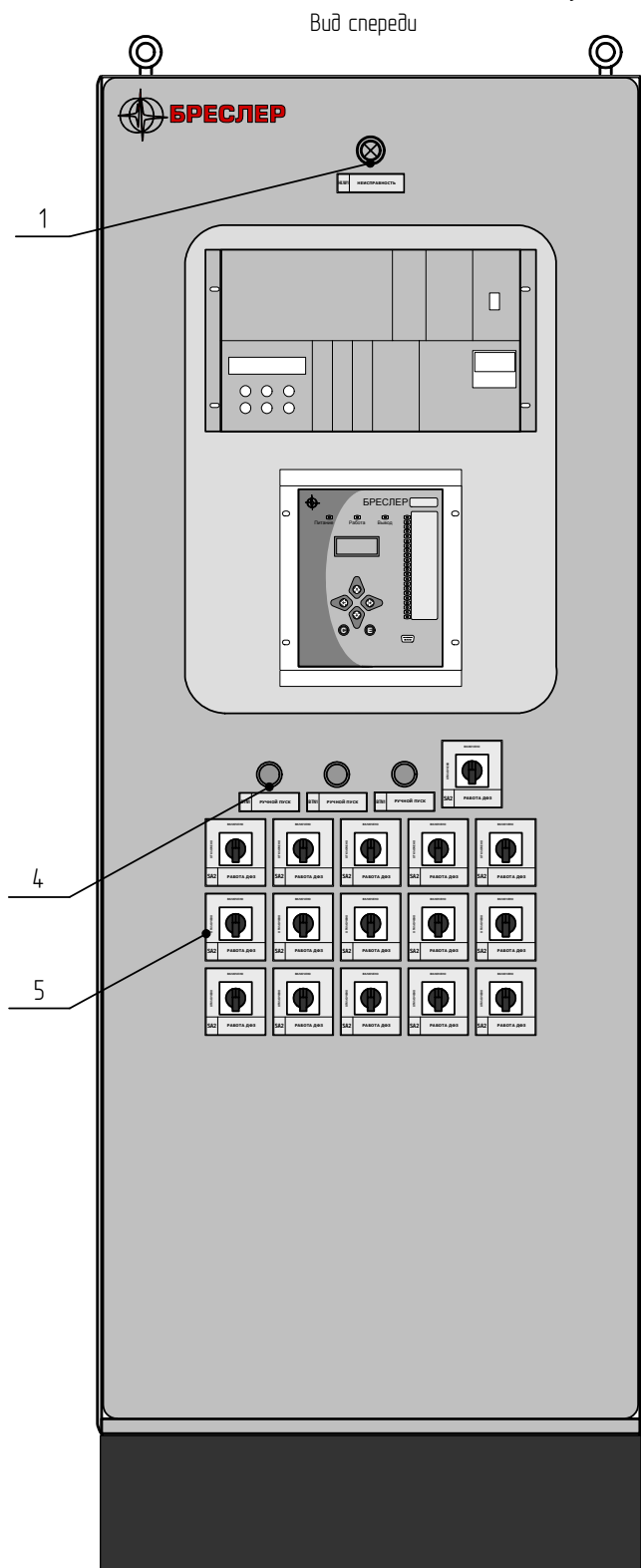


Рисунок А.1 – Габаритные и установочные размеры шкафа «Бреслер ШЛ 2704.5Х»*
(размеры указаны для различных фирм-производителей металлоконструкции шкафов)

*- в зависимости от конкретного проекта возможны изменения в конструктивном исполнении шкафа

Шкаф дифференциально-фазной защиты линии «Бреслер ШЛ 2704.5Х»
 Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ



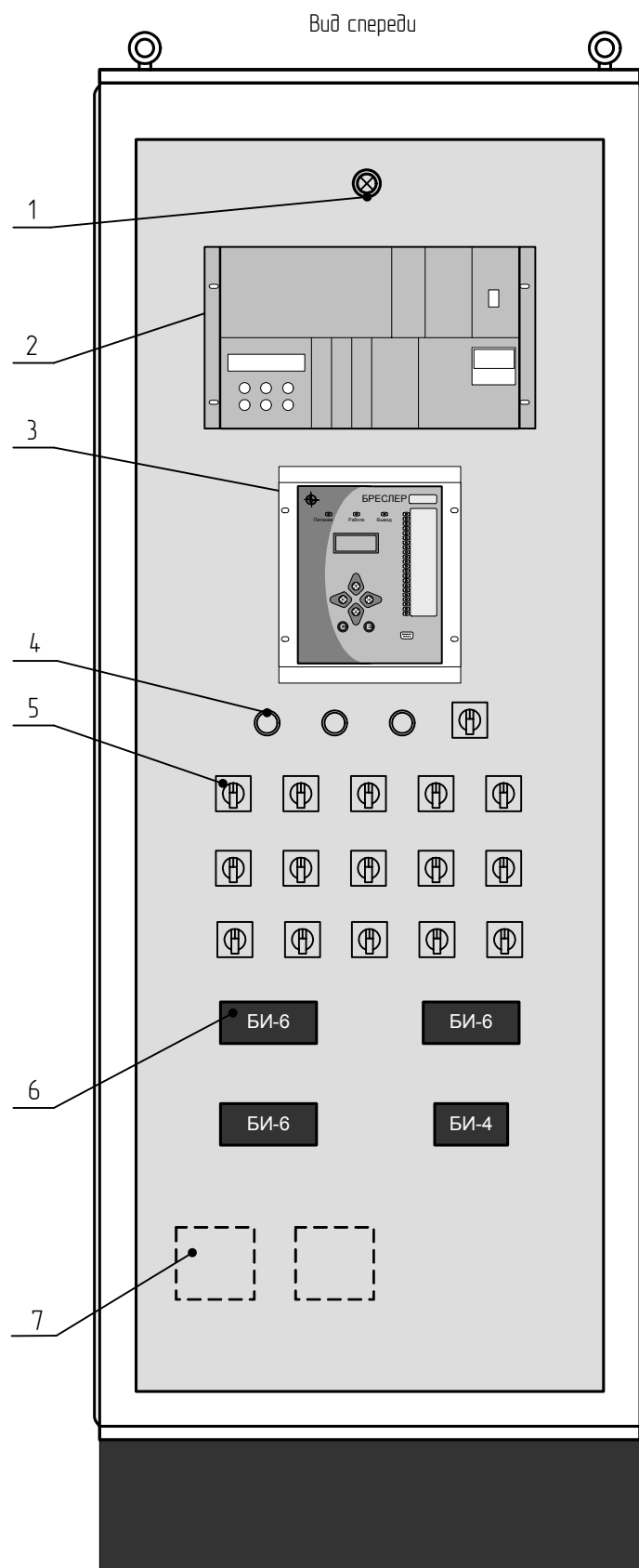
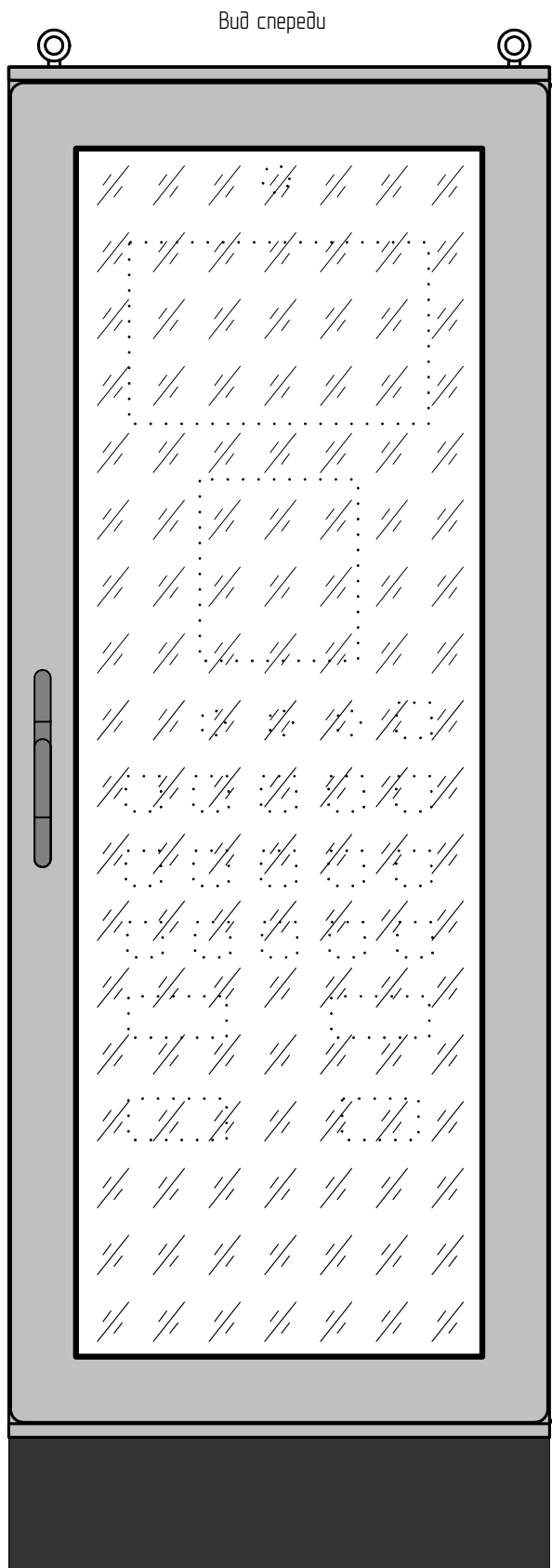
- 1 – лампа,
- 2 – приемопередатчик,
- 3 – терминал «Бреслер ТЛ 2704.5Х»,
- 4 – кнопки,

- 5 – переключатели,
- 6 – БИ,
- 7 – фильтры.

Рисунок А.2 - Общий вид шкафа «Бреслер ШЛ 2704.5Х» с металлической дверью*

*- в зависимости от конкретного проекта возможны изменения в конструктивном исполнении шкафа

Шкаф дифференциально-фазной защиты линии «Бреслер ШЛ 2704.5Х»
 Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ



- 1 – лампа,
- 2 – приемопередатчик,
- 3 – терминал «Бреслер ТЛ 2704.5Х»,
- 4 – кнопки,

- 5 – переключатели,
- 6 – БИ,
- 7 – фильтры.

Рисунок А.3 – Общий вид шкафа «Бреслер ШЛ 2704.5Х» с прозрачной дверью*

Шкаф дифференциально-фазной защиты линии "Бреслер ШЛ 2704.5Х"
 Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ

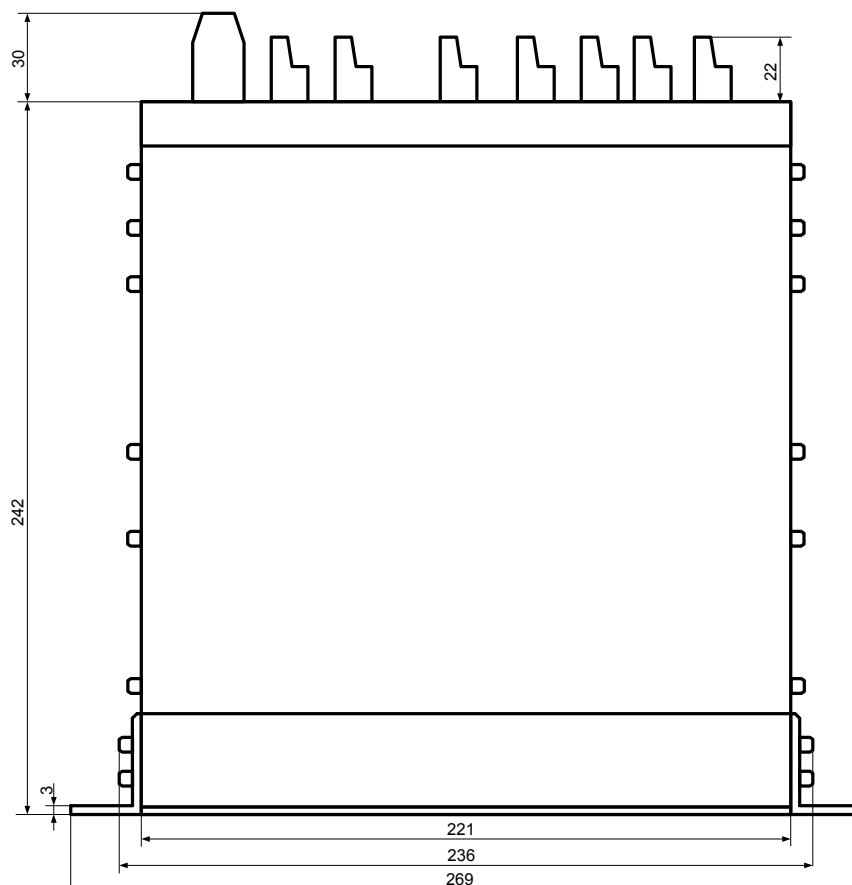
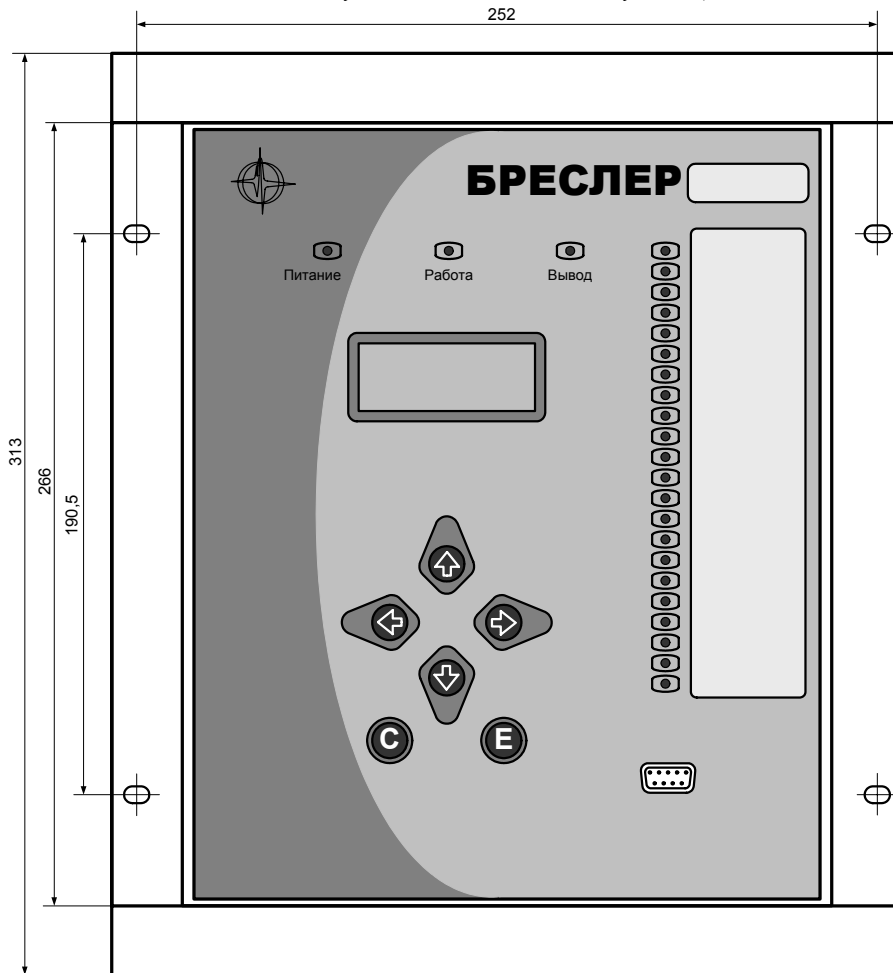


Рисунок А.4 – Внешний вид, габаритные и установочные размеры терминала

*Шкаф дифференциально-фазной защиты линии «Бреслер ШЛ 2704.5Х»
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ*

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Карта заказа

на шкаф дифференциально-фазной защиты линии типа «БРЕСЛЕР ШЛ 2704»

1. Изготовитель:

ООО «Исследовательский центр «Бреслер»

Адрес: 428020, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. И.Яковлева, 1.

Тел./ факс: (8352) 61-43-20, 61-43-21, ... 61-43-29

Факс (8352) 61-43-22, e-mail: rza@ic-bresler.ru

2. Заказчик _____

Наименование заказчика

3. Выбор типоразмера шкафа

№	Шифр шкафа	Назначение шкафа	Кол-во
1	2704.51	ДФЗ ЛЭП напряжением 220-500 кВ, оборудованных устройствами пофазного управления выключателем	
2	2704.52	ДФЗ ЛЭП напряжением 500 кВ и выше, оборудованных устройствами пофазного управления выключателем	
3	2704.53	ДЗЛ с ВОЛС ЛЭП напряжением 500 кВ и выше	
4	2704.54	ДФЗ ЛЭП напряжением 220-500 кВ	
5	2704.55	ДФЗ ЛЭП напряжением 220-500 кВ с переходом на ОВ, оборудованных устройствами пофазного управления выключателем	

4. Шкафы защит для линий

№	Шифр шкафа	Наименование линии	Длина	Напряжение	Коэффициент трансформации ТТ

5. Номинальные данные шкафа

Номинальный ток 1А 5А
 Номинальное напряжение оперативного постоянного тока 220В 110В

6. Тип приемопередатчика

Шифр шкафа	Тип приемопередатчика	Заказ через «ИЦ «Бреслер» Да/нет

7. Тип связи с АСУ

RS-485
 Ethernet*
 Оптоволоконный канал*
 * – требует установки дополнительного преобразователя

8. Дополнительное оборудование

№	Тип оборудования	Марка	Кол-во
1	Преобразователь RS-485/RS-232 с БП	I-7520	
2	Кабель связи, м		
3	Модем		
4	Компьютер (при заказе оговорить конфигурацию)		
5			

9. Разработчик проекта _____

10. Заказчик _____

руководитель

фамилия, и. о.

подпись

Набор функций шкафа

№	Наименование функций шкафов защиты	Шифр шкафа защиты				
		2704.51	2704.52	2704.53	2704.54	2704.55
1	Дифференциально-фазная защита линии	√	√	√	√	√
2	Функция резервирования отказа выключателя (УРОВ)*					
3	Избиратель поврежденной фазы и вида повреждения	√	√	√		√
4	Однофазное автоматическое повторное включение	√	√	√		√
5	Орган выявления успешности включения		√	√		√
6	Орган контроля погасания дуги подпитки		√	√		√
7	Оперативное изменение 4-х групп уставок*		√	√		√
8	Функция определения места повреждения*					
9	Переход на обходной выключатель					√

* – Не входит в стандартную комплектацию

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Перечень регистрируемых дискретных сигналов

Перечень регистрируемых и осциллографируемых дискретных сигналов

№	Наименование сигнала			Не использовать для регистрации	Не использовать для пуска осциллографа	Уставки по умолчанию				
	на дисплее терминала и осциллограммах	в SMS и регистраторе событий	на схемах			Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование	Регистрация сигналов	
Измерительные органы ДФЗ										
1.	DI2B	ИО по приращению вектора I2 блокирующий	DI2			√		√	√	
2.	I20B	ИО комбинированного тока I2+I0 блокирующий	I2+I0			√		√	√	
3.	I1B	ИО по I1 блокирующий	I1			√			√	
4.	DI1B	ИО по приращению вектора I1 блокирующий	DI1(I1ав)			√			√	
5.	IDLB	ИО по максимальной разности фазных токов блокирующий	IDL			√			√	
6.	DIDLB	ИО по приращению вектора максимальной разности фазных токов блокирующий	DIDL			√			√	
7.	U2B	ИО по компенсированному напряжению U2 блокирующий	U2-I2Z2л/2			√		√	√	
8.	I0B	ИО по I0 блокирующий	I0			√		√	√	
9.	I2B	ИО по I2 блокирующий	I2			√		√	√	
10.	I0T	ИО по I0 отключающий	I0			√		√	√	
11.	I2T	ИО по I2 отключающий	I2			√		√	√	
12.	DI2T	ИО по приращению вектора I2 отключающий	DI2			√		√	√	
13.	I20T	ИО комбинированного тока I2+I0 отключающий	I2+I0			√		√	√	
14.	I1T	ИО по I1 отключающий	I1			√			√	
15.	DI1T	ИО по приращению вектора I1 отключающий	DI1(I1ав)			√			√	
16.	IDLT	ИО по максимальной разности фазных токов отключающий	IDL			√			√	
17.	DIDLТ	ИО по приращению вектора максимальной разности фазных токов отключающий	DIDL			√			√	
18.	U2T	ИО по компенсированному напряжению U2 отключающий	U2-I2Z2л/2			√		√	√	
19.	DI20T	ИО по приращению комбинированного тока I2+I0 отключающий	D(I2+I0)			√		√	√	
20.	I1PC	Реле тока на контроль реле сопротивления	I1-PC	√	√					
21.	PC	Реле сопротивления	PC			√		√	√	
22.	БНН	Блокировка при неисправностях цепей напряжения	БНН			√		√	√	
Измерительные органы избирателя поврежденных фаз (ИПФ) и ОАПВ										

*Шкаф дифференциально-фазной защиты линии “Бреслер ШЛ 2704.5Х”
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ*

№	Наименование сигнала			Не использовать для регистрации	Не использовать для пуска осциллографа	Уставки по умолчанию				
	на дисплее терминала и осциллограммах	в SMS и регистраторе событий	на схемах			Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование	Регистрация сигналов	
23.	К(2) особ.ф А	Особая фаза при К(2)BC	особ.ф_А	✓	✓					
24.	К(2) особ.ф В	Особая фаза при К(2)CA	особ.ф_В	✓	✓					
25.	К(2) особ.ф С	Особая фаза при К(2)AB	особ.ф_С	✓	✓					
26.	К(3)	Трехфазное замыкание	К(3)	✓	✓					
27.	К(2)	Междуфазное замыкание	К(2)	✓	✓					
28.	К(1.1)	Двухфазное замыкание на землю	К(1.1)	✓	✓					
29.	К(1) ф А	Однофазное замыкание фазы А	ф_А			✓		✓	✓	
30.	К(1) ф В	Однофазное замыкание фазы В	ф_В			✓		✓	✓	
31.	К(1) ф С	Однофазное замыкание фазы С	ф_С			✓		✓	✓	
32.	I20R	Токовые реле для контроля быстродействующих защит ВЛ	I0+I2	✓	✓					
33.	ОВУВ	Орган выявления успешности включения	ОВУВ			✓		✓	✓	
34.	ОКПД	Орган контроля погасания дуги подпитки	ОКПД			✓		✓	✓	
Входные сигналы ДФЗ										
35.	ВЧ-прием	ВЧ-прием	ВЧ-прием					✓		
36.	Вывод ОАПВ	Вывод ОАПВ	Вывод ОАПВ						✓	
37.	Неиспр. ВЧ	Неисправность ВЧ	Неиспр. ВЧ			✓		✓	✓	
38.	Останов ВЧ	Останов ВЧ	Останов ВЧ			✓		✓	✓	
Переключатели, внутренние накладки, кнопки ДФЗ										
39.	SA1-0	ДФЗ на сигнал	SA1-0	✓	✓					
40.	SA1-1	ДФЗ на ОАПВ	SA1-1						✓	
41.	SA1-2	ДФЗ на отключение трех фаз	SA1-2						✓	
42.	Кн1	Ручной пуск передатчика	SB1						✓	
43.	Н1	Ввод ИО по приращениям	Н1						✓	
44.	Н2	Ускорение работы ОСФ	Н2						✓	
Входные сигналы ОАПВ										
45.	РПО 1В	Контакт реле положения «Отключено» 1В	РПО 1В					✓	✓	
46.	РПВ 1В	Контакт реле положения «Включено» 1В	РПВ 1В					✓	✓	

*Шкаф дифференциально-фазной защиты линии “Бреслер ШЛ 2704.5Х”
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ*

№	Наименование сигнала			Не использовать для регистрации	Не использовать для пуска осциллографа	Уставки по умолчанию				
	на дисплее терминала и осциллограммах	в SMS и регистраторе событий	на схемах			Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование	Регистрация сигналов	
47.	РПО 2В	Контакт реле положения «Отключено» 2В	РПО 2В					✓	✓	
48.	РПВ 2В	Контакт реле положения «Включено» 2В	РПВ 2В					✓	✓	
49.	Прием ВЧ№3	Прием ВЧ№1	Прием ВЧ№1					✓	✓	
50.	Прием ВЧ№4	Прием ВЧ№4	Прием ВЧ№4					✓	✓	
51.	Прием ВЧ№7	Прием ВЧ№7	Прием ВЧ№7					✓	✓	
52.	REL Оа	Отключение ф.А от REL	REL Оа					✓	✓	
53.	REL Ов	Отключение ф.В от REL	REL Ов					✓	✓	
54.	REL Ос	Отключение ф.С от REL	REL Ос					✓	✓	
55.	I ст. ДЗ	Сигнал от I ст. ДЗ	I ст. ДЗ					✓	✓	
56.	I ст. ТЗ	Сигнал от I ст. ТЗ	I ст. ДЗ					✓	✓	
57.	ТЗ-03 V ДЗ-03	Защиты линии на отключ. 3-х фаз	ТЗ-03 V ДЗ-03					✓	✓	
58.	РКВ-1В, 2В	Контакт реле команды «Включить» 1В, 2В	РКВ-1В, 2В					✓	✓	
59.	ТАПВ 1В, 2В	Сигнал от устройства ТАПВ	ТАПВ 1В, 2В					✓	✓	
60.	Готовн. прив 1В	Сигнал о готовности привода 1В	Готовн. прив 1В					✓	✓	
61.	Ведущий 1В	1В ведущий	Ведущий 1В					✓	✓	
62.	Готовн. прив 2В	Сигнал о готовности привода 2В	Готовн. прив 2В					✓	✓	
63.	Ведущий 2В	2В ведущий	Ведущий 2В					✓	✓	
Переключатели, внутренние накладки, кнопки ОАПВ и ИПФ										
64.	SA2	Вывод шкафа	SA-2	✓	✓					
65.	SA3	Разрешение ОАПВ 1В	SA3						✓	
66.	SA4	Разрешение ОАПВ 2В	SA4						✓	
67.	SA5	Включение I поврежденной фазы на данном конце ВЛ	SA5						✓	
68.	H3	Токовые реле на контроль ФП	H3						✓	
69.	H4	Отключение одной фазы при К ⁽²⁾	H4						✓	
70.	H5	Запрет ТАПВ при отключении. От избирателей	H5						✓	
71.	H6-1	Запрет ТАПВ от ФКВ	H6-1						✓	
72.	H6-2	Запрет ТАПВ от ФНВ	H6-2						✓	
73.	H7	Запрет ТАПВ от ФУКЗ	H7						✓	

*Шкаф дифференциально-фазной защиты линии “Бреслер ШЛ 2704.5X”
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5X РЭ*

№	Наименование сигнала			Не использовать для регистрации	Не использовать для пуска осциллографа	Уставки по умолчанию				
	на дисплее терминала и осциллограммах	в SMS и регистраторе событий	на схемах			Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование	Регистрация сигналов	
74.	H8	Действие расчетной и адаптивной пауз по «ИЛИ»	H8						✓	
75.	H9-1	Пуск ВЧ-сигнала №7 всегда при включении на I конце	H9-1						✓	
76.	H9-2	Пуск ВЧ-сигнала №7 при «Очер. в работе» на I конце	H9-2						✓	
77.	H10	Блокирование ускорения при ОЛ от ОВУВ	H10						✓	
78.	H11	Готовность привода 1В	H11						✓	
79.	H12	Готовность привода 2В	H12						✓	
80.	H13-1	Отключение неповрежденных фаз данного конца первым	H13-1						✓	
81.	H13-2	Отключение неповрежденных фаз данного конца вторым	H13-2						✓	
82.	H14	Ввод ускорения резервных защит при ТАПВ и ОЛ	H14						✓	
Общие переключатели, кнопки и БИ шкафа защиты										
83.	SA6-1	Выбор I-й группы уставок	SA6-1						✓	
84.	SA6-2	Выбор II-й группы уставок	SA6-2						✓	
85.	SA6-3	Выбор III-й группы уставок	SA6-3						✓	
86.	SA6-4	Выбор IV-й группы уставок	SA6-4						✓	
87.	SA6-5	Ввод группы уставок с SCA-DA	SA6-5						✓	
88.	Kn3	Ввод группы уставок	SB3						✓	
89.	Kn2	Съём сигнализации	SB2						✓	
90.	SA7	Отключение цепей на СО 1В	SA7						✓	
91.	SA8	Отключение цепей на СО 2В	SA8						✓	
92.	SA9	Отключение цепей на REL (A1)	SA9						✓	
93.	SA10	Отключение цепей на REL (A2)	SA10						✓	
94.	SA11	Отключение цепей на ШП2	SA11						✓	
95.	SA12	Отключение цепей на ШП3	SA12						✓	
96.	SA13	Отключение цепей на 1-го REBa 1В	SA13						✓	
97.	SA14	Отключение цепей на 2-го REBa 1В	SA14						✓	
98.	SA15	Отключение цепей на 1-го REBa 2В	SA15						✓	
99.	SA16	Отключение цепей на 2-го REBa 2В	SA16						✓	
100.	SG1	Контроль положения токовых БИ SG1 и SG2	SG1						✓	

*Шкаф дифференциально–фазной защиты линии “Бреслер ШЛ 2704.5Х”
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ*

№	Наименование сигнала			Не использовать для регистрации	Не использовать для пуска осциллографа	Уставки по умолчанию				
	на дисплее терминала и осциллограммах	в SMS и регистраторе событий	на схемах			Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование	Регистрация сигналов	
101.	SG3	Контроль положения напряженческих БИ SG3 и SG4	SG3						✓	
102.	SG6	Контроль положения БИ SG6 напряжения питания ПВЗУ-Е	SG6						✓	
Выходные сигналы ДФЗ										
103.	Запрет АК	Запрет АК	Запрет АК			✓		✓	✓	
104.	Пуск ВЧ-пер	Пуск ВЧ-передатчика	Пуск ВЧ-пер			✓		✓	✓	
105.	Срабат. РС	Срабатывание реле сопротивления ДФЗ	Срабат. РС			✓		✓	✓	
106.	Сигн. вызова	Сигнал вызова оператора	Сиг. вызова						✓	
107.	Пуск БАПВ	Пуск БАПВ	Пуск БАПВ			✓		✓	✓	
Выходные сигналы ОАПВ										
108.	Откл. ф. А	Отключение фазы А 1В	Отключ. фазы А 1В СО1			✓		✓	✓	
109.	Откл. ф. А	Отключение фазы А 2В	Отключ. фазы А 2В СО1			✓		✓	✓	
110.	Откл. ф. А	Отключение фазы А на REL A1	Отключ. фазы А на REL A1			✓		✓	✓	
111.	Откл. ф. А	Отключение фазы А на REL A2	Отключ. фазы А на REL A2			✓		✓	✓	
112.	Откл. ф. А	На ШР2 при отключении фазы А	Отключ. фазы А на ШР 2							
113.	Откл. ф. А	На ШР3 при отключении фазы А	Отключ. фазы А на ШР 3							
114.	Откл. ф. А	На 1 РЕВ 1В при отключении фазы А	Отключ. фазы А на РЕВ 1В							
115.	Откл. ф. А	На 1 РЕВ 2В при отключении фазы А	Отключ. фазы А на РЕВ 2В							
116.	Откл. ф. В	Отключение фазы В 1В	Отключ.			✓		✓	✓	

*Шкаф дифференциально–фазной защиты линии “Бреслер ШЛ 2704.5Х”
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ*

№	Наименование сигнала			Не использовать для регистрации	Не использовать для пуска осциллографа	Уставки по умолчанию			
	на дисплее терминала и осциллограммах	в SMS и регистраторе событий	на схемах			Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование	Регистрация сигналов
			фазы В 1В СО1						
117.	Откл. ф. В	Отключение фазы В 2В	Отключ. фазы В 2В СО1			✓		✓	✓
118.	Откл. ф. В	Отключение фазы В на REL А1	Отключ. фазы В на REL А1			✓		✓	✓
119.	Откл. ф. В	Отключение фазы В на REL А2	Отключ. фазы В на REL А2			✓		✓	✓
120.	Откл. ф. В	На ШР2 при отключении фазы В	Отключ. фазы В на ШР 2						
121.	Откл. ф. В	На ШР3 при отключении фазы В	Отключ. фазы В на ШР 3						
122.	Откл. ф. В	На 1 РЕВ 1В при Отключении фазы В	Отключ. фазы В на РЕВ 1В						
123.	Откл. ф. В	На 1 РЕВ 2В при отключении фазы В	Отключ. фазы В на РЕВ 2В						
124.	Откл. ф. С	Отключение фазы С 1В	Отключ. фазы С 1В СО1			✓		✓	✓
125.	Откл. ф. С	Отключение фазы С 2В	Отключ. фазы С 2В СО1			✓		✓	✓
126.	Откл. ф. С	Отключение фазы С на REL А1	Отключ. фазы В на REL А1			✓		✓	✓
127.	Откл. ф. С	Отключение фазы С на REL А2	Отключ. фазы В на REL А2			✓		✓	✓
128.	Откл. ф. С	На ШР2 при отключении фазы С	Отключ. фазы С на ШР 2						
129.	Откл. ф. С	На ШР3 при отключении фазы	Отключ.						

*Шкаф дифференциально-фазной защиты линии “Бреслер ШЛ 2704.5Х”
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5ХРЭ*

№	Наименование сигнала			Не использовать для регистрации	Не использовать для пуска осциллографа	Уставки по умолчанию				
	на дисплее терминала и осциллограммах	в SMS и регистраторе событий	на схемах			Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование	Регистрация сигналов	
		С	фазы С на ШР 3							
130.	Откл. ф. С	На 1 РЕВ 1В при Отключении фазы С	Отключ. фазы С на РЕВ 1В							
131.	Откл. ф. С	На 1 РЕВ 2В при отключении фазы С	Отключ. фазы С на РЕВ 2В							
132.	ФЦО	Цикл ОАПВ	ФЦО			√		√	√	
133.	Блок. ТЗ в цикле	Блокирование ТЗ в цикле	БлокТЗ в цикле			√		√	√	
134.	Ускор. ДЗ в цикле	Ускорение ДЗ в цикле	Ускор ДЗ в цикле			√		√	√	
135.	Ускор. ДЗ при ОЛ	Ускорение ДЗ при ОЛ	Ускор ДЗ при ОЛ			√		√	√	
136.	Пуск ВЧ-3	Пуск ВЧ-3	Пуск ВЧ-3			√		√	√	
137.	Пуск ВЧ-4	Пуск ВЧ-4	Пуск ВЧ-4			√		√	√	
138.	Пуск ВЧ-7	Пуск ВЧ-7	Пуск ВЧ-7			√		√	√	
139.	Включение 1В	Включение 1В. Сигнал на РЕВ 1В	Включение 1В			√		√	√	
140.	Включение 2В	Включение 2В. Сигнал на РЕВ 2В	Включение 2В			√		√	√	
141.	Включение	Включение. Сигнал на ШР2	Включен ШР2			√		√	√	
142.	Включение	Включение. Сигнал на ШР3	Включен на ШР3			√		√	√	
143.	Запр. ТАПВ 1В	На запрет ТАПВ 1В РЕВ 1В	Запрет ТАПВ 1В			√		√	√	
144.	Запр. ТАПВ 2В	На запрет ТАПВ 2В РЕВ 2В	Запрет ТАПВ 2В			√		√	√	
Промежуточные сигналы ДФЗ										
145.	Пуск ДФЗ	Пуск ДФЗ	Пуск ДФЗ			√		√	√	

*Шкаф дифференциально-фазной защиты линии "Бреслер ШЛ 2704.5X"
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5X РЭ*

№	Наименование сигнала			Не использовать для регистрации	Не использовать для пуска осциллографа	Уставки по умолчанию				
	на дисплее терминала и осциллограммах	в SMS и регистраторе событий	на схемах			Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование	Регистрация сигналов	
146.	Пуск ДФЗ_1	Срабатывание пусковых блокирующих ИО	Пуск ДФЗ_1					✓	✓	
147.	Разрешение манипуляции	Разрешение манипуляции	Разреш. Манип.					✓	✓	
148.	Пуск на откл.	Срабатывание пусковых отключающих ИО	Пуск на откл.			✓		✓	✓	
149.	Пуск при АПВ.	Срабатывание пусковых отключающих ИО в цикле ОАПВ	Пуск при АПВ.			✓		✓	✓	
150.	Срабат. ДФЗ	Срабатывание ОСФ ДФЗ	Срабат. ДФЗ			✓		✓	✓	
151.	ДФЗ	Действие ДФЗ через ОАПВ	ДФЗ			✓		✓	✓	
152.	ДФЗ на ОЗ	Действие ДФЗ на отключение 3-х фаз	ДФЗ на ОЗ			✓		✓	✓	
Промежуточные сигналы ОАПВ										
153.	БЗЛ	Срабатывание быстродействующей защиты линии	БЗЛ					✓	✓	
154.	БЗЛ-К	БЗЛ с контролем от токовых ИО ОАПВ	БЗЛ-К					✓	✓	
155.	Включение 1	Повторное включение отключившейся фазы на данном конце первым	Включ. 1						✓	
156.	Запрет вкл. 1В	Отключение или включение 1В тремя фазами	Запрет вкл. 1В						✓	
157.	Запрет вкл. 2В	Отключение или включение 2В тремя фазами	Запрет вкл. 2В						✓	
158.	Запрет ДИ	Запрет действия избирателей	Запрет ДИ						✓	
159.	ИЗТ	Интервал замыкания в транзит линии	ИЗТ					✓	✓	
160.	РПВ	Реле положения «Включено» 1В и 2В	РПВ					✓	✓	
Промежуточные сигналы ОАПВ - продолжение										
161.	К(1)	Фиксация однофазного замыкания селектором фаз	К(1)					✓	✓	
162.	К(1.1)	Фиксация двухфазного замыкания на землю селектором фаз	К(1.1)					✓	✓	
163.	К(2)	Фиксация междуфазного замыкания селектором фаз	К(2)					✓	✓	
164.	К(3)	Фиксация трехфазного замыкания селектором фаз	К(3)					✓	✓	
165.	МЗЛ	Медленнодействующая защита	МЗЛ					✓	✓	

*Шкаф дифференциально-фазной защиты линии “Бреслер ШЛ 2704.5X”
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5X РЭ*

№	Наименование сигнала			Не использовать для регистрации	Не использовать для пуска осциллографа	Уставки по умолчанию				
	на дисплее терминала и осциллограммах	в SMS и регистраторе событий	на схемах			Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование	Регистрация сигналов	
		та линий (II-IV ступени защит)								
166.	O1-1	Сигнал на отключение одной фазы от селектора	O1-1							
167.	O3, O3-1, O3-2	Сигнал на отключение трех фаз (O3-1, O3-2 – I и II сигналы O3)	O3, O3-1, O3-2					√	√	
168.	Oa-1, Ob-1, Oc-1	Сигнал на отключение одной из фаз A,B,C от селектора	Oa-1, Ob-1, Oc-1.					√	√	
169.	Oa, Ob, Oc	Сигнал отключения одной из фаз A,B,C на выключатель	Oa, Ob, Oc					√	√	
170.	ОКПД-В	Действие ОКПД на повторное включение (Адаптивная пауза)	ОКПД-В					√	√	
171.	ОКПД-О	Действие ОКПД на отключение неповрежденных фаз при фиксации устойчивого короткого замыкания (ФУКЗ)	ОКПД-О					√	√	
172.	Оп-1, Оп-2, Оп-3, Оп-4, Оп-5, Оп-6.	Действие на отключение трех фаз	Оп-1, Оп-2, Оп-3, Оп-4, Оп-5, Оп-6.					√	√	
173.	РКВ	Реле команды «Включить»	РКВ					√	√	
174.	РКВ-D	Продление сигнала РКВ	РКВ-D					√	√	
175.	РПВ 1В	Реле положения «Включено» 1В	РПВ-1В					√	√	
176.	РПВ 2В	Реле положения «Включено» 2В	РПВ-2В					√	√	
177.	РПО 1В	Реле положения «Отключено» 1В	РПО-1В					√	√	
178.	РПО 2В	Реле положения «Отключено» 2В	РПО-2В					√	√	
179.	РПВ	Срабатывание всех реле-повторителей выключателей	РПВ					√	√	
Промежуточные сигналы ОАПВ - продолжение										
180.	ФВЧС №3, №7	Фиксация ВЧ сигнала №3, №7 от ВЧТО	ФВЧС №3, №7					√	√	
181.	ФКВ	Фиксация команды включения	ФКВ					√	√	
182.	ФКО1 (ФКО-А, В,С)	Фиксация команды отключения одной фазы (Фиксация команды отключения фазы А, В, С)	ФКО1 (ФКО-А, В,С)					√	√	

*Шкаф дифференциально–фазной защиты линии “Бреслер ШЛ 2704.5Х”
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ*

№	Наименование сигнала			Не использовать для регистрации	Не использовать для пуска осциллографа	Уставки по умолчанию			
	на дисплее терминала и осциллограммах	в SMS и регистраторе событий	на схемах			Пуск осциллографа с 0/1	Пуск осциллографа с 1/0	Осциллографирование	Регистрация сигналов
183.	ФКО1-D	Фиксация команды отключения одной фазы с задержкой	ФКО1-D					✓	✓
184.	ФКОЗ	Фиксация команды отключения трех фаз	ФКОЗ					✓	✓
185.	ФКОЗ-D	Фиксация команды отключения трех фаз с задержкой	ФКОЗ-D					✓	✓
186.	ФНВ	Фиксация неуспешного включения	ФНВ					✓	✓
187.	ФП	Фиксация пуска	ФП					✓	✓
188.	ФЦО	Фиксация цикла отключения	ФЦО					✓	✓
189.	ФЦО-D	Фиксация цикла отключения с задержкой на возврат	ФЦО-D					✓	✓
190.	ФУКЗ	Фиксация устойчивого КЗ	ФУКЗ						

ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Ведомость цветных металлов

Ведомость цветных металлов

Таблица Г.1

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 Д – Перечень оборудования
Перечень оборудования и средств измерения,
необходимых для проведения контроля и испытаний.

Таблица Д.1

Наименование оборудования	Диапазон измеряемых (контролируемых) величин	Класс точности или предел допустимой погрешности	Обозначение НТД
Вольтметр переменного тока	до150 В	0,5	ГОСТ 8711-78
Вольтметр постоянного тока	до250 В	0,5	ГОСТ 8711-78
Амперметр переменного тока	2,5 - 5 А	0,5	ГОСТ 8711-78
Трансформатор тока измерительный	0,5 - 50 А	0,2	ГОСТ 23624-79
Прибор комбинированный			ГОСТ 10374-82
Мегомметры на 500 и 1000В	10 МОм	1,0	ГОСТ 23706-79
Универсальная пробойная установка	0,5 - 1,5 кВ	4 (класс точности вольтметра)	АЭ2.771.001ТУ
Электронный осциллограф	0 - 30 В	± 10%	ГОСТ 9829-81
Испытательное устройство "Ретом -41М"			ТУ3430-001-13092133
Штангенциркуль	250-630 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	1-2,5 кВ 1 МГц	±10% ±10%	Нестандартизованное средство испытаний

Нормативные технические документы на средства измерения приведены в таблице Д.1. Кроме того следует руководствоваться:

ГОСТ 12997-84. Изделия ГСП. Общие технические условия.

ГОСТ 22261-94.ЕССП. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

ГОСТ 8.009-84.ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е – Оперативные переключатели шкафа

Назначение и положения оперативных переключателей шкафа

Таблица Е.1

Обозначение	Название переключателя	Функциональное назначение	Положение
SA1	Питание терминала	Коммутирует цепи питания терминала: включено; отключено.	Рабочее положение: ВВОД
SA2	Режим работы ДФЗ	Выбор одного из режимов работы: Сигнал; ОАПВ; Отключение трех фаз	Рабочее положение по заданию
SA3	ДФЗ в работе	Разрешает коммутацию выходных реле терминала: Ввод; Вывод	Рабочее положение: ВВОД
SA4	Очередность АПВ по концам ВЛ	Определяет очередность АПВ: Включение первым; Включение вторым	Рабочее положение по заданию
SA5	Задание группы уставок	Задаёт группу уставок: Дистанционно; 1-я группа уставок; 2-я группа уставок; 3-я группа уставок; 4-я группа уставок	Рабочее положение по заданию
SA6	ВЧ сигнал №1	Ввод; Вывод	Рабочее положение: ВВОД
SA7	ВЧ сигнал №4	Ввод; Вывод	Рабочее положение: ВВОД
SA8	Действие на МКПА	Разрешает действие на МКПА: Ввод; Вывод	Рабочее положение: ВВОД
SA9	Действие на 1-й комплект резервной защиты	Разрешает действие 1-й комплект резервной защиты: Ввод; Вывод	Рабочее положение: ВВОД
SA10	Действие на 2-й комплект резервной защиты	Разрешает действие 2-й комплект резервной защиты: Ввод; Вывод	Рабочее положение: ВВОД
SA11	Действие на автоматику 1 выключателя	Разрешает действие на автоматику 1В: Ввод; Вывод	Рабочее положение: ВВОД
SA12	Действие на автоматику 2 выключателя	Разрешает действие на автоматику 2В: Ввод; Вывод	Рабочее положение: ВВОД
SA13	Отключение 1В через 1СО	Разрешает коммутации в цепи обмотки привода 1-го выключателя через 1-й СО: Ввод; Вывод	Рабочее положение: ВВОД
SA14	Отключение 1В через	Разрешает коммутации в цепи обмотки	Рабочее положение:

*Шкаф дифференциально–фазной защиты линии “Бреслер ШЛ 2704.5Х”
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ*

	2СО	привода 1-го выключателя через 2-й СО: Ввод; Вывод	ние: ВВОД
SA15	Отключение 2В через 1СО	Разрешает коммутации в цепи обмотки привода 2-го выключателя через 1-й СО: Ввод; Вывод	Рабочее положение: ВВОД
SA16	Отключение 2В через 2СО	Разрешает коммутации в цепи обмотки привода 2-го выключателя через 2-й СО: Ввод; Вывод	Рабочее положение: ВВОД
SB1	Ручной пуск передатчика	Запуск приёмопередатчика вручную	
SB2	Съём сигнализации	Снятие светодиодной сигнализации	
SB3	Ввод группы уставок	Подтверждение выбранной группы уставок	

Шкаф дифференциально–фазной защиты линии “Бреслер ШЛ 2704.5Х”
Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.001-04.5Х РЭ
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж – Совместимость с IEC 60870-5-103

1. Физический уровень

Электрический интерфейс
EIA RS485

Скорость передачи
- 9600 бит/с
- 19200 бит/с

Примечание: терминал также поддерживает скорости 38400 бит/с, 57600 бит/с, 115200 бит/с.
Параметры работы порта 8E1.

2. Пользовательский уровень

2.1 Метод передачи поля данных

Метод 1 – верхний байт передается первым, как определено в п.4.10 стандарта IEC 60870-5-4

2.2 Общий адрес ASDU

Один общий адрес ASDU (совпадающий с адресом станции)

Примечание: при работе с двумя портами адрес первого порта должен совпадать с номером терминала, адрес второго порта может быть отличным.

2.3 Набор адресов объектов информации в направлении контроля

2.3.1 Системные функции

<0> Завершение общего опроса
<0> Синхронизация времени
<2> Сброс FCB
<3> Сброс коммуникационного модуля
<4> Включение/перезагрузка

2.3.2 Состояние сигналов

<27> Вывод шкафа
<34> Неисправность ВЧ
<40> Ввод уставок
<84> Срабатывание ДФЗ
<94> Отключение фазы А
<95> Отключение фазы В
<96> Отключение фазы С
<97> Пуск ВЧ-1
<98> Пуск ВЧ-4
<99> Срабатывание шкафа
<100> Отключение фазы А от REL
<101> Отключение фазы В от REL
<102> Отключение фазы С от REL
<131> Цикл ОАПВ
<132> Включение 1В
<133> Включение 2В

Примечание: наличие тех или иных информационных элементов определяется активными уставками конкретного терминала.

2.4 Набор адресов объектов информации в направлении команды

2.4.1 Системные функции

<0> Начало общего опроса

<0> Синхронизация времени

2.4.2 Основные пользовательские функции

- Чтение осциллограмм
- Собственные данные

3. Измерение аналоговых сигналов

Передача измеренных величин осуществляется через ASDU 9. Максимальное значение MVAL принято равным 2.4 по отношению к номиналу измеряемой величины. Передаются следующие сигналы:

- ток фазы А;
- ток фазы В;
- ток фазы С;
- напряжение фазы А;
- напряжение фазы В;
- напряжение фазы С;
- активная мощность;
- реактивная мощность;
- частота.

