

Код ОКП 343300

УТВЕРЖДАЮ

Директор Центра инжиниринга

ООО «ИЦ «Бреслер»

_____ В.А. Ефремов

“ ____ ” _____ 2010 г.

**ШКАФЫ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЗАЩИТЫ
ТРАНСФОРМАТОРОВ И АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ
ТИПА “БРЕСЛЕР ШТ 2108.2Х/3Х/4Х”**

Руководство по эксплуатации

АИПБ.656467.004-08.2Х/3Х/4Х РЭ

Чебоксары 2010

ВНИМАНИЕ!

До изучения настоящего Руководства по эксплуатации изделие не включать!

Содержание

Введение	5
1 Техническое описание и работа изделия	7
1.1 Назначение изделия.....	7
1.1.1 Состав устройства	7
1.1.2 Функциональное назначение устройства	10
1.2 Основные технические данные и характеристики устройства	12
1.2.1 Основные параметры устройства.....	12
1.2.2 Условия работы устройства.....	12
1.2.3 Сопротивление изоляции устройства	13
1.2.4 Электромагнитная совместимость устройства	13
1.2.5 Цепи оперативного питания устройства	13
1.2.6 Характеристики дискретных входов устройства	14
1.2.7 Коммутационная способность контактов выходных реле	14
1.2.8 Цепи переменного тока.....	14
1.2.9 Надежность	15
1.3 Состав шкафа и конструктивное исполнение.....	16
1.3.1 Конструктивное исполнение шкафа	16
1.3.2 Схемы шкафа	17
1.4 Основные технические данные и характеристики терминала «Бреслер ТТ 2108.2Х/3Х/4Х»	17
1.4.1 Конструктив терминала	17
1.4.2 Интерфейс «человек-машина»	19
1.4.3 Интерфейс связи	20
1.4.4 Контроль аппаратной части.....	21
1.5 Состав функций и защит терминала.....	21
1.5.1 Дифференциальная токовая защита.....	22
1.5.2 Устройство резервирования при отказе выключателя.....	31
1.5.3 Токовая защита нулевой последовательности.....	33
1.5.4 Максимальная токовая защита.....	35
1.5.5 Защита от перегруза	38
1.5.6 Реле тока для пуска охлаждения	40
1.5.7 Реле тока трехфазные	43
1.5.8 Реле тока однофазные	44
1.5.9 Комбинированный пуск по напряжению	45
1.5.10 Сигнализация при замыкании на землю	47
1.5.11 Контроль отсутствия напряжения.....	48
1.5.12 Реле напряжения трехфазные	49
1.5.13 Органы направления мощности	50
1.5.14 Дистанционная защита.....	52
1.5.15 Конфигурирование аналоговой части	54
1.5.16 Модули дискретных входов	60
1.5.17 Модули выходных реле	61
1.5.18 Светодиоды	62
1.5.19 Осциллограф аварийных режимов.....	64
1.5.20 Регистратор событий.....	67

1.5.21	Дистанционное управление	68
1.5.22	Управление группами уставок.....	69
1.5.23	Модуль управления терминалом.....	69
1.5.24	Конфигурирование логической части.....	70
1.6	Особенности выполнения шкафа защиты	73
1.7	Средства измерения, инструмент и принадлежности	73
1.8	Маркировка и пломбирование	73
1.9	Упаковка	74
1.10	Требования безопасности и охраны окружающей среды	74
2	Использование по назначению	75
2.1	Эксплуатационные ограничения	75
2.2	Подготовка изделия к эксплуатации	75
2.2.1	Меры безопасности при подготовке изделия к использованию	75
2.2.2	Внешний осмотр, порядок установки шкафа	75
2.2.3	Монтаж шкафа	75
2.2.4	Подготовка шкафа к работе	76
2.2.5	Указания по вводу шкафа в эксплуатацию	76
2.2.6	Проверка сопротивления изоляции шкафа.....	76
2.2.7	Проверка правильности подключения цепей переменного тока	76
2.2.8	Задание и проверка уставок защит шкафа.....	77
2.2.9	Проверка шкафа рабочим током	77
2.2.10	Проверка поведения защиты при снятии и подаче напряжения оперативного постоянного тока	77
2.2.11	Проверка действия шкафа на центральную сигнализацию	77
2.2.12	Проверка взаимодействия шкафа с другими НКУ	77
2.3	Структура пользовательского интерфейса	77
2.3.1	Пользовательский интерфейс	77
2.3.2	Назначение кнопок управления.....	78
2.3.3	Режим ожидания	78
2.3.4	Меню пользовательского интерфейса	78
2.3.5	Текущий режим	79
2.3.6	Осциллограф.....	79
2.3.7	Регистратор событий	80
2.3.8	Уставки.....	81
2.3.9	Параметры АСУ	82
2.3.10	Тестирование	82
2.3.11	Состояние.....	83
2.3.12	Дата/Время.....	83
2.3.13	Служебное	83
2.4	Возможные неисправности и методы их устранения.....	94
2.5	Рекомендации по оперативному обслуживанию	97
3	Техническое обслуживание	99
3.1	Общие указания.....	99
3.1.1	Цикл технического обслуживания	99
3.1.2	Профилактический контроль	101
3.1.3	Профилактическое восстановление	101
3.2	Меры безопасности.....	101
3.3	Утилизация изделия.....	102
4	Рекомендации по расчету уставок	103
5	Транспортирование и хранение.....	104
	Приложение А – Карта заказа.....	105

Шкафы защиты трансформаторов и автотрансформаторов «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х»

Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.004-08.2Х/3Х/4Х РЭ

Приложение Б – Внешний вид и размеры терминала «Бреслер ТТ 2108.2Х/3Х/4Х»	107
Приложение В – Внешний вид и размеры шкафа	108
Приложение Г – Перечень оборудования и средств измерения.....	109
Приложение Д – Схемы электрические и принципиальные.....	110

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на шкафы и терминалы микропроцессорной защиты трансформаторов и автотрансформаторов типа «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х» (именуемое далее “устройство защиты” или «шкаф защиты») и содержит необходимые сведения по основным параметрам, принципу действия, конструкции, правилам эксплуатации и обслуживания.

Документ включает в себя:

– раздел «Техническое описание и работа изделия», в котором приводятся основные технические данные, конструктивное выполнение и принцип действия устройства;

– раздел «Использование по назначению», в котором приводятся рекомендации по подготовке устройства к эксплуатации и по работе с человеко-машинным интерфейсом устройства;

– раздел «Техническое обслуживание», в котором приводятся рекомендации по периодичности и объему технического обслуживания;

– раздел «Транспортирование и хранение», в котором приведены условия транспортирования и хранения устройства.

Устройство защиты соответствует требованиями технических условий ТУ 3433-011-54080722-2007 и ГОСТ Р 51321.1.

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

Устройство защиты представляет собой совокупность нескольких микропроцессорных многофункциональных терминалов защиты, аппаратно-программных средств, комплектуемых согласно проекта для конкретного объекта и средств связи с ЭВМ, размещаемых в металлоконструкции специализированного профиля – шкафе.

Сокращения, используемые в тексте:

АПВ	автоматическое повторное включение
АСУ	автоматизированная система управления
АТ	Автотрансформатор
АУВ	автоматика управления выключателем
АЦП	аналого-цифровое преобразование
БИ	блок испытательный
БП	блок питания
ВН	высшее напряжение
ГОСТ	государственный стандарт
ДЗО	дифференциальная защита ошиновки
ДЗТ	дифференциальная защита трансформатора
ДЗШ	дифференциальная защита шин
ДФЗ	дифференциально-фазная защита линии
ИО	измерительный орган
ИТТ	измерительный трансформатор тока (высоковольтный)
ИЧМ	интерфейс «человек-машина»
КЗ	Короткое замыкание
МЭК	международная электротехническая комиссия
НЗ	нормально замкнутый
НКУ	низковольтное комплектное устройство

НО	нормально открытый
НТД	нормативно-техническая документация
ОЗУ	оперативное запоминающее устройство
ПО	пусковой орган
ИО	избирательный орган
ПТЭ	правила технической эксплуатации
ПЭВМ	персональная электронно-вычислительная машин
РД	руководящий документ
РЗА, РЗиА	Релейная защита и автоматика
РКВ	реле команды «Включить»
РПВ	реле положения «включено»
РУ	распределительное устройство
РЭ	руководство по эксплуатации
СВ	секционный выключатель
СН	среднее напряжение
с.ш.	система (секция) шин
ТО	техническое обслуживание
ТТ	трансформатор тока
ТУ	технические условия
ТХ	тормозная характеристика
УРОВ	устройство резервирования отказа выключателя
ЦП	центральный процессор
ЧТО	чувствительный токовый орган
ШСВ	шиносоединительный выключатель
ЭВМ	электронно-вычислительная машина
ЭМО	электромагнит отключения
DSP	цифровой сигнальный процессор
±ЕС	напряжение оперативного постоянного тока (шинки управления)
±ЕН	напряжение шинки сигнализации
ЕНР	предупредительная сигнализация
ЕНА	аварийная сигнализация
HL	лампа сигнализации
SG	блок испытательный
SA	оперативный переключатель, ключ
SB	оперативная кнопка
SF	автоматический выключатель

1 Техническое описание и работа изделия

1.1 Назначение изделия

1.1.1 Состав устройства

Шкаф микропроцессорной защиты трансформаторов и автотрансформаторов типа «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х» содержит комплект основных защит трансформатора (АТ), реализованный на базе терминала «Бреслер ТТ 2108.2Х/3Х/4Х». Устройство предназначено для защиты трансформаторов и АТ, в том числе ошиновки ВН и СН АТ, ошиновки НН, включающей токоограничивающий реактор и/или ЛРТ (рисунки 1, 2, 3).

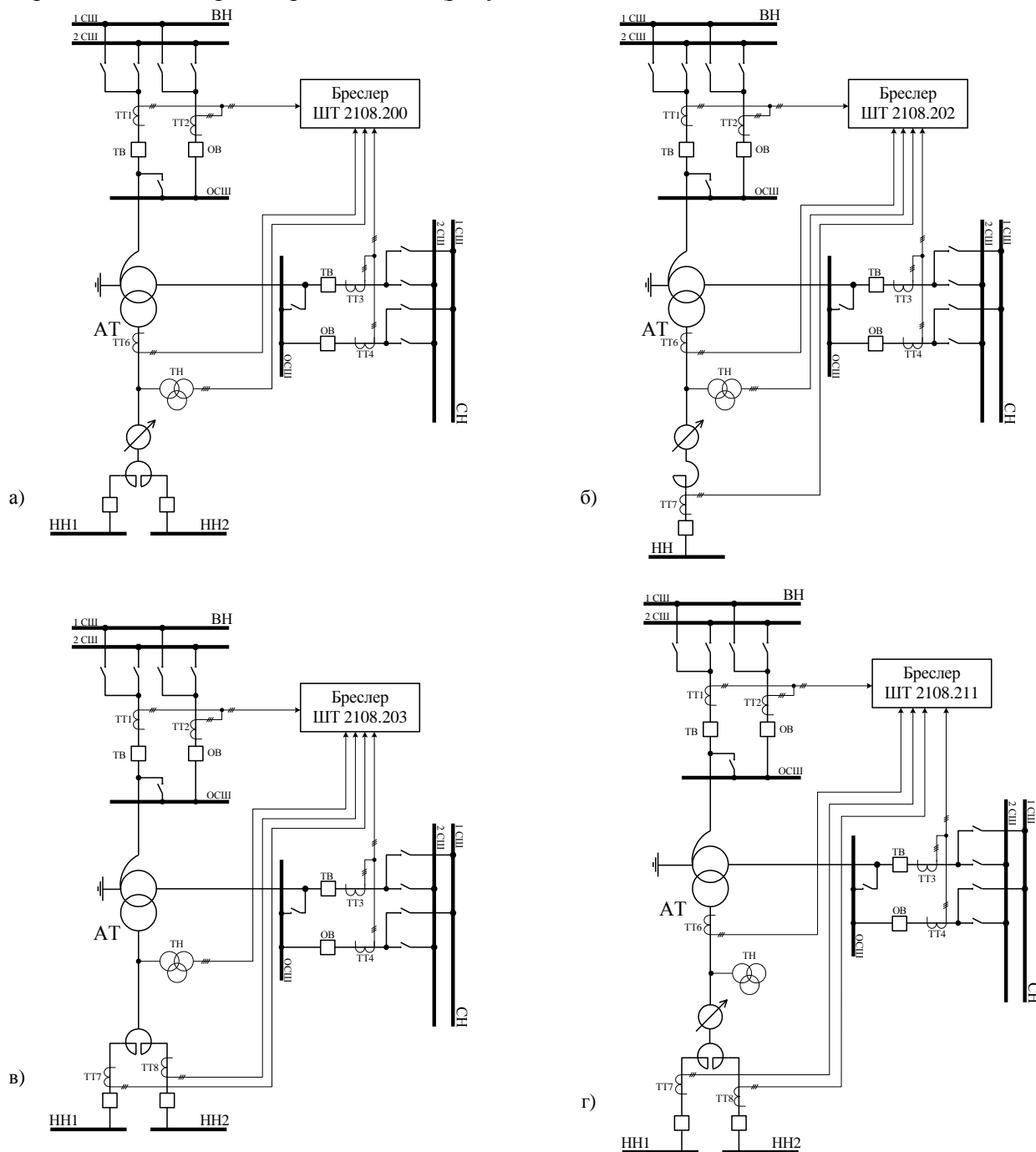


Рисунок 1 – Возможные применения устройства защиты типа «Бреслер ТТ 2108.2Х»

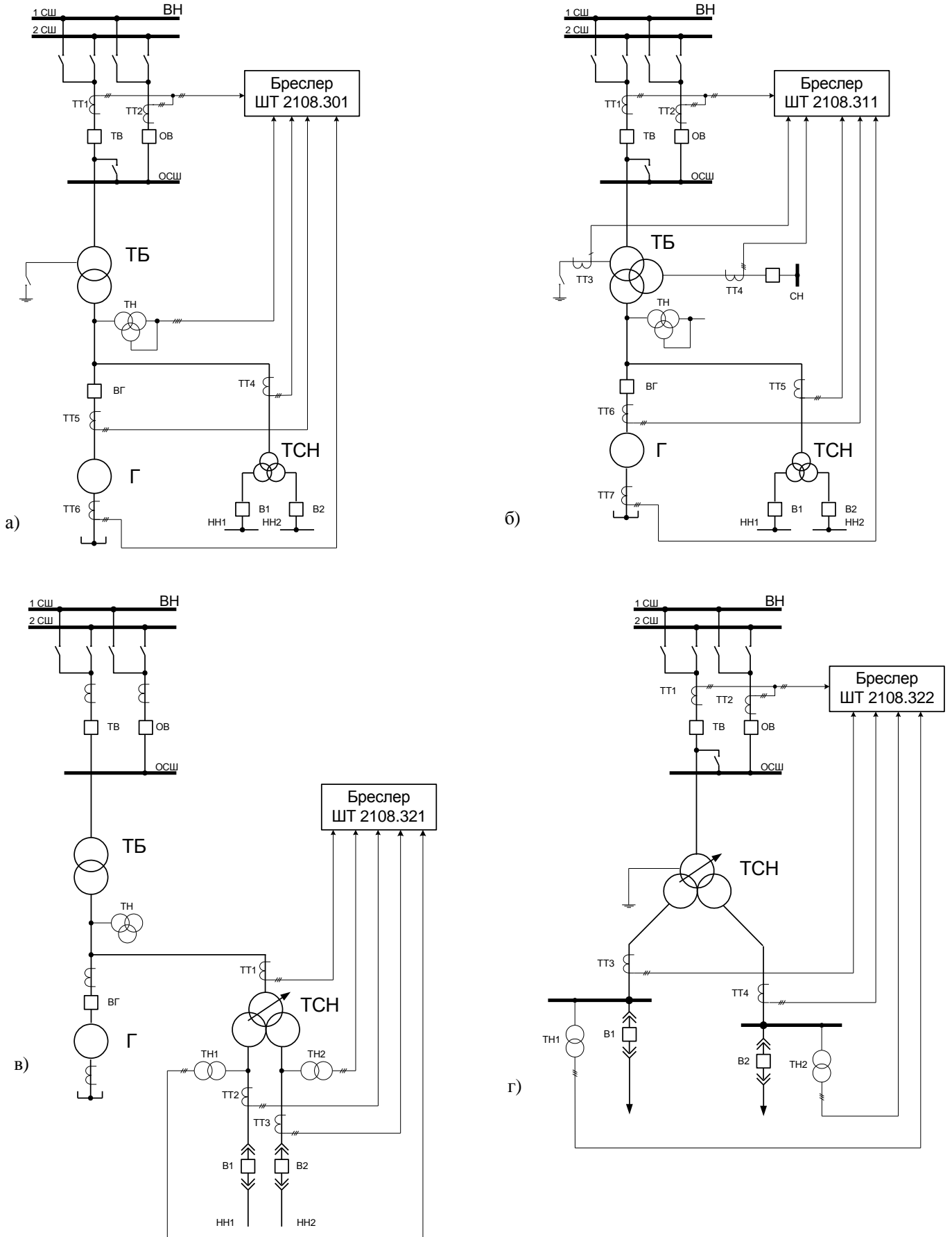


Рисунок 2 – Возможные применения устройства защиты типа «Бреслер ТТ 2108.3Х»

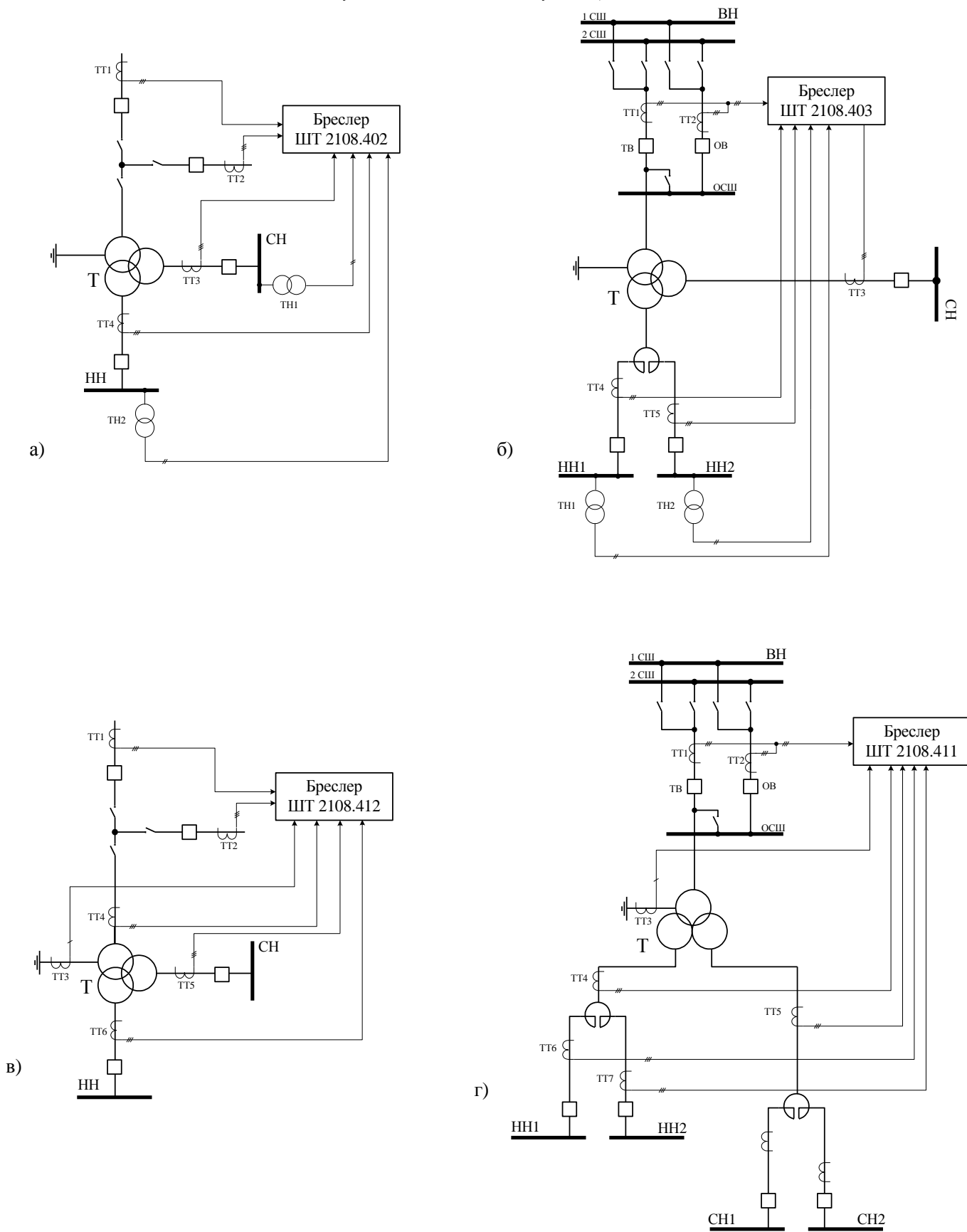


Рисунок 3 – Возможные применения устройства защиты типа «Бреслер ТТ 2108.4Х»

Терминал «Бреслер ТТ 2108.2Х/3Х/4Х» содержит следующие защиты трансформаторов и АТ:

- дифференциальную токовую защиту;
- газовые защиты;
- технологические защиты и сигнализация от датчиков;
- устройство резервирования при отказе выключателя;
- максимальную токовую защиту;
- ненаправленную токовую защиту нулевой последовательности;
- защиту от перегруза;
- реле тока для пуска охлаждения;
- набор реле тока и напряжения для различных применений;
- измерительные органы для комбинированного пуска по напряжению;
- сигнализацию при замыкании на землю стороны НН;
- контроль отсутствия напряжения;
- органы направления мощности;
- реле сопротивления.

Защиты, входящие в состав устройства, обеспечивают селективное отключение защищаемого трансформатора (АТ) при повреждении в нем.

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

1.1.2 Функциональное назначение устройства

Функциональное назначение устройства отражается в структуре его условного обозначения, приведенной на рисунке 4.

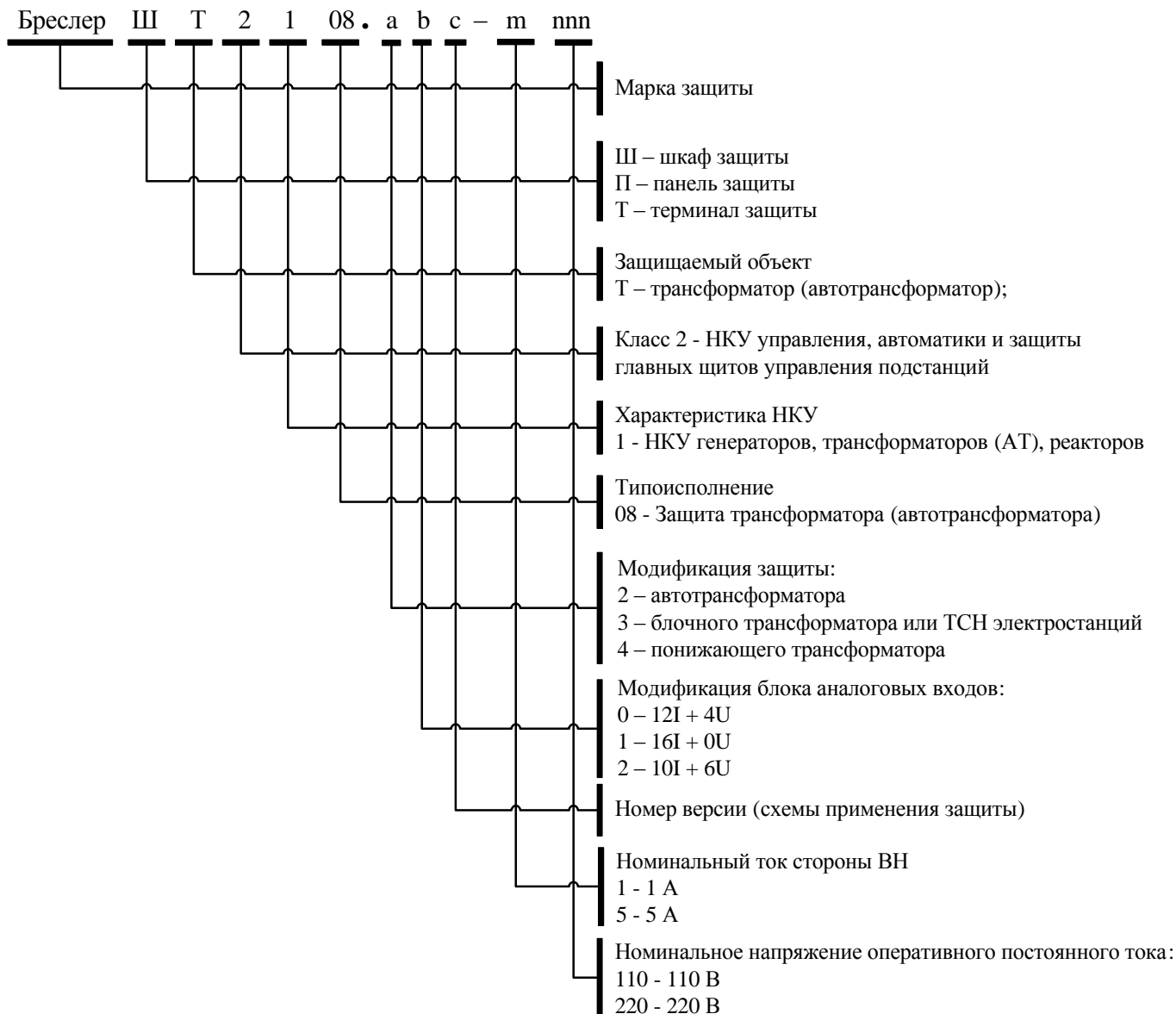


Рисунок 4 – Структура условного обозначения

Пример записи обозначения шкафа микропроцессорной защиты автотрансформаторов, 12I+4U, номинальный переменный ток 5 А частоты 50 Гц и номинальное напряжение оперативного постоянного тока 220 В, для поставок в Российскую Федерацию:

«Бреслер ШТ 2108.20X – 5 220 УХЛ 4, ТУ 3433-011-54080722-2007».

Пример записи обозначения шкафа микропроцессорной защиты блочного трансформатора или ТСН электростанций, 16I+0U, номинальный переменный ток 5 А частоты 50 Гц и номинальное напряжение оперативного постоянного тока 220 В, для поставок в Российскую Федерацию:

«Бреслер ШТ 2108.31X – 5 220 УХЛ 4, ТУ 3433-011-54080722-2007».

Пример записи обозначения шкафа микропроцессорной защиты понижающего трансформатора, 10I+6U, номинальный переменный ток 5 А частоты 50 Гц и номинальное напряжение оперативного постоянного тока 220 В, для поставок в Российскую Федерацию:

«Бреслер ШТ 2108.42X – 5 220 УХЛ 4, ТУ 3433-011-54080722-2007».

Примеры записи других обозначений шкафа микропроцессорной защиты автотрансформатора, блочного трансформатора или ТСН электростанций, понижающего трансформатора аналогичны.

Преобразователи, модемы, ПЭВМ и другое дополнительное оборудование по согласованию с заказчиком поставляются в составе устройства защиты в соответствии с индивидуальной картой заказа (*Приложение А*) или приобретаются заказчиком самостоятельно.

1.2 Основные технические данные и характеристики устройства

1.2.1 Основные параметры устройства

Основные параметры устройства:

номинальная частота, Гц	50
номинальный переменный ток $I_{ном}$, А	1 и 5
номинальное напряжение оперативного постоянного тока $U_{пит}$, В	110 или 220
рабочий диапазон напряжения оперативного постоянного тока, В	от 88 до 242
потребляемая мощность:	
1) по цепям переменного тока в симметричном режиме, ВА/фазу	
при $I_{ном} = 1$ А	0.1
при $I_{ном} = 5$ А	0.25
2) по цепям напряжения оперативного постоянного тока, Вт:	
терминала «Бреслер ТТ 2108.2Х/3Х/4Х»	20
3) Лампа внутреннего освещения шкафа (~220 В), Вт	20

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

Общий вид, габаритные, установочные размеры и вес терминала приведены в *приложении Б*, а шкафа – в *приложении В*.

1.2.2 Условия работы устройства

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

1.2.2.2 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 предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха +40 °С;
- нижнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха +5 °С (без выпадения инея и росы (влаги));
- верхнее рабочее значение относительной влажности воздуха не более 80% при температуре 20 ± 5 °С;
- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих изоляцию и металл;
- место установки устройства защиты должно быть защищено от попадания брызг воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации;
- рабочее положение устройства в пространстве – вертикальное с отклонением от рабочего положения до 5° в любую сторону.

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

1.2.2.4 В части воздействия факторов внешней среды устройство (шкаф и терминал защиты) удовлетворяет требованиям группы механического исполнения М39 по ГОСТ 17516.1-90. При этом уровень вибрационных нагрузок от 10 до 100 Гц с ускорением 0.7 g.

1.2.2.5 Оболочка шкафа имеет степень защиты от прикосновения к токоведущим частям и попадания твердых посторонних тел IP 20 по ГОСТ 14254-96, а клеммники терминала серии «Бреслер» и переключатели на двери шкафа – IP 00.

1.2.3 Сопротивление изоляции устройства

1.2.3.1 Сопротивление изоляции всех элементов независимых цепей терминала защиты и устройства защиты, кроме цепей постоянного тока напряжением до 24 В и портов последовательной связи, относительно корпуса и всех независимых цепей между собой в холодном состоянии при температуре окружающей среды 20°C и относительной влажности 80% составляет не менее 10 МОм при приложенном напряжении постоянного тока 1000 В.

Примечание - Характеристики и параметры устройства защиты, приводимые в тексте без особых оговорок, соответствуют температуре окружающей среды (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.

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

1.2.4 Электромагнитная совместимость устройства

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

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

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

1.2.4.4 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.

1.2.4.5 Шкаф устойчив к воздействию магнитного поля промышленной частоты 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.

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

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

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

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

1.2.5 Цепи оперативного питания устройства

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

1.2.5.2 Устройство сохраняет работоспособность и функционирование при наличии в напряжении оперативного постоянного тока пульсаций до 6% от среднего значения.

1.2.5.3 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 500 мс – без перезапуска устройства;

свыше 500 мс – с перезапуском устройства в течение времени не более 10 с.

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

1.2.5.5 Потребляемая мощность одного терминала по цепям оперативного постоянного тока составляет:

в дежурном режиме – не более 20 Вт;

в режиме срабатывания – не более 30 Вт.

1.2.6 Характеристики дискретных входов устройства

1.2.6.1 Номинальное значение напряжения дискретных входов – 220 В (110 В по заказу).

1.2.6.2 Величина импульса тока при подаче напряжения 220/110 В составляет 50/25 мА в течении 200 мс.

1.2.6.3 Уровень напряжения надежного срабатывания дискретных входов – не более $0.75 U_{пит}$.

1.2.6.4 Уровень напряжения надежного несрабатывания дискретных входов – не менее $0.65 U_{пит}$.

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.

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.

Длительно допустимый ток через контакты 5 А.

Коммутационная износостойкость контактов не менее 2000 циклов.

1.2.7.2 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.

Коммутационная износостойкость контактов не менее:

10000 циклов при $\tau = 0.005$ с,

6500 циклов при $\tau = 0.02$ с.

1.2.7.3 Коммутационная способность контактов реле, действующих на цепи внешней сигнализации, не менее 30 Вт в цепях постоянного тока с индуктивной нагрузкой с постоянной времени, не превышающей 0.005 с, при напряжении от 24 до 250 В или при токе до 2 А.

1.2.8 Цепи переменного тока

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

1.2.8.2 Диапазон линейного измерения переменного тока находится в пределах от 0.05 до 60 $I_{ном}$, а переменного напряжения – от 0 до 1.5 $U_{ном}$.

1.2.8.3 Цепи переменного тока выдерживают $4 I_{\text{ном}}$ длительно и $100 I_{\text{ном}}$ в течение 1 с, а цепи переменного напряжения – $1.5 U_{\text{ном}}$ длительно и $2.5 U_{\text{ном}}$ в течение 10 с.

1.2.9 Надежность

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

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

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

1.2.9.4 Средний гарантийный срок сохранности – 2 года.

1.3 Состав шкафа и конструктивное исполнение¹

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 – Конструктивное исполнение шкафа зависит от требований заказчика. В данном руководстве отражены общие принципы построения шкафа. Для реализации конкретного проекта допускаются изменения в конструкции шкафа, если они не приводят к ухудшениям характеристик шкафа и удовлетворяют требованиям ТУ 3433-011-54080722-2007.

1.3.1.2 Шкаф состоит из одного или нескольких терминалов «Бреслер ТТ 2108.2Х/3Х/4Х». Терминалы установлены внутри шкафа на передней плите.

1.3.1.3 Все внешние подключения шкафа выполнены через ряды зажимов.

1.3.1.4 Для двухстороннего обслуживания шкаф имеет переднюю и заднюю двери.

Состав и количество сигнальной и коммутационной аппаратуры определяется конкретным заказом.

Общий вид шкафа, расположение аппаратов на передней плите и на передней двери шкафа приведены на рисунке 74. Возможны иные модификации общего вида шкафа, которые оговариваются при заказе.

На передней двери шкафа предусмотрено прозрачное окно для контроля светодиодной сигнализации комплектов, а также для визуального контроля положений оперативных переключателей, расположенных на внутренней плите шкафа (при заказе модификации шкафа с прозрачной дверью).

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

На шкаф заводятся цепи оперативного питания терминалов защиты «±ЕС1». В нижней части шкафа на плите установлены помехоподавляющий фильтр и автоматический выключатель в цепях напряжения питания оперативного постоянного тока.

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

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

На двери шкафа установлены лампы местной сигнализации, а также оперативные переключатели и кнопки. Их назначение и описание приведены в кратком описании на шкаф АИПБ 656467.NNN MMM ТО.

Цепи центральной сигнализации обеспечивают действие на звуковую сигнализацию при срабатывании и неисправности терминалов, а также действие сигналов «Срабатывание» и «Неисправность» в центральную сигнализацию.

По типу исполнения цепей переменного тока шкаф выполнен в виде проходного варианта.

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

1.3.1.6 Присоединение шкафа к внешним цепям осуществляется на рядах наборных зажимов, предназначенных для присоединения под пружину или винт одного медного проводника сечением до 4 мм² включительно.

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

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

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

¹ Может меняться в зависимости от конкретного исполнения

1.3.1.10 Шкаф имеет болт для подключения защитного заземления к общему контуру заземления. В соответствии с ГОСТ Р 5132.1-2000 в шкафу обеспечивается непрерывность цепи защитного заземления. При этом электрическое сопротивление, измеренное между болтом для заземления шкафа и любой заземляемой металлической частью, не превышает 0.1 Ом.

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

1.3.2 Схемы шкафа

1.3.2.1 Вариант принципиальной схемы шкафа для конкретного проекта представлен в АИПБ.656467.004-08.2Х/3Х/4Х ЭЗ («Структурно-функциональная схема шкафа «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х»).

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 АИПБ.656467.004-08.2Х/3Х/4Х Э4 («Электрическая схема монтажных соединений шкафа «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х») представлен вариант монтажной электрической схемы, а в АИПБ.656467.004-08.2Х/3Х/4Х ЭСК («Таблица соединений рядов зажимов шкафа «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х») – вариант исполнения зажимов.

1.4 Основные технические данные и характеристики терминала «Бреслер ТТ 2108.2Х/3Х/4Х»

1.4.1 Конструктив терминала

1.4.1.1 Терминал предназначен для реализации функций устройств релейной защиты и автоматики энергообъектов. Функции терминала определяются заложенным в него программным обеспечением. Условно программное обеспечение можно разделить на программное обеспечение защиты и сервисное программное обеспечение терминала. Последнее позволяет:

- измерение текущих значений токов;
- регистрацию дискретных и аналоговых сигналов;
- осциллографирование токов и дискретных сигналов;
- самодиагностику.

Использование сервисного программного обеспечения терминала возможно с помощью интерфейса пользователя или с помощью внешнего программного обеспечения, что 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.

1.4.1.3 Блок аналоговых входов содержит 8 промежуточных трансформаторов тока или напряжения, первичные обмотки которых выведены на разъемы (рисунок 5). Промежуточные трансформатора тока терминала имеют ответвления с $I_{ном} = 1$ и 5 А, а напряжения – 100 В. Количество блоков аналоговых входов – 2 шт.

Доступны следующие модификации терминалов:

- а) Бреслер ТТ 2108.20Х, 30Х, 40Х – с аналоговыми входами 12I+4U
- б) Бреслер ТТ 2108.21Х, 31Х, 41Х – с аналоговыми входами 16I+0U

в) Бреслер ТТ 2108.22Х, 32Х, 42Х – с аналоговыми входами 10I+6U

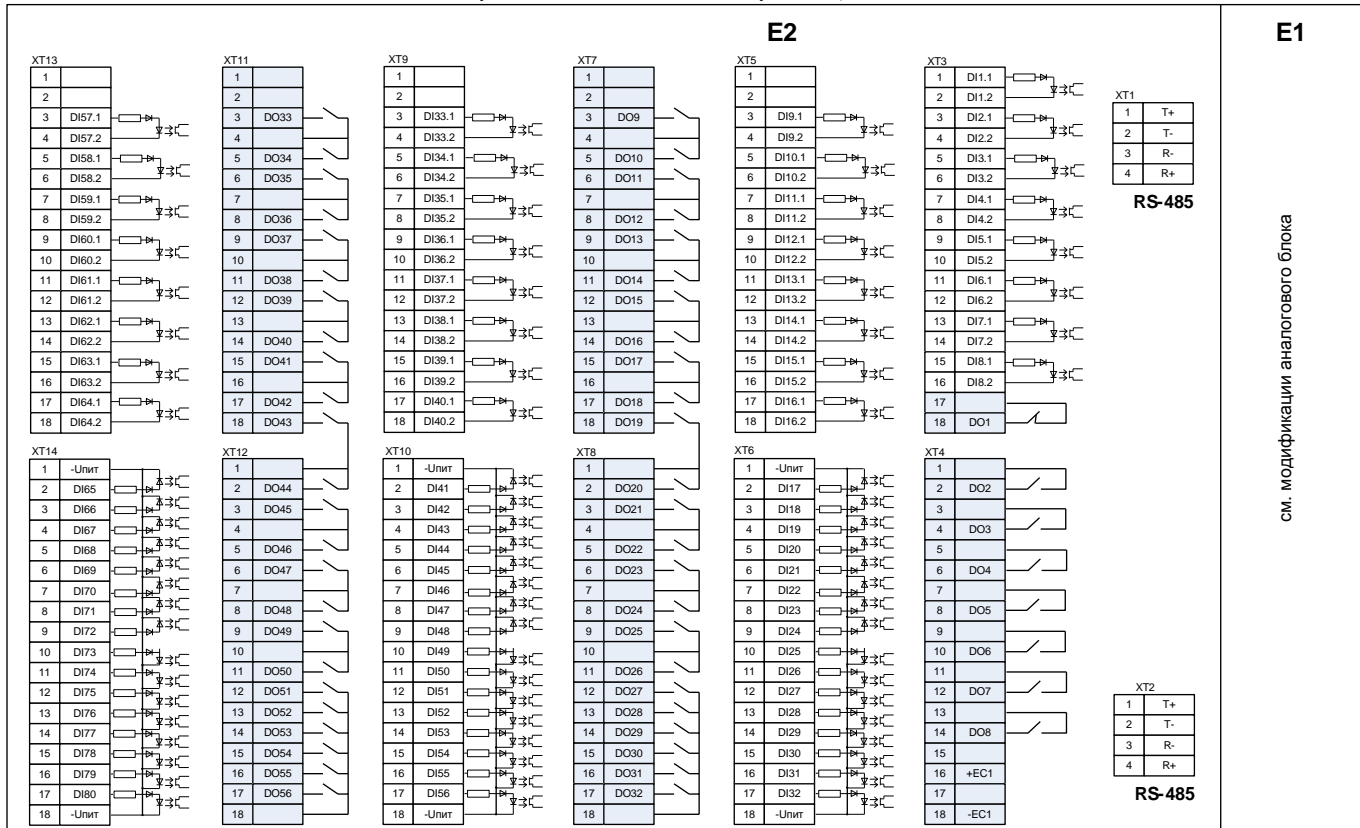
1.4.1.4 Блок управления является центральным блоком и содержит сигнальный процессор, центральный процессор, оперативную память, постоянную память, флэш-диск, часы реального времени, микросхемы управления другими платами терминала, 2 последовательных порта RS-485, выведенных на разъемы ХТ1 и ХТ2.

1.4.1.5 Оперативное питание терминала осуществляется через зажимы 16 и 18 разъема ХТ4 блока питания. Кроме того, блок питания 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 (макс. 4 шт) обеспечивает ввод в терминал 24 дискретных сигналов. Дискретные входы первого блока выведены на разъемы ХТ5 и ХТ6, а второго – на ХТ9 и ХТ10, а остальных – в зависимости от проекта. Номинальный уровень «1» дискретного входа составляет 220 В/110 В. Гарантированный уровень «0» составляет 142/71 В. Начальный ток дискретного входа, при подаче уровня «1», составляет 50/25 мА, через время примерно 200 мс ток уменьшается до величины порядка 2 мА.

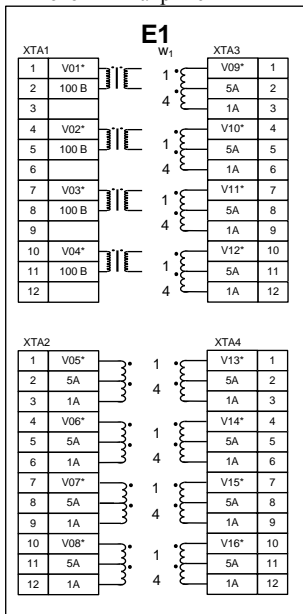
1.4.1.7 Каждая из плат выходов (макс. 2 шт) имеет 24 выходных реле. Выходные реле первого блока выведены на разъемы ХТ7 и ХТ8, а второго – на ХТ11 и ХТ12. Собственные времена срабатывания/возврата выходных реле составляют не более 7/6 мс.

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



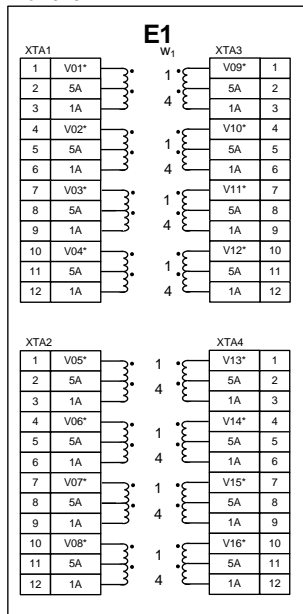
Модификации аналоговых блоков

Бреслер ТТ 2108.20X, 30X, 40X
12 токов + 4 напряжения



W₁ – ЧИСЛО ВИТКОВ

Бреслер ТТ 2108.21X, 31X, 41X
16 токов



Бреслер ТТ 2108.22X, 32X, 42X
10 токов + 6 напряжений

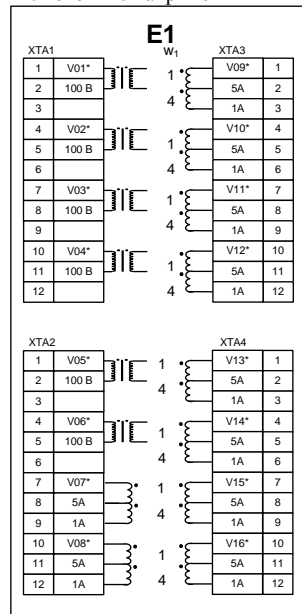


Рисунок 5 – Блоки терминала «Бреслер ТТ 2108.2X/3X/4X»

1.4.2 Интерфейс «человек-машина»

1.4.2.1 На лицевой панели терминала (рисунок 6) располагается блок светодиодной индикации, дисплей, клавиатура и технологический порт связи RS-232. Блок индикации состоит из 35 светодиодов. Три одноцветных светодиода используются для индикации состояния

терминала, 32 двухцветных светодиода (красный+зеленый) – для индикации состояния защиты, их состояние фиксируется в энергонезависимых ячейках памяти и сохраняется при исчезновении питания терминала.

Конфигурация светодиодов блока индикации представлена в кратком описании на шкаф АИПБ 656467.NNN MMM ТО. Состав сигналов, выводимых на светодиодную индикацию, может быть изменен, если это необходимо для реализации конкретного проекта.

Оперативный съём светодиодной сигнализации осуществляется с помощью кнопки «Съём сигнализации», установленной на двери шкафа. Для этих же целей может использоваться длительное нажатие кнопки «С» (более 3 сек) на лицевой панели терминала.

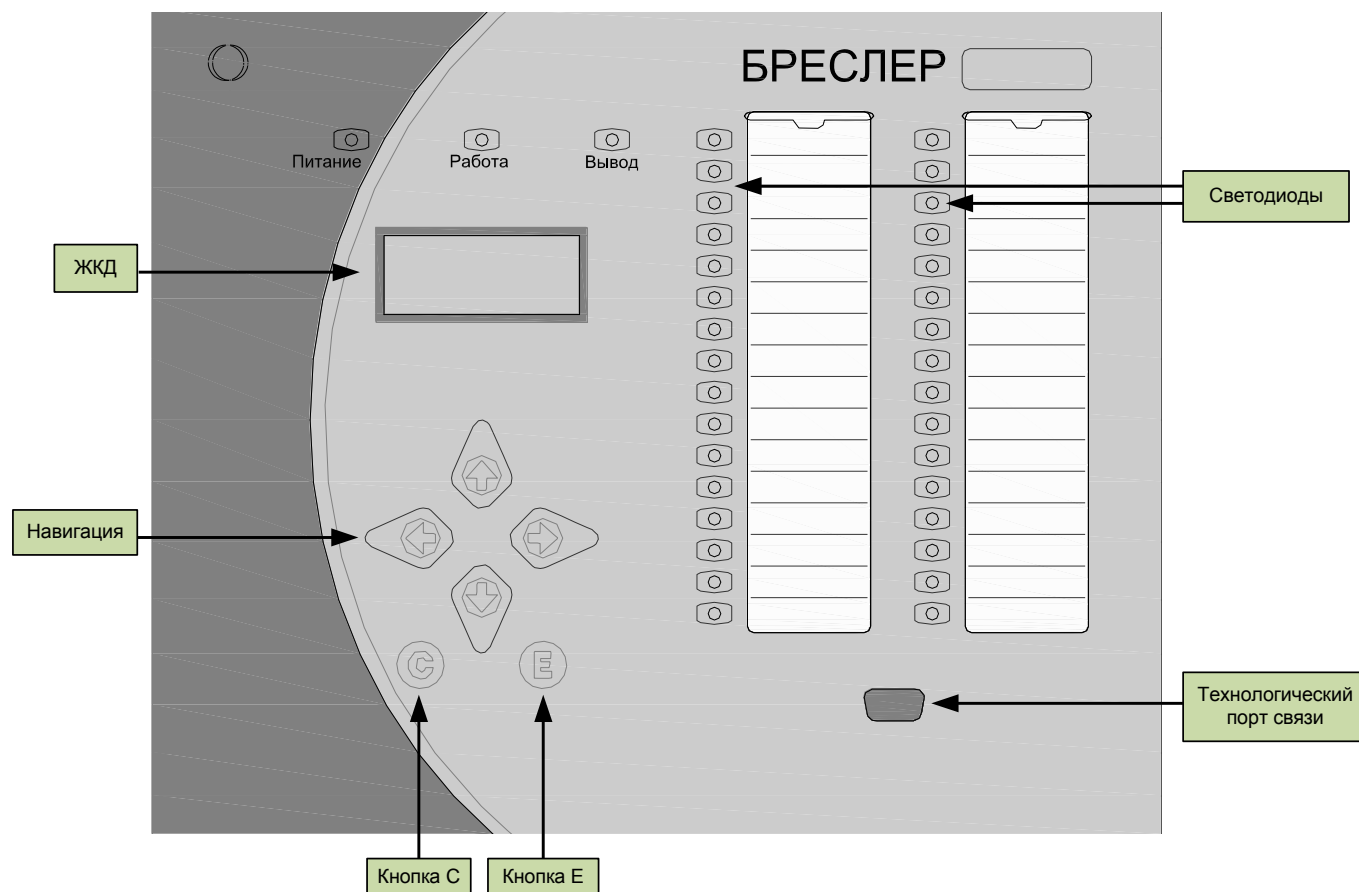


Рисунок 6 – Расположение элементов на лицевой панели терминала

1.4.3 Интерфейс связи

1.4.3.1 На передней панели находится технологический порт связи, 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, расширенная диагностика и т.д. 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 XT1 и XT2, 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 МЭК 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 кратком описании на шкаф АИПБ 656467.NNN MMM ТО приведена справочная информация о реализации протокола.

1.4.3.3 Синхронизация часов реального времени терминалов осуществляется от АСУ.

1.4.4 Контроль аппаратной части

1.4.4.1 Система непрерывной проверки функционирования терминала реализована с помощью сторожевых таймеров и механизма слежения за контрольными суммами. Нарушение функционирования терминала приводит к попыткам его восстановления путем перезапуска программы терминала.

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

1.5 Состав функций и защит терминала

Шкаф микропроцессорной защиты трансформаторов и АТ реализован на базе микропроцессорного многофункционального терминала «Бреслер ТТ 2108.2Х/3Х/4Х». Шкаф «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х» содержит один или несколько терминалов. Состав защит приведен в 1.1.1. Ниже приведены особенности реализации.

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.

1.5.1 Дифференциальная токовая защита

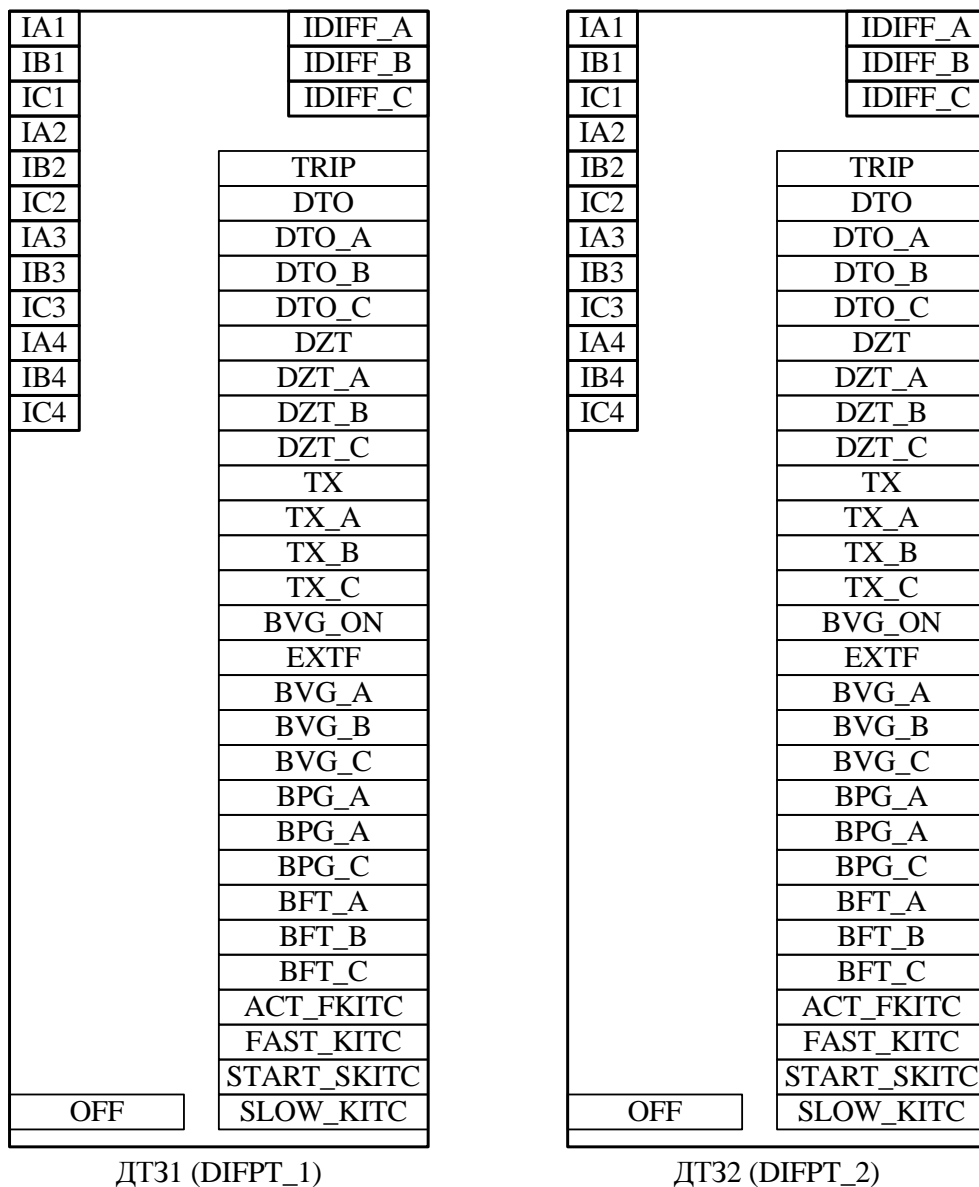


Рисунок 7 – Программные модули ДТЗ

Количество программных блоков	2
Внутренние имена	DIFPT_1, DIFPT_2
Пользовательские имена по умолчанию	ДТЗ1, ДТЗ2
Аналоговые входы	
IA1, IB1, IC1	Токи 1-го плеча, фазы А,В,С
IA2, IB2, IC2	Токи 2-го плеча, фазы А,В,С
IA3, IB3, IC3	Токи 3-го плеча, фазы А,В,С
IA4, IB4, IC4	Токи 4-го плеча, фазы А,В,С
Аналоговые выходы	
IDIFF_A	Дифференциальный ток фазы А
IDIFF_B	Дифференциальный ток фазы В
IDIFF_C	Дифференциальный ток фазы С

Логические входы	
OFF	Вывод дифференциальной защиты (всего блока)
Логические выходы	
TRIP	Срабатывание дифференциальной защиты (ДТО и ДЗТ)
DTO	Срабатывание ДТО
DTO_A	Срабатывание ДТО фазы А
DTO_B	Срабатывание ДТО фазы В
DTO_C	Срабатывание ДТО фазы С
DZT	Срабатывание диф. органа с торможением
DZT_A	Срабатывание диф. органа с торможением фазы А
DZT_B	Срабатывание диф. органа с торможением фазы В
DZT_C	Срабатывание диф. органа с торможением фазы С
TX	Пуск тормозной характеристики
TX_A	Пуск тормозной характеристики фазы А
TX_B	Пуск тормозной характеристики фазы В
TX_C	Пуск тормозной характеристики фазы С
BVG_ON	Блокировка по 2-ой гармонике активирована (в работе)
EXTF	Пуск критерия внешнего КЗ (по TX)
BVG_A	Блокировка по 2-ой гармонике фазы А
BVG_B	Блокировка по 2-ой гармонике фазы В
BVG_C	Блокировка по 2-ой гармонике фазы С
BPG_A	Блокировка по 5-ой гармонике фазы А
BPG_B	Блокировка по 5-ой гармонике фазы В
BPG_C	Блокировка по 5-ой гармонике фазы С
BFT_A	Блокировка по форме тока фазы А
BFT_B	Блокировка по форме тока фазы В
BFT_C	Блокировка по форме тока фазы С
ACT_FK1TC	Быстродействующий канал КИТЦ активирован
FAST_K1TC	Срабатывание быстродействующего канала КИТЦ с подхватом
START_SK1TC	Пуск реле тока медленнодействующего канала КИТЦ
SLOW_K1TC	Срабатывание медленнодействующего канала КИТЦ (через выдержку времени)

В составе терминала предусмотрено два программных блока трехфазной дифференциальной токовой защиты (ДТЗ), которые могут использоваться для выполнения защиты трансформаторов и автотрансформаторов, вольтодобавочных и линейных регулировочных трансформаторов, шунтирующих и токоограничивающих реакторов, ошинок. Примеры:

- ДТЗ АТ(Т) и ДТЗ ошиновки ВН, СН или НН;
- ДТЗ АТ(Т) и ДТЗ токоограничивающего реактора или ЛРТ на стороне НН;
- ДТЗ блочного трансформатора и резервная ДТЗ блока.

Каждый программный блок ДТЗ может быть подключен не более чем к четырем трехфазным группам измерительных ТТ и реализует одну трехфазную дифференциальную зону защиты.

Предусмотрена возможность компенсации схемы соединения обмоток (трансформаторов и АТ) и цифрового выравнивания токов плеч ДТЗ. Благодаря этому рекомендуется для всех применений использовать ИТТ, соединенные в группу «звезда».

ДТЗ выполнена трехфазной, с торможением от максимального из токов плеч. Имеется дифференциальная токовая отсечка, выполненная без торможения. Для отстройки ДТЗ от режимов броска намагничивающего тока предусмотрены блокировка по второй гармонике и блокировка по форме тока. Для отстройки ДЗТ от режимов перевозбуждения трансформатора (АТ)

предусмотрена блокировка по пятой гармонике. Орган контроля исправности токовых цепей позволяет определить обрыв или замыкание вторичных цепей и автоматически увеличить уровень срабатывания ДТЗ для того, чтобы избежать излишнего срабатывания защиты в режиме протекания токов нагрузки.

ДТЗ селективно срабатывает при внутренних повреждениях в защищаемом трансформаторе (АТ) и всех видах КЗ на его выводах и не срабатывает при внешних замыканиях, бросках тока намагничивания, неполнофазных режимах, качаниях, асинхронном режиме, несинхронных включениях и при оперативных переключениях.

ДТЗ при минимальных уставках по начальному току срабатывания и коэффициенту торможения отстроена от однополярных бросков тока намагничивания, с учетом влияния трансформаторов тока, с амплитудой, превышающей в шесть раз амплитуду синусоидального номинального тока трансформатора (АТ) с основанием полуволны до 240°.

ДТЗ при минимальных уставках по начальному току срабатывания и коэффициенту торможения отстроена от разнополярных бросков тока намагничивания, с учетом влияния трансформаторов тока, с амплитудой, превышающей в два раза амплитуду синусоидального номинального тока трансформатора (АТ).

В случае применения для защиты трансформатора (АТ) ДТЗ действует на отключение выключателей со всех сторон с запретом АПВ. В случае применения для защиты ошиновки запрет АПВ может не выполняться.

Предусмотрена возможность вывода ДТЗ.

1.5.1.1 Компенсация группы соединения

При выполнении ДТЗ трансформатора (АТ) следует учитывать, что его обмотки могут иметь различную группу соединения, в общем случае – от 0 до 11 группы. Для компенсации группы соединения обмоток предусмотрены уставки «Схема1», «Схема2», «Схема3» и «Схема4», задаваемые отдельно для каждой из сторон трансформатора (АТ). Значение уставки (от 0 до 24) задает формулу для преобразования токов (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Выбор формулы преобразования токов ИТТ

1	2	1	2	1	2	1	2
0	$\underline{I}_{п,А} = \underline{I}_А,$ $\underline{I}_{п,В} = \underline{I}_В,$ $\underline{I}_{п,С} = \underline{I}_С$	1	$\underline{I}_{п,А} = \underline{I}_А - \underline{I}_С / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,В} = \underline{I}_В - \underline{I}_А / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,С} = \underline{I}_С - \underline{I}_В / \sqrt{3}$	12	$\underline{I}_{п,А} = \underline{I}_А - \underline{I}_0,$ $\underline{I}_{п,В} = \underline{I}_В - \underline{I}_0,$ $\underline{I}_{п,С} = \underline{I}_С - \underline{I}_0$	13	$\underline{I}_{п,А} = \underline{I}_А - \underline{I}_С / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,В} = \underline{I}_В - \underline{I}_А / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,С} = \underline{I}_С - \underline{I}_В / \sqrt{3}$
2	$\underline{I}_{п,А} = -\underline{I}_С,$ $\underline{I}_{п,В} = -\underline{I}_А,$ $\underline{I}_{п,С} = -\underline{I}_В$	3	$\underline{I}_{п,А} = \underline{I}_В - \underline{I}_С / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,В} = \underline{I}_С - \underline{I}_А / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,С} = \underline{I}_А - \underline{I}_В / \sqrt{3}$	14	$\underline{I}_{п,А} = -\underline{I}_С + \underline{I}_0,$ $\underline{I}_{п,В} = -\underline{I}_А + \underline{I}_0,$ $\underline{I}_{п,С} = -\underline{I}_В + \underline{I}_0$	15	$\underline{I}_{п,А} = \underline{I}_В - \underline{I}_С / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,В} = \underline{I}_С - \underline{I}_А / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,С} = \underline{I}_А - \underline{I}_В / \sqrt{3}$
4	$\underline{I}_{п,А} = \underline{I}_В,$ $\underline{I}_{п,В} = \underline{I}_С,$ $\underline{I}_{п,С} = \underline{I}_А$	5	$\underline{I}_{п,А} = \underline{I}_В - \underline{I}_А / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,В} = \underline{I}_С - \underline{I}_В / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,С} = \underline{I}_А - \underline{I}_С / \sqrt{3}$	16	$\underline{I}_{п,А} = \underline{I}_В - \underline{I}_0,$ $\underline{I}_{п,В} = \underline{I}_С - \underline{I}_0,$ $\underline{I}_{п,С} = \underline{I}_А - \underline{I}_0$	17	$\underline{I}_{п,А} = \underline{I}_В - \underline{I}_А / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,В} = \underline{I}_С - \underline{I}_В / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,С} = \underline{I}_А - \underline{I}_С / \sqrt{3}$
6	$\underline{I}_{п,А} = -\underline{I}_А,$ $\underline{I}_{п,В} = -\underline{I}_В,$ $\underline{I}_{п,С} = -\underline{I}_С$	7	$\underline{I}_{п,А} = \underline{I}_С - \underline{I}_А / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,В} = \underline{I}_А - \underline{I}_В / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,С} = \underline{I}_В - \underline{I}_С / \sqrt{3}$	18	$\underline{I}_{п,А} = -\underline{I}_А + \underline{I}_0,$ $\underline{I}_{п,В} = -\underline{I}_В + \underline{I}_0,$ $\underline{I}_{п,С} = -\underline{I}_С + \underline{I}_0$	19	$\underline{I}_{п,А} = \underline{I}_С - \underline{I}_А / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,В} = \underline{I}_А - \underline{I}_В / \sqrt{3},$ $\underline{I}_{п,С} = \underline{I}_В - \underline{I}_С / \sqrt{3}$

8	$I_{п,А} = I_C,$ $I_{п,В} = I_A,$ $I_{п,С} = I_B$	9	$I_{п,А} = I_C - I_B / \sqrt{3},$ $I_{п,В} = I_A - I_C / \sqrt{3},$ $I_{п,С} = I_B - I_A / \sqrt{3}$	20	$I_{п,А} = I_C - I_0,$ $I_{п,В} = I_A - I_0,$ $I_{п,С} = I_B - I_0$	21	$I_{п,А} = I_C - I_B / \sqrt{3},$ $I_{п,В} = I_A - I_C / \sqrt{3},$ $I_{п,С} = I_B - I_A / \sqrt{3}$
10	$I_{п,А} = -I_B,$ $I_{п,В} = -I_C,$ $I_{п,С} = -I_A$	11	$I_{п,А} = I_A - I_B / \sqrt{3},$ $I_{п,В} = I_B - I_C / \sqrt{3},$ $I_{п,С} = I_C - I_A / \sqrt{3}$	22	$I_{п,А} = -I_B + I_0,$ $I_{п,В} = -I_C + I_0,$ $I_{п,С} = -I_A + I_0$	23	$I_{п,А} = I_A - I_B / \sqrt{3},$ $I_{п,В} = I_B - I_C / \sqrt{3},$ $I_{п,С} = I_C - I_A / \sqrt{3}$
				24	$I_{п,А} = 0,$ $I_{п,В} = 0,$ $I_{п,С} = 0$		

Столбцы:

- 1) Значение уставок «Схема1», «Схема2», «Схема3», «Схема4».
- 2) Формулы преобразования токов плеч ДТЗ.

Пример.

Трехобмоточный трансформатор Y/d/d-11-11, группа ИТТ «звезда» со всех сторон. Возможны два варианта компенсации группы и схемы соединения:

Вариант 1 (традиционный)

Для стороны ВН уставка «Схема1» задается равной 11. Для сторон СН и НН уставки «Схема2» и «Схема3» задаются равными 0. Таким образом дифференциальный ток фазы А будет рассчитываться по следующему выражению (фазы В и С – аналогично):

$$I_{\text{дифА}} = \frac{I_{A1} - I_{B1}}{\sqrt{3}} \frac{k_{\text{выр1}}}{I_{\text{ном,1}} \cdot 100\%} + I_{A2} \frac{k_{\text{выр2}}}{I_{\text{ном,2}} \cdot 100\%} + I_{A3} \frac{k_{\text{выр3}}}{I_{\text{ном,3}} \cdot 100\%},$$

где $k_{\text{выр1}}, k_{\text{выр2}}, k_{\text{выр3}}$ – коэффициенты выравнивания, %, задаваемые в уставках ДТЗ (см. 1.5.1.2);

$I_{\text{ном,1}}, I_{\text{ном,2}}, I_{\text{ном,3}}$ – номинальные токи выбранных ответвлений токовых входов терминала, подключенных к ИТТ сторон 1, 2 и 3.

В данном случае путем вычисления разности фаз осуществляется поворот векторов токов стороны ВН относительно токов сторон СН и НН. При этом токи нулевой последовательности автоматически исключаются из токов ВН.

Вариант 2

Для стороны ВН уставка «Схема1» задается равной 12. Для сторон СН и НН уставки «Схема2» и «Схема3» задаются равными 13. Таким образом дифференциальный ток фазы А будет рассчитываться по следующему выражению (фазы В и С – аналогично):

$$I_{\text{дифА}} = (I_{A1} - I_{01}) \frac{k_{\text{выр1}}}{I_{\text{ном,1}} \cdot 100\%} + \frac{I_{A2} - I_{B2}}{\sqrt{3}} \frac{k_{\text{выр2}}}{I_{\text{ном,2}} \cdot 100\%} + \frac{I_{A3} - I_{B3}}{\sqrt{3}} \frac{k_{\text{выр3}}}{I_{\text{ном,3}} \cdot 100\%}.$$

В данном случае путем вычисления разности фаз осуществляется поворот векторов токов сторон СН и НН относительно токов стороны ВН. При этом выполняется исключение токов нулевой последовательности из токов ВН, т.к. они не трансформируются на стороны СН и НН.

1.5.1.2 Цифровое выравнивание

В большинстве случаев номинальные токи сторон силового трансформатора (АТ), а также номинальные первичные и вторичные токи ИТТ отличаются таким образом, что для правильного определения дифференциального тока требуется выравнивание измеряемых токов. Выравнивание

осуществляется двумя способами: 1) грубое выравнивание путем выбора номинального тока аналогового входа терминала, 2) точное выравнивание с помощью заданных коэффициентов.

Цифровое выравнивание токов плеч ДТЗ позволяет привести измеряемые токи к единому базису и выполняется с использованием коэффициентов, задаваемых отдельно для каждого плеча (см. таблицу 2). Коэффициент цифрового выравнивания для ДТЗ трансформатора (АТ) можно определить по формуле

$$k_{\text{выр},k} = \frac{I_{\text{перв},k} I_{\text{ном},k}}{I_{\text{баз},k} I_{\text{втор},k}} \cdot 100\% ,$$

$$I_{\text{баз},k} = \frac{S_{\text{баз}}}{\sqrt{3} U_{\text{баз},k}}$$

где k – индекс, обозначающий сторону (плечо) ДТЗ трансформатора (АТ);

$I_{\text{баз}}$ – базисный ток, рассчитываемый для каждой из сторон k отдельно;

$S_{\text{баз}}$ – базисная мощность, равная мощности наиболее мощной обмотки трансформатора (АТ);

$U_{\text{баз},k}$ – базисное напряжение, равное номинальному напряжению обмотки трансформатора (АТ), соответствующей стороне k ;

$I_{\text{перв},k}$ – номинальный первичный ток высоковольтного ИТТ стороны k ;

$I_{\text{втор},k}$ – номинальный вторичный ток высоковольтного ИТТ стороны k ;

$I_{\text{ном},k}$ – номинальный ток выбранного ответвления токового входа терминала, подключенного к ИТТ стороны k .

Примечание - В случае, когда измерительный трансформатор тока соединен в группу «треугольник», номинальный вторичный ток ИТТ соответствующей стороны следует умножить на $\sqrt{3}$.

В случае применения ДТЗ для защиты ошиновки или реактора коэффициенты цифрового выравнивания рекомендуется определять по формуле

$$k_{\text{выр},k} = \frac{I_{\text{перв},k} I_{\text{ном},k}}{I_{\text{баз}} I_{\text{втор},k}} \cdot 100\% ,$$

$$I_{\text{баз}} = \max_n \left(\frac{I_{\text{перв},n} I_{\text{ном},n}}{I_{\text{втор},n}} \right) ,$$

где k, n – индексы, обозначающие сторону (плечо) ДТЗ ошиновки (реактора);

$I_{\text{баз}}$ – базисный ток, рассчитываемый одинаково для всех сторон k ;

$I_{\text{перв},k}$ – номинальный первичный ток высоковольтного ИТТ стороны k ;

$I_{\text{втор},k}$ – номинальный вторичный ток высоковольтного ИТТ стороны k ;

$I_{\text{ном},k}$ – номинальный ток выбранного ответвления токового входа терминала, подключенного к ИТТ стороны k .

1.5.1.3 Дифференциальная токовая отсечка

Дифференциальная токовая отсечка (ДТО) реагирует на действующее значение основной гармоники дифференциального тока и выполнена без торможения, без блокировок по второй и пятой гармонике и по форме тока. Она предназначена для быстрого отключения повреждений с большим током КЗ (как правило, на выводах).

Средняя основная погрешность ДТО по току срабатывания составляет не более $\pm 3\%$ от уставки.

Дополнительная погрешность ДТО по току срабатывания не превышает $\pm 5\%$ от средних значений уставок, определенных при температуре 20 ± 5 °С.

Коэффициент возврата ДТО равен 0.95.

Время срабатывания ДТО при подаче двукратного тока срабатывания составляет не более 25 мс.

Время возврата ДТО при сбросе тока от пятикратного тока срабатывания до нуля составляет не более 40 мс.

Примечание – Здесь и далее по тексту, если специально не оговаривается, подразумевается, что время срабатывания/возврата измерительных органов или защиты включает время работы выходных реле терминала «Бреслер ТТ 2108.2Х/3Х/4Х».

1.5.1.4 Дифференциальный орган с торможением

Основной рабочей величиной ДТЗ является дифференциальный ток $I_{\text{диф}}$, который определяется как модуль векторной суммы токов плеч $I_{\text{п1}*}$, $I_{\text{п2}*}$, $I_{\text{п3}*}$, $I_{\text{п4}*}$, определенных с учетом компенсации группы соединения и цифрового выравнивания.

$$I_{\text{диф}} = |I_{\text{п1}*} + I_{\text{п2}*} + I_{\text{п3}*} + I_{\text{п4}*}|.$$

Тормозной ток ДЗТ $I_{\text{торм}}$ равен наибольшему из токов плеч всех трех фаз ДТЗ:

$$I_{\text{макс,А}} = \max I_{\text{п1}*,\text{А}}, I_{\text{п2}*,\text{А}}, I_{\text{п3}*,\text{А}}, I_{\text{п4}*,\text{А}}, I_{\Sigma 12*,\text{А}}, I_{\Sigma 34*,\text{А}},$$

$$I_{\text{макс,В}} = \max I_{\text{п1}*,\text{В}}, I_{\text{п2}*,\text{В}}, I_{\text{п3}*,\text{В}}, I_{\text{п4}*,\text{В}}, I_{\Sigma 12*,\text{В}}, I_{\Sigma 34*,\text{В}},$$

$$I_{\text{макс,С}} = \max I_{\text{п1}*,\text{С}}, I_{\text{п2}*,\text{С}}, I_{\text{п3}*,\text{С}}, I_{\text{п4}*,\text{С}}, I_{\Sigma 12*,\text{С}}, I_{\Sigma 34*,\text{С}},$$

$$I_{\text{торм}} = \max I_{\text{макс,А}}, I_{\text{макс,В}}, I_{\text{макс,С}}.$$

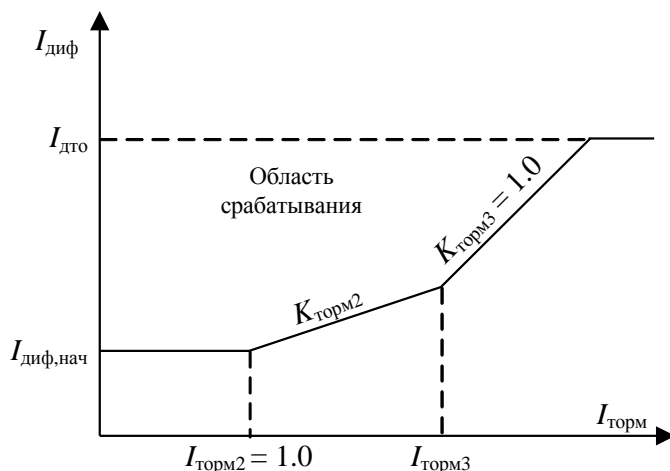
где $I_{\Sigma 12*} = I_{\text{п1}*} + I_{\text{п2}*}$, если программная накладка «Сумм12It» установлена в положение «Да» (см. таблицу 2), иначе $I_{\Sigma 12*} = 0$;

$I_{\Sigma 34*} = I_{\text{п3}*} + I_{\text{п4}*}$, если программная накладка «Сумм34It» установлена в положение «Да» (см. таблицу 2), иначе $I_{\Sigma 34*} = 0$.

Программные накладки «Сумм12It» и «Сумм34It» позволяют учитывать при расчете тормозного тока сумму токов двух плеч, что позволяет увеличить тормозной ток в режиме внешнего КЗ в случае подключения одной или двух обмоток трансформатора через два ИТТ, например, в случае Т-образной конфигурации, сдвоенного токоограничивающего реактора и т.д.

Вид тормозной характеристики срабатывания, состоящей из трех участков, показан на рисунке 8. Первый участок выполнен горизонтальным, а другие два – наклонными. Предусмотрена возможность регулировки начального уровня срабатывания $I_{\text{диф,нач}}$, коэффициента торможения второго участка $K_{\text{торм2}}$, начального тормозного тока третьего участка $I_{\text{торм3}}$. Начальный тормозной ток второго участка $I_{\text{торм2}}$ фиксирован и равен 100%. Также коэффициент торможения третьего участка $K_{\text{торм3}}$ фиксирован и равен 100%.

Примечание - Под коэффициентом торможения понимается отношение приращения дифференциального тока срабатывания к приращению тормозного тока, выраженное в процентах.



Средняя основная погрешность по начальному дифференциальному току срабатывания составляет не более $\pm 10\%$. Средняя основная погрешность по начальным тормозным токам и коэффициентам торможения – не более $\pm 5\%$ от уставки.

Дополнительная погрешность по начальному дифференциальному току срабатывания, начальным тормозным токам и коэффициентам торможения при изменении температуры окружающей среды в рабочем диапазоне не превышает $\pm 5\%$ от средних значений уставок, определенных при температуре 20 ± 5 °С.

Коэффициент возврата дифференциального органа с торможением не ниже 0.8.

Время срабатывания дифференциального органа с торможением при подаче дифференциального тока, превышающего уровень срабатывания в два раза и более, составляет не более 30 мс, а с учетом выходных реле – не более 40 мс.

Время возврата дифференциального органа с торможением при сбросе десятикратного тока до нуля составляет не более 40 мс.

1.5.1.5 Блокировка по второй гармонике

Измерительный орган блокировки по второй гармонике предназначен для отстройки ДТЗ от режимов броска намагничивающего тока и реагирует на отношение модуля второй гармоники дифференциального тока к модулю основной гармоники. При превышении уставки «K2f1f» орган блокирует срабатывание тормозной характеристики.

Предусмотрены следующие режимы активации ИО блокировки по второй гармонике, задаваемые с помощью уставки «АктБлк2f»:

- режим непрерывной активации;
- режим автоматической активации.

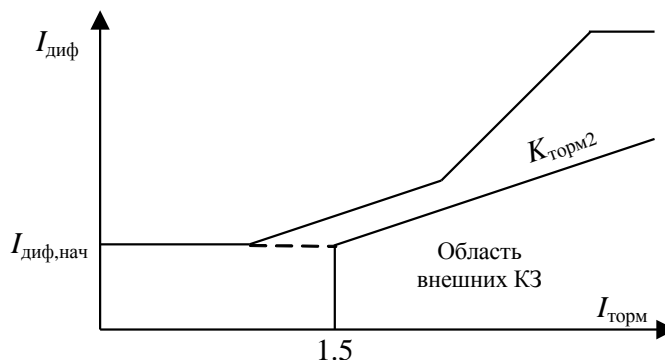
В большинстве случаев рекомендуется использовать режим непрерывной активации блокировки по второй гармонике. При этом блокирование ДЗАТ разрешается в любом режиме. Применение режима автоматической активации позволяет уменьшить время отключения повреждения, возникшего во время длительного нормального режима, если оно сопровождается значительным насыщением трансформаторов тока.

В режиме автоматической активации блокировка находится в действии при выполнении одного из условий:

- тормозной ток $I_{\text{торм}}$ ниже 2 % номинального тока трансформатора;
- тормозной ток резко увеличился, в то время как дифференциальный ток $I_{\text{диф}}$ остался достаточно малым (рис. 9).

В первом случае предусмотрено продление работы блокировки при постановке силового трансформатора под напряжение в течение 10,0 сек. Во втором случае блокировка вводится в действие на 5,0 сек с момента обнаружения внешнего замыкания для дополнительного торможения дифференциального органа в данном режиме, а также в случае возможного режима броска намагничивающего тока, возникающего после отключения внешнего замыкания.

Средняя основная погрешность по уровню блокировки по второй гармонике составляет не более $\pm 10\%$.



1.5.1.6 Блокировка по пятой гармонике

Измерительный орган блокировки по пятой гармонике предназначен для отстройки ДТЗ от режимов перевозбуждения силового трансформатора и реагирует на отношение модуля пятой гармоники дифференциального тока к модулю основной гармоники. При превышении уставки «K5flf» орган блокирует срабатывание тормозной характеристики.

Средняя основная погрешность по уровню блокировки по второй гармонике составляет не более $\pm 10\%$.

1.5.1.7 Блокировка по форме тока

Измерительный орган блокировки по форме тока предназначен для отстройки ДТЗ от режимов броска намагничивающего тока и реагирует на скорость изменения мгновенного дифференциального тока. При обнаружении пауз в дифференциальном токе более 5 мс орган действует на блокировку срабатывания тормозной характеристики.

1.5.1.8 Контроль исправности токовых цепей

Для исключения излишнего срабатывания ДЗТ при обрыве или замыкании вторичных цепей переменного тока в режиме нагрузочных токов предусмотрен контроль исправности токовых цепей (КИТЦ) ДТЗ.

Предусмотрены быстродействующий и медленнодействующий каналы модуля КИТЦ ДТЗ.

Быстродействующий канал модуля КИТЦ ДТЗ автоматически вводится в работу при соблюдении в течение 10,0 сек следующих условий

- токи хотя бы двух плеч имеют величину более 10% от номинального тока силового трансформатора (АТ);
- тормозной ток не превышает 125% от номинального тока силового трансформатора (АТ);
- приращения токов плеч не превышают 5% от номинального тока силового трансформатора (АТ);
- небаланс в цепи дифференциального тока не превышает уставки по начальному дифференциальному току.

Будучи введенным в работу, быстродействующий канал реагирует на внезапное увеличение дифференциального тока одной, двух или трех фаз на величину более уставки «dОбрыв» при одновременном снижении на величину более уставки «dОбрыв» токов одного из плеч ДЗТ и отсутствии увеличения токов остальных плеч. При обнаружении данного режима модуль КИТЦ немедленно действует на сигнал и на загроуление уровня срабатывания ТХ по начальному дифференциальному току до значения «Idзагр», которое должно быть отстроено от максимального нагрузочного режима в любом из плеч трансформатора (АТ). При срабатывании быстродействующего канала модуля КИТЦ осуществляется подхват действия. Автоматический возврат быстродействующего канала осуществляется при наличии вышеприведенных условий для ввода канала в работу, однако для контроля небаланса в цепи дифференциального тока используется адаптивный уровень срабатывания, равный сумме уставки «dОбрыв» с учетом коэффициента возврата и величины дифференциального тока в режиме, предшествующем возникновению неисправности токовых цепей.

Медленнодействующий канал модуля КИТЦ ДТЗ реагирует на уровень основной гармоники дифференциального тока и при превышении им уставки «lОбрыв» в течение времени более уставки «ТОбрыв» действует на сигнал и на загроуление уровня срабатывания ТХ по начальному дифференциальному току до значения «Idзагр», аналогично быстродействующему каналу. При пропадании небаланса осуществляется возврат.

Примечание – При расчете уставки медленнодействующего канала КИТЦ «Лобрыв» следует учитывать максимальный длительно возможный небаланс при переключении ответвлений РПН или ПБВ, в то время как при расчете уставки быстродействующего канала «Лобрыв» этого не требуется.

Средняя основная погрешность по току срабатывания быстродействующего и медленнодействующего каналов модуля КИТЦ составляет не более $\pm 10\%$.

1.5.1.9 Уставки

Таблица 2 – Уставки дифференциальной токовой защиты

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«Схема1»	0...24	0	Схема соединения токовых цепей 1-го плеча
«Схема2»	0...24	0	Схема соединения токовых цепей 2-го плеча
«Схема3»	0...24	0	Схема соединения токовых цепей 3-го плеча
«Схема4»	0...24	0	Схема соединения токовых цепей 4-го плеча
«Квыр1»	10...500%	100%	Коэффициент выравнивания токов 1-го плеча
«Квыр2»	10...500%	100%	Коэффициент выравнивания токов 2-го плеча
«Квыр3»	10...500%	100%	Коэффициент выравнивания токов 3-го плеча
«Квыр4»	10...500%	100%	Коэффициент выравнивания токов 4-го плеча
«Сумм12It»	0–Нет 1–Да	0-Нет	Использование суммы токов 1-го и 2-го плеч при расчете Иторм
«Сумм34It»	0–Нет 1–Да	0-Нет	Использование суммы токов 3-го и 4-го плеч при расчете Иторм
«Идто»	300...3000%	600%	Ток срабатывания дифференциальной токовой отсечки
«Иднач»	20...100%	30%	Начальный диф. ток срабатывания 1-го участка ТХ
«Идзагр»	20...1000%	30%	Начальный диф. ток срабатывания 1-го участка ТХ в режиме загрузления
«Кторм2»	20...100%	40%	Коэффициент торможения 2-го участка ТХ
«Иторм3»	120...1000%	300%	Начальный тормозной ток 3-го участка ТХ
«К2f1f»	10...50%	14%	Уставка блокировки по 2-ой гармонике (отношение к 1-ой гармонике)
«АктБлк2f»	0–Всегда 1–Автом	0–Всегда	Режим работы блокировки по 2-ой гармонике (всегда в работе или автоматическая активация)
«К5f1f»	10...50%	25%	Уставка блокировки по 5-ой гармонике (отношение к 1-ой гармонике)
«dЛобрыв»	5...100%	10%	Уставка быстродействующего органа контроля исправности токовых цепей
«Лобрыв»	5...100%	10%	Уставка медленнодействующего органа контроля исправности токовых цепей
«Тобрыв»	0...60000 мс	10000 мс	Время срабатывания медленнодействующего органа контроля исправности токовых цепей

1.5.2 Устройство резервирования при отказе выключателя

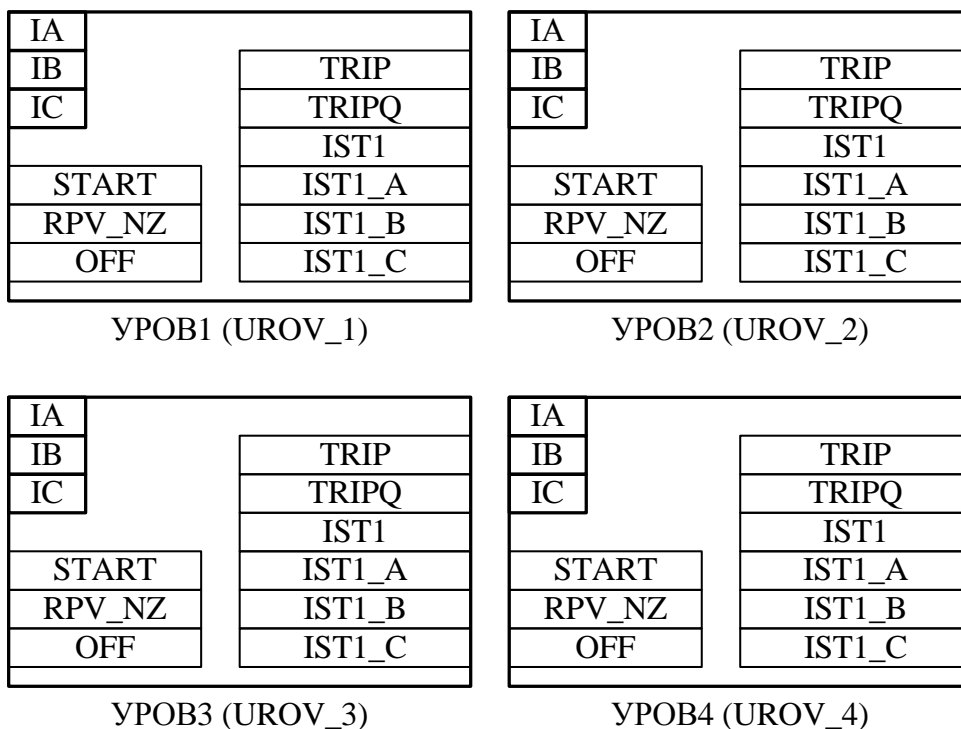


Рисунок 10 – Программные модули УРОБ

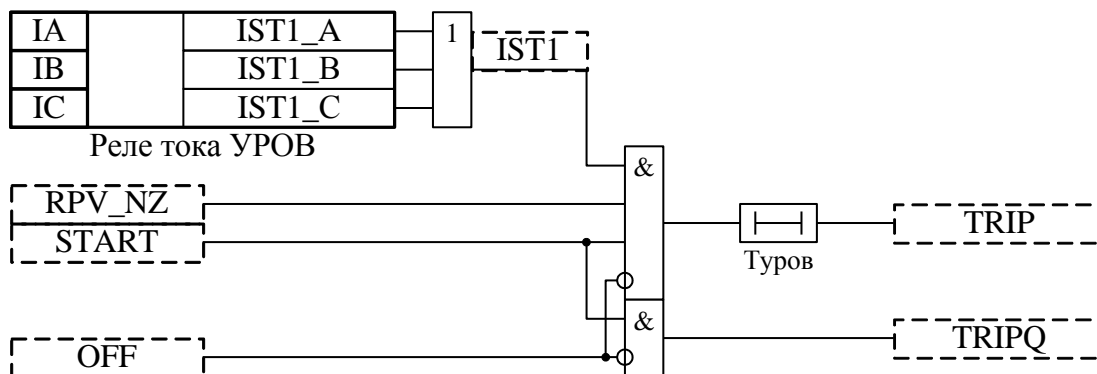


Рисунок 11 – Реализация программных модулей УРОБ

Количество программных блоков	4
Внутренние имена	UROV_1, UROV_2, UROV_3, UROV_4
Пользовательские имена по умолчанию	УРОБ1, УРОБ2, УРОБ3, УРОБ4
Аналоговые входы	
IA, IB, IC	Токи фаз А,В,С
Логические входы	
START	Пуск УРОБ от защит
RPV_NZ	Реле положения «Включено» (НЗ-контакт)
OFF	Вывод УРОБ
Логические выходы	
TRIP	Срабатывание УРОБ
TRIPQ	Действие УРОБ на отключение «своего» выключателя
IST1	Реле тока УРОБ

IST1_A	Реле тока УРОВ фазы А
IST1_B	Реле тока УРОВ фазы В
IST1_C	Реле тока УРОВ фазы С

В составе терминала предусмотрено четыре программных блока устройства резервирования при отказе выключателя (УРОВ). Таким образом, данные модули позволяют выполнить УРОВ до четырех выключателей, например, на сторонах ВН1, ВН2, СН и НН трансформатора (АТ).

Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ) содержит три фазных измерительных органа максимального тока, предназначенных для контроля протекания тока через выключатель. Уровень срабатывания ИО тока регулируется уставкой «Исраб».

УРОВ формирует сигнал на отключение смежных выключателей при пуске от защит и протекании тока через выключатель стороны ВН в течение времени, задаваемого уставкой «Туров». Данный сигнал может быть использован, в зависимости от требуемого решения:

- в ДЗШ на отключение системы шин;
- на запрет АПВ шин;
- на отключение силового автотрансформатора со всех сторон с запретом АПВ и т.д.

Предусмотрена возможность выполнения УРОВ как с повторным действием на «свой» выключатель, так и с контролем действия защит на электромагнит отключения по сигналу от НЗ-контакта РПВ.

Предусмотрена возможность вывода УРОВ из работы.

Таблица 3 – Уставки программного модуля УРОВ

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«Исраб»	4...100%	5%	Ток срабатывания
«Туров»	0...60000 мс	500 мс	Время срабатывания

Средняя основная погрешность по току срабатывания $I_{ср}$ ИО тока УРОВ не превышает $\pm 5\%$.

Дополнительная погрешность по току срабатывания $I_{ср}$ ИО тока УРОВ при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре 20 ± 5 °С.

Дополнительная погрешность по току срабатывания $I_{ср}$ ИО УРОВ при изменении частоты в пределах от 0.9 до 1.1 номинальной не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

Коэффициент возврата токовых ИО УРОВ составляет не менее 0.8 для значения уставки ниже 20% и не менее 0.9 для значения уставки выше 20%.

Время срабатывания токовых ИО УРОВ не превышает 30 мс при подаче двукратного тока срабатывания $2 I_{ср}$.

Время возврата токовых ИО УРОВ при сбросе тока от $20 I_{ном}$ до нуля при минимальной уставке не превышает 20 мс (в программной части).

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

ИО тока УРОВ правильно функционируют при токах установившегося режима с величиной от 4 до $40 I_{ном}$, трансформированных с полной погрешностью до 50% включительно, обусловленной насыщением высоковольтных трансформаторов тока при работе на активную нагрузку.

1.5.3 Токовая защита нулевой последовательности

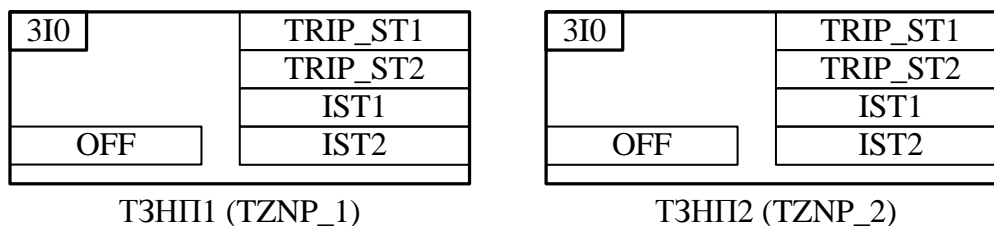


Рисунок 12 – Программные модули ТЗНП

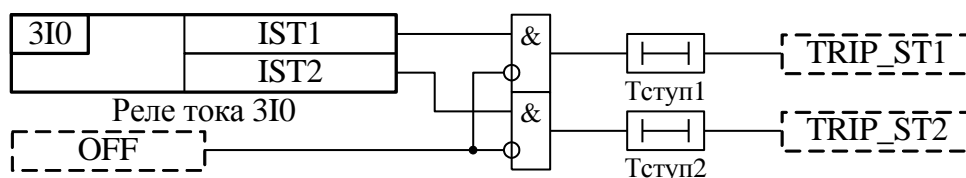


Рисунок 13 – Реализация программных модулей ТЗНП

Количество программных блоков	2
Внутренние имена	TZNP_1, TZNP_2
Пользовательские имена по умолчанию	ТЗНП1, ТЗНП2
Аналоговые входы	
3I0	Утроенный ток нулевой последовательности
Логические входы	
OFF	Вывод ТЗНП
Логические выходы	
TRIP_ST1	Срабатывание 1-ой ступени ТЗНП
TRIP_ST2	Срабатывание 2-ой ступени ТЗНП
IST1	ИО тока 1-ой ступени ТЗНП
IST2	ИО тока 2-ой ступени ТЗНП

В составе терминала предусмотрено два программных блока ненаправленной токовой защиты нулевой последовательности (ТЗНП). В случае трансформатора (АТ) ТЗНП используется, как правило, для защиты его от длительного протекания токов внешних замыканий, а также для частичного резервирования основных защит.

Модуль ТЗНП содержит два измерительных органа тока $3I_0$. Уровень срабатывания ИО тока 1-ой и 2-ой ступени регулируется уставкой «Тступ1», «Тступ2» соответственно.

Первая ступень ТЗНП выполнена с блокировкой по 2-ой гармонике, которая реагирует на отношение второй гармоники к первой гармонике тока нулевой последовательности. Уставка блокировки «K2f1f» регулируется от 10% до 100%.

Время срабатывания ступеней ТЗНП регулируется уставками «Тступ1», «Тступ2».

Предусмотрена возможность вывода ТЗНП из работы.

Таблица 4 – Уставки программного модуля ТЗНП

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«K2f1f»	20...100%	100%	Уставка блокировки 1-ой ступени по 2-ой гармонике (отношение к 1-ой гармонике)
«Тступ1»	20...3000%	50%	Ток срабатывания 1-ой ступени ($3I_0$)
«Тступ2»	5...3000%	50%	Ток срабатывания 2-ой ступени ($3I_0$)

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«Тступ1»	0...60000 мс	3000 мс	Время срабатывания 1-ой ступени
«Тступ2»	0...60000 мс	3000 мс	Время срабатывания 2-ой ступени

Средняя основная погрешность по току срабатывания $I_{ср}$ ИО тока $3I_0$ не превышает $\pm 3\%$.

Средняя основная погрешность по уровню блокировки по второй гармонике тока $3I_0$ составляет не более $\pm 10\%$.

Дополнительная погрешность по току срабатывания $I_{ср}$ ИО тока $3I_0$ при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре 20 ± 5 °С.

Дополнительная погрешность по току срабатывания $I_{ср}$ ИО тока $3I_0$ при изменении частоты в пределах от 0.9 до 1.1 номинальной не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

Коэффициент возврата ИО тока $3I_0$ составляет не менее 0.8 для значения уставки ниже 20% и не менее 0.9 для значения уставки выше 20%.

Время срабатывания ИО тока $3I_0$ не превышает 30 мс при подаче двукратного тока срабатывания $2 I_{ср}$.

Время возврата ИО тока $3I_0$ при сбросе тока от $10 I_{ср}$ до нуля не более 35 мс.

1.5.4 Максимальная токовая защита

IA	TRIP_ST1
IB	TRIP_ST2
IC	TRIP_ST3
	IST1
	IST1_A
	IST1_B
	IST1_C
	IST2
	IST2_A
	IST2_B
	IST2_C
ENA_ST1	IST3
ENA_ST2	IST3_A
ENA_ST3	IST3_B
OFF	IST3_C

MT31 (MTZ_1)

IA	TRIP_ST1
IB	TRIP_ST2
IC	TRIP_ST3
	IST1
	IST1_A
	IST1_B
	IST1_C
	IST2
	IST2_A
	IST2_B
	IST2_C
ENA_ST1	IST3
ENA_ST2	IST3_A
ENA_ST3	IST3_B
OFF	IST3_C

MT32 (MTZ_2)

IA	TRIP_ST1
IB	TRIP_ST2
IC	TRIP_ST3
	IST1
	IST1_A
	IST1_B
	IST1_C
	IST2
	IST2_A
	IST2_B
	IST2_C
ENA_ST1	IST3
ENA_ST2	IST3_A
ENA_ST3	IST3_B
OFF	IST3_C

MT33 (MTZ_3)

IA	TRIP_ST1
IB	TRIP_ST2
IC	TRIP_ST3
	IST1
	IST1_A
	IST1_B
	IST1_C
	IST2
	IST2_A
	IST2_B
	IST2_C
ENA_ST1	IST3
ENA_ST2	IST3_A
ENA_ST3	IST3_B
OFF	IST3_C

MT34 (MTZ_4)

Рисунок 14 – Программные модули MT3

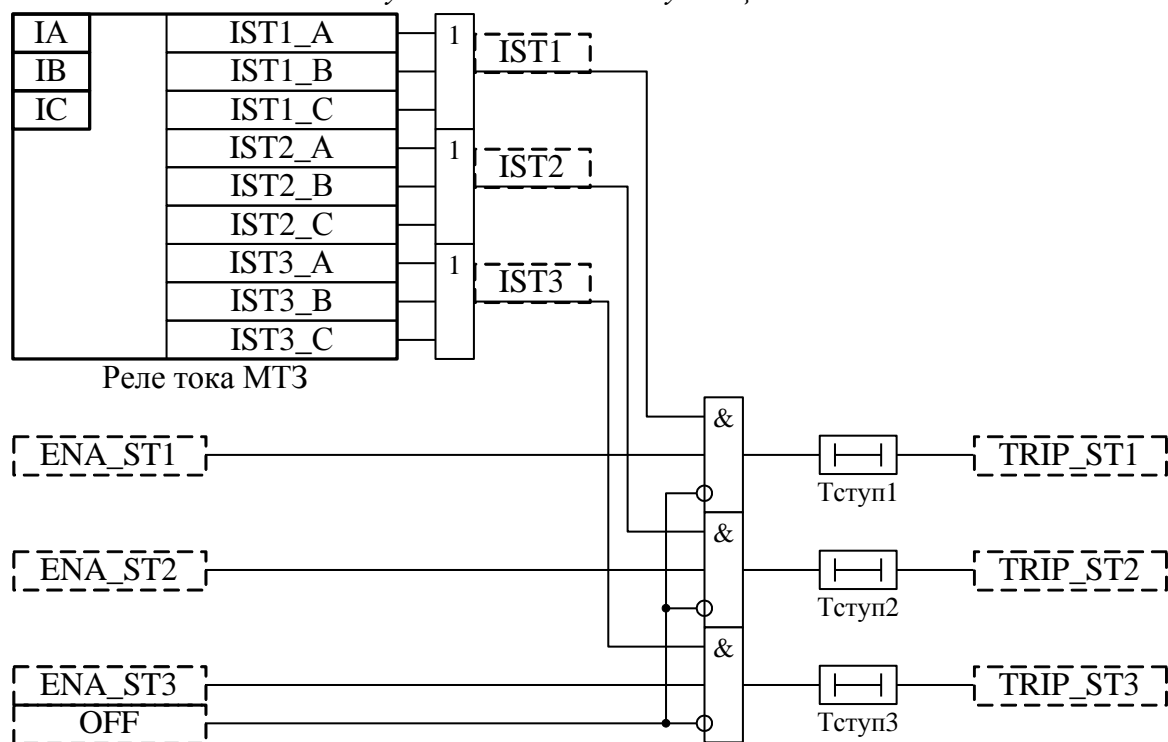


Рисунок 15 – Реализация программных модулей МТЗ

Количество программных блоков	4
Внутренние имена	MTZ_1, MTZ_2, MTZ_3, MTZ_4
Пользовательские имена по умолчанию	MT31, MT32, MT33, MT34
Аналоговые входы	
IA, IB, IC	Токи фаз А,В,С
Логические входы	
ENA_ST1	Разрешение пуска 1-ой ступени МТЗ
ENA_ST2	Разрешение пуска 2-ой ступени МТЗ
ENA_ST3	Разрешение пуска 3-ой ступени МТЗ
OFF	Вывод МТЗ
Логические выходы	
TRIP_ST1	Срабатывание 1-ой ступени МТЗ
TRIP_ST2	Срабатывание 2-ой ступени МТЗ
TRIP_ST3	Срабатывание 3-ой ступени МТЗ
IST1	ИО тока 1-ой ступени МТЗ
IST1_A	ИО тока 1-ой ступени МТЗ фазы А
IST1_B	ИО тока 1-ой ступени МТЗ фазы В
IST1_C	ИО тока 1-ой ступени МТЗ фазы С
IST2	ИО тока 2-ой ступени МТЗ
IST2_A	ИО тока 2-ой ступени МТЗ фазы А
IST2_B	ИО тока 2-ой ступени МТЗ фазы В
IST2_C	ИО тока 2-ой ступени МТЗ фазы С
IST3	ИО тока 3-ей ступени МТЗ
IST3_A	ИО тока 3-ей ступени МТЗ фазы А
IST3_B	ИО тока 3-ей ступени МТЗ фазы В
IST3_C	ИО тока 3-ей ступени МТЗ фазы С

В составе терминала предусмотрено четыре программных блока максимальной токовой защиты (МТЗ). В случае трансформатора (АТ) МТЗ используется, как правило, для защиты его от длительного протекания токов внешних замыканий, а также для частичного резервирования основных защит.

Модуль МТЗ содержит три измерительных органа тока. Уровень срабатывания ИО тока 1-ой, 2-ой и 3-ей ступени регулируется уставкой «Iступ1», «Iступ2», «Iступ3».

Первая ступень МТЗ выполнена с блокировкой по 2-ой гармонике, которая реагирует на отношение второй гармоники к первой гармонике тока. Уставка блокировки «K2f1f» регулируется от 10% до 100%.

Предусмотрена возможность реализации МТЗ с комбинированным пуском по напряжению или с пуском от органов направления мощности. Для этого реализованы входы разрешения работы каждой из ступеней.

Время срабатывания ступеней МТЗ регулируется уставками «Тступ1», «Тступ2», «Тступ3».

Предусмотрена возможность вывода МТЗ из работы.

Таблица 5 – Уставки программного модуля МТЗ

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«K2f1f»	20...100%	100%	Уставка блокировки 1-ой ступени по 2-ой гармонике (отношение к 1-ой гармонике)
«Iступ1»	20...3000%	100%	Ток срабатывания 1-ой ступени
«Iступ2»	5...3000%	100%	Ток срабатывания 2-ой ступени
«Iступ3»	5...3000%	100%	Ток срабатывания 3-ей ступени
«Тступ1»	0...60000 мс	3000 мс	Время срабатывания 1-ой ступени
«Тступ2»	0...60000 мс	3000 мс	Время срабатывания 2-ой ступени
«Тступ3»	0...60000 мс	3000 мс	Время срабатывания 3-ей ступени

Средняя основная погрешность по току срабатывания I_{cp} ИО тока не превышает $\pm 3\%$.

Средняя основная погрешность по уровню блокировки по второй гармонике составляет не более $\pm 10\%$.

Дополнительная погрешность по току срабатывания I_{cp} ИО тока при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре 20 ± 5 °С.

Дополнительная погрешность по току срабатывания I_{cp} ИО тока при изменении частоты в пределах от 0.9 до 1.1 номинальной не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

Коэффициент возврата ИО тока составляет не менее 0.8 для значения уставки ниже 20% и не менее 0.9 для значения уставки выше 20%.

Время срабатывания ИО тока не превышает 30 мс при подаче двукратного тока срабатывания $2 I_{cp}$.

Время возврата ИО тока при сбросе тока от $10 I_{cp}$ до нуля не более 35 мс.

1.5.5 Защита от перегруза

IA1	TRIP
IB1	I1ST
IC1	I1ST_A
IA2	I1ST_B
IB2	I1ST_C
IC2	I2ST
IA3	I2ST_A
IB3	I2ST_B
IC3	I2ST_C
IA4	I3ST
IB4	I3ST_A
IC4	I3ST_B
	I3ST_C
	I4ST
	I4ST_A
	I4ST_B
	I4ST_C

ЗП (ZP)

Рисунок 16 – Программный модуль защиты от перегруза

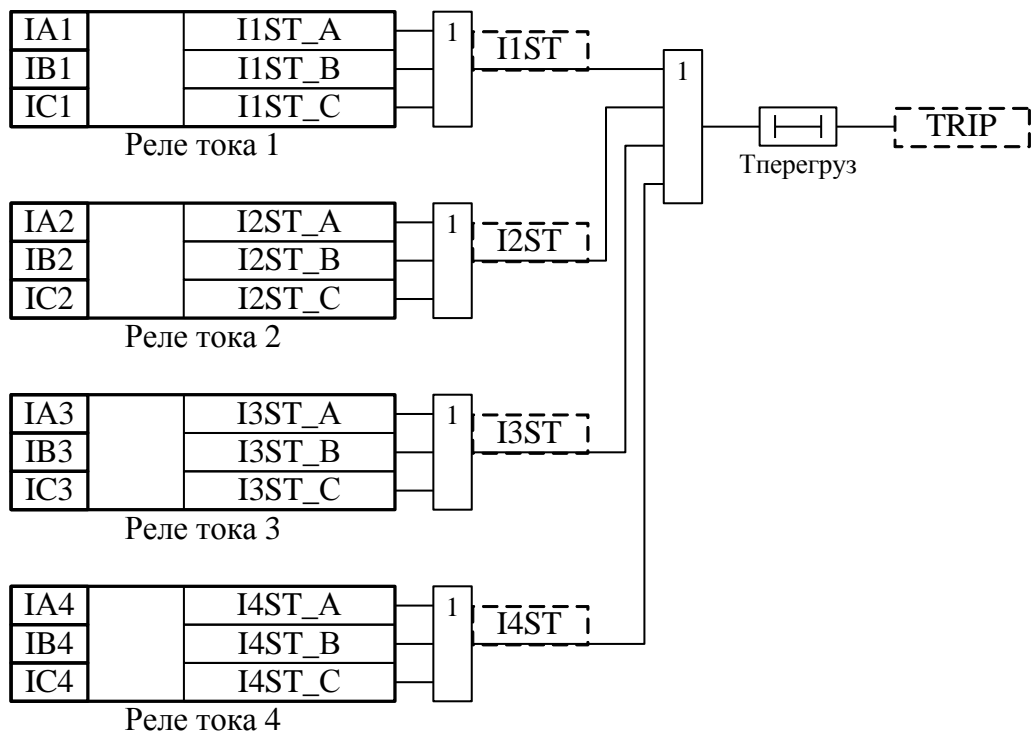


Рисунок 17 – Реализация программного модуля ЗП

Количество программных блоков	1
Внутренние имена	ZP
Пользовательские имена по умолчанию	ЗП

Аналоговые входы	
IA1, IB1, IC1	Токи 1-ой стороны, фазы А,В,С
IA2, IB2, IC2	Токи 2-ой стороны, фазы А,В,С
IA3, IB3, IC3	Токи 3-ей стороны, фазы А,В,С
IA4, IB4, IC4	Токи 4-ой стороны, фазы А,В,С
Логические входы	отсутствуют
Логические выходы	
TRIP	Срабатывание защиты от перегруза
IST1	ИО тока 1-ой стороны ЗП
IST1_A	ИО тока 1-ой стороны ЗП фазы А
IST1_B	ИО тока 1-ой стороны ЗП фазы В
IST1_C	ИО тока 1-ой стороны ЗП фазы С
IST2	ИО тока 2-ой стороны ЗП
IST2_A	ИО тока 2-ой стороны ЗП фазы А
IST2_B	ИО тока 2-ой стороны ЗП фазы В
IST2_C	ИО тока 2-ой стороны ЗП фазы С
IST3	ИО тока 3-ей стороны ЗП
IST3_A	ИО тока 3-ей стороны ЗП фазы А
IST3_B	ИО тока 3-ей стороны ЗП фазы В
IST3_C	ИО тока 3-ей стороны ЗП фазы С
IST4	ИО тока 4-ой стороны ЗП
IST4_A	ИО тока 4-ой стороны ЗП фазы А
IST4_B	ИО тока 4-ой стороны ЗП фазы В
IST4_C	ИО тока 4-ой стороны ЗП фазы С

В составе терминала предусмотрен программный блок защиты от перегруза.

Модуль содержит четыре измерительных органа тока, каждый из которых включен на ток своей стороны. Уровень срабатывания ИО тока 1-ой, 2-ой, 3-ей и 4-ой стороны регулируется уставкой «Iсраб1», «Iсраб2», «Iсраб3», «Iсраб4» соответственно.

Время срабатывания защиты от перегруза регулируется уставкой «Тзп».

Таблица 6 – Уставки программного модуля защиты от перегруза

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«Iсраб1»	5...3000%	100%	Ток срабатывания ИО 1-ой стороны
«Iсраб2»	5...3000%	100%	Ток срабатывания ИО 2-ой стороны
«Iсраб3»	5...3000%	100%	Ток срабатывания ИО 3-ей стороны
«Iсраб4»	5...3000%	100%	Ток срабатывания ИО 4-ой стороны
«Тзп»	0...60000 мс	10000 мс	Время срабатывания защиты от перегруза

Средняя основная погрешность по току срабатывания I_{cp} ИО тока не превышает $\pm 3\%$.

Дополнительная погрешность по току срабатывания I_{cp} ИО тока при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре 20 ± 5 °С.

Дополнительная погрешность по току срабатывания I_{cp} ИО тока при изменении частоты в пределах от 0.9 до 1.1 номинальной не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

Коэффициент возврата ИО тока составляет не менее 0.8 для значения уставки ниже 20% и не менее 0.9 для значения уставки выше 20%.

Время срабатывания ИО тока не превышает 30 мс при подаче двукратного тока срабатывания $2 I_{ср}$.

Время возврата ИО тока при сбросе тока от $10 I_{ср}$ до нуля не более 35 мс.

1.5.6 Реле тока для пуска охлаждения

IA1	START1
IB1	START2
IC1	I1ST1
IA2	I1ST1_A
IB2	I1ST1_B
IC2	I1ST1_C
IA3	I1ST2
IB3	I1ST2_A
IC3	I1ST2_B
IA4	I1ST2_C
IB4	I2ST1
IC4	I2ST1_A
	I2ST1_B
	I2ST1_C
	I2ST2
	I2ST2_A
	I2ST2_B
	I2ST2_C
	I3ST1
	I3ST1_A
	I3ST1_B
	I3ST1_C
	I3ST2
	I3ST2_A
	I3ST2_B
	I3ST2_C
	I4ST41
	I4ST1_A
	I4ST1_B
	I4ST1_C
	I4ST2
	I4ST2_A
	I4ST2_B
	I4ST2_C

ПО (РО)

Рисунок 18 – Программный модуль реле тока для пуска охлаждения

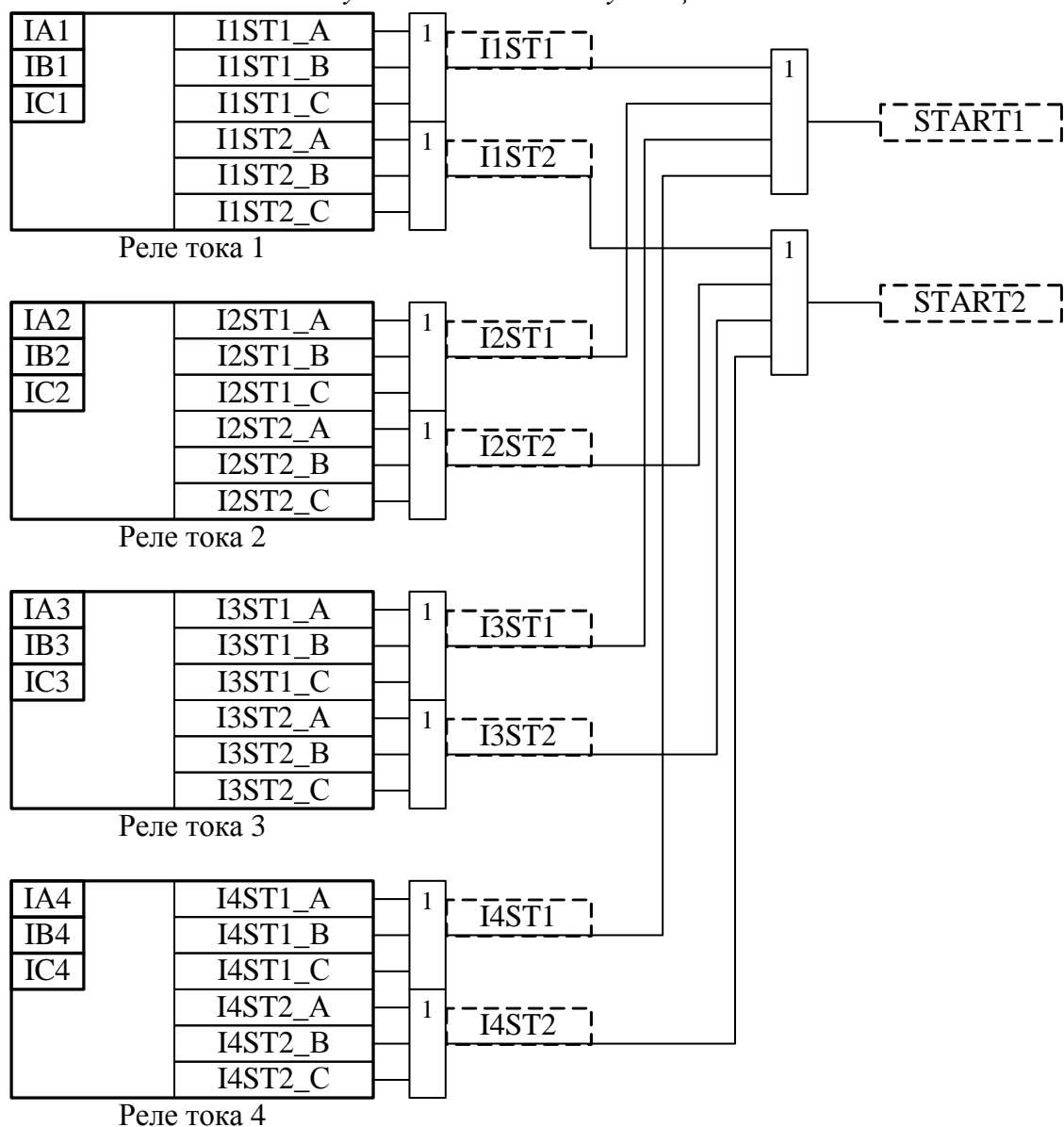


Рисунок 19 – Реализация программного модуля реле тока для пуска охлаждения

Количество программных блоков	1
Внутренние имена	РО
Пользовательские имена по умолчанию	ПО
Аналоговые входы	
IA1, IB1, IC1	Токи 1-ой стороны, фазы А,В,С
IA2, IB2, IC2	Токи 2-ой стороны, фазы А,В,С
IA3, IB3, IC3	Токи 3-ей стороны, фазы А,В,С
IA4, IB4, IC4	Токи 4-ой стороны, фазы А,В,С
Логические входы	отсутствуют
Логические выходы	
START1	Пуск реле тока 1 ступени
START2	Пуск реле тока 2 ступени
I1ST1	ИО тока 1-ой стороны (1-ая ступень)
I1ST1_A	ИО тока 1-ой стороны (1-ая ступень), фаза А

I1ST1_B	ИО тока 1-ой стороны (1-ая ступень), фаза В
I1ST1_C	ИО тока 1-ой стороны (1-ая ступень), фаза С
I1ST2	ИО тока 1-ой стороны (2-ая ступень)
I1ST2_A	ИО тока 1-ой стороны (2-ая ступень), фаза А
I1ST2_B	ИО тока 1-ой стороны (2-ая ступень), фаза В
I1ST2_C	ИО тока 1-ой стороны (2-ая ступень), фаза С
I2ST1	ИО тока 2-ой стороны (1-ая ступень)
I2ST1_A	ИО тока 2-ой стороны (1-ая ступень), фаза А
I2ST1_B	ИО тока 2-ой стороны (1-ая ступень), фаза В
I2ST1_C	ИО тока 2-ой стороны (1-ая ступень), фаза С
I2ST2	ИО тока 2-ой стороны (2-ая ступень)
I2ST2_A	ИО тока 2-ой стороны (2-ая ступень), фаза А
I2ST2_B	ИО тока 2-ой стороны (2-ая ступень), фаза В
I2ST2_C	ИО тока 2-ой стороны (2-ая ступень), фаза С
I3ST1	ИО тока 3-ей стороны (1-ая ступень)
I3ST1_A	ИО тока 3-ей стороны (1-ая ступень), фаза А
I3ST1_B	ИО тока 3-ей стороны (1-ая ступень), фаза В
I3ST1_C	ИО тока 3-ей стороны (1-ая ступень), фаза С
I3ST2	ИО тока 3-ей стороны (2-ая ступень)
I3ST2_A	ИО тока 3-ей стороны (2-ая ступень), фаза А
I3ST2_B	ИО тока 3-ей стороны (2-ая ступень), фаза В
I3ST2_C	ИО тока 3-ей стороны (2-ая ступень), фаза С
I4ST1	ИО тока 4-ой стороны (1-ая ступень)
I4ST1_A	ИО тока 4-ой стороны (1-ая ступень), фаза А
I4ST1_B	ИО тока 4-ой стороны (1-ая ступень), фаза В
I4ST1_C	ИО тока 4-ой стороны (1-ая ступень), фаза С
I4ST2	ИО тока 4-ой стороны (2-ая ступень)
I4ST2_A	ИО тока 4-ой стороны (2-ая ступень), фаза А
I4ST2_B	ИО тока 4-ой стороны (2-ая ступень), фаза В
I4ST2_C	ИО тока 4-ой стороны (2-ая ступень), фаза С

В составе терминала предусмотрен программный блок реле тока для пуска охлаждения.

Модуль содержит две ступени по четыре измерительных органа тока, каждый из которых включен на ток своей стороны. Уровни срабатывания ИО тока 1-ой ступени регулируются уставками «Iсраб1_1», «Iсраб2_1», «Iсраб3_1», «Iсраб4_1», а 2-ой ступени – уставками «Iсраб1_2», «Iсраб2_2», «Iсраб3_2», «Iсраб4_2».

Формируются сигналы пуска от реле тока 1-ой и 2-ой ступеней для действия на группы охладителей трансформатора (АТ).

Таблица 7 – Уставки программного модуля реле тока для пуска охлаждения

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«Iсраб1_1»	5...3000%	100%	Ток срабатывания 1-ой ступени 1-ой стороны
«Iсраб1_2»	5...3000%	100%	Ток срабатывания 2-ой ступени 1-ой стороны
«Iсраб2_1»	5...3000%	100%	Ток срабатывания 1-ой ступени 2-ой стороны
«Iсраб2_2»	5...3000%	100%	Ток срабатывания 2-ой ступени 2-ой стороны
«Iсраб3_1»	5...3000%	100%	Ток срабатывания 1-ой ступени 3-ей стороны
«Iсраб3_2»	5...3000%	100%	Ток срабатывания 2-ой ступени 3-ей стороны
«Iсраб4_1»	5...3000%	100%	Ток срабатывания 1-ой ступени 4-ой стороны

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«Сраб4_2»	5...3000%	100%	Ток срабатывания 2-ой ступени 4-ой стороны

Средняя основная погрешность по току срабатывания I_{cp} ИО тока не превышает $\pm 3\%$.

Дополнительная погрешность по току срабатывания I_{cp} ИО тока при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре 20 ± 5 °С.

Дополнительная погрешность по току срабатывания I_{cp} ИО тока при изменении частоты в пределах от 0.9 до 1.1 номинальной не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

Коэффициент возврата ИО тока составляет не менее 0.8 для значения уставки ниже 20% и не менее 0.9 для значения уставки выше 20%.

Время срабатывания ИО тока не превышает 30 мс при подаче двукратного тока срабатывания $2 I_{cp}$.

Время возврата ИО тока при сбросе тока от $10 I_{cp}$ до нуля не более 35 мс.

1.5.7 Реле тока трехфазные

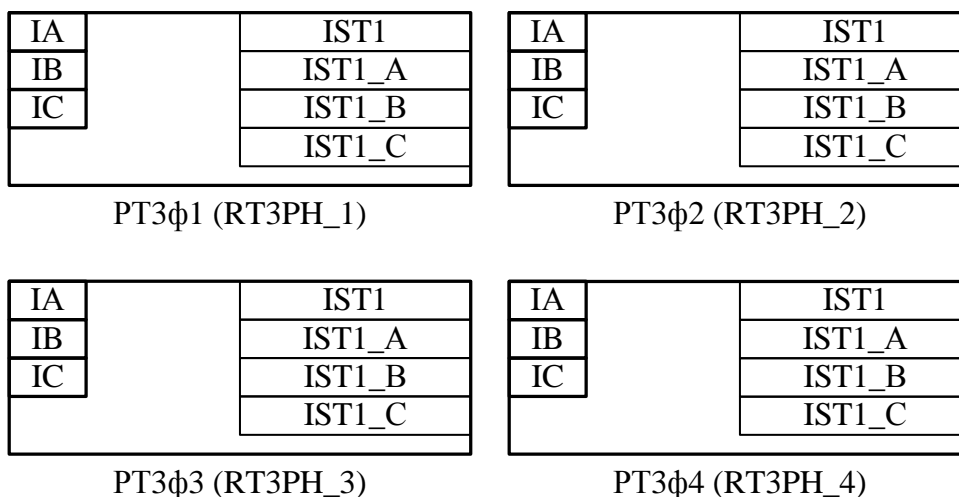


Рисунок 20 – Программный модуль реле тока трехфазного

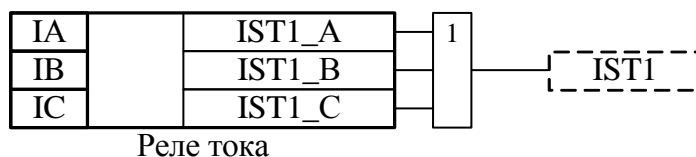


Рисунок 21 – Реализация программного модуля реле тока трехфазного

Количество программных блоков	4
Внутренние имена	RT3PH_1, RT3PH_2, RT3PH_3, RT3PH_4
Пользовательские имена по умолчанию	РТ3ф1, РТ3ф2, РТ3ф3, РТ3ф4
Аналоговые входы	
IA, IB, IC	Токи фаз А,В,С
Логические входы	отсутствуют
Логические выходы	
IST1	ИО тока

IST1_A	ИО тока фазы А
IST1_B	ИО тока фазы В
IST1_C	ИО тока фазы С

В составе терминала предусмотрено четыре программных блока трехфазных реле тока, которые могут быть использованы для различных задач, например, для блокирования РПН, баковой защиты и др.

Модуль содержит трехфазный измерительный орган тока. Уровень срабатывания ИО тока регулируется уставкой «Сраб». Предусмотрена возможность задания коэффициента возврата ИО тока с помощью уставки «Квозв». Задание значения уставки менее или равного 100% переводит ИО тока в режим максимального действия, а более 100% - в режим минимального.

Таблица 8 – Уставки программного модуля трехфазного реле тока

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«Сраб»	5...3000%	100%	Ток срабатывания
«Квозв»	50...150%	95%	Коэффициент возврата

Средняя основная погрешность по току срабатывания $I_{ср}$ ИО тока не превышает $\pm 3\%$.

Дополнительная погрешность по току срабатывания $I_{ср}$ ИО тока при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре 20 ± 5 °С.

Дополнительная погрешность по току срабатывания $I_{ср}$ ИО тока при изменении частоты в пределах от 0.9 до 1.1 номинальной не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

Время срабатывания ИО тока максимального действия не превышает 30 мс при подаче двукратного тока срабатывания $2 I_{ср}$. Время срабатывания ИО тока минимального действия не превышает 30 мс при сбросе двукратного тока срабатывания $2 I_{ср}$ до нуля.

Время возврата ИО тока максимального действия при сбросе тока от $2 I_{ср}$ до нуля не более 35 мс. Время возврата ИО тока минимального действия при подаче $2 I_{ср}$ не более 35 мс.

1.5.8 Реле тока однофазные

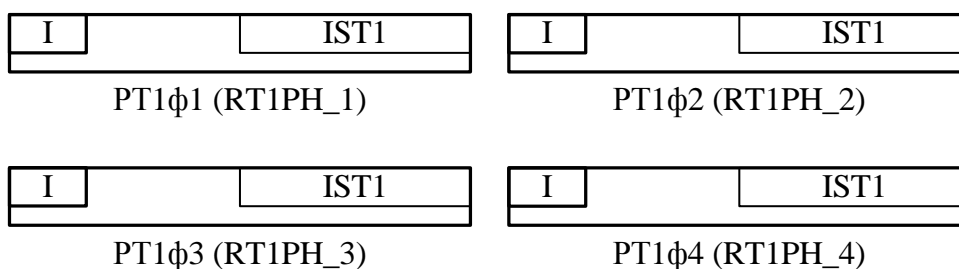


Рисунок 22 – Программный модуль реле тока однофазного

Количество программных блоков	4
Внутренние имена	RT1PH_1, RT1PH_2, RT1PH_3, RT1PH_4
Пользовательские имена по умолчанию	PT1ф1, PT1ф2, PT1ф3, PT1ф4
Аналоговые входы	
I	Ток
Логические входы	отсутствуют
Логические выходы	
IST1	ИО тока

В составе терминала предусмотрено четыре программных блока однофазных реле тока, которые могут быть использованы для различных задач, например, для блокирования РПН, баковой защиты и др.

Модуль содержит однофазный измерительный орган тока. Уровень срабатывания ИО тока регулируется уставкой «Исраб». Предусмотрена возможность задания коэффициента возврата ИО тока с помощью уставки «Квозв». Задание значения уставки менее или равного 100% переводит ИО тока в режим максимального действия, а более 100% - в режим минимального.

Таблица 9 – Уставки программного модуля однофазного реле тока

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«Исраб»	5...3000%	100%	Ток срабатывания
«Квозв»	50...150%	95%	Коэффициент возврата

Средняя основная погрешность по току срабатывания $I_{ср}$ ИО тока не превышает $\pm 3\%$.

Дополнительная погрешность по току срабатывания $I_{ср}$ ИО тока при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре 20 ± 5 °С.

Дополнительная погрешность по току срабатывания $I_{ср}$ ИО тока при изменении частоты в пределах от 0.9 до 1.1 номинальной не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

Время срабатывания ИО тока максимального действия не превышает 30 мс при подаче двукратного тока срабатывания $2 I_{ср}$. Время срабатывания ИО тока минимального действия не превышает 30 мс при сбросе двукратного тока срабатывания $2 I_{ср}$ до нуля.

Время возврата ИО тока максимального действия при сбросе тока от $2 I_{ср}$ до нуля не более 35 мс. Время возврата ИО тока минимального действия при подаче $2 I_{ср}$ не более 35 мс.

1.5.9 Комбинированный пуск по напряжению

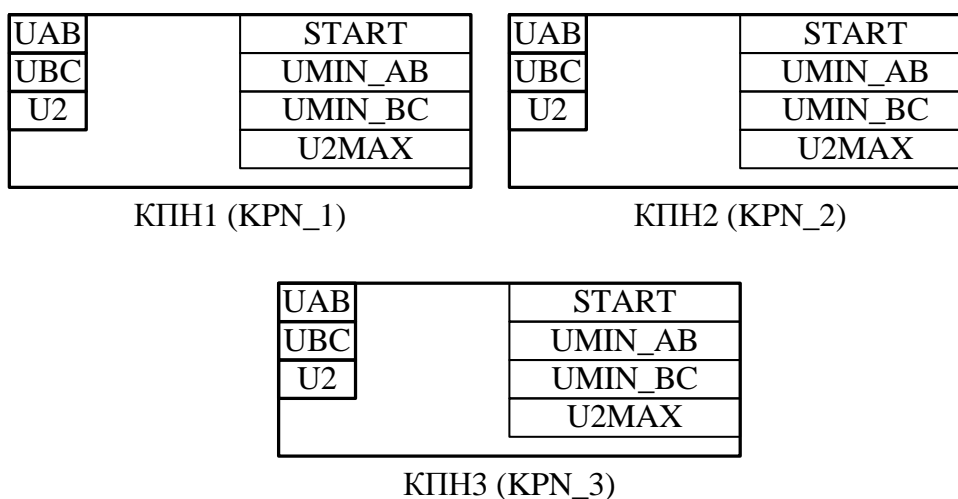


Рисунок 23 – Программный модуль комбинированного пуска по напряжению

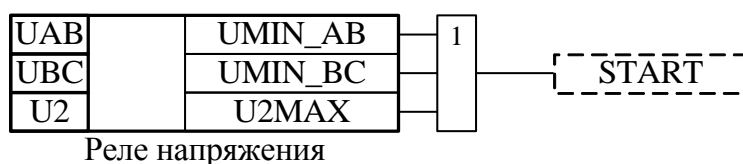


Рисунок 24 – Реализация программного модуля комбинированного пуска по напряжению

Количество программных блоков	3
Внутренние имена	KPN_1, KPN_2, KPN_3
Пользовательские имена по умолчанию	КПН1, КПН2, КПН3
Аналоговые входы	
UAB, UBC	Междуфазные напряжения АВ и ВС
U2	Расчетное напряжение обратной последовательности
Логические входы	отсутствуют
Логические выходы	
START	Пуск по напряжению
UMIN_AB	ИО минимального напряжения АВ
UMIN_AB BC	ИО минимального напряжения ВС
U2MAX	ИО максимального напряжения обратной последовательности

В составе терминала предусмотрено три программных блока комбинированного пуска по напряжению, предназначенных, прежде всего, для выполнения произвольных схем пуска МТЗ по напряжению.

Модуль содержит два ИО минимального линейного напряжения и один ИО максимального напряжения обратной последовательности. Уровень срабатывания ИО минимального напряжения регулируется уставкой «Умин», а ИО максимального напряжения – уставкой «Умакс2».

Таблица 10 – Уставки программного модуля комбинированного пуска по напряжению

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«Умин»	5...100%	60%	Уставка реле минимального линейного напряжения
«Умакс2»	5...50%	6%	Уставка реле максимального напряжения обратной последовательности

Средняя основная погрешность по напряжению срабатывания U_{cp} органов максимального и минимального напряжения составляет $\pm 3\%$.

Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания U_{cp} органов максимального и минимального напряжения при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре 20 ± 5 °С.

Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания U_{cp} органов максимального и минимального напряжения при изменении частоты в диапазоне от 0.9 до 1.1 номинальной не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

Коэффициент возврата органа максимального напряжения не менее 0.9, органов минимального напряжения не более 1.1.

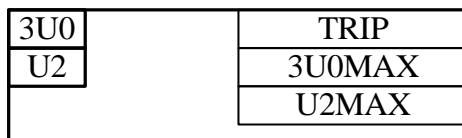
Время срабатывания органа максимального напряжения обратной последовательности не превышает 30 мс при подаче напряжения скачком от нуля до $2 U_{cp}$.

Время возврата органов максимального напряжения обратной последовательности при сбросе напряжения от $2 U_{cp}$ до нуля не более 35 мс.

Время срабатывания органов минимального напряжения не превышает 35 мс при сбросе напряжения от $2 U_{cp}$ до нуля.

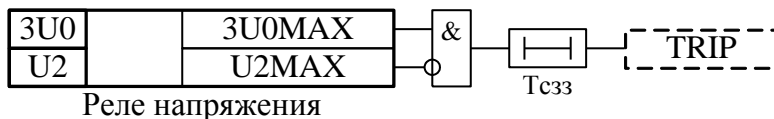
Время возврата органов минимального напряжения при подаче напряжения скачком от нуля до $2 U_{cp}$ не более 35 мс.

1.5.10 Сигнализация при замыкании на землю



С33 (SZZ)

Рисунок 25 – Программный модуль С33



Реле напряжения

Рисунок 26 – Реализация программно модуля С33

Количество программных блоков	1
Внутренние имена	SZZ
Пользовательские имена по умолчанию	С33
Аналоговые входы	
3U0	Утроенное напряжение нулевой последовательности
U2	Расчетное напряжение обратной последовательности
Логические входы	отсутствуют
Логические выходы	
TRIP.	Срабатывание С33
3U0MAX	ИО максимального напряжения нулевой последовательности
U2MAX	ИО максимального напряжения обратной последовательности

В составе терминала предусмотрен программный блок сигнализации при замыкании на землю (С33), предназначенный для сигнализации при появлении замыканий на землю на стороне НН трансформатора (АТ).

Модуль содержит ИО максимального напряжения нулевой и обратной последовательности. Уровень срабатывания ИО максимального напряжения нулевой последовательности регулируется уставкой «Умакс0», а обратной последовательности – уставкой «Умакс2».

Время срабатывания С33 регулируется уставкой «Тс33».

Таблица 11 – Уставки программно модуля С33

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«Умакс0»	5...50%	10%	Уставка реле максимального напряжения нулевой последовательности (3U0)
«Умакс2»	5...50%	10%	Уставка реле максимального напряжения обратной последовательности
«Тс33»	0...60000 мс	5000 мс	Время срабатывания

Средняя основная погрешность по напряжению срабатывания $U_{ср}$ органов максимального напряжения составляет $\pm 3\%$.

Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания $U_{ср}$ органов максимального напряжения при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре 20 ± 5 °С.

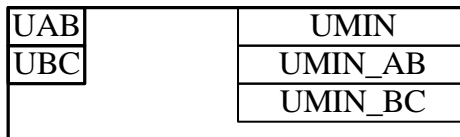
Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания U_{cp} органов максимального напряжения при изменении частоты в диапазоне от 0.9 до 1.1 номинальной не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

Коэффициент возврата органа максимального напряжения не менее 0.9.

Время срабатывания органа максимального напряжения не превышает 30 мс при подаче напряжения скачком от нуля до $2 U_{cp}$.

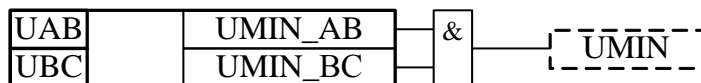
Время возврата органов максимального напряжения при сбросе напряжения от $2 U_{cp}$ до нуля не более 35 мс.

1.5.11 Контроль отсутствия напряжения



КОН (KON)

Рисунок 27 – Программный модуль КОН



Реле напряжения

Рисунок 28 – Реализация программного модуля КОН

Количество программных блоков	1
Внутренние имена	KON
Пользовательские имена по умолчанию	КОН
Аналоговые входы	
UAB, UBC	Междуфазные напряжения АВ и ВС
Логические входы	отсутствуют
Логические выходы	
UMIN	Срабатывание КОН
UMIN_AB	ИО минимального напряжения АВ
UMIN_BC	ИО минимального напряжения ВС

В составе терминала предусмотрен программный блок контроля отсутствия напряжения (КОН), предназначенный для использования в схемах пожаротушения и др.

Модуль содержит два ИО минимального линейного напряжения, объединенных по логике И. Уровень срабатывания ИО минимального напряжения регулируется уставкой «Умин».

Таблица 12 – Уставки программного модуля КОН

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«Умин»	5...100%	50%	Уставка реле минимального линейного напряжения

Средняя основная погрешность по напряжению срабатывания U_{cp} органов минимального напряжения составляет $\pm 3\%$.

Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания U_{cp} органов минимального напряжения при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре 20 ± 5 °С.

Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания $U_{ср}$ органов минимального напряжения при изменении частоты в диапазоне от 0.9 до 1.1 номинальной не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

Коэффициент возврата органов минимального напряжения не более 1.1.

Время срабатывания органов минимального напряжения не превышает 35 мс при сбросе напряжения от $2 U_{ср}$ до нуля.

Время возврата органов минимального напряжения при подаче напряжения скачком от нуля до $2 U_{ср}$ не более 35 мс.

1.5.12 Реле напряжения трехфазные

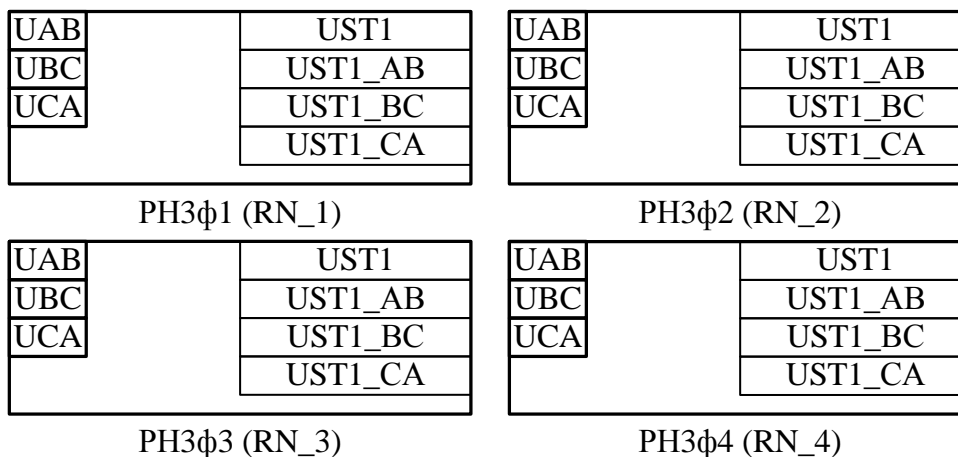
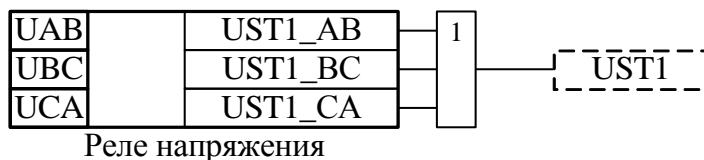


Рисунок 29 – Программные модули реле напряжения трехфазного



Реле напряжения

Рисунок 30 – Реализация программного модуля реле напряжения трехфазного

Количество программных блоков	4
Внутренние имена	RN_1, RN_2, RN_3, RN_4
Пользовательские имена по умолчанию	РН3ф1, РН3ф2, РН3ф3, РН3ф4
Аналоговые входы	
UAB, UBC, UCA	Междуфазные напряжения АВ, ВС, СА
Логические входы	отсутствуют
Логические выходы	
UST1	ИО междуфазного напряжения
UST1_AB	ИО междуфазного напряжения АВ
UST1_BC	ИО междуфазного напряжения ВС
UST1_CA	ИО междуфазного напряжения СА

В составе терминала предусмотрено четыре программных блока трехфазных реле напряжения, которые могут быть использованы для различных задач.

Модуль содержит трехфазный измерительный орган междуфазных напряжений. Уровень срабатывания ИО напряжения регулируется уставкой «Усраб». Предусмотрена возможность задания коэффициента возврата ИО напряжения с помощью уставки «Квозв». Задание значения

уставки менее или равного 100% переводит ИО напряжения в режим максимального действия, а более 100% - в режим минимального.

Таблица 13 – Уставки программного модуля трехфазного реле напряжения

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«Усраб»	5...100%	50%	Напряжение срабатывания
«Квозв»	50...150%	95%	Коэффициент возврата

Средняя основная погрешность по напряжению срабатывания $U_{ср}$ ИО напряжения не превышает $\pm 3\%$.

Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания $U_{ср}$ ИО напряжения при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре 20 ± 5 °С.

Дополнительная погрешность по напряжению срабатывания $U_{ср}$ ИО напряжения при изменении частоты в пределах от 0.9 до 1.1 номинальной не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

Время срабатывания ИО напряжения максимального действия не превышает 35 мс при подаче двукратного напряжения срабатывания $2 U_{ср}$. Время срабатывания ИО напряжения минимального действия не превышает 30 мс при сбросе двукратного напряжения срабатывания $2 U_{ср}$ до нуля.

Время возврата ИО напряжения максимального действия при сбросе напряжения от $2 U_{ср}$ до нуля не более 35 мс. Время возврата ИО напряжения минимального действия при подаче $2 U_{ср}$ не более 35 мс.

1.5.13 Органы направления мощности

UAB	FW_A	UAB	FW_A
UBC	FW_B	UBC	FW_B
UCA	FW_C	UCA	FW_C
IA	BW_A	IA	BW_A
IB	BW_B	IB	BW_B
IC	BW_C	IC	BW_C

ОНМ1 (ONM_1)

ОНМ2 (ONM_2)

Рисунок 31 – Программные модули ОНМ

Количество программных блоков	2
Внутренние имена	ONM_1, ONM_2
Пользовательские имена по умолчанию	ОНМ1, ОНМ2
Аналоговые входы	
UAB, UBC, UCA	Междуфазные напряжения АВ, ВС, СА
IA, IB, IC	Токи фаз А, В, С
Логические входы	отсутствуют
Логические выходы	
FW_A	Срабатывание прямонаправленного ОНМ фазы А
FW_B	Срабатывание прямонаправленного ОНМ фазы В
FW_C	Срабатывание прямонаправленного ОНМ фазы С
BW_A	Срабатывание обратнаправленного ОНМ фазы А

BW_B	Срабатывание обратногонаправленного ОНМ фазы В
BW_C	Срабатывание обратногонаправленного ОНМ фазы С

В составе терминала предусмотрено два программных блока органов направления мощности (ОНМ), предназначенных, прежде всего, для выполнения направленности МТЗ на стороне НН трансформатора (АТ).

Органы направления мощности выполнены по 90-градусной схеме включения. Каналы фаз А, В, С используют для работы токи и напряжения основной гармоники I_A и U_{BC} , I_B и U_{CA} , I_C и U_{AB} соответственно. Характеристика срабатывания ОНМ приведена на рисунке 32.

Для органов направления мощности задается угол максимальной чувствительности $\varphi_{мч}$, который в случае 90-градусной схемы включения с учетом принятого положительного направления тока равен углу между линейным напряжением и соответствующим фазным током, подаваемыми на орган (рис. 32). Угол максимальной чувствительности прямонаправленного ОНМ регулируется уставкой «Фмч».

ОНМ работает при токах более 10 % номинального тока входа терминала и линейных напряжениях больше 1 В.

Срабатывание обратногонаправленного ОНМ является инверсным сигналом от прямонаправленного органа.

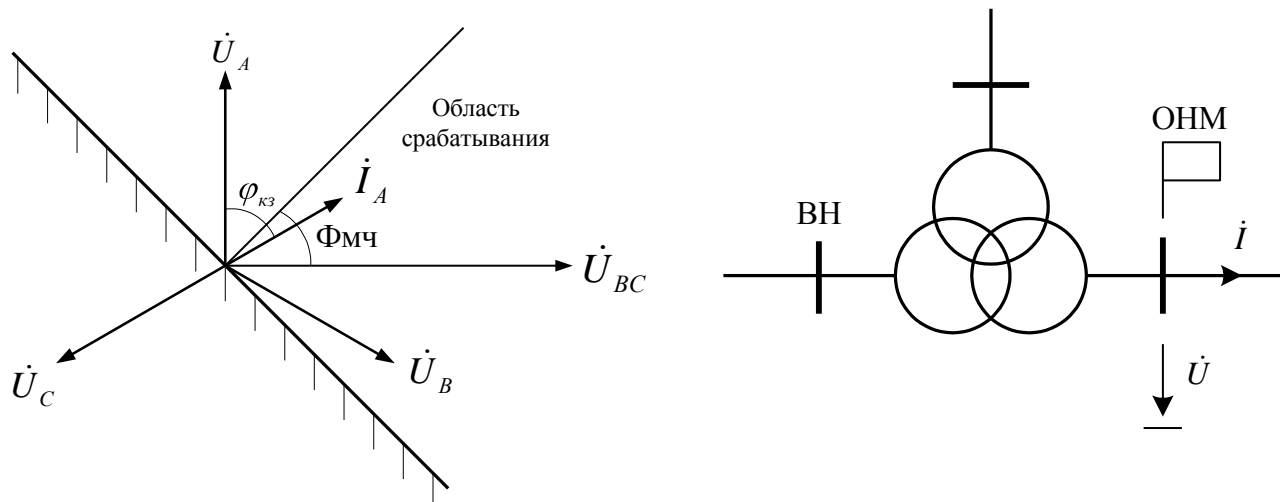


Рисунок 32 – Характеристика срабатывания прямонаправленного ОНМ

Таблица 14 – Уставки программного модуля трехфазного реле напряжения

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«Фмч»	0...359 гр	0 гр	Угол максимальной чувствительности

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

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

Время срабатывания органов направления мощности при одновременной подаче токов $3 I_{ср}$ и напряжений $3 U_{ср}$ не более 30 мс.

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

1.5.14 Дистанционная защита

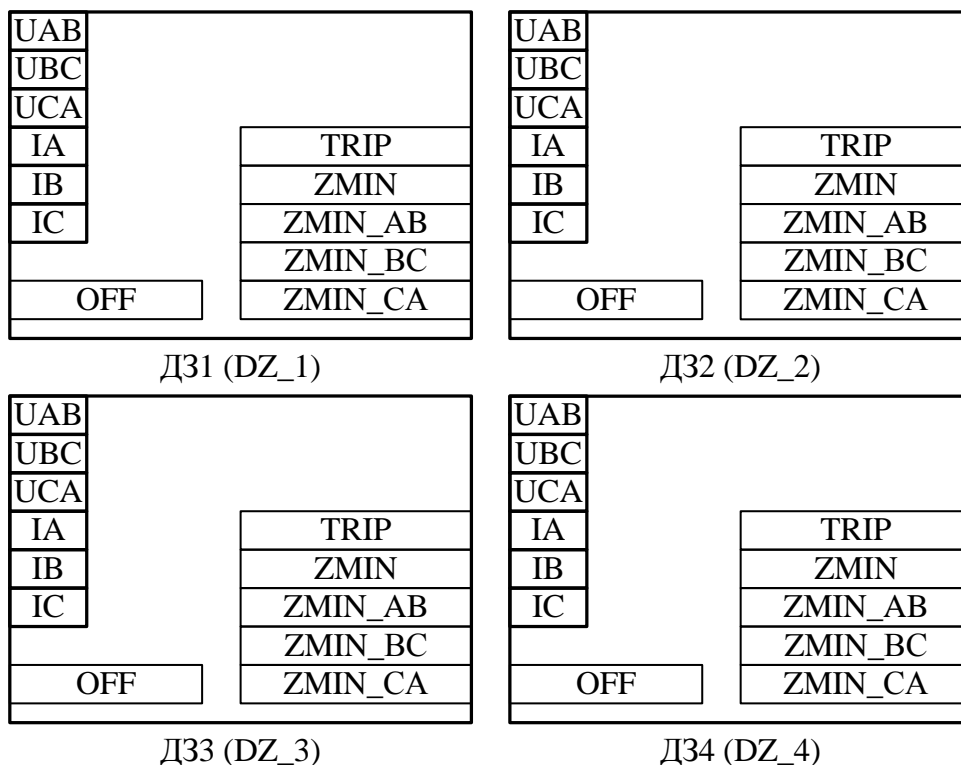


Рисунок 33 – Программные модули дистанционной защиты

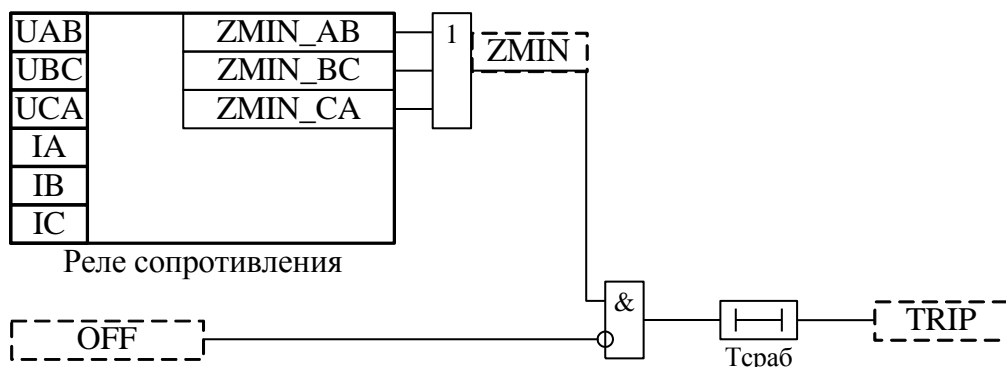


Рисунок 34 – Реализация программного модуля дистанционной защиты

Количество программных блоков	4
Внутренние имена	DZ_1, DZ_2, DZ_3, DZ_4
Пользовательские имена по умолчанию	ДЗ1, ДЗ2, ДЗ3, ДЗ4
Аналоговые входы	
UAB, UBC, UCA	Междуфазные напряжения АВ, ВС, СА
IA, IB, IC	Токи фаз А, В, С
Логические входы	отсутствуют
OFF	Вывод дистанционной защиты
Логические выходы	
TRIP.	Срабатывание ДЗ через выдержку времени
ZMIN	Реле сопротивления
ZMIN_AB	Реле сопротивления канала АВ
ZMIN_BC	Реле сопротивления канала ВС
ZMIN_CA	Реле сопротивления канала СА

В составе терминала предусмотрено четыре программных блока дистанционной защиты (ДЗ). В случае трансформатора (АТ) ДЗ может использоваться, как правило, для защиты его от длительного протекания токов внешних замыканий, а также для частичного резервирования основных и резервных защит.

Дистанционная защита включает в состав три междуфазных реле сопротивления (РС). Реле сопротивления являются органами минимального действия и выполнены с круговой характеристикой срабатывания (рис. 35). Реле сопротивления реагируют на расчетные значения междуфазных сопротивлений

$$Z_{AB} = \frac{U_{AB}}{I_A - I_B}, Z_{BC} = \frac{U_{BC}}{I_B - I_C}, Z_{CA} = \frac{U_{CA}}{I_C - I_A}.$$

Круговая характеристика, изображенная на рисунке 35, задается следующими параметрами:

- угол максимальной чувствительности «Фмч»;
- уставка зоны защиты вдоль угла максимальной чувствительности «Zуст»;
- уставка смещения зоны в обратном направлении «Zсмещ».

Реле сопротивления вводятся в работу при токах более 2% от номинального тока выбранного входа терминала.

Время срабатывания ДЗ регулируется уставкой «Тсраб».

Предусмотрена возможность вывода ДЗ. С помощью логического входа «OFF» также возможно выполнить дистанционную защиту с контролем по току.

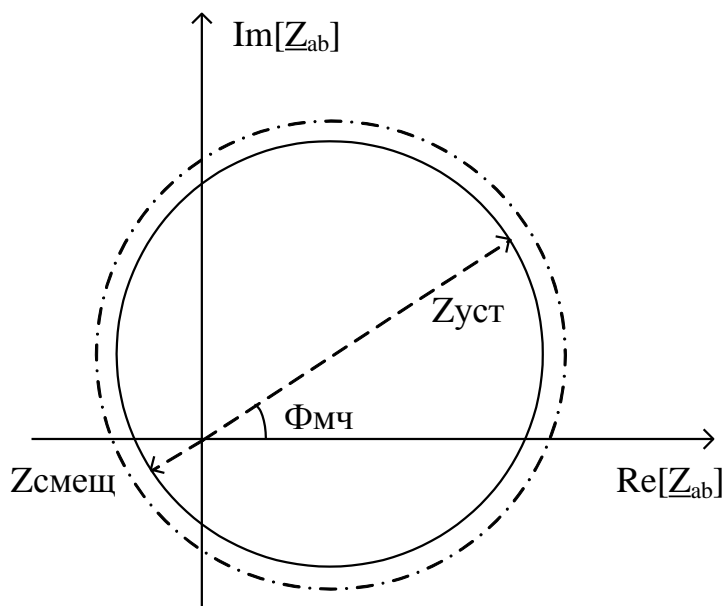


Рисунок 35 – Характеристики срабатывания и возврата РС

Таблица 15 – Уставки программного модуля ДЗ

Уставка	Диапазон значений	Знач. по умолчанию	Описание
«Фмч»	0...359 гр	0 гр	Угол максимальной чувствительности
«Zуст»	1...100%	50%	Уставка зоны защиты вдоль угла максимальной чувствительности
«Zсмещ»	0...100%	50%	Уставка смещения зоны защиты в обратном направлении
«Тсраб»	0...60000 мс	3000 мс	Время срабатывания

Ток точной работы составляет не менее 5%.

Средняя основная погрешность по сопротивлению срабатывания $Z_{ср}$ составляет $\pm 3\%$.

Дополнительная погрешность по сопротивлению срабатывания $Z_{ср}$ при изменении температуры в рабочем диапазоне температур не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при температуре 20 ± 5 °С.

Дополнительная погрешность по сопротивлению срабатывания $Z_{ср}$ при изменении частоты в диапазоне от 0.9 до 1.1 номинальной не превышает $\pm 5\%$ от среднего значения, определённого при номинальной частоте.

Средняя абсолютная основная погрешность РС по углу максимальной чувствительности составляет не более $\pm 5^\circ$.

Коэффициент возврата реле сопротивления не более 1.1

Время срабатывания реле сопротивления при попадании замера сопротивления в центр характеристики срабатывания не более 35 мс.

Время возврата реле сопротивления не более 40 мс.

1.5.15 Конфигурирование аналоговой части

В составе защиты предусмотрен ряд программных модулей, которые позволяют выполнить расчет аналоговых величин, подаваемых на измерительные органы защит и не измеряемых непосредственно, например, напряжений обратной последовательности для ИО максимального напряжения в составе комбинированного пуска по напряжению.

Аналоговые сигналы, получаемые с выхода данных модулей могут быть использованы только для соответствующих ИО защит, определенных в таблице 16.

1.5.15.1 Сумматор

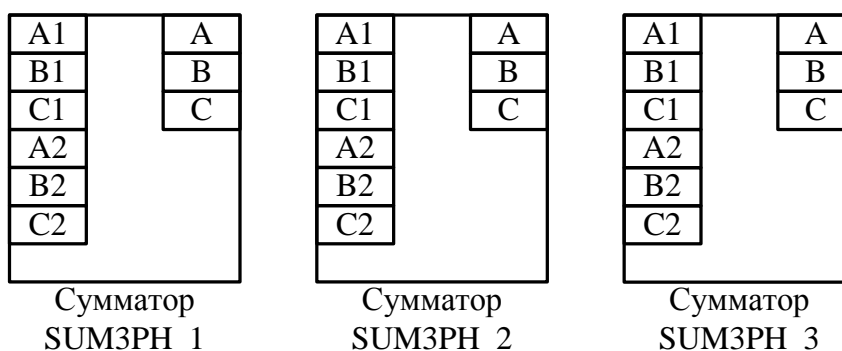


Рисунок 36 – Программные модули сумматоров

Количество программных блоков	3
Внутренние имена	SUM3PH_1, SUM3PH_2, SUM3PH_3
Аналоговые входы	
A1, B1, C1	Токи 1-го плеча, фазы А,В,С
A2, B2, C2	Токи 2-го плеча, фазы А,В,С
Аналоговые выходы	
A,В,С	Сумма токов, фазы А,В,С

Выполняется суммирование трехфазных токов с учетом коэффициентов выравнивания. По первому входу коэффициент принимается равным 1.0 и выравниваются токи второго входа относительно первого

$$A = A1 \cdot 1.0 + A2 \cdot k_2,$$

$$B = B1 \cdot 1.0 + B2 \cdot k_2,$$

$$C = C1 \cdot 1.0 + C2 \cdot k_2,$$

$$k_2 = \frac{I_{\text{перв},2} I_{\text{ном},2}}{I_{\text{втор},2}} \cdot \frac{I_{\text{втор},1}}{I_{\text{перв},1} I_{\text{ном},1}},$$

где $I_{\text{перв}}$ – номинальный первичный ток высоковольтного ИТТ;
 $I_{\text{втор}}$ – номинальный вторичный ток высоковольтного ИТТ;
 $I_{\text{ном}}$ – номинальный ток выбранного ответвления токового входа терминала, подключенного к ИТТ.

Примечание – Как правило, номинальный вторичный ток ИТТ равен номинальному току входа терминала $I_{\text{втор}} = I_{\text{ном}}$. В таком случае выражение для коэффициента выравнивания упрощается

$$k_2 = \frac{I_{\text{перв},2}}{I_{\text{перв},1}}.$$

Может применяться для определения расчетного тока в общей обмотке АТ или в обмотке трансформатора, когда соответствующая сторона подключена к терминалу защиты с помощью двух ИТТ (например, Т-конфигурация ошиновки ВН или сдвоенный токоограничивающий реактор НН, включенные в зону дифференциальной защиты).

1.5.15.2 Расчет разности фаз

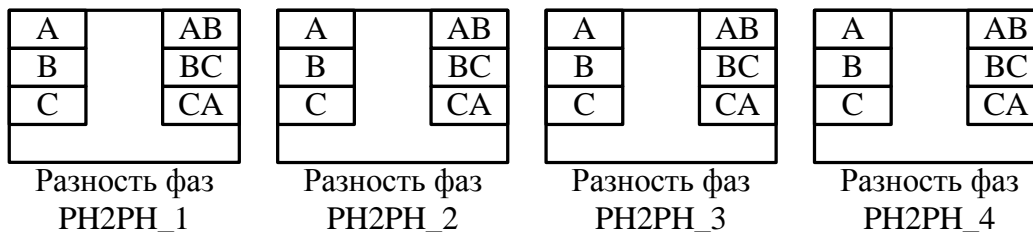


Рисунок 37 – Программные модули расчета разности фаз

Количество программных блоков	4
Внутренние имена	РН2РН_1, РН2РН_2, РН2РН_3, РН2РН_4
Аналоговые входы	
А,В,С	Токи, фазы А,В,С
Аналоговые выходы	
АВ,ВС,СА	Междуфазные токи, каналы АВ,ВС,СА

Выполняется расчет разности фаз токов

$$AB = \frac{A - B}{\sqrt{3}},$$

$$BC = \frac{B - C}{\sqrt{3}},$$

$$CA = \frac{C - A}{\sqrt{3}}.$$

Может применяться для расчета токов, подаваемых на МТЗ стороны ВН трансформатора (АТ) при использовании группы ИТТ «звезда». Аналогично – для МТЗ НН трансформаторов (АТ), когда дифференциальная защита подключается к ИТТ в цепи обмотки НН, соединенной в «треугольник», например, в случае группы однофазных трансформаторов (АТ).

1.5.15.3 Расчет нулевой последовательности

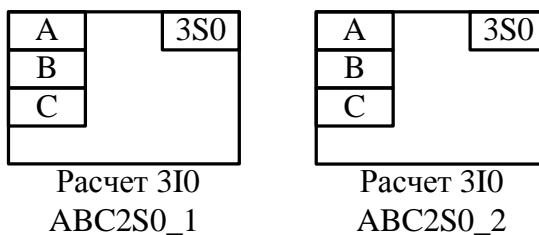


Рисунок 38 – Программные модули расчета нулевой последовательности

Количество программных блоков	2
Внутренние имена	ABC2S0_1, ABC2S0_2
Аналоговые входы	
A,B,C	Токи, фазы A,B,C
Аналоговые выходы	
3S0	Утроенный ток нулевой последовательности

Рассчитывается утроенный ток нулевой последовательности

$$3S0 = A + B + C.$$

Может применяться для расчета тока нулевой последовательности ТЗНП, если отсутствует отдельный вход измерения тока $3I_0$.

1.5.15.4 Расчет прямой последовательности

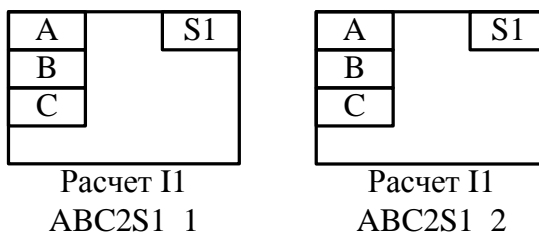


Рисунок 39 – Программные модули расчета прямой последовательности

Количество программных блоков	2
Внутренние имена	ABC2S1_1, ABC2S1_2
Аналоговые входы	
A,B,C	Токи, фазы A,B,C
Аналоговые выходы	
S1	Ток прямой последовательности

Рассчитывается ток прямой последовательности

$$S1 = \frac{1}{3} \underline{A} + \underline{B}a + \underline{C}a^2,$$

$$\underline{a} = e^{j\frac{2\pi}{3}} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2},$$

$$\underline{a}^2 = e^{j\frac{4\pi}{3}} = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Может применяться для расчета тока прямой последовательности для выполнения различных токовых защит или измерительных органов, например, защиты от перегруза и др.

1.5.15.5 Расчет обратной последовательности

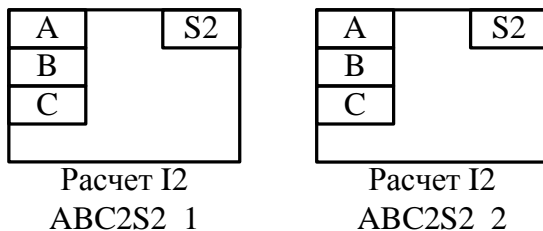


Рисунок 40 – Программные модули расчета обратной последовательности

Количество программных блоков	2
Внутренние имена	ABC2S2_1, ABC2S2_2
Аналоговые входы	
А,В,С	Токи, фазы А,В,С
Аналоговые выходы	
S2	Ток обратной последовательности

Рассчитывается ток обратной последовательности

$$S2 = \frac{1}{3} \underline{A} + \underline{B} \cdot \underline{a}^2 + \underline{C} \cdot \underline{a}$$

$$\underline{a} = e^{j\frac{2\pi}{3}} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\underline{a}^2 = e^{j\frac{4\pi}{3}} = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

Может применяться для расчета тока обратной последовательности для выполнения различных токовых защит или измерительных органов, например, защиты от перегруза или ИО тока для пуска осциллографа и др.

1.5.15.6 Расчет среднеквадратического значения сигнала (RMS)

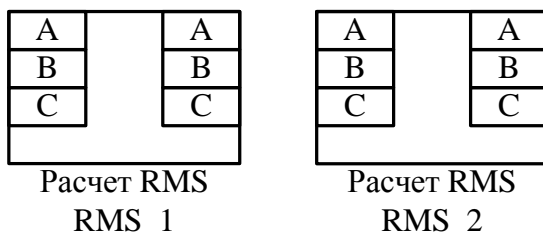


Рисунок 41 – Программные модули расчета RMS

Количество программных блоков	2
Внутренние имена	RMS_1, RMS_2
Аналоговые входы	
А,В,С	Токи, фазы А,В,С
Аналоговые выходы	
А,В,С	Среднеквадратические значения сигналов, фазы А,В,С

Рассчитывается среднеквадратическое значение мгновенных токов

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 t dt}.$$

Может применяться для выполнения различных токовых защит или измерительных органов, для которых требуется учитывать в том числе высшие гармонические составляющие.

1.5.15.7 Расчет напряжения обратной последовательности

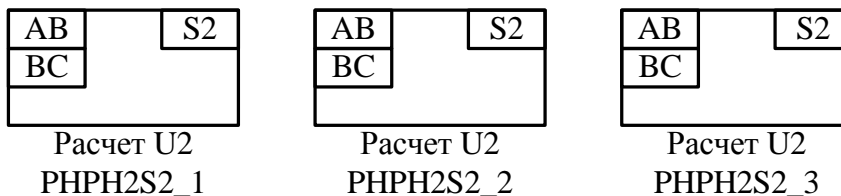


Рисунок 42 – Программные модули расчета напряжения обратной последовательности

Количество программных блоков	3
Внутренние имена	РНРН2S2_1, РНРН2S2_2, РНРН2S2_3
Аналоговые входы	
AB, BC	Напряжения AB и BC
Аналоговые выходы	
S2	Напряжение обратной последовательности

Рассчитывается напряжение обратной последовательности на основе измерения двух междуфазных напряжений

$$S2 = \frac{1}{3} AB - BC \cdot \underline{a},$$

$$\underline{a} = e^{j\frac{2\pi}{3}} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Предназначено для расчета напряжений обратной последовательности, подаваемых на ИО комбинированного пуска по напряжению, сигнализации при замыкании на землю и др.

1.5.15.8 Расчет напряжения CA

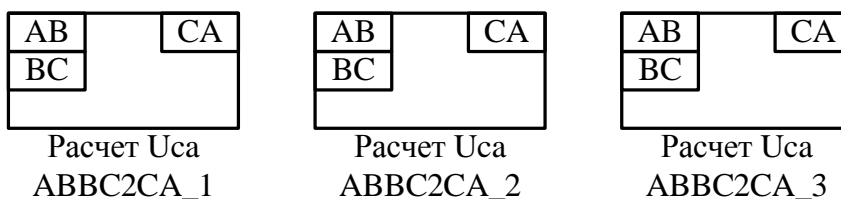


Рисунок 43 – Программные модули расчета напряжения CA

Количество программных блоков	3
Внутренние имена	АВBC2CA_1, АВBC2CA_2, АВBC2CA_3
Аналоговые входы	
AB, BC	Напряжения AB и BC
Аналоговые выходы	
CA	Напряжение CA

Рассчитывается третье междуфазное напряжение (CA) на основе измерения двух междуфазных напряжений (AB и BC)

$$CA = -AB - BC.$$

Расчет третьего междуфазного напряжения позволяет выполнить полноценный контроль напряжения с помощью реле трехфазного напряжения или выполнить дистанционную защиту по всем трем междуфазным каналам.

1.5.15.9 Таблица соответствия

Нижеприведенная таблица определяет возможные конфигурации использования аналоговых величин для расчета других величин и для работы измерительных органов защит. В состав аналоговых величин входят как величины токов и напряжений, измеряемые непосредственно с помощью аналоговых входов терминалов, так и расчетные, получаемые с помощью вышеприведенных модулей.

Таблица 16 – Таблица соответствия аналоговых величин и модулей защит

Программные модули (внутренние имена)	Аналоговые величины									
	Измерения V1...V16	Диф. токи DIFPT	Сумматор SUM3PH	Разность фаз PH2PH	Ток 3I ₀ ABC2S0	Ток I ₁ ABC2S1	Ток I ₂ ABC2S2	RMS	Напряжение U ₂ PHPH2S2	Напряжение CA ABBC2CA
SUM3PH	+									
PH2PH	+	+	+							
ABC2S0	+	+	+							
ABC2S1	+	+	+							
ABC2S2	+	+	+							
RMS	+	+	+	+	+					
PHPH2S2	+									
ABBC2CA	+									
DIFPT	+									
UROV	+									
TZNP	+				+					
MTZ	+	+	+	+						
ZP	+	+	+	+	+	+	+	+		
PO	+	+	+	+	+	+	+	+		
RT3PH	+	+	+	+	+	+	+	+		
RT1PH	+	+	+	+	+	+	+	+		
KPN	UAB, UBC	+								
	U2								+	
SZZ	3U0	+								
	U2								+	
KON	+									
RN	+									+
ONM	UAB, UBC, UCA	+								+
	IA, IB, IC	+	+	+	+					
DZ	UAB, UBC, UCA	+								+
	IA, IB, IC	+	+	+						

1.5.16 Модуль дискретных входов

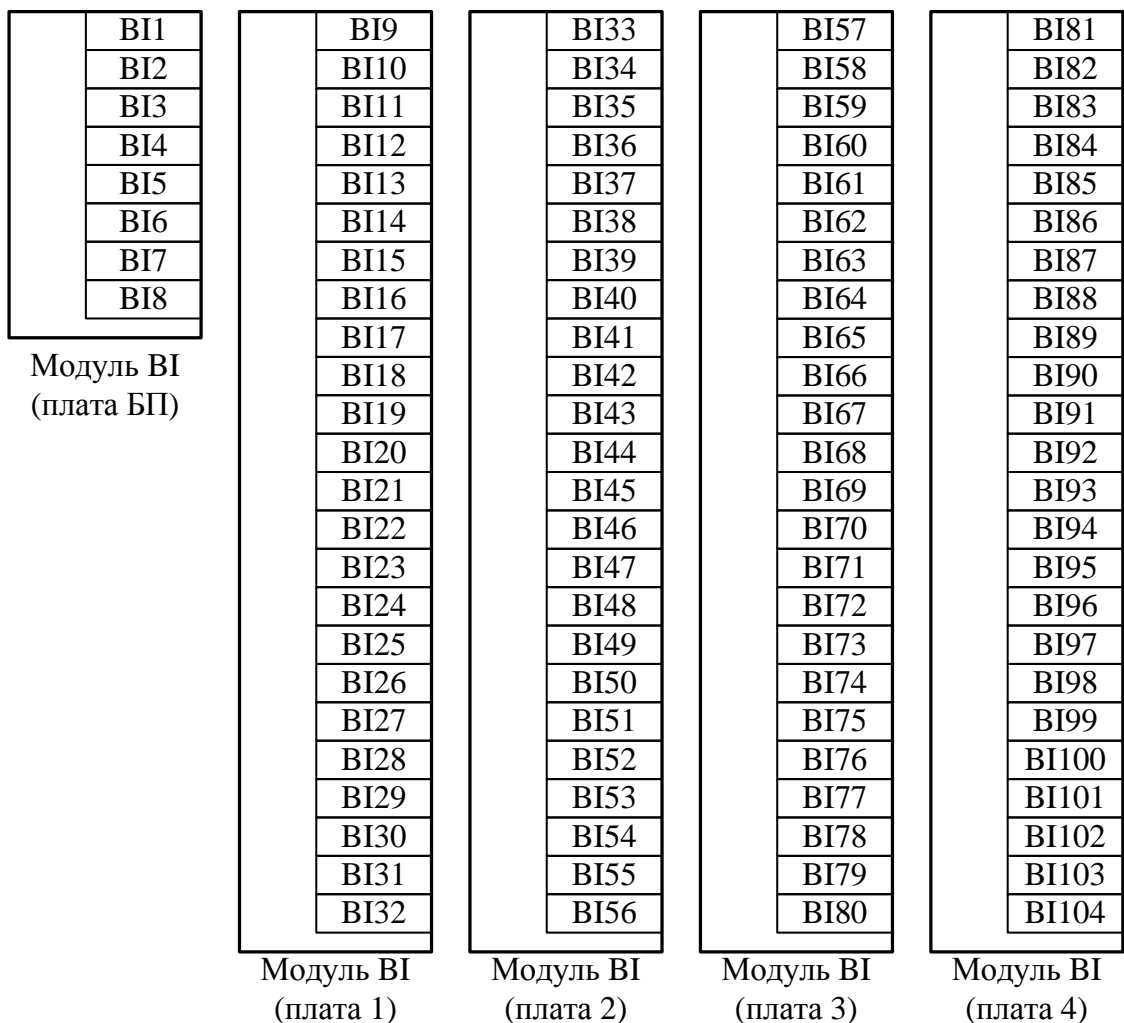


Рисунок 44 – Программный модуль дискретных входов

Количество программных блоков	1
Внутренние имена	В1
Логические входы	отсутствуют
Логические выходы	
В1...В104	Срабатывание дискретного входа №1...№104 соответственно

В минимальном варианте имеется 8 дискретных входов, расположенных на плате блока питания (БП). Кроме того, предусмотрена возможность использования до 4 плат входов дополнительно, по 24 входа на каждой.

Примечание – следует учитывать, что суммарное количество плат дискретных входов и выходных реле не может превышать 5 шт. для конструктива кассеты терминала $\frac{3}{4}$, и не может превышать 4 шт. для конструктива кассеты терминала $\frac{1}{2}$ (нетиповой).

Типовая конфигурация терминала содержит 56 дискретных входов – на БП, а также платы 1 и 2.

1.5.17 Модули выходных реле

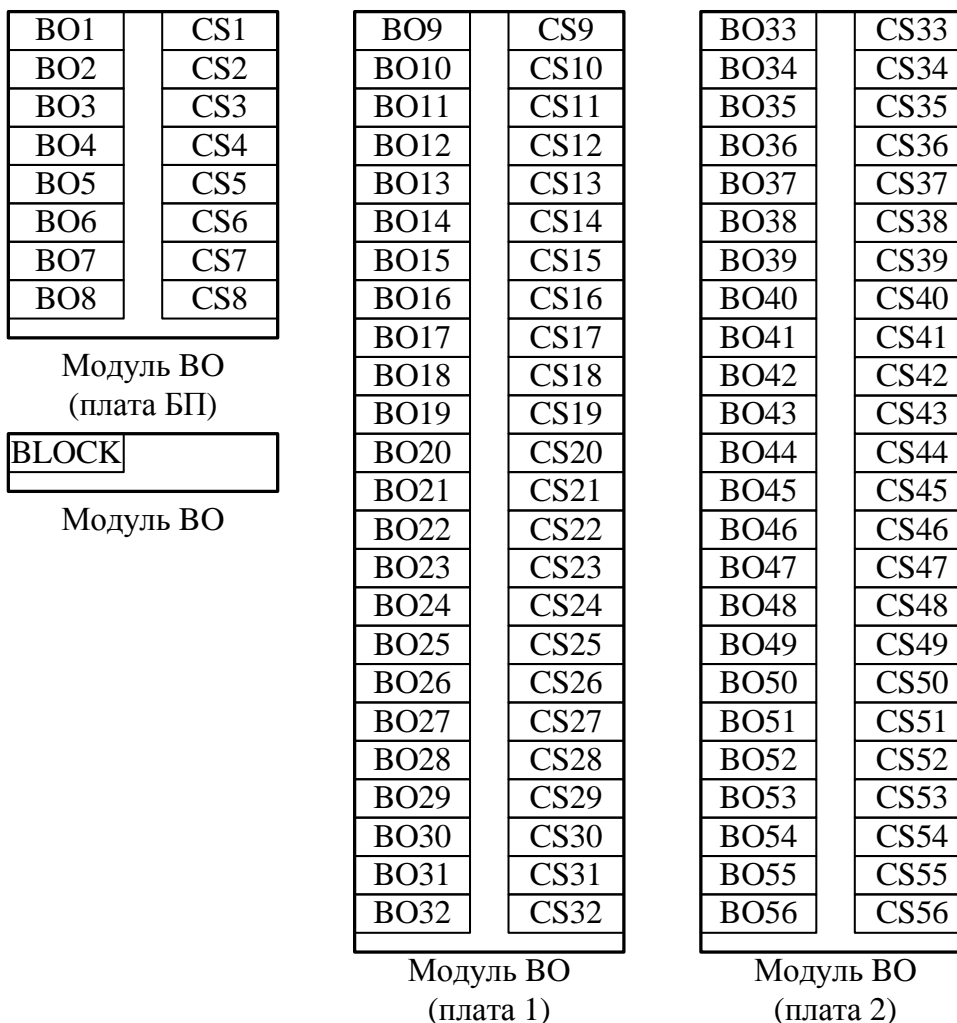


Рисунок 45 – Программный модуль выходных реле

Количество программных блоков	1
Внутренние имена	ВО
Логические входы	
BLOCK	Блокирование всех выходных реле
BO1...BO56	Команда на срабатывание выходного реле №1...№56 соответственно
Логические выходы	
CS1...CS56	Состояние выходного реле №1...№56 соответственно

В минимальном варианте имеется 8 выходных реле, расположенных на плате блока питания (БП). Кроме того, предусмотрена возможность использования до 2 плат реле дополнительно, по 24 реле на каждой.

Типовая конфигурация терминала содержит 56 выходных реле – на БП, а также платы 1 и 2.

1.5.18 Светодиоды

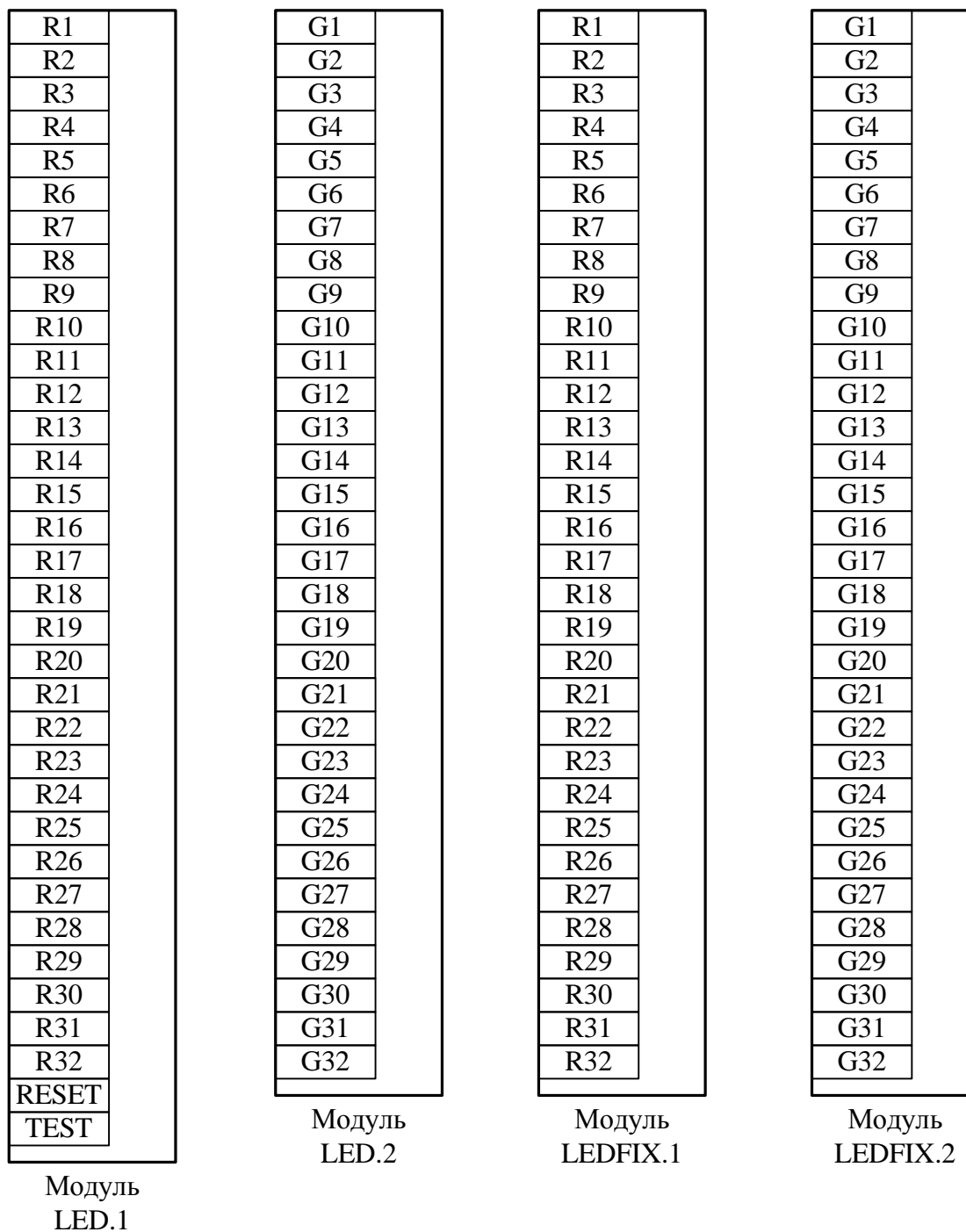


Рисунок 46 – Программные модули светодиодов

Количество программных блоков	1+1
Внутренние имена	LED, LEDFIX
Логические входы	
R1...R32	Команда на срабатывание светодиода, горящего красным цветом №1...№32 соответственно
G1...G32	Команда на срабатывание светодиода, горящего зеленым цветом №1...№32 соответственно
RESET	Сброс светодиодов
TEST	Тест светодиодов

R1...R32 (LEDFIX.1)	Фиксация (запоминание в ПЗУ) светодиода, горящего красным цветом №1...№32 соответственно
G1...G32 (LEDFIX.2)	Фиксация (запоминание в ПЗУ) светодиода, горящего красным цветом №1...№32 соответственно
Логические выходы	отсутствуют

На панели ИЧМ терминала имеется 32 светодиода, предназначенных для индикации срабатывания автоматики пожаротушения. Для управления данными светодиодами предусмотрен программный модуль LED. Кроме того, имеется программный модуль LEDFIX, позволяющий задавать режим фиксации светодиода, т.е. сохранения его состояния в ПЗУ.

На каждый из светодиодов можно завести два логических сигнала: при срабатывании первого (вход R1...R32) светодиод горит красным цветом, а при срабатывании второго (вход G1...G32) – горит зеленым цветом. При срабатывании обоих логических сигналов светодиод мигает красным и зеленым цветом.

Задание фиксации сигналов, заведенных на светодиоды, осуществляется отдельно по входам R1...R32 (модуль LEDFIX.1) и G1...G32 (модуль LEDFIX.2).

1.5.19 Осциллограф аварийных режимов

DR1	DR41	DR81	DR121	TRIG3
DR2	DR42	DR82	DR122	TRIG4
DR3	DR43	DR83	DR123	TRIG5
DR4	DR44	DR84	DR124	TRIG6
DR5	DR45	DR85	DR125	TRIG7
DR6	DR46	DR86	DR126	TRIG8
DR7	DR47	DR87	DR127	TRIG9
DR8	DR48	DR88	DR128	TRIG10
DR9	DR49	DR89	DR129	TRIG11
DR10	DR50	DR90	DR130	TRIG12
DR11	DR51	DR91	DR131	TRIG13
DR12	DR52	DR92	DR132	TRIG14
DR13	DR53	DR93	DR133	TRIG15
DR14	DR54	DR94	DR134	TRIG16
DR15	DR55	DR95	DR135	TRIG17
DR16	DR56	DR96	DR136	TRIG18
DR17	DR57	DR97	DR137	TRIG19
DR18	DR58	DR98	DR138	TRIG20
DR19	DR59	DR99	DR139	TRIG21
DR20	DR60	DR100	DR140	TRIG22
DR21	DR61	DR101	DR141	TRIG23
DR22	DR62	DR102	DR142	TRIG24
DR23	DR63	DR103	DR143	TRIG25
DR24	DR64	DR104	DR144	TRIG26
DR25	DR65	DR105	DR145	TRIG27
DR26	DR66	DR106	DR146	TRIG28
DR27	DR67	DR107	DR147	TRIG29
DR28	DR68	DR108	DR148	TRIG30
DR29	DR69	DR109	DR149	TRIG31
DR30	DR70	DR110	DR150	TRIG32
DR31	DR71	DR111	DR151	
DR32	DR72	DR112	DR152	
DR33	DR73	DR113	DR153	
DR34	DR74	DR114	DR154	
DR35	DR75	DR115	DR155	
DR36	DR76	DR116	DR156	
DR37	DR77	DR117	DR157	
DR38	DR78	DR118	DR158	
DR39	DR79	DR119	DR159	
DR40	DR80	DR120	DR160	
				Модуль DR.5
Модуль DR.1	Модуль DR.2	Модуль DR.3	Модуль DR.4	

Рисунок 47 – Программный модуль осциллографа

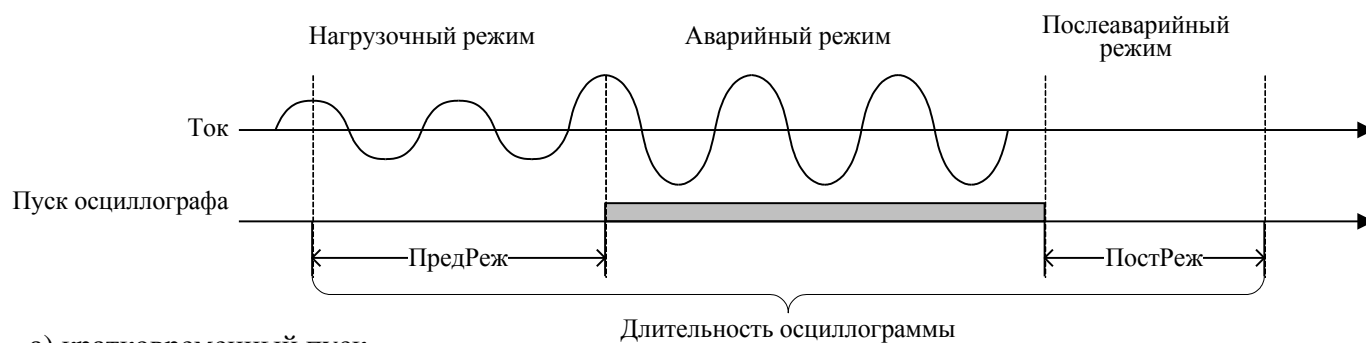
Количество программных блоков	1
Внутренние имена	DR
Логические входы	
DR1...DR160	Регистрируемые логические сигналы №1...№160 соответственно
TRIG3...TRIG32	Сигнал пуска осциллографа №3...№32 соответственно
Логические выходы	отсутствуют

В составе устройства реализован модуль осциллографирования аварийных режимов, предназначенный для получения «снимка» аварийного режима для последующего анализа данного режима, поведения защит и др.

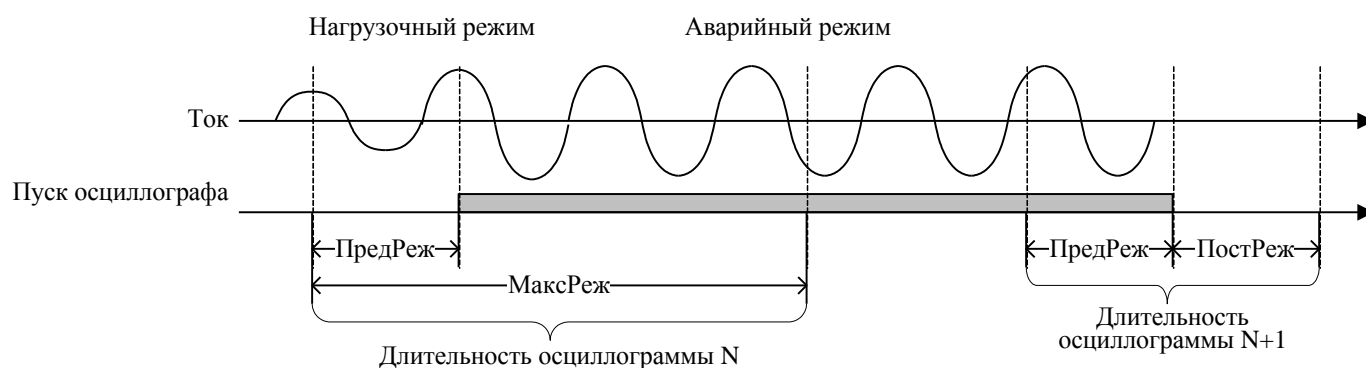
Емкость осциллографа составляет 80 осциллограмм, каждая из которых может иметь произвольную длительность, но не более 10 сек, с частотой дискретизации 1000 Гц. Осциллограммы сохраняются в энергонезависимую память устройства. Запись осциллограмм организована таким образом, что при переполнении стирается самая старая осциллограмма и на ее место записывается новая. Обеспечивается запись всех измеряемых токов и напряжений, шести расчетных величин – дифференциальных токов фаз А,В,С 1-ой и 2-ой дифференциальных защит (DIFPT_1, DIFPT_2), – и до 160 логических сигналов, состав которых задается при конфигурировании логической части.

Параметры осциллографа, доступные для изменения через ИЧМ терминала, приведены в таблице 17.

Алгоритм работы осциллографа при автоматическом пуске схематично показан на рисунке 48. При появлении сигнала пуска в память записывается предшествующий режим, длительность которого задается параметром «ПредРеж». После окончания пуска осциллографа запись режима продолжается на время, заданное параметром «ПостРеж». Длительность записи одной осциллограммы при продолжительном пуске ограничивается параметром «МаксРеж». При останове длительного пуска осциллографа записывается дополнительная осциллограмма, равная по длительности сумме параметров «ПредРеж» и «ПостРеж» (рисунке 48, б).



а) кратковременный пуск



б) длительный пуск осциллографа

Таблица 17 – Параметры осциллографа

Параметр	Диапазон значений	Описание
ПредРеж	100...500 мс	Длительность записываемого предшествующего режима
ПостРеж	50...500 мс	Длительность записываемого послеаварийного режима
МаксРеж	1000...10000 мс	Максимальная длительность одной осциллограммы
РучПуск	100...10000 мс	Длительность ручного пуска

Предусмотрен пуск осциллографа от 30 внешних логических сигналов.

Предусмотрена возможность принудительного пуска осциллографа через ИЧМ терминала. Длительность осциллограммы, записываемой при ручном пуске, задается параметром «**РучПуск**».

Устройство фиксирует причины пуска, которые могут быть просмотрены как на ИЧМ терминала, так и с помощью специализированного программного обеспечения «BSCADA».

Выгрузка записанных осциллограмм осуществляется с помощью АСУ или специализированного программного обеспечения «BSCADA». Для предварительного и последующего анализа осциллограмм может использоваться функция получения отчета о записанной осциллограмме с помощью «BSCADA» (команда «Быстрый просмотр»), в котором содержится краткая информация о времени пуска, длительности осциллограмм, причинах пуска, используемых уставках и др.

1.5.20 Регистратор событий

ER1	ER41	ER81
ER2	ER42	ER82
ER3	ER43	ER83
ER4	ER44	ER84
ER5	ER45	ER85
ER6	ER46	ER86
ER7	ER47	ER87
ER8	ER48	ER88
ER9	ER49	ER89
ER10	ER50	ER90
ER11	ER51	ER91
ER12	ER52	ER92
ER13	ER53	ER93
ER14	ER54	ER94
ER15	ER55	ER95
ER16	ER56	ER96
ER17	ER57	ER97
ER18	ER58	ER98
ER19	ER59	ER99
ER20	ER60	ER100
ER21	ER61	ER101
ER22	ER62	ER102
ER23	ER63	ER103
ER24	ER64	ER104
ER25	ER65	ER105
ER26	ER66	ER106
ER27	ER67	ER107
ER28	ER68	ER108
ER29	ER69	ER109
ER30	ER70	ER110
ER31	ER71	ER111
ER32	ER72	ER112
ER33	ER73	ER113
ER34	ER74	ER114
ER35	ER75	ER115
ER36	ER76	ER116
ER37	ER77	ER117
ER38	ER78	ER118
ER39	ER79	ER119
ER40	ER80	ER120

Модуль ER.1 Модуль ER.2 Модуль ER.3

Рисунок 49 – Программный модуль регистратора событий

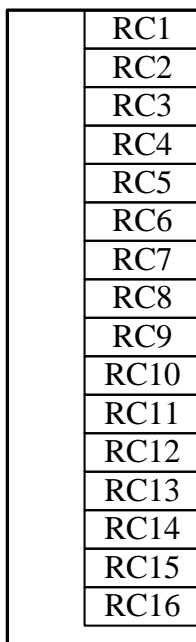
Количество программных блоков	1
Внутренние имена	ER
Логические входы	
ER1...ER120	Регистрируемые логические сигналы №1...№120 соответственно
Логические выходы	отсутствуют

В составе устройства реализован модуль регистратора событий, предназначенный для фиксации меток времени при изменении логических сигналов из 0 в 1 и наоборот для последующего анализа поведения защит, ИО и др. Точность метки времени – 1 мс.

Минимальная емкость регистратора составляет 512 событий, а максимальная – 61440 событий, сохраняемых в ОЗУ. Из них 128 последних событий сохраняются в ПЗУ. Хранение событий организовано таким образом, что при переполнении стирается самое старое событие и на его место записывается новое. Обеспечивается регистрация до 120 логических сигналов, состав которых задается при конфигурировании логической части.

Последние 128 событий и их метки времени могут быть просмотрены на ИЧМ терминала. Для считывания в АСУ доступны все события, находящиеся в ОЗУ. При пропадании питания терминала для передачи в АСУ доступны лишь последние 128 событий, которые были сохранены в ПЗУ.

1.5.21 Дистанционное управление



Модуль RC

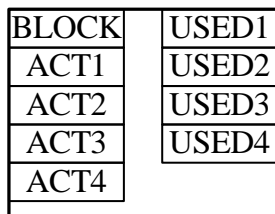
Рисунок 50 – Программный модуль дистанционного управления

Количество программных блоков	1
Внутренние имена	RC
Логические входы	отсутствуют
Логические выходы	
RC1...RC16	Дистанционная команда №1...№16 соответственно

Предусмотрен модуль дистанционного управления, предназначенный для передачи команд управления из АСУ в логическую схему терминала. Максимальное число управляющих команд –

16 шт. Все команды выполнены с автоматическим возвратом в конце цикла логики, т.е. при поступлении команды логическая 1 существует в течение только одного цикла логики. Поэтому если требуется продление данного сигнала, следует воспользоваться логическими элементами типа RS-триггеров или выдержек времени, в зависимости от требуемого решения.

1.5.22 Управление группами уставок



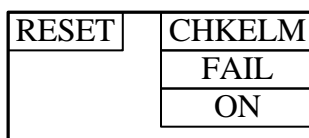
Модуль SET

Рисунок 51 – Программный модуль управления группами уставок

Количество программных блоков	1
Внутренние имена	SET
Логические входы	
BLOCK	Блокирование активации групп уставок
ACT1...ACT4	Команда на активацию группы уставок №1...№4 соответственно
Логические выходы	
USED1...USED4	Активная группа уставок №1...№4 соответственно

Предусмотрен модуль управления группами уставок, который позволяет активировать заданную группу уставок и проконтролировать результат команды на активацию. При наличии логической 1 на входе блокирования запросы на активацию уставок игнорируются. Выходные сигналы модуля позволяют определить текущую активную группу.

1.5.23 Модуль управления терминалом



Модуль TERMINAL

Рисунок 52 – Программный модуль управления терминалом

Количество программных блоков	1
Внутренние имена	TERMINAL
Логические входы	
RESET	Перезапуск терминала
Логические выходы	
CHKELM	Контрольный выход для тестирования
FAIL	Неисправность от самодиагностики
ON	Терминал в работе

Предусмотрен модуль общетерминальных функций. С его помощью возможно осуществить перезагрузку терминала, зафиксировать момент включения терминала в работу, момент возникновения неисправности. Также выдается сигнал для контрольного выхода терминала, который позволяет определить состояние любых логических сигналов в схеме защиты.

Логический сигнал, заведенный на контрольный выход, задается через ИЧМ терминала. Таким образом упрощается тестирование ИО защиты, их уровней срабатывания и возврата, времен работы и др.

1.5.24 Конфигурирование логической части

Предусмотрена возможность построения произвольных логических схем терминала защиты и автоматики с использованием вышеприведенных модулей. Для этого имеются следующие элементы.

1.5.24.1 Логические элементы

Предусмотрены следующие основные типы логических элементов:

- 1) логическое И (AND);
- 2) логическое ИЛИ (OR);
- 3) логическое исключающее ИЛИ (XOR);
- 4) логическое НЕ (NOT).

Количество входов каждого логического элемента (кроме NOT) не более 6. Предусмотрена возможность инвертирования любого из входов или выхода.

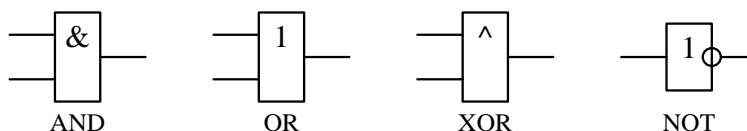


Рисунок 53 – Обозначение логических элементов на схеме

1.5.24.2 Программные накладки

Предусмотрены программные накладки, которые могут принимать значения логического 0 или 1. Значения данных элементов могут изменяться аналогично любой уставке защит – через ИЧМ терминала, через файлы уставок.



Рисунок 54 – Обозначение программной накладки на схеме

1.5.24.3 Таймеры миллисекундные

Предусмотрены пять типов миллисекундных таймеров.

1) SET – Выдержка времени на срабатывание (BVC)

Формирует срабатывание сигнала через заданное время после появления его на входе.

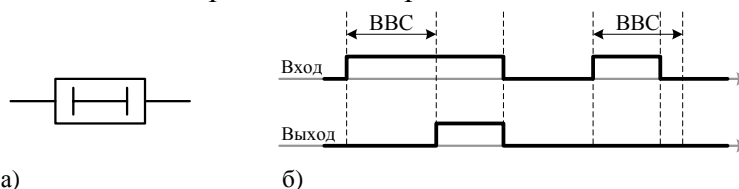


Рисунок 55 – Обозначение BVC на логической схеме (а) и ее диаграмма работы (б)

2) RESET – Выдержка времени на возврат (BBB)

Формирует возврат сигнала через заданное время после его пропадания на входе.

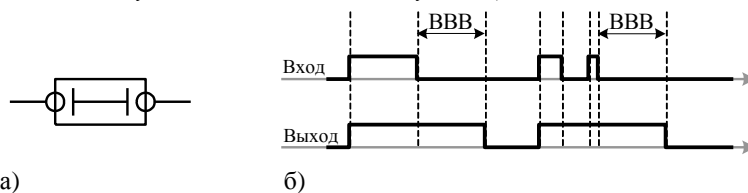


Рисунок 56 – Обозначение ВВВ на логической схеме (а) и ее диаграмма работы (б)

3) ODI – Ограничитель длительности импульса (ОДИ)

Ограничивает длительность сигналов более заданной уставки.

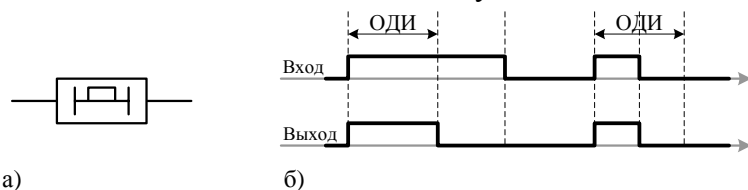


Рисунок 57 – Обозначение ОДИ на логической схеме (а) и его диаграмма работы (б)

4) IMP – Импульс

Формирует импульс заданной длины по фронту. Следующий импульс может быть сформирован только после завершения текущего при очередном фронте сигнала на входе.

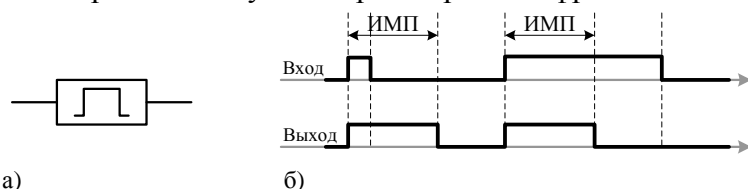


Рисунок 58 – Обозначение импульса на логической схеме (а) и его диаграмма работы (б)

5) IMPOR – Импульс с элементом OR по выходу

Обеспечивает минимальную необходимую длительность сигнала по выходу.

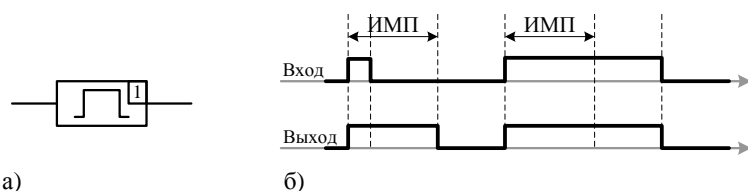


Рисунок 59 – Обозначение импульса на логической схеме (а) и его диаграмма работы (б)

Диапазон изменения уставок миллисекундных таймеров составляет 0..60000 мс с шагом 1 мс
Погрешности миллисекундных таймеров:

- при уставках от 0 до 100 мс – абсолютная погрешность не более 5 мс,
- при уставках от 100 до 60000 мс – относительная погрешность не более 3%.

1.5.24.4 Таймеры секундные

Предусмотрены два типа секундных таймеров.

1) SET32 – Выдержка времени на срабатывания

Диаграмма работы – аналогична ВВС миллисекундной.

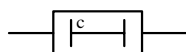


Рисунок 60 – Обозначение секундной ВВС на логической схеме

2) RESET32 – Выдержка времени на возврат

Диаграмма работы – аналогична ВВВ миллисекундной.

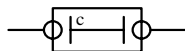


Рисунок 61 – Обозначение секундной ВВВ на логической схеме

Диапазон изменения уставок секундных таймеров составляет 0..60000 сек. с шагом 1 сек. Относительная погрешность не превышает 3% во всем диапазоне изменения уставок.

1.5.24.5 RS-триггеры

Элементы RS-триггера выполнены с запоминанием состояния в ПЗУ. Таким образом, при пропадании питания терминала выходной сигнал RS-триггера будет восстановлен при последующем начале работы.

Логическая 1 на входе S обеспечивает установку внутреннего состояния триггера в логическую 1, а логическая 1 на выходе R сбрасывает его в логический 0. При одновременном наличии логических единиц на входах S и R приоритет имеет вход сброса R.

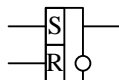


Рисунок 62 – Обозначение RS-триггера на логической схеме

1.5.24.6 Ограничения

Имеется следующие ограничения по количеству:

- логических (пользовательских) сигналов – не более 1024;
- программных накладок – не более 256;
- таймеров миллисекундных – не более 256;
- таймеров секундных – не более 256;
- RS-триггеров – не более 256.

Ограничение по количеству логических элементов типа AND, OR, XOR, NOT отсутствует.

Однако существует ограничение по времени выполнения цикла логики. Для каждого вида логической операции вводится соответствующий весовой коэффициент. Сумма коэффициентов всех элементов не должна превышать 5000 единиц. Весовые коэффициенты для каждой операции:

- операции AND, OR, XOR (для каждой пары логических сигналов) – 1 ед.;
- операции NOT (для каждого логического сигнала) – 1 ед.;
- таймеры миллисекундные SET, RESET, ODI – 5 ед.;
- таймеры миллисекундные IMP, IMPOR – 7 ед.;
- таймеры секундные SET32, RESET32 – 10 ед.;
- RS-триггер – 3 ед.

Пример оценки ограничения по времени выполнения.

- 1000 логических операций типа AND, OR или XOR – 1000 ед.;
- 100 лог. операций типа NOT – 100 ед.;
- 50 таймеров типа SET, RESET, ODI – $50 \cdot 5 = 250$ ед.;
- 20 таймеров типа IMP, IMPOR – $20 \cdot 7 = 140$ ед.;
- 10 таймеров типа SET32, RESET32 – $10 \cdot 10 = 100$ ед.;

- 16 RS-триггеров – $16 \cdot 3 = 48$ ед.

Итого: $1000+100+250+140+100+48 = 1638$ ед. < 5000 ед.

1.6 Особенности выполнения шкафа защиты

Особенности выполнения шкафа зависят от реализации конкретного проекта и могут изменяться. Эти данные, наряду с конфигурацией терминала, отражены в кратком описании на шкаф типа «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х» АИПБ 656467.NNN MMM ТО.

1.7 Средства измерения, инструмент и принадлежности

Перечень оборудования и средств измерения, необходимых для проведения эксплуатационных проверок шкафа, приведен в *приложении Г*.

1.8 Маркировка и пломбирование

1.8.1.1 Шкаф и терминал имеют маркировку согласно ГОСТ 18620-86, ТУ 3433-011-54080722-2007 в соответствии с конструкторской документацией. Маркировка выполнена в соответствии с ГОСТ 18620-86 способом, обеспечивающим ее четкость и сохранность.

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

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

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

1.8.1.4 На задней металлической плите терминала указаны:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- заводской номер;
- основные параметры терминала по 1.2.1 настоящего РЭ;
- знак сертификата соответствия;
- надпись “Сделано в России”;
- дата изготовления,

а также маркировка разъемов.

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

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

1.8.1.7 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 пунктом 1.2.2 настоящего РЭ). Маркировка нанесена непосредственно на тару окраской по трафарету.

1.8.1.8 Конструкция аппаратов шкафа не предусматривает пломбирование.

1.9 Упаковка

Упаковка шкафа произведена в соответствии с требованиями технических условий ТУ 3433-011-54080722-2007 по чертежам изготовителя шкафа для условий транспортировки и хранения, указанных в разделе 5 настоящего РЭ.

1.10 Требования безопасности и охраны окружающей среды

1.10.1.1 Конструкция устройства защиты и сетевого адаптера обеспечивает безопасность обслуживания в соответствии с ГОСТ 51321.1-2000, ГОСТ 12.2.007.0-75, «Правилами устройств электроустановок» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок электрических станций и подстанций».

1.10.1.2 По способу защиты человека от поражения электрическим током устройство защиты соответствует классу I по ГОСТ 12.2.007.0-75. Устройство предназначено для установки на заземленной металлической конструкции.

1.10.1.3 В соответствии с ГОСТ Р 51321.1-2000 в устройстве обеспечивается непрерывность цепи защитного заземления. Шкаф имеет болт для подключения защитного заземления к общему контуру заземления. При этом электрическое сопротивление, измеренное между болтом для заземления шкафа и любой заземляемой металлической частью, не превышает 0,1 Ом.

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

1.10.1.5 Конструкция устройства защиты и сетевого адаптера пожаробезопасна в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91.

1.10.1.6 При соблюдении требований эксплуатации и хранения терминал и сетевой адаптер не создают опасности для окружающей среды.

2 Использование по назначению

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1.1 Климатические условия монтажа и эксплуатации шкафа должны соответствовать требованиям п. 1.2.2 настоящего РЭ. Возможность работы шкафа в условиях, отличных от указанных, должна согласовываться с предприятием-держателем подлинников конструкторской документации и с предприятием-изготовителем.

2.1.1.2 Группа условий эксплуатации должна соответствовать требованиям п. 1.2.2 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.

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

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

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

2.2.2.4 От шины заземления внутри шкафа отходит заземляющий жгут длиной 700 мм. Заземляющий жгут должен прикручиваться к контуру заземления. Сечение заземляющего жгута должно быть не менее 16 мм².

Внимание! Выполнение этого требования по заземлению является крайне обязательным. Крепление шкафа сваркой или болтами к металлоконструкции пола не обеспечивает надежного заземления.

2.2.3 Монтаж шкафа

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

2.2.3.2 Связь шкафа с другими шкафами защит и устройствами производить с помощью кабелей или проводников с сечением жил не менее 1.5 мм².

2.2.4 Подготовка шкафа к работе

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

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

2.2.4.3 Список, назначение и рабочие положения переключателей указан в кратком описании на шкаф АИПБ 656467.NNN MMM ТО.

2.2.5 Указания по вводу шкафа в эксплуатацию

2.2.5.1 При вводе шкафа в эксплуатацию необходимо выполнить следующие работы:

- проверку сопротивления изоляции шкафа;
- проверку правильности подключения цепей переменного тока и напряжения;
- задание и проверку уставок защит шкафа;
- проверку шкафа рабочим током;
- проверку поведения защиты при снятии и подаче напряжения оперативного постоянного тока;
- проверку действия на центральную сигнализацию;
- проверку взаимодействия шкафа с другими НКУ.

2.2.6 Проверка сопротивления изоляции шкафа

2.2.6.1 Оперативное питание шкафа должно быть снято. Крышки испытательных блоков должны быть установлены. Оперативные переключатели должны быть установлены в рабочие положения.

Временными перемычками соединить:

- цепи переменного тока
- цепи переменного напряжения;
- цепи оперативного постоянного тока \pm ЕС;
- выходные цепи;
- цепи сигнализации.

2.2.6.2 Необходимо измерить сопротивление изоляции между цепями, соединенными между собой и корпусом, а также между каждой цепью и оставшимися соединенными между собой цепями. Контроль должен производиться в холодном состоянии в соответствии с п. 1.2.3.1 настоящего Руководства по эксплуатации. 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.

2.2.6.3 Электрическая прочность изоляции между указанными цепями относительно корпуса шкафа и между собой проверяется в холодном состоянии 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.

2.2.6.4 После завершения проверки временные перемычки необходимо снять.

2.2.7 Проверка правильности подключения цепей переменного тока

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

2.2.7.2 Подключить цепи переменного тока и напряжения от измерительных трансформаторов.

2.2.7.3 С помощью ИЧМ зафиксировать модули и фазы токов и напряжения защиты и построить их векторные диаграммы. Результаты проверки регистрируются в таблицу.

Для проверки правильности чередования фаз токов следует воспользоваться прибором ВАФ.

2.2.8 Задание и проверка уставок защит шкафа

2.2.8.1 Необходимо исключить возможность действия шкафа на внешние устройства НКУ аналогично 2.2.7.1.

2.2.8.2 Проверка уставок защит производится с использованием контрольного выхода. Через меню ИЧМ задается соответствие между проверяемым измерительным органом и контрольным выходом. Таким образом, при подаче токов и/или напряжений фиксируется срабатывание проверяемого измерительного органа. Проверку уставок следует проводить в соответствии с АИПБ.656467.004-08.2Х/3Х/4Х ПМ («Программа и методика испытаний шкафа типа «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х»)

2.2.9 Проверка шкафа рабочим током

2.2.9.1 Необходимо исключить возможность действия шкафа на внешние устройства НКУ аналогично 2.2.7.1.

2.2.9.2 Необходимо восстановить и проверить значения рабочих уставок шкафа. После подачи на шкаф рабочих токов нормального режима по светодиодной сигнализации терминала и шкафа определяется факт несрабатывания защиты.

2.2.9.3 Убедиться с помощью ИЧМ терминала, что дифференциальные токи имеют малую величину. При помощи ручного пуска через ИЧМ терминала записать осциллограмму, выгрузить ее и при помощи программы просмотра осциллограмм убедиться в правильности подключения цепей тока и напряжения, а также убедиться, что дифференциальные токи небаланса имеют малую величину.

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

2.2.10.1 Необходимо исключить возможность действия шкафа на внешние устройства НКУ аналогично 2.2.7.1.

2.2.10.2 После подачи на шкаф рабочих токов нагрузочного режима с устройства снимается и снова подается напряжение оперативного постоянного тока переключателем «**Питание терминалов**». В ходе проверки не должно происходить срабатывания защиты.

2.2.11 Проверка действия шкафа на центральную сигнализацию

2.2.11.1 Производится наладочным персоналом в установленном порядке.

2.2.12 Проверка взаимодействия шкафа с другими НКУ

2.2.12.1 Производится наладочным персоналом в установленном порядке.

2.3 Структура пользовательского интерфейса

2.3.1 Пользовательский интерфейс

Интерфейс подразделяется на две функциональные части (рисунок 6): собственно модуль пользовательского интерфейса и модуль светодиодов.

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

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

Модуль пользовательского интерфейса (рисунок 6) состоит из жидкокристаллического дисплея и кнопок управления. Дисплей размером 4 строки по 16 символов отображает информацию о текущем состоянии объекта управления и самого терминала. Основу интерфейса терминала составляет меню, имеющее структуру дерева, навигация по которому производится кнопками управления. Количество кнопок, используемых в модуле интерфейса пользователя, сведено к минимуму, чтобы сделать связь как можно проще и понятнее. Кнопки могут иметь различное назначение в зависимости от положения в структуре меню.

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

Светодиодный модуль индикации имеет 25 светодиодов. Каждый светодиод имеет описание на лицевой панели в соответствии с внутренним назначением.

2.3.2 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 «Е» выполняет следующие функции:

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

Кнопки «Влево» и «Вправо» производят:

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

Кнопки «Вверх» и «Вниз» имеют три функции:

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

2.3.3 Режим ожидания

После включения терминала пользовательский интерфейс переходит в дежурный режим. В этом состоянии терминал отображает информацию о текущей дате и времени, о количестве имеющихся осциллограмм («Осц»), дифференциальные токи защиты (ПО, ИО1 и ИО2).

Подсветка дисплея включается по нажатию пользователем кнопок управления и автоматически гаснет по истечении 10 секунд от момента последнего нажатия.

Пользовательский интерфейс переходит в режим ожидания через 10 минут неактивности пользователя.

2.3.4 Меню пользовательского интерфейса

Основным средством управления работой терминала и получения информации о его состоянии является меню, которое представляется в виде иерархического дерева (рисунки 63–71).

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

- Текущий режим (2.3.5);
- Осциллограф (2.3.6);
- Регистратор (2.3.7);
- Уставки (2.3.8);
- Параметры АСУ(2.3.9);

- Тестирование (2.3.10);
- Состояние (2.3.11);
- Дата/время (2.3.12);
- Служебное (2.3.13).

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

В меню различаются несколько видов экранов:

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

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

2.3.5 Текущий режим

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

2.3.5.1 Аналог. входы

Меню **Аналог. входы** представляет первичные (подменю **Первичные**) и вторичные (подменю **Вторичные**) векторы измеренных первых гармоник тока номинальной частоты. Показания отображаются в полярной форме (действующее значение величины и угол сдвига фаз).

Предусмотрена возможность задания базового вектора – аналоговой величин, фаза которой принимается за нуль.

2.3.5.2 Измерительные органы

Меню **Измер. органы** отображает рабочие величины программных модулей защит.

2.3.5.3 Дискретные входы

В меню **Дискр. входы** показаны дискретные сигналы, отображаемые по подгруппам (по 8 входов), и сигнал каждой подгруппы описывается своим номером и текущим значением.

2.3.5.4 Выходные реле

В меню **Выходные реле** показаны дискретные сигналы, отображаемые по подгруппам (по 8 реле), и сигнал каждой подгруппы описывается своим номером и текущим значением.

2.3.6 Осциллограф

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

В меню **Осциллограф** доступны следующие действия:

- Отображение информации об осциллограммах – подменю **Просмотр**.
- Редактирование параметров осциллографа – **Параметры**.
- Ручной 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 внешняя программа просмотра и анализа осциллограмм.

2.3.6.1 Просмотр

В меню **Просмотр** пользователю предлагается выбрать осциллограмму для просмотра. При входе на экране отображается номер последней записанной осциллограммы в списке, а также дата и время пуска текущей записи, длительность записанного предрежима.

Перемещение по списку осциллограмм производится кнопками управления «Влево» и «Вправо» и позволяет выбрать для просмотра нужную осциллограмму.

С помощью кнопок управления «Вверх» и «Вниз» производится перемещение по списку причин пуска, зарегистрированных осциллографом в момент пуска.

2.3.6.2 Параметры

Пункт меню **Параметры** предназначен для просмотра и задания параметров работы осциллографа, таких как длительность предрежима «**ПредРеж**», длительность пострежима «**ПостРеж**», максимальная длительность осциллограммы «**МаксРеж**» и длительность пуска осциллографа при ручном пуске «**РучПуск**».

Регулируемые параметры осциллографа

Параметр	Диапазон	Наименование
ПредРеж	100...500 мс	Длительность предрежима
ПостРеж	50...500 мс	Длительность пострежима
МаксРеж	1000...10000 мс	Максимальная длительность осциллограммы
РучПуск	100...10000 мс	Длительность ручного пуска осциллографа

2.3.6.3 Запись осциллограммы

Выполнение принудительной записи инициирует мгновенное формирование отчета о наблюдаемом режиме. Эта функция используется для получения моментального «снимка» состояния контролируемой шины. Длительность записываемой осциллограммы задается в пункте меню **Параметры**. Длительность записываемого предрежима при ручном пуске равна нулю.

2.3.6.4 Удаление всех осциллограмм

Во внутренней энергонезависимой памяти терминала выделено место для хранения 80 последних осциллограмм. При заполнении памяти применяется «принцип очереди» (первым пришел – первым ушел), т.е. новые аномальные режимы фиксируются на месте самых старых. Данное меню (с подтверждением) приводит к очистке внутренней памяти, например, при пуско-наладке и настройке терминала, когда информация не имеет значения для персонала после кратковременного использования.

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

2.3.7 Регистратор событий

Данное меню используется для вывода на экран информации о событиях, зарегистрированных терминалом. На ИЧМ отображаются последние 128 событий, которые также сохранены в энергонезависимой внутренней памяти.

В меню **Регистратор** доступны следующие действия:

- Отображение информации о событиях – подменю **Просмотр**.
- Стереть из ПЗУ все события – **Стереть все**.

2.3.7.1 Просмотр

В меню **Просмотр** пользователю предлагается список последних событий (не более 128) для просмотра. При входе на экране отображается краткий список событий, где отражены только имя логического сигнала и его измененное значение. Можно выбрать событие и перейти в экран подробного вида, где также отражены дата и время события с точностью до 1 мс.

С помощью кнопок управления «Вверх» и «Вниз» производится «медленное» перемещение по списку событий (на предыдущее и следующее событие). Кнопками управления «Влево» и «Вправо» осуществляется быстрый переход между событиями (через 3 события).

2.3.7.2 Удаление всех событий

Во ПЗУ выделено место для хранения 128 последних событий. При заполнении памяти событий применяется «принцип очереди» (первым пришел – первым ушел), т.е. новые события фиксируются на месте самых старых. Данное меню (с подтверждением) приводит к очистке памяти событий, 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 событиях.

2.3.8 Уставки

Меню **Уставки** используется для просмотра и редактирования параметров функций защиты, имеющихся в терминале. Для работы устройство использует уставки из рабочей области, которая является отдельной от групп уставок (файлов уставок). Однако, значения уставок в рабочей области задаются с помощью активации выбранной группы уставок (файла уставок).

Терминал может иметь до девяти групп уставок (файлы уставок), одна из которых является *активной*. Номер активной группы отображается в заголовке меню **Рабочие**.

Значения уставок в активной группе не всегда могут соответствовать значениям уставок в рабочей области, т.к. редактирование уставок группы влияет только на саму группу (файл уставок). Аналогично в случае с загрузкой группы уставок через внешнее программное обеспечение BSCADA.

Внимание!

Перезагрузка терминала не обеспечивает автоматического ввода измененных уставок, требуется ручной ввод!

Внимание!

Уставки в рабочей области будут соответствовать группе уставок (файлу уставок) только после активации данной группы!

2.3.8.1 Просмотр рабочих значений уставок

Просмотр рабочих значений уставок осуществляется с помощью меню **Рабочие**. Редактирование уставок в данном меню недоступно.

2.3.8.2 Группы уставок

Просмотр и редактирование значений уставок в группах (файлах уставок) осуществляется с помощью меню **Файлы уставок**, в котором необходимо выбрать требуемую группу. После этого доступен выбор следующих действий с выбранной группой:

- Ввод пароля на изменение уставок – подменю **Пароль**.
- Редактирование уставок в группе (файле уставок) – подменю **Редактирование**.
- Активация группы – подменю **Активация**.
Активация производится мгновенно, без перезагрузки терминала.
- Сброс значений уставок группы в значения по умолчанию – подменю **По умолчанию**.
Производится сброс в значения по умолчанию.

Редактирование уставок группы, активация группы и сброс уставок в значения по умолчанию осуществляется **только при правильно введенном пароле**. Если пароль не введен, то доступен только просмотр значений уставок в группе. При попытке редактирования, активации или сброса выдается сообщение о том, что пароль не введен.

После ввода правильного пароля разрешаются все вышеприведенные действия над группами уставок. Пароль сбрасывается автоматически при выходе в экран ожидания, который отображается через 10 минут после последнего нажатия кнопок на лицевой панели терминала. Также выход в экран ожидания может быть осуществлен вручную путем нажатия кнопки «С» в главном меню.

Пароль на редактирование уставок, активацию и сброс группы: **7451**

2.3.9 Параметры АСУ

Меню **Параметры АСУ** предназначено для отображения и установки параметров объединения терминала в автоматизированную систему управления и сбора данных. Здесь задаются параметры портов связи и параметры работы протокола МЭК 60870-5-103. Для каждого из портов СОМ1 и СОМ2 предлагается одинаковый набор изменяемых параметров:

- **Скорость связи** – меню установки скорости портов связи СОМ1 и СОМ2. Скорость порта может принимать дискретные значения из списка: 9600, 19200, 38400, 57600, 115200.
- **Работа МЭК** – включает работу протокола МЭК на данном порте.
- **Адрес** – адрес данного порта терминала в автоматизированной системе управления и сбора данных. По умолчанию выставляется в соответствии с номером терминала.
- **tD** – задержка передачи сигнала в линии в миллисекундах (измерение величины задержки может быть проведено с помощью программы BSCADA), используется для синхронизации внутренних часов терминала с помощью протокола МЭК.
- **tBI** – максимально допустимая пауза в миллисекундах между соседними байтами принимаемого пакета. При превышении данного интервала прием пакета сбрасывается.
- **tWZT** – максимально допустимый интервал времени в миллисекундах между моментом приема последнего байта пакета от первичной станции до начала посылки ответного пакета. При превышении данного интервала в случае затянувшейся обработки пакета (например, во время пуска защит при возникновении аномального режима) посылка ответного пакета будет заблокирована.
- **По умолчанию** – сброс вышеприведенных параметров в значения по умолчанию (смотри таблицу 2.1).

Таблица 2.1 – Значения параметров портов по умолчанию

Значения параметров по умолчанию	СОМ1	СОМ2
Скорость связи	38400	115200
Работа МЭК	Да	Нет
Адрес	0	0
tD	0000 мс	0000 мс
tBI	0050 мс	0050 мс
tWZT	1000 мс	1000 мс

2.3.10 Тестирование

Пункт позволяет выводить внутренние логические сигналы защиты на выходное реле «Контрольный выход», что требуется в процессе тестирования и наладки устройства, например, при измерении уставок защит. Для этого пользователь задает номер логического сигнала в соответствии с кратким описанием на шкаф АИПБ 656467.NNN MMM ТО.

2.3.11 Состояние

Пункт меню **Состояние** отображает состояние блока самодиагностики терминала, коды обнаруженных ошибок и т.д. (см. 2.4).

2.3.12 Дата/Время

Меню **Дата/Время** предназначено для отображения и задания текущего значения 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

2.3.13 Службное

Меню **Службное** предназначено для выполнения калибровки аналоговых входов терминала, а также для просмотра результатов калибровки.

Выполнение данных процедур защищено паролем. Правильно введенный пароль автоматически сбрасывается при выходе в экран ожидания.

Внимание! В процессе нормальной работы устройства калибровка не требуется, т.к. устройство поставляется полностью откалиброванным. Процедуру калибровки может выполнять только персонал предприятия-изготовителя или специально обученный персонал.

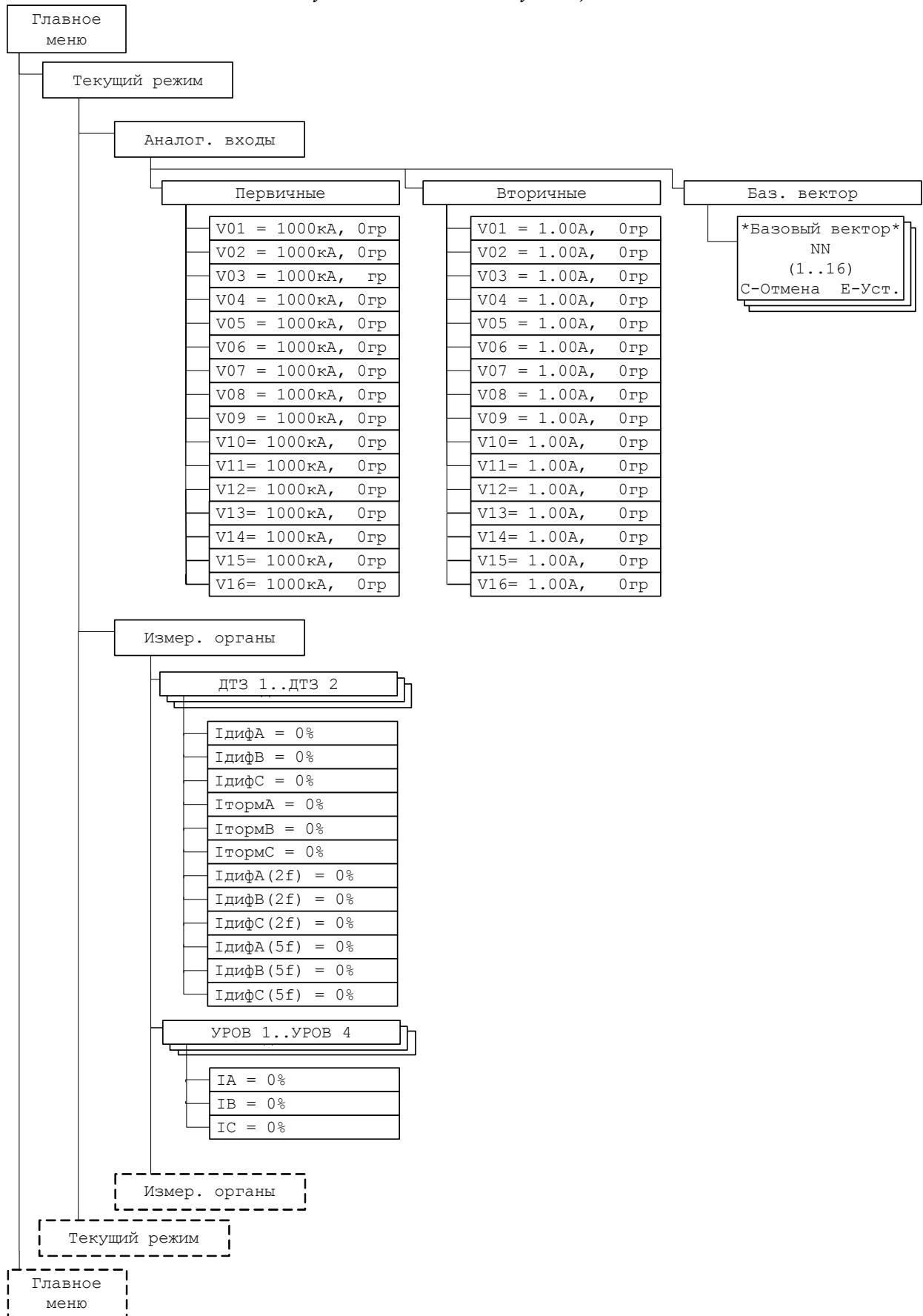


Рисунок 63 – Дерево меню (Текущий режим)

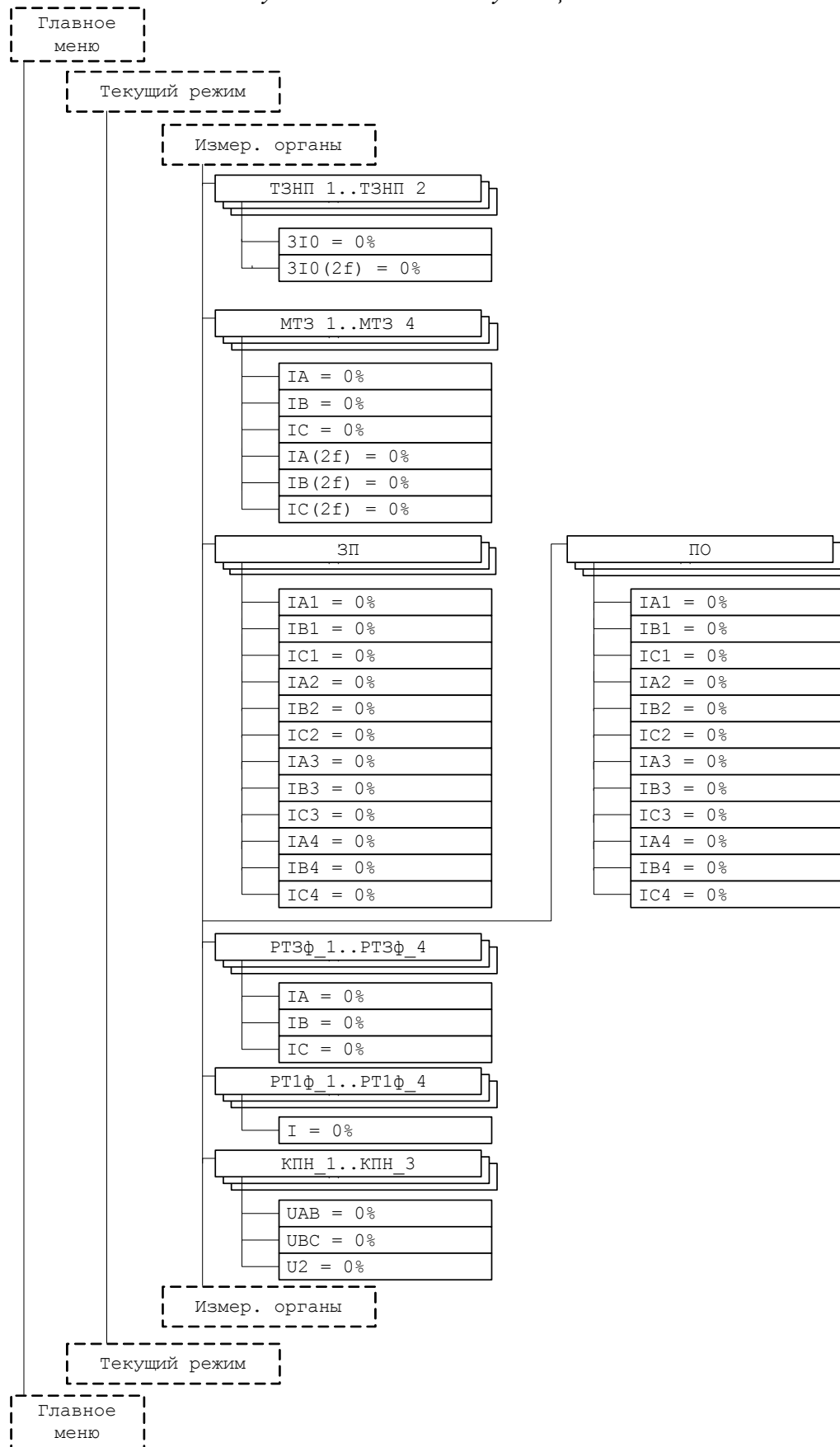


Рисунок 64 – Дерево меню (Текущий режим)

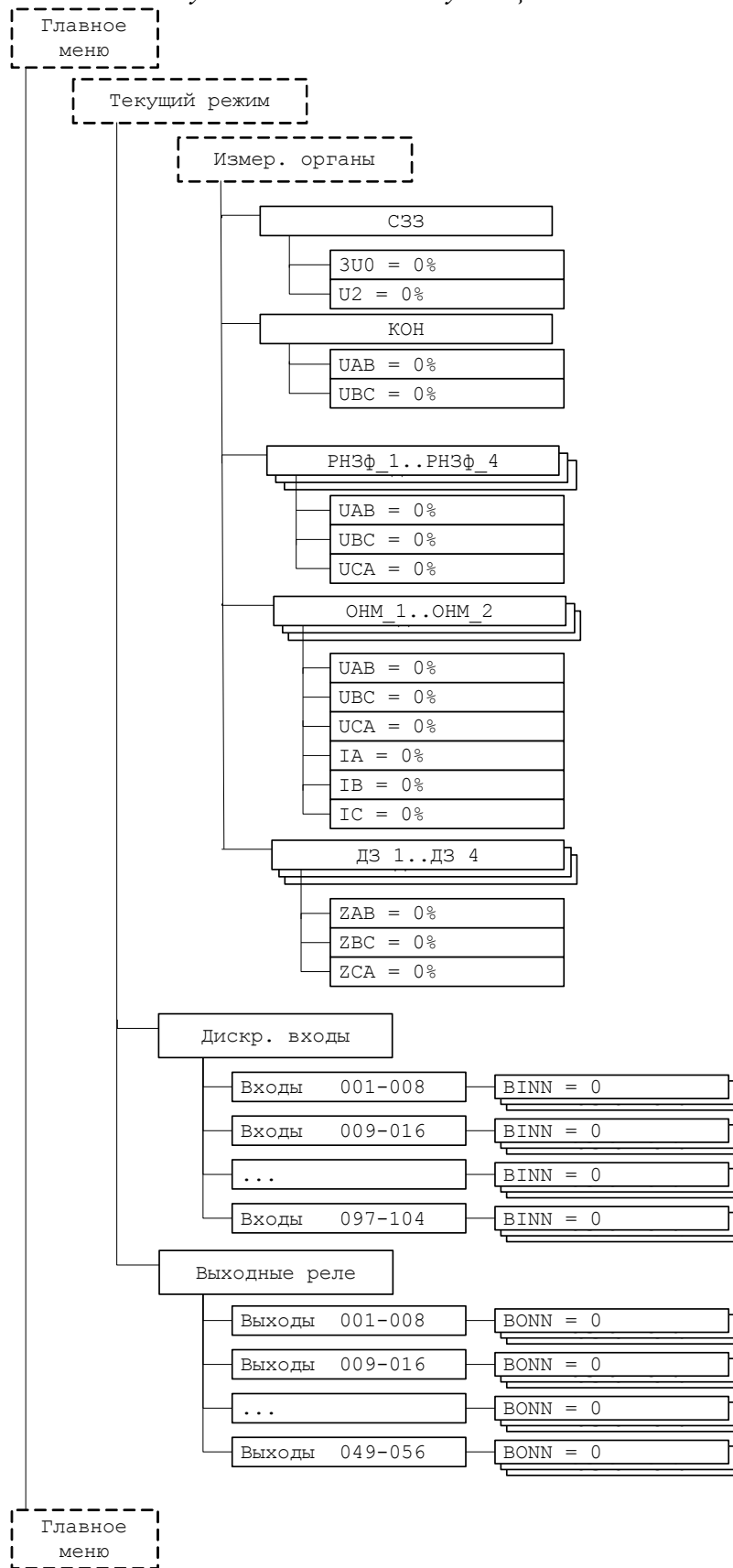


Рисунок 65 – Дерево меню (Текущий режим)

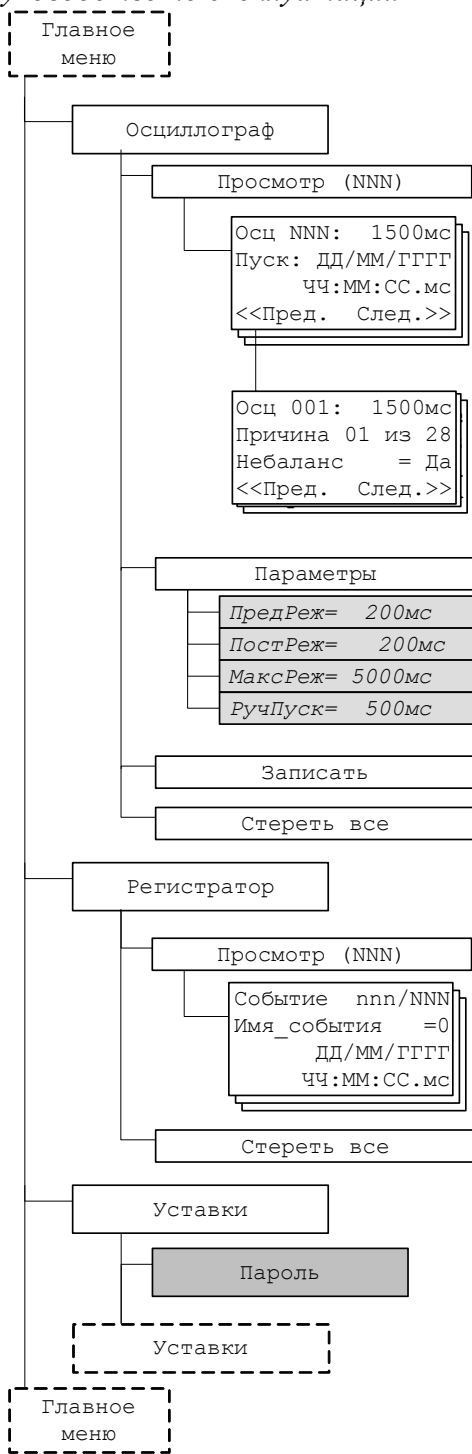


Рисунок 66 – Дерево меню (Осциллограф, Регистратор)

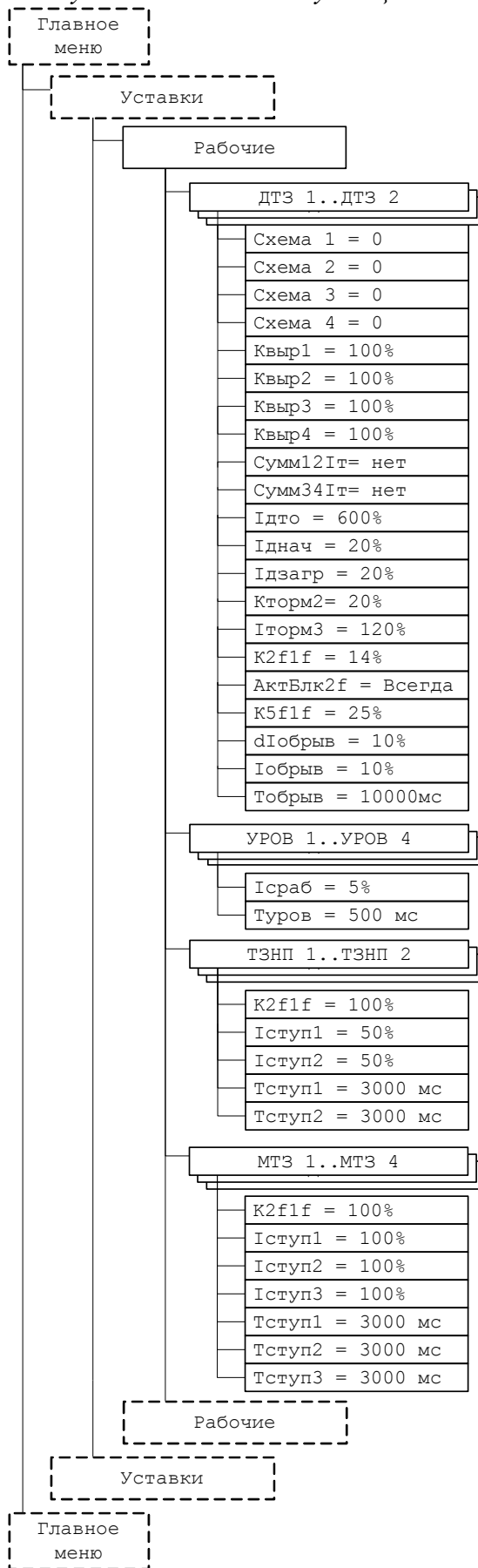


Рисунок 67 – Дерево меню (Рабочие уставки)

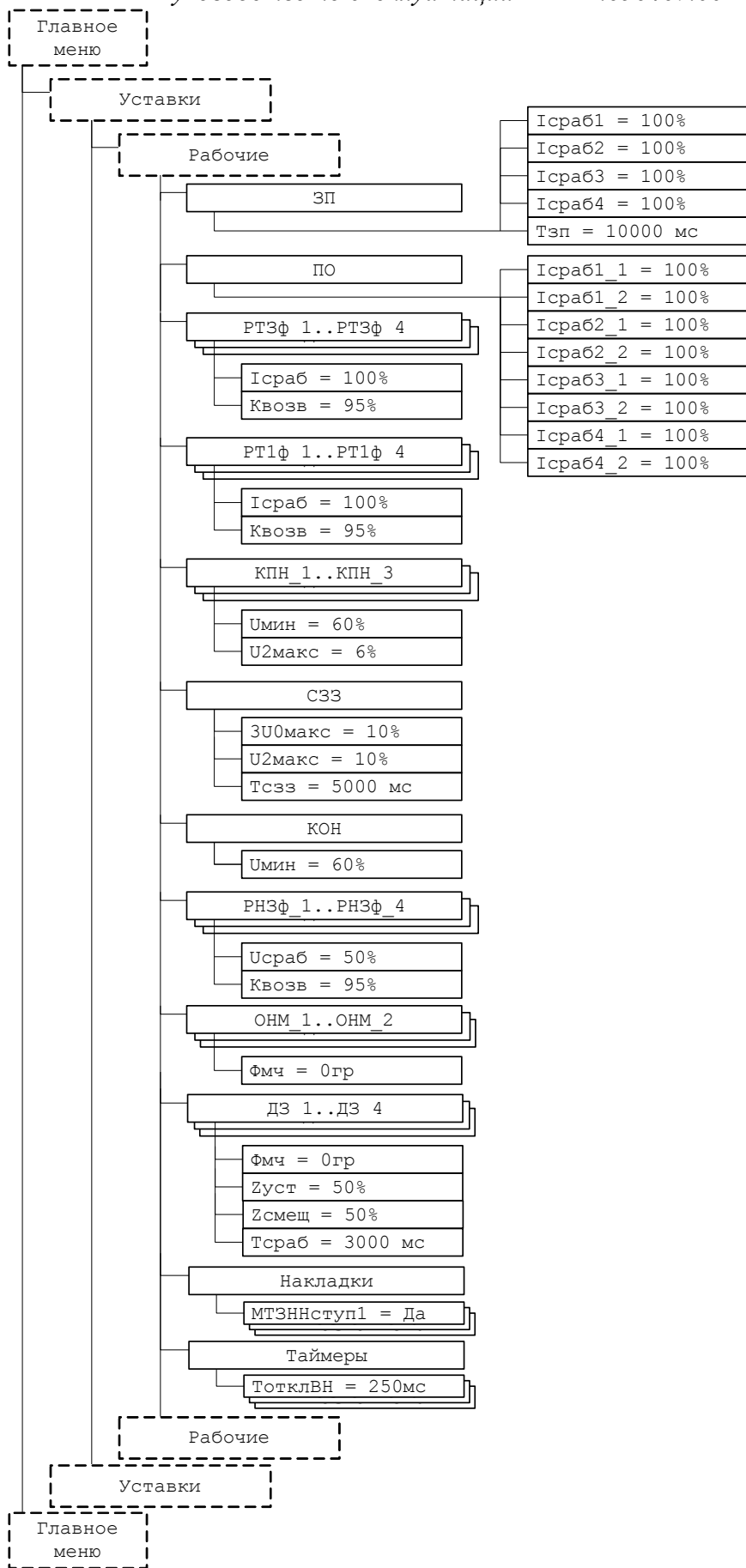


Рисунок 68 – Дерево меню (Рабочие уставки)

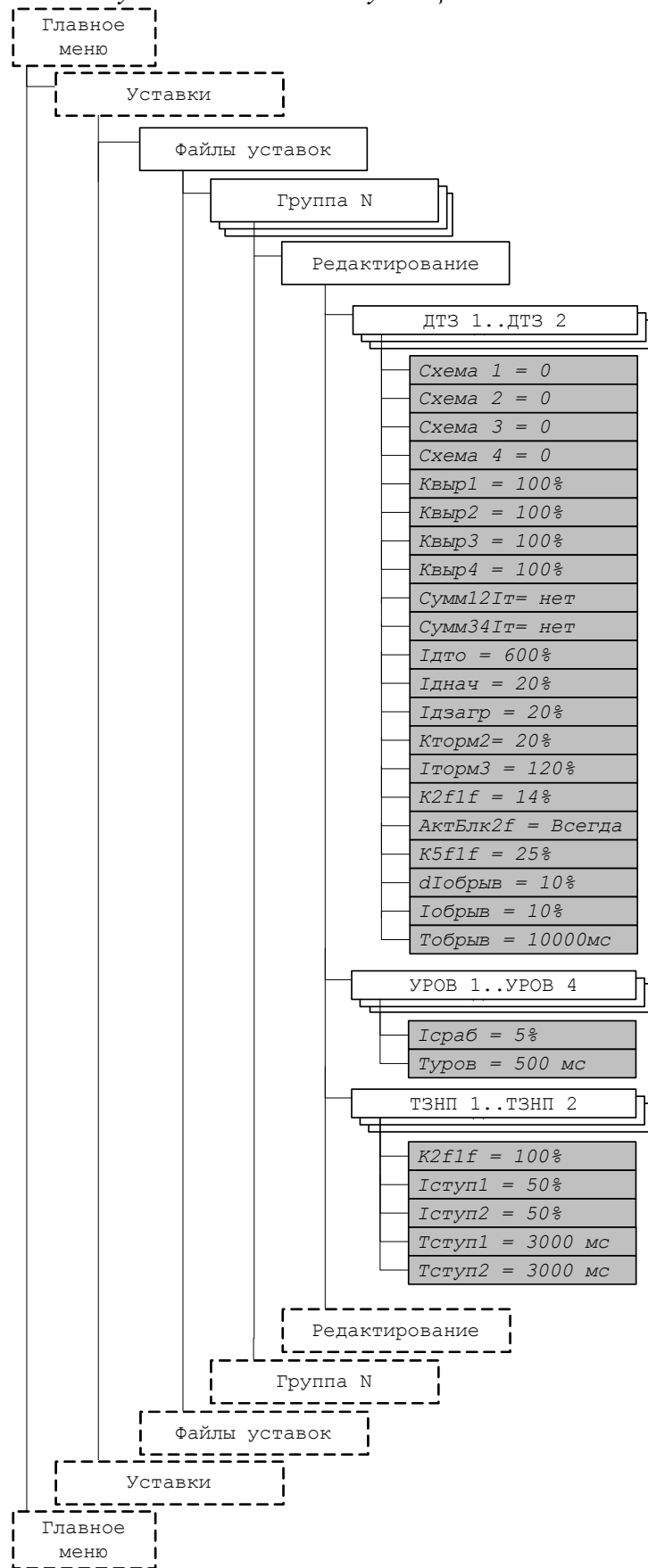


Рисунок 69 – Дерево меню (Группы уставок)

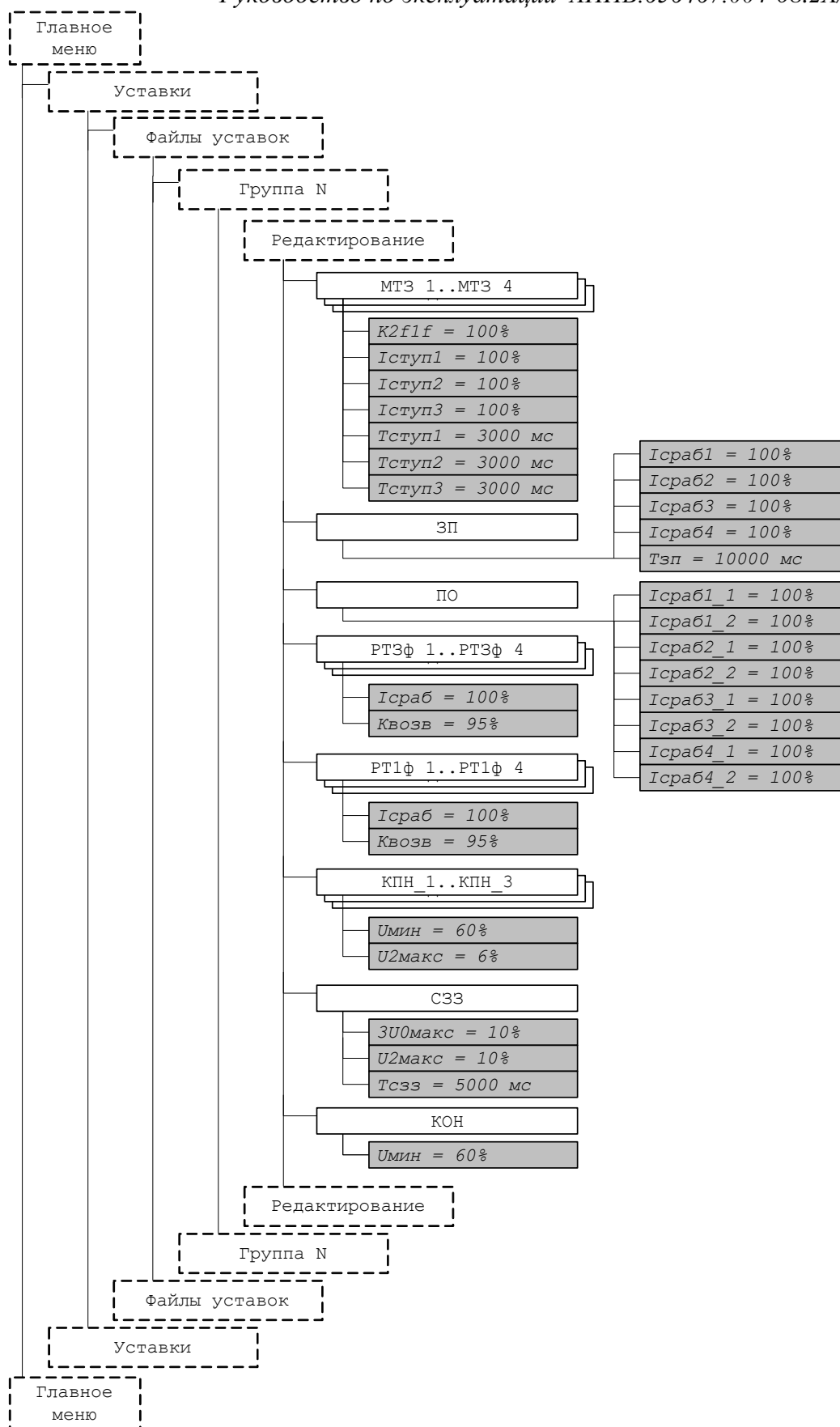


Рисунок 70 – Дерево меню (Группы уставок)

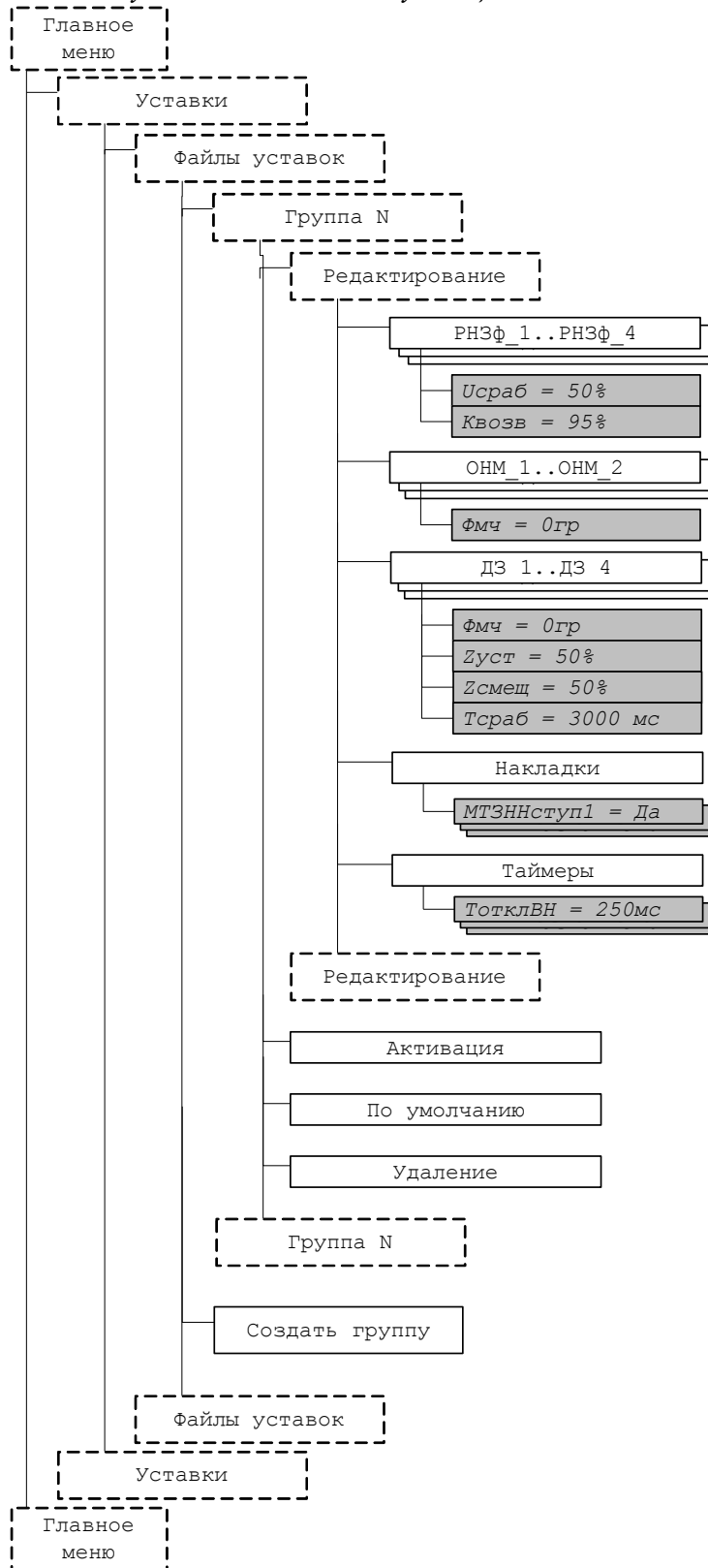


Рисунок 71 – Дерево меню (Группы уставок)

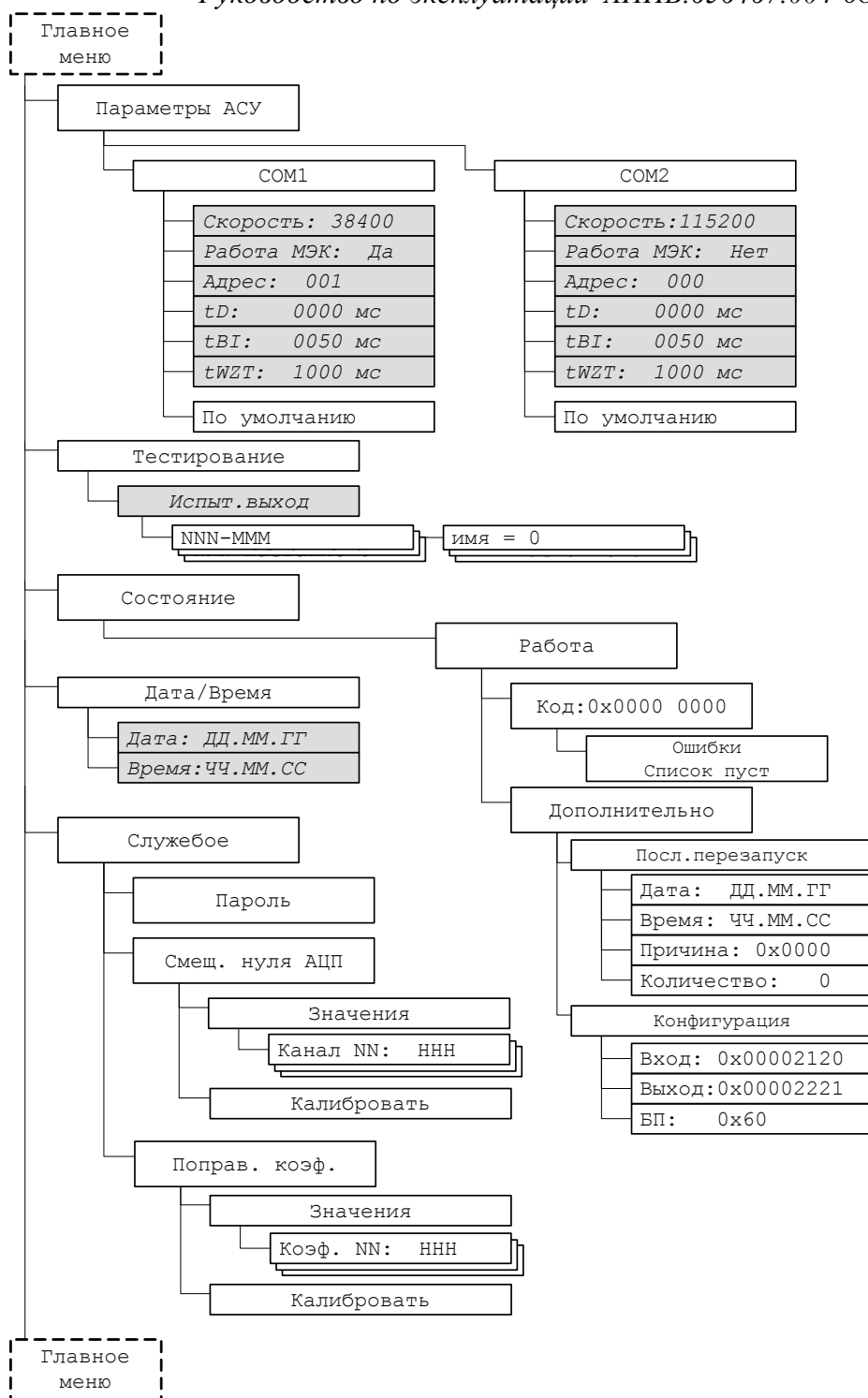


Рисунок 72 – Дерево меню (Параметры АСУ, Тестирование, Состояние, Дата/Время, Службное)

2.4 Возможные неисправности и методы их устранения

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

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

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

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

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

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

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

```

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

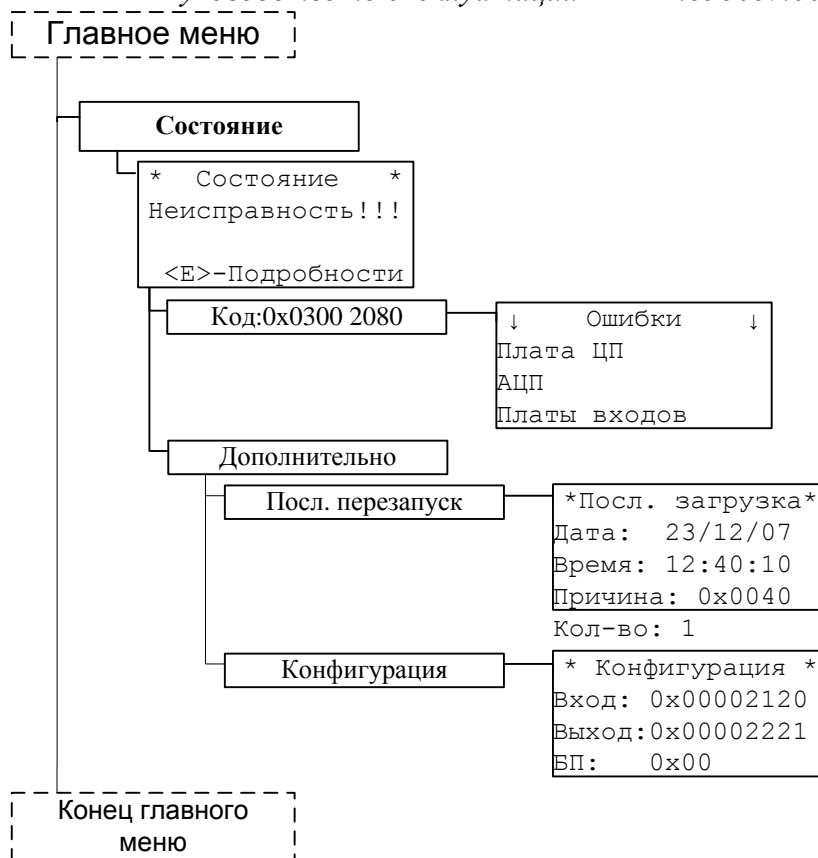
На экране ИЧМ отображается основной код ошибки (расшифровку см. далее). При нажатии кнопки «Е» осуществляется переход к списку обнаруженных неисправностей. При нажатии «С» загрузка устройства будет продолжена, но только в случае, если обнаруженная неисправность позволяет начать работу. В противном случае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

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

```

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

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



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

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

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

Коды неисправностей

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

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

Вид основной маски ошибок:

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

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

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

Вид дополнительной маски ошибок:

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

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

Действия устройства при обнаружении неисправности

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

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

Устранение неисправности

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

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

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

Основные неисправности терминала «Бреслер ТТ 2108.2Х/3Х/4Х» и методы их устранения приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Неисправности и методы их устранения

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

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

2.5 Рекомендации по оперативному обслуживанию

Включение шкафа

Убедиться, что автомат питания отключен, а оперативные переключатели по выходным цепям установлены в положение «Вывод».

Порядок включения: включить автомат питания, переключить оперативный переключатель питания терминалов в положение «Ввод», подождать загрузки терминалов. При этом загораются светодиоды «Питание» и «Работа».

Ввод шкафа в работу производится по распоряжению и под руководством дежурного диспетчера, который производит оперативное управление. Перед вводом защиты в работу необходимо:

- проверить положение крышек испытательных блоков;
- убедиться, что оперативные переключатели установлены в нужные положения;

Шкафы защиты трансформаторов и автотрансформаторов «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х»

Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.004-08.2Х/3Х/4Х РЭ

- включить автомат оперативного тока;
- переключить оперативный переключатель питания терминалов в положение «Ввод»;
- на ЖКИ терминала должна появиться надпись «Бреслер»;
- по истечении 10 сек. на ЖКИ должна появиться информация о дате/времени, количестве осциллограмм и событий, сохранённых на терминале, а также измеренные значения дифференциальных токов.
- ввести действие на выходные цепи с помощью оперативных переключателей, установив их в положение «Ввод». Защита включена в работу.

Нормальный режим

В нормальном режиме на терминале «Бреслер ТТ 2108.2Х/3Х/4Х» горят зелёные светодиоды «Питание» и «Работа», на ИЧМ терминала отображена информация о дате/времени, количестве осциллограмм и событий, сохранённых на терминале, а также измеренные значения дифференциальных токов. Все остальные светодиоды, а также лампы комплекта в нормальном режиме не горят.

Срабатывание

При срабатывании защит загорается лампа «Срабатывание» на передней двери шкафа и соответствующие светодиоды терминала.

При срабатывании любой из защит производится действие в цепи центральной сигнализации о срабатывании защиты и на звуковую предупредительную сигнализацию.

Неисправность

При неисправности загорается лампа НЛ1 «Неисправность» на передней двери шкафа, а также проходит сигнал в цепи центральной сигнализации о неисправности и на звуковую предупредительную сигнализацию.

Вывод

Для вывода терминала из работы необходимо сначала вывести действие терминала на отключение с помощью оперативных переключателей, установив их в положение «Вывод», а затем перевести переключатель питания терминалов в положение «Вывод».

Для погашения светодиодов и ламп необходимо нажать на кнопку «Съём сигнализации».

3 Техническое обслуживание

3.1 Общие указания

3.1.1 Цикл технического обслуживания

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.

Рекомендуемый перечень работ при техническом обслуживании шкафа защиты «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х»

В таблице 3.1 указана периодичность проведения технического обслуживания устройства защиты серии «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х», а в таблице 3.2 виды работ при соответствующих проверках.

Таблица 3.1 – Периодичность проведения технического обслуживания устройства

Наименование	Цикл ТО, лет	Количество лет эксплуатации																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Шкаф «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х»	6	Н	К1	-	К	-	-	В	-	-	К	-	-	В	-	-	К	-	-	В	-	-

Примечания:

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

Таблица 3.2 – Виды работ при проверке устройства

Виды проверок	Виды работ при проверке
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 в соответствии с п. 2.2.6.

Виды проверок	Виды работ при проверке
Н, В	г) испытания электрической прочности изоляции независимых цепей (кроме цепей интерфейса связи) по отношению к корпусу и между собой в соответствии с п. 2.2.6. (При В допускается применение мегомметра на напряжение 2500 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, поданных от постороннего источника
Н, К1, В	з) проверка параметров (уставок) срабатывания и коэффициентов возврата каждого измерительного органа при подаче на входы устройства тока 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, равного 0,8 тока 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, К, В	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 к устройству защиты с использованием устройства отображения входных значений; • проверка правильности подключения дифференциальной защиты; • проверка правильности подключения токовых защит; • контроль конфигурации и значений уставок; • контроль значений текущих параметров и состояния устройства по дисплею и сигнальным элементам.

3.1.2 Профилактический контроль

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

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

3.1.2.3 При проведении работ по профилактическому контролю рекомендуется измерить переменные токи, подводимые к зажимам шкафа, и провести сравнение их с показаниями токов на дисплее терминала. При соответствии показаний дальнейшую проверку уставок защит допускается не проводить.

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

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

3.1.3 Профилактическое восстановление

3.1.3.1 При профилактическом восстановлении рекомендуется произвести в соответствии с указаниями 2.2.5 следующие проверки:

- проверку состояния электрической изоляции шкафа;
- проверку уставок защит шкафа;
- проверку шкафа рабочим током;
- проверка поведения защиты при снятии и подаче напряжения оперативного постоянного тока;
- проверку воздействия на внешние цепи;
- проверку действия на центральную сигнализацию;
- проверку взаимодействия шкафа с другими НКУ;
- комплексная проверка шкафа.

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

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

3.2 Меры безопасности

3.2.1.1 Конструкция шкафа пожаробезопасна в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 и обеспечивает безопасность обслуживания в соответствии с ГОСТ Р 51321-2000, ГОСТ 12.2.007.0-75. По требованиям защиты человека от поражения электрическим током шкаф соответствует классу 1 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

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

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

3.2.1.4 Требования к персоналу и правила работ со шкафом, необходимые при обслуживании и эксплуатации шкафа приведены в 2.2.1 настоящего РЭ.

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

3.3 Утилизация изделия

3.3.1.1 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.

3.3.1.2 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 Рекомендации по расчету уставок

Расчет уставок следует производить в соответствии с «Рекомендациями по расчету уставок шкафа типа Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х» АИПБ.656467.004-08.2Х/3Х/4Х РРУ.

5 Транспортирование и хранение

5.1.1.1 Условия транспортирования и хранения шкафа и допустимые сроки сохраняемости в упаковке до ввода в эксплуатацию приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1. Условия транспортирования и хранения

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

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

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

Приложение А – Карта заказа

ШКАФ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ЗАЩИТЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ И АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ типа «БРЕСЛЕР ШТ 2108.2Х/3Х/4Х»

1. Изготовитель

ООО «Исследовательский центр «Бреслер»
 Адрес: 428020, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. И.Яковлева, 1.
 Тел./ факс: (8352) 57-43-20, 57-43-21, ... 57-43-29
 Факс (8352) 61-43-22, e-mail: market@ic-bresler.ru

2. Заказчик:

Организация _____

Адрес _____

Контактное лицо _____

Должность _____

Телефон / факс _____

E-mail _____

3. Выбор типоразмера шкафа

№	Шифр шкафа	Назначение шкафа	Кол-во
1.	2108.2Х	Шкаф основных защит автотрансформатора (на основе терминала «Бреслер ТТ 2108.2Х»)	
2.	2108.2Х 12.10	Шкаф основных защит автотрансформатора (на основе терминала «Бреслер ТТ 2108.2Х»), ДЗО НН (на основе терминала TOP 200 Т)	
3.	2108.2Х 08.16	Шкаф основных защит автотрансформатора (на основе терминала «Бреслер ТТ 2108.2Х»), АРНТ АТ (на основе терминала TOP 200 Р 23)	
4.	2108.3Х	Шкаф основных защит блочного трансформатора или ТСН электростанций (на основе терминала «Бреслер ТТ 2108.3Х»)	
5.	2108.4Х	Шкаф основных защит понижающего трансформатора (на основе терминала «Бреслер ТТ 2108.4Х»)	
6.	2108.4Х 12.10	Шкаф основных защит понижающего трансформатора (на основе терминала «Бреслер ТТ 2108.4Х»), ДЗО НН (на основе терминала TOP 200 Т)	
7.	2108.4Х 08.16	Шкаф основных защит понижающего трансформатора (на основе терминала «Бреслер ТТ 2108.4Х»), АРНТ трансформатора (на основе терминала TOP 200 Р 23)	
8.	2108.16 08.16	Шкаф АРНТ трансформатора или АТ (с 2 терминалами TOP 200 Р 23)	

Габаритные размеры шкафа: 2265x806x652;

4. Номинальные данные шкафа

Номинальный переменный ток стороны ВН 1 А 5 А

Номинальное напряжение оперативного постоянного тока 220 В 110 В

5. Комплект основных защит

5.1. Номинальные данные силового трансформатора (автотрансформатора)

Номинальная мощность $S_{ном}$ _____ МВА

Схема и группа соединения обмоток

Сторона	Мощность обмотки, % от $S_{ном}$	Номинальное напряжение обмотки $U_{н.т.}$ кВ
ВН		
СН		
НН1		
НН2		

5.2. Номинальные данные измерительных автотрансформаторов

Трансформаторы тока

Сторона	Тип	Номинальный первичный ток, кА	Номинальный вторичный ток, А
ВН			
СН			
НН1			
НН2			

Трансформаторы напряжения

Сторона	Тип	Номинальное первичное напряжение, кВ	Номинальное вторичное напряжение, В
НН			

6. Комплект ДЗО НН
 Номинальный переменный ток ТТ на вводе НН АТ 1 А 5 А
 Номинальный переменный ток ТТ в цепи выключателя НН 1 А 5 А
 Токоограничивающий реактор
 Вольтодобавочный трансформатор
7. Комплект управления РПН
 Номинальный переменный ток стороны ВН 1 А 5 А
 Номинальный переменный ток стороны СН 1 А 5 А
 Номинальное переменное напряжение (цепи измерения) 100 В
 Номинальное напряжение оперативного переменного тока 220 В

В стандартной комплектации терминал TOP 200 Р поставляется со встроенным УП и выносным цифровым индикатором, устанавливаемым в шкафу. Иное место установки цифрового индикатора обговаривается при проектировании или при заказе шкафа.

8. Тип связи с АСУ
 RS-485
 Ethernet*
 Оптоволоконный канал*

• – требует установки дополнительного преобразователя

9. Дополнительное оборудование

По желанию заказчика возможна установка дополнительного оборудования и изменение стандартного конструктива шкафа. Эти данные оговариваются непосредственно при заказе и могут привести к увеличению стоимости шкафа.

№	Тип оборудования	Марка	Кол-во
1	Преобразователь RS-485/USB		1
2	Кабель связи, м		10
3	Модем		
4	Компьютер (при заказе оговорить конфигурацию)		
5			

10. Разработчик проекта _____

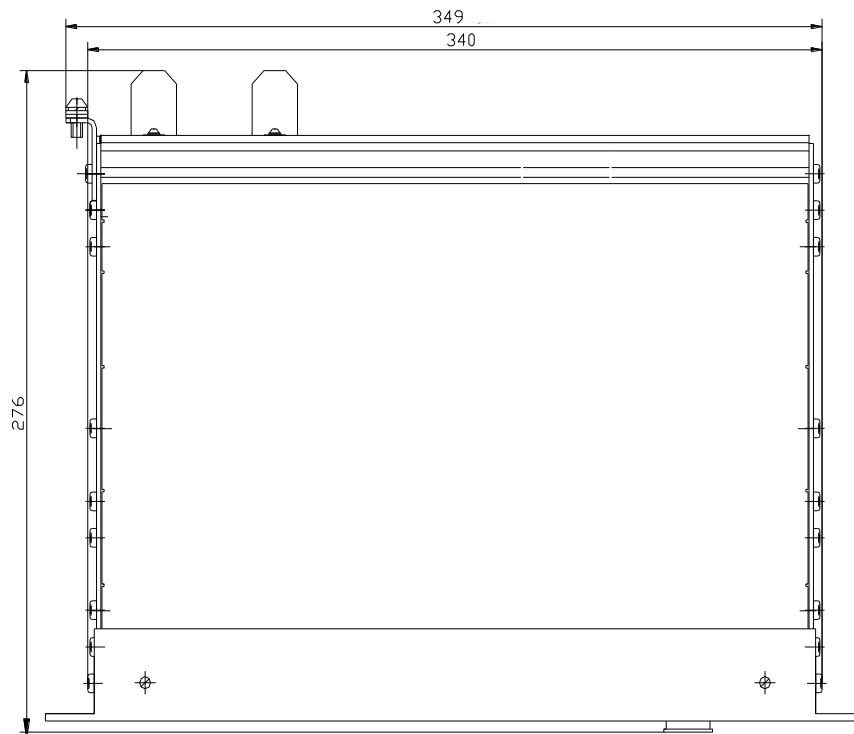
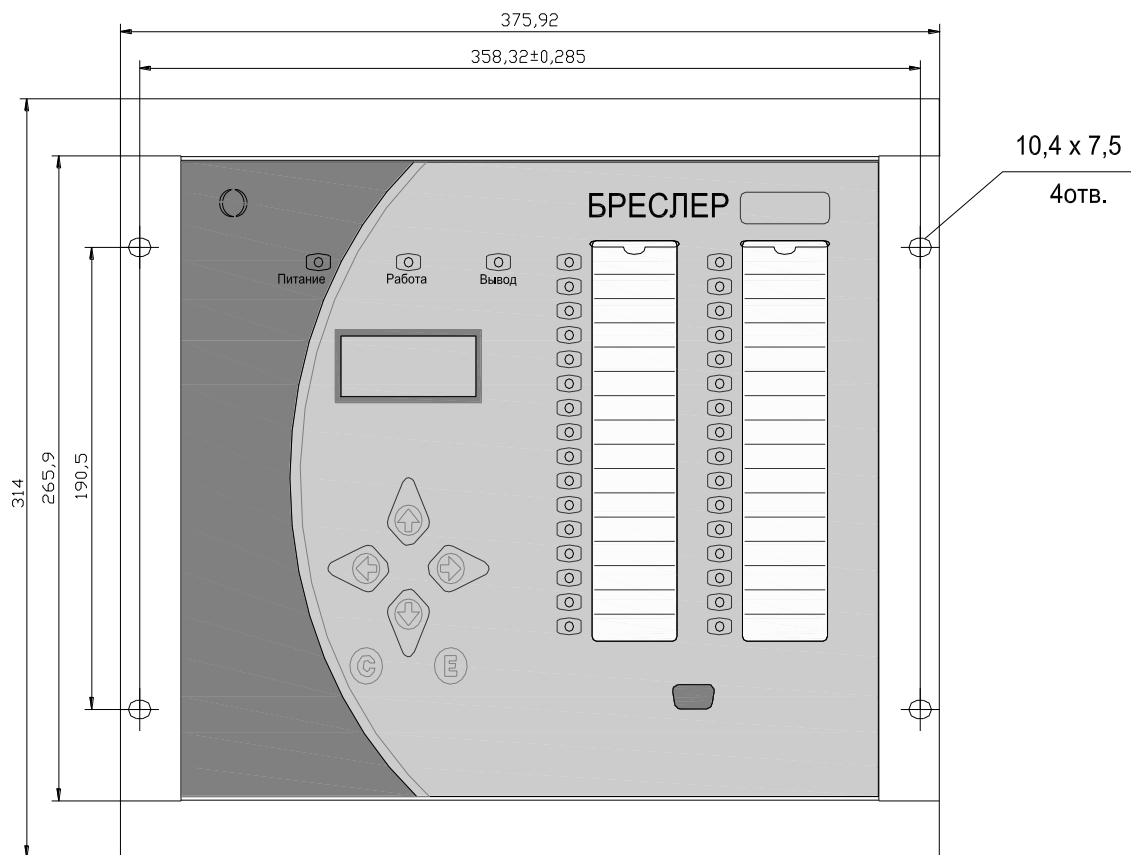
11. Заказчик _____

руководитель

фамилия, и. о.

подпись

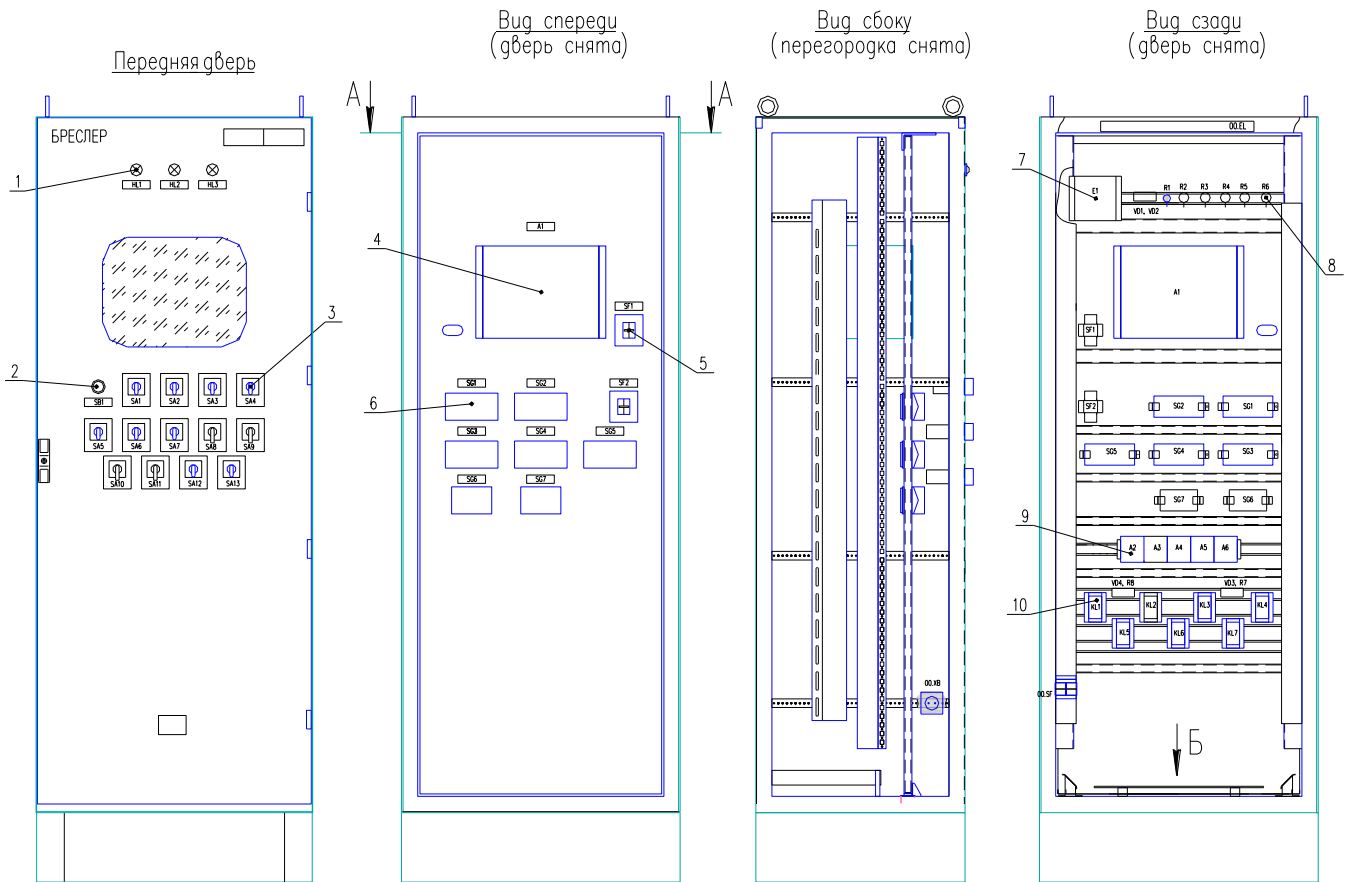
Приложение Б – Внешний вид и размеры терминала «Бреслер ТТ 2108.2Х/3Х/4Х»



Масса не более 16 кг

Рисунок 73 – Внешний вид, габаритные и установочные размеры терминала

Приложение В – Внешний вид и размеры шкафа



- 1 – лампы
- 2 – переключатели
- 3 – кнопки

- 4 – терминал «Бреслер ТТ 2108.2Х/3Х/4Х»
- 5 – выключатели автоматические
- 6 – БИ

Высота: 2205мм (2265мм с рым-болтами)
Ширина: 800мм * (806 мм с боков. стенками)
Глубина: 605мм (652мм с ручками)
Масса: не более 300 кг

Рисунок 74 – Общий вид шкафа «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х»*

* – для конкретного проекта возможны изменения в конструктивном исполнении шкафа

Приложение Г – Перечень оборудования и средств измерения

Наименование оборудования	Диапазон измеряемых (контролируемых) величин	Класс точности или предел допустимой погрешности	Обозначение НТД
Вольтметр постоянного тока	до 250 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 23624-2001
Прибор комбинированный			ГОСТ 10374-93
Мегомметр на 500 В	10 МОм	1.0	ГОСТ 23706-93
Универсальная пробойная установка	0.5 – 1.5 кВ	4 (класс точности вольтметра)	АЭ2.771.001ТУ
Испытательное устройство для подачи токов			
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

Шкафы защиты трансформаторов и автотрансформаторов «Бреслер ШТ 2108.2Х/3Х/4Х»

Руководство по эксплуатации АИПБ.656467.004-08.2Х/3Х/4Х РЭ

Приложение Д – Схемы электрические и принципиальные

