

Утвержден
АИПБ.656122.011 РЭ1-ЛУ

ТЕРМИНАЛЫ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ TOP 300

**Руководство по эксплуатации. Общие технические требования
АИПБ.656122.011 РЭ1**

Авторские права на данный документ принадлежат ООО «Релематика», 2012.
Данный документ не может быть полностью или частично воспроизведен, скопирован, распространен без разрешения ООО «Релематика».

Адрес предприятия-изготовителя:
428020, Чувашская Республика, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 1, ООО «Релематика»

Гарантийное и постгарантийное обслуживание:

Тел.: 8 800-250-20-95 – Москва и МО, круглосуточно
8 800-250-15-21 – регионы России, круглосуточно

E-mail: service@relematika.ru

Технические консультации, вопросы применения продукции:

Тел.: 8 (8 352)-24-06-50 (доб.3002) – с 08:00 до 17:00 МСК

E-mail: support@relematika.ru

Сайт: relematika.ru

Содержание

1 Сокращения.....	6
2 Описание и работа.....	8
2.1 Назначение изделия	8
2.2 Основные технические характеристики	8
2.2.1 Основные параметры и потребляемая мощность.....	8
2.2.2 Допустимые условия работы терминала.....	10
2.2.3 Сопротивление и электрическая прочность изоляции.....	11
2.2.4 Цепи оперативного питания	12
2.2.5 Входы тока и напряжения для целей РЗА.....	13
2.2.6 Входы тока и напряжения для контроллера присоединения	15
2.2.7 Входы тока и напряжения ВОМП.....	16
2.2.8 Входы тока и напряжения для целей РАС	17
2.2.9 Метрологические характеристики	19
2.2.10 Характеристики дискретных входов	23
2.2.11 Характеристики дискретных выходов.....	24
2.2.12 Электромагнитная совместимость.....	26
2.2.13 Надежность	27
2.3 Состав изделия.....	28
2.3.1 Конструктивное исполнение	28
2.3.2 Комплектность терминала как средство измерения	29
2.4 Устройство и работа.....	31
2.4.1 Устройство и работа составных частей.....	31
2.4.2 Функции устройства.....	41
2.4.3 Интеграция устройства в АСУ ТП.....	48
2.4.4 Применение на цифровых подстанциях на основе стандарта МЭК 61850.....	49
2.4.5 Синхронизация устройства.....	57
2.4.6 Вывод терминала	57
2.4.7 Программное обеспечение.....	58
2.5 Средства измерения, инструмент и принадлежности.....	59
2.6 Маркировка и пломбирование	59
2.7 Упаковка.....	59
3 Указания по эксплуатации.....	60
3.1 Эксплуатационные ограничения	60
3.2 Подготовка к работе и ввод в эксплуатацию.....	62
3.2.1 Меры безопасности	62
3.2.2 Внешний осмотр	62
3.2.3 Установка и подключение	63
3.2.4 Ввод в эксплуатацию.....	63
3.3 Информационная безопасность	63
3.3.1 Общие сведения.....	63
3.3.2 Настройка прав доступа.....	63
3.3.3 Запрет конфигурирования через Ethernet.....	65
3.3.4 Учетные записи.....	65
3.3.5 Физическая идентификация	68
3.3.6 Подключение и настройка считывателя смарт-карт.....	69
3.3.7 Список разрешенных MAC и IP-адресов	69
3.3.8 Журнал аудита	70
3.4 Настройка редактируемых параметров.....	71
3.5 Структура пользовательского интерфейса	71
3.5.1 Пользовательский интерфейс.....	71
3.5.2 Назначение кнопок управления	72

3.5.3 Назначение функциональных клавиш	72
3.5.4 Работа с графическим дисплеем.....	73
3.5.5 Режим ожидания	74
3.5.6 Меню пользовательского интерфейса	74
3.5.7 Текущий режим.....	75
3.5.8 События	76
3.5.9 Осциллограф.....	76
3.5.10 ОМП по ПАР	77
3.5.11 ВОМП	79
3.5.12 Уставки	81
3.5.13 Тестирование.....	81
3.5.14 Диагностика.....	82
3.5.15 Настройки	82
3.5.16 Информация	85
3.5.17 МЭК 61850.....	85
3.6 Режим тестирования.....	87
3.6.1 Режим тестирования функций защит.....	87
3.6.2 Тестирование АСУ ТП	88
3.6.3 Режим тестирования аппаратной части	88
4 Техническое обслуживание	94
4.1 Общие указания	94
4.2 Меры безопасности	94
4.3 Порядок технического обслуживания и проверка работоспособности изделия.....	94
4.3.1 Внешний осмотр	95
4.3.2 Проверка сопротивления и прочности изоляции.....	95
4.3.3 Проверка работоспособности дискретных входов, выходных реле и светодиодов.....	96
4.3.4 Задание (проверка) уставок и конфигурации.....	96
4.3.5 Проверка правильности отображения аналоговых величин	96
4.3.6 Проверка параметров (уставок, ИО) защит терминала.....	96
4.3.7 Проверка поведения защиты при снятии и подаче напряжения оперативного тока	97
4.3.8 Проверка действия в центральную сигнализацию и взаимодействия с внешними устройствами.....	97
4.3.9 Проверка взаимодействия терминала с другими НКУ	97
4.3.10 Проверка функций регистрации событий и осциллографирования	97
4.3.11 Проверка управления коммутационным аппаратом	97
4.3.12 Проверка терминала рабочим током и напряжением	97
4.4 Перечень неисправностей и методы их устранения	98
4.5 Метрологическое освидетельствование	103
4.6 Утилизация.....	103
5 Транспортирование и хранение.....	104
6 Гарантии изготовителя	105
Приложение А (обязательное) Структура условного обозначения	106
Приложение Б (обязательное) Внешний вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры.....	109
Приложение В (обязательное) Входы и выходы блоков.....	109
Приложение Г (обязательное) Обозначение контактов портов связи	129
Приложение Д (обязательное) Перечень оборудования и средств измерения	133
Приложение Е (обязательное) Реализация МЭК 61850	135

Внимание! До изучения настоящего руководства по эксплуатации терминал не включать!

Обязательно ознакомиться с эксплуатационными ограничениями, приведенными в 3.1.

Для обеспечения информационной безопасности перед началом эксплуатации терминала необходимо сменить доступные заводские пароли, приведенные в таблице 3.2.

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) распространяется на микропроцессорные терминалы защиты, автоматики, управления и сигнализации ТОВ 300 (далее – устройства или терминалы) и содержит необходимые сведения для изучения технических характеристик, устанавливает правила его эксплуатации, обслуживания, хранения и транспортирования.

Настоящее РЭ распространяется на терминал **с исполнением ПО 2.18.**

РЭ состоит из трех документов: АИПБ.656122.011 РЭ1, АИПБ.656122.011-XXX РЭ2 и АИПБ.656122.011-XXX.XX РЭ3. Первый из них – РЭ1 содержит сведения, относящиеся ко всем типоразмерам терминалов: технические данные, описание имеющихся конструктивных исполнений, устройство и работа составных частей терминала, указания по эксплуатации и техническому обслуживанию терминалов. Второй документ – РЭ2 составляется на группу типоразмеров терминалов, сформированных по функциям защит и автоматики и содержит описание принципа работы типовых блоков защиты и автоматики. Третий документ – РЭ3 содержит описание функциональной и логической схемы терминала защиты (взаимодействие блоков логики и защиты), примененного для конкретного проекта.

Настоящее РЭ разработано в соответствии с требованиями ТУ 3433-023-54080722-2012.

Устройства выполнены на микропроцессорной элементной базе и комплектуются унифицированными блоками. В зависимости от вида защищаемого элемента электрической системы в терминал записывается соответствующее ПО, которое и обеспечивает выполнение необходимых функций. Терминалы имеют свободно конфигурируемую логику, применение которой позволяет модифицировать типовые функциональные логические схемы, учитывая специфику защищаемого объекта.

Для интеграции устройства в систему мониторинга подстанций и АСУ ТП в устройстве реализованы различные протоколы, в том числе протокол IEC 61850-8-1 (MMS, GOOSE). Также реализованы протоколы IEC 61850-9-2 и IEC 61869-9 для подключения устройств к «цифровым» преобразователям тока и напряжения.

Вид климатического исполнения и категория размещения терминалов для поставок в Российскую Федерацию и на экспорт в страны с умеренным климатом – УХЛ3.1 по ГОСТ 15150-69.

Надежность и долговечность устройства обеспечиваются не только качеством изделия, но и соблюдением режимов и условий эксплуатации, требований по транспортированию, хранению, монтажу. 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 изменения, улучшающие параметры и качество изделия, не отраженные в настоящем издании. Предприятие-изготовитель оставляет за собой право внесения изменений и улучшений терминала без предварительного уведомления потребителя.

1 Сокращения

В настоящем документе приняты следующие сокращения:

АК	– автоматический контроль канала связи;
АСУ	– автоматизированная система управления;
АСУ ТП	– автоматизированная система управления технологическими процессами;
АУВ	– автоматика управления выключателем;
АЦП	– аналого-цифровой преобразователь;
ВОЛС	– волоконно-оптическая линия связи;
ВОМП	– волновое определение места повреждения;
ВПТ	– пульт выносной текстовый;
ВЧ	– высокочастотный;
ГЛОНАСС	– глобальная навигационная спутниковая система;
ДЗ	– дистанционная защита;
ДЗЛ	– продольная дифференциальная защита линии;
ДФЗ	– дифференциально-фазная защита;
ИМиТО	– инструкция по монтажу и техническому обслуживанию;
ИО	– измерительный орган;
ИП	– измерительный преобразователь;
ИТН	– измерительный трансформатор напряжения;
ИЧМ	– интерфейс «человек-машина» («человек-защита»);
ИЭУ	– интеллектуальное электронное устройство;
КД	– конструкторская документация;
КЗ	– короткое замыкание;
КП	– контроллер присоединения;
КРУ	– комплектное распределительное устройство;
КРУН	– комплектное распределительное устройство наружной установки;
КСО	– камера сборная одностороннего обслуживания;
ЛВС	– локальная вычислительная сеть;
ЛУ	– лист утверждения;
ЛЭП	– линия электропередачи;
МП	– микропроцессорная плата;
МЭК	– международная электротехническая комиссия, занимающаяся разработкой международных стандартов;
НВЧБ	– направленная защита с ВЧ-блокировкой;
НВЧЗ	– направленная высокочастотная защита;
НКУ	– низковольтное комплектное устройство;
ОЗУ	– оперативное запоминающее устройство;
ОМП	– определение места повреждения;
ПАР	– параметры аварийного режима;
ПЗУ	– постоянное запоминающее устройство;
ПК	– персональный компьютер;
ПО	– программное обеспечение;
ПТЭЭП	– правила технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии;
РАС	– регистратор аварийных событий;
РД	– руководящий документ;
РЗА	– релейная защита и автоматика;
РПВ	– реле положения «Включено»;
РЭ	– руководство по эксплуатации;
СТО	– стандарт организации;
ТНЗНП	– токовая направленная защита нулевой последовательности;
ТО	– техническое обслуживание;

TP TC	– технический регламент Таможенного союза;
TU	– технические условия;
ЦП	– центральный интерфейсный процессор;
ЦСП	– центральный сигнальный процессор;
ЭМВ	– электромагнит включения;
ЭМО	– электромагнит отключения;
VDUBus	– проприетарный технологический протокол передачи данных для сервисного ПО;
CID	– configured IED description;
DA	– атрибут данных;
DO	– объект данных;
Eth	– Ethernet;
FTP	– file transfer protocol;
GOOSE	– generic object-oriented substation event;
GPS	– global positioning system – система глобального позиционирования;
HSR	– high-availability seamless redundancy
ICD	– IED capability description;
ID	– идентификатор;
IEC	– международная электротехническая комиссия, занимающаяся разработкой международных стандартов;
IED	– intelligent electronic device;
IID	– instantiated IED description;
IP-адрес	– адрес терминала в локальной сети, работающей по межсетевому протоколу;
LD	– логическое устройство;
LN	– логический узел;
MAC адрес	– уникальный идентификатор сетевого интерфейса терминала;
MMS	– manufacturing message specification;
NTP/SNTP	– network time protocol/simple network time protocol – протокол синхронизации времени по компьютерной сети;
PIXIT	– protocol implementation extra information for testing - дополнительная информация для испытаний по реализованным протоколам
PRP	– parallel redundancy protocol;
RSTP	– rapid spanning tree protocol;
RTC	– real time clock;
PTP	– precision time protocol
SBO	– select-before-operate;
SCD	– substation configuration description;
SCL	– substation configuration language;
SV	– sampled values – выборочные значения;
UTC	– coordinated universal time;
VLAN	– virtual local area network;
1PPS	– 1 pulse-per-second – один импульс в секунду.

2 Описание и работа

2.1 Назначение изделия

2.1.1 Терминалы защиты и автоматики TOP 300 (далее – терминалы) предназначены для измерения действующих значений напряжения и силы переменного тока, напряжения постоянного тока, частоты сети на объектах энергетики с напряжением 6-750 кВ, регистрации и хранения информации о процессах, предшествующих и сопутствующих аварийным отклонениям в электрических сетях, организации информационно-измерительных систем, выполнения функций релейной защиты, автоматики, управления, сигнализации, измерений, регистрации аварийных событий и осциллографирования в системах вторичной коммутации, а также диагностики выключателей присоединений.

Терминалы предназначены для установки в релейных отсеках КСО, КРУ, КРУН, на панелях, в шкафах и пультах управления электрических станций и подстанций, а также для создания интеллектуальных энергосистем и цифровых подстанций.

Устройства могут применяться на подстанциях с переменным, выпрямленным переменным, постоянным оперативным током.

2.1.2 Принцип действия терминалов основан на измерении и преобразовании аналоговых сигналов в цифровые коды, их цифровой обработке и отображении результатов на дисплее и (или) передаче результатов измерений по цифровым интерфейсам связи в систему мониторинга и автоматизированную систему управления (далее – АСУ) электрической подстанции или станции более высокого уровня.

2.1.3 Терминалы являются свободно конфигурируемыми. Функциональные логические схемы разработаны при помощи инструмента графического программирования, который позволяет конфигурировать назначение дискретных входов и выходов, аналоговых входов, кнопок управления, светодиодов, осциллограф, регистратор, пользовательский интерфейс. Применение свободно программируемой логики позволяет модифицировать типовые функциональные логические схемы, учитывая специфику защищаемого объекта.

2.1.4 Функциональное назначение устройства отражается в структуре его условного обозначения, приведенной в приложении А.

Пример записи обозначения терминала ступенчатых защит присоединений 110-220 кВ с функцией ВЧ-блокировки ДЗ и ТНЗНП с одним выключателем на присоединение с исполнением программы 501, аппаратным исполнением 152, алфавитно-цифровым индикатором, номинальным напряжением оперативного постоянного тока 220 В, двумя портами связи RS-485, двумя портами связи Ethernet с «витой парой», ВЧ-портом, четырьмя портами связи RedBox с «витой парой» при его заказе и (или) в других документах для поставок в Российскую Федерацию:

«Терминал TOP 300 КС3 501 152, И1, =220, RS-485, Eth-T, ВЧ, Н-Т, Н-Т УХЛ3.1, ТУ 3433-023-54080722-2012».

Пример записи обозначения терминала волнового определения места повреждения с исполнением программы 550, аппаратным исполнением 159, графическим индикатором, номинальным напряжением оперативного постоянного тока 220 В, двумя портами связи RS-485, двумя портами связи Ethernet с «витой парой» и блоком ВОМП-01 при его заказе и (или) в других документах для поставок в Российскую Федерацию:

«Терминал TOP 300 ЛОК 550 159, И2, =220, RS-485, Eth-T, 0, ВОМП-01, УХЛ3.1, ТУ 3433-023-54080722-2012».

2.1.5 Устройства могут реализовывать дополнительные функции, не отраженные в настоящем руководстве. Все изменения (конструктивного и алгоритмического характера) от типового изделия отражаются в документации на индивидуальный проект (устройство).

2.2 Основные технические характеристики

2.2.1 Основные параметры и потребляемая мощность

2.2.1.1 Номинальные параметры устройств указаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Номинальные параметры

Параметр	Значение
Номинальная частота $f_{\text{ном}}$, Гц	50
Номинальный переменный ток входов трансформаторного типа $I_{\text{ном}}$, А	0,2; 1 или 5
Номинальный переменный ток входов ВОМП $I_{\text{ВОМП}}$, А	5
Номинальное линейное напряжение переменного тока входов трансформаторного типа $U_{\text{ном}}$, В	100 или 220
Номинальное линейное напряжение переменного тока входов ВОМП $U_{\text{ВОМП}}$, В	100
Номинальное напряжение чувствительных входов $3U_0$, В	20
Номинальное напряжение постоянного тока, В	1000; 600; 330; 40; 24; 3,5; 0,2
Номинальное напряжение оперативного переменного, выпрямленного переменного тока $U_{\text{пит}}$, В	100 или 220
Номинальное напряжение оперативного постоянного тока $U_{\text{пит}}$, В ¹⁾	110 или 220
Терминал как средство измерения	
Номинальное действующее значение линейного напряжения переменного тока $U_{\text{ном}}$, В	100
Номинальное действующее значение силы переменного тока $I_{\text{ном}}$, А	1; 5
Номинальное значение частоты переменного тока $f_{\text{ном}}$, Гц	50
Номинальное напряжение постоянного тока, В	1000; 600; 330; 40; 24; 3,5; 0,2
Параметры электрического питания: номинальное напряжение постоянного тока, В номинальное напряжение переменного тока, В номинальная частота переменного тока, Гц	110; 220 110; 220 50
Количество каналов измерений ²⁾ , шт.:	
каналы измерений действующего значения линейного напряжения переменного тока	от 0 до 48
каналы измерений действующего значения силы переменного тока	от 0 до 48
каналы измерений напряжения постоянного тока	от 0 до 48
каналы измерений частоты сети	от 0 до 48
¹⁾ Подключение терминала к напряжению оперативного постоянного тока 24 и 48 В выполняется с использованием соответствующих дополнительных блоков питания 24/220 В и 48/220 В мощностью не менее 50 Вт. ²⁾ Сведения о конкретном количестве каналов в зависимости от исполнения терминала приведены в руководстве по эксплуатации АИПБ.656122.011-XXX.XX РЭ3. Примечание – Рабочие диапазоны входов тока и напряжения для целей РЗА приведены в 2.2.5, для контроллера присоединения – в 2.2.6, ВОМП – в 2.2.7, РАС – 2.2.8.	

2.2.1.2 Потребляемая мощность по цепям указана в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Потребляемая мощность

Потребляемая мощность	Значение
По цепям переменного тока в симметричном режиме, В·А/фазу, не более:	
при $I_{\text{НОМ}} = 0,2 \text{ А}$	0,1
при $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$	0,2
при $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$	0,5
По цепям переменного напряжения, В·А/фазу, не более:	
при $U_{\text{НОМ}} = 100 \text{ В}$	0,5
при $U_{\text{НОМ}} = 220 \text{ В}$	1
По цепям переменного напряжения и тока ВОМП, В·А/фазу, не более	0,1
По цепям постоянного/переменного тока электронных трансформаторов, Вт (В·А)/канал, не более:	
при $U_{\text{НОМ}} = 1000; 600; 330 \text{ В}$	1,0
при $U_{\text{НОМ}} = 40; 24 \text{ В}$	0,2
при $U_{\text{НОМ}} = 3,5; 0,2 \text{ В}$	0,05
По цепям постоянного/переменного напряжения электронных трансформаторов, Вт (В·А)/канал, не более	0,15
По цепям постоянного/переменного напряжения электронных трансформаторов, Вт (В·А)/канал, не более	0,1
По цепям напряжения оперативного тока, Вт, не более:	
терминала в номинальном режиме	20
терминала в режиме срабатывания 30 % выходных реле	30
Терминал как средство измерения	
По цепям переменного тока в симметричном режиме, В·А/фазу, не более:	
при $I_{\text{НОМ}} = 1 \text{ А}$	0,2
при $I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$	0,5
По цепям переменного напряжения, В·А/фазу, не более	0,5
По цепям постоянного/переменного тока электронных трансформаторов, Вт (В·А)/канал, не более:	
при $U_{\text{НОМ}} = 1000; 600; 330 \text{ В}$	1,0
при $U_{\text{НОМ}} = 40; 24 \text{ В}$	0,2
при $U_{\text{НОМ}} = 3,5; 0,2 \text{ В}$	0,05
По цепям постоянного/переменного напряжения электронных трансформаторов, Вт (В·А)/канал, не более	0,1
По цепям напряжения оперативного тока в нормальном режиме, Вт, не более	20

2.2.2 Допустимые условия работы терминала

2.2.2.1 Вид климатического исполнения устройств и категория размещения – УХЛ3.1 по ГОСТ 15150-69.

2.2.2.2 Устройства предназначены для работы в следующих условиях в соответствии с ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89:

- высота над уровнем моря – не более 2000 м;
- верхнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха плюс 55 °С;
- нижнее предельное рабочее значение температуры окружающего воздуха минус 40 °С без выпадения инея и росы (влаги);
- верхнее рабочее значение относительной влажности воздуха не более 98 % при 25 °С;

- окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли, агрессивных газов и паров в концентрациях, разрушающих изоляцию и металлы;
- место установки устройства должно быть защищено от попадания брызг воды, масел, эмульсий, а также от прямого воздействия солнечной радиации;
- атмосфера типа II (промышленная).

2.2.2.3 Степень загрязнения 1 по ГОСТ ИЕС 61439-1-2013 – загрязнение отсутствует или имеется только сухое, непроводящее загрязнение.

2.2.2.4 В части воздействия факторов внешней среды устройства удовлетворяют требованиям группы механического исполнения М43 по ГОСТ 30631-99. При этом уровень вибрационных нагрузок от 1 до 100 Гц с ускорением 1 g. Устройство выдерживает однократные ударные нагрузки длительностью от 2 до 20 мс с максимальным ускорением 10 g.

Устройства сейсмостойки при воздействии землетрясений интенсивностью 9 баллов по MSK-64 и уровне установки над нулевой отметкой до 10 м по ГОСТ 30546.1-98.

2.2.2.5 Устройства имеют исполнение оболочки со степенью защиты с лицевой панели IP40 или IP54, с остальных сторон – IP20 по ГОСТ 14254-2015.

Примечание – Исполнение оболочки IP54 выполняется по отдельному заказу.

2.2.3 Сопротивление и электрическая прочность изоляции

2.2.3.1 Сопротивление изоляции всех независимых цепей устройства, кроме портов последовательной связи, относительно корпуса и всех независимых цепей между собой в холодном состоянии составляет не менее 100 МОм.

Сопротивление изоляции портов последовательной передачи данных относительно корпуса и между собой в холодном состоянии при напряжении 15 В составляет не менее 1000 кОм.

Примечание – Характеристики и параметры устройства, приводимые в тексте без особых оговорок, соответствуют температуре окружающего воздуха (25 ± 10) °С, относительной влажности (45–80) %, номинальной частоте переменного тока 50 Гц и номинальному напряжению оперативного тока.

2.2.3.2 Электрическая изоляция между всеми независимыми цепями устройства относительно корпуса и всех независимых цепей между собой, кроме портов последовательной связи и порта для подключения антенны, выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 2000 В (эффективное значение) переменного тока частоты 50 Гц в течение 1 мин. В состоянии поставки электрическая изоляция цепей цифровых связей относительно корпуса, соединенного с другими независимыми цепями, выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 500 В (эффективное значение) переменного тока частоты 50 Гц в течение 1 мин. При повторных испытаниях напряжение тестирования не должно превышать 85 % от указанного значения.

Электрическая прочность изоляции между разомкнутыми контактами выходных реле управления коммутационными аппаратами выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 1000 В (эффективное значение) переменного тока частоты 50 Гц в течение 1 мин.

2.2.3.3 Электрическая изоляция между всеми независимыми цепями устройства относительно корпуса и всех независимых цепей между собой, кроме портов последовательной связи и порта для подключения антенны, выдерживает без повреждений три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения (при работе источника сигнала на холостом ходу), имеющих:

- амплитуду – от 4,5 до 5,0 кВ;
- длительность переднего фронта – $(1,20 \pm 0,36)$ мкс;
- длительность заднего фронта – (50 ± 10) мкс.

Длительность интервала между импульсами – не менее 5 с.

Электрическая изоляция цепей цифровых связей относительно корпуса, соединенного с другими независимыми цепями, должна выдерживать без повреждений три положительных и три отрицательных импульса испытательного напряжения, имеющих (при работе источника сигнала на холостом ходу):

- амплитуду – не менее 1,0 кВ;
- длительность переднего фронта – $(1,2 \pm 0,36)$ мкс;
- длительность импульса – (50 ± 10) мкс.

2.2.4 Цепи оперативного питания

2.2.4.1 Питание устройства в зависимости от исполнения осуществляется от цепей оперативного постоянного, переменного или выпрямленного переменного тока. Микроэлектронная часть устройств гальванически отделена от источника оперативного тока.

2.2.4.2 Рабочий диапазон напряжения оперативного тока – от 88 до 242 В. Уровень срабатывания дискретных входов приведен в 2.2.10.4 – 2.2.10.7.

2.2.4.3 При питании от источника постоянного напряжения допускается наличие синусоидальной составляющей с амплитудой до 12 % от среднего значения и имеющей частоту второй гармоники промышленной частоты.

2.2.4.4 При включении терминала величина импульса тока составляет 20 А в течение 0,5 мс.

Примечание – В цепи питания терминала рекомендуется использовать автоматический выключатель с отсечкой не менее 15 А.

2.2.4.5 Время готовности устройства к работе после подачи напряжения оперативного питания при первом включении составляет не более 10 с.

2.2.4.6 Устройство сохраняет заданные параметры, надежное функционирование по заданным алгоритмам после перерывов питания 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 7,5 с.

Примечание – Для выполнения условия по длительности однократных перерывов используется приставка конденсаторная ПК производства ООО «ВНИИР-Промэлектро». При питании от переменного оперативного тока дополнительно на входе приставки конденсаторной требуется установка диодного моста.

После перерывов питания любой длительности обеспечивается надежное функционирование устройства согласно заданным алгоритмам, а также сохраняются следующие параметры:

- а) уставки и конфигурация устройств;
- б) осциллограммы аварийных процессов;
- в) параметры аварийных событий;
- г) выработанный ресурс выключателя;
- д) состояние светодиодов сигнализации.

2.2.4.7 Контакты выходных реле терминала не замыкаются ложно, дискретные входы не срабатывают при подаче и снятии напряжения оперативного постоянного тока с перерывом любой длительности и плавном снижении напряжения питания.

2.2.4.8 Контакты выходных реле терминала не замыкаются ложно, дискретные входы не срабатывают, а аппаратура защиты не повреждается при подаче напряжения оперативного постоянного тока обратной полярности и при замыканиях на землю в цепи оперативного тока.

2.2.5 Входы тока и напряжения для целей РЗА

2.2.5.1 Входы трансформаторного типа

2.2.5.1.1 Входы трансформаторного типа устройства имеют гальваническую развязку от внутренних цепей с помощью промежуточных трансформаторов тока и/или напряжения.

2.2.5.1.2 Рабочий диапазон измерения силы переменного тока:

- цепей ТТ1 номиналом 1 А и 5 А – от $0,04 I_{\text{ном}}$ до $60 I_{\text{ном}}$;
- цепей ТТ2 номиналом 0,2 А – от 0,002 до 12 А.

2.2.5.1.3 Рабочий диапазон измерения напряжения переменного тока:

- цепей ТН1 номиналом 100 В – от 2,5 до 250 В;
- цепей ТН2 номиналом 20 В – от 1 до 25 В.

2.2.5.1.4 Диапазон измерения основной частоты сети составляет от 20 до 75 Гц.

2.2.5.1.5 Устройства правильно функционируют при изменении частоты входных сигналов в диапазоне от 45 до 55 Гц. Отклонения параметров срабатывания при этом не превышают указанных в 2.2.4.3.

2.2.5.1.6 Цепи переменного тока номиналом 1 А и 5 А длительно выдерживают $4 I_{\text{ном}}$ и $100 I_{\text{ном}}$ в течение 1 с, номиналом 0,2 А длительно – 5 А и 30 А в течение 10 с.

2.2.5.1.7 Термическая стойкость цепей напряжения номиналом 100 В обеспечивается при напряжении $4,5 U_{\text{ном}}$ длительно и $5,5 U_{\text{ном}}$ в течение 10 с.

2.2.5.1.8 Термическая стойкость цепей напряжения номиналом 20 В обеспечивается при напряжении 150 В длительно.

2.2.5.1.9 Погрешности измерения в цепях переменного тока и напряжения приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Погрешности измерения в цепях переменного тока и напряжения

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Значение		
		по амплитуде, не более	по углу, градус, не более	
Основная относительная погрешность измерения действующего значения силы переменного тока (трансформатор тока на номинальный входной ток 0,2; 1 А или 5 А)	$(0,04-0,2) I_{\text{ном}}$	$\pm 2,5 \%$	± 5	
	$(0,2-2) I_{\text{ном}}$	$\pm 0,5 \%$	± 2	
	$(2-60) I_{\text{ном}}$	$\pm 1,0 \%$	± 1	
Основная относительная погрешность измерения действующего значения напряжения переменного тока с номинальным значением напряжения	20 В	(1–25) В	$\pm 0,5 \%$	± 1
	100 В	(2,5–20) В	$\pm 1,5 \%$	± 1
		(20–120) В	$\pm 0,5 \%$	± 1
		(120–250) В	$\pm 1,0 \%$	± 1
Абсолютная погрешность измерения частоты	(20–75) Гц	$\pm 0,01$ Гц	–	
Дополнительная относительная погрешность измерения напряжения переменного тока при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до $1,1 U_{\text{пит}}$ относительно измерения значений при номинальном напряжении оперативного тока	20 В	(1–25) В	$\pm 1 \%$	–
	100 В	(2,5–250) В	$\pm 1 \%$	–

2.2.5.1.10 Дополнительная относительная погрешность измерения силы и напряжения переменного тока при изменении температуры окружающей среды в диапазоне, указанном в 2.2.2.2, не превышает $\pm 5 \%$ от пределов допускаемой основной погрешности.

2.2.5.1.11 Дополнительная абсолютная погрешность измерения частоты при изменении температуры окружающей среды в диапазоне, указанном в 2.2.2.2, не превышает $\pm 0,01$ Гц.

2.2.5.1.12 Дополнительная погрешность измерения силы и напряжения переменного тока при изменении частоты в диапазоне от 0,9 до $1,1 f_{\text{ном}}$ не превышает $\pm 5 \%$ от среднего значения.

2.2.5.2 Входы электронного типа

2.2.5.2.1 Входы электронного типа имеют гальваническую развязку от внутренних цепей с помощью электронных трансформаторов тока и/или напряжения.

2.2.5.2.2 Рабочий диапазон по цепям постоянного тока ТТЭ1 – от минус 20 до плюс 20 мА с номинальным значением силы постоянного тока 20 мА.

2.2.5.2.3 Рабочий диапазон по цепям постоянного напряжения ТНЭ1 – от минус 1000 до плюс 1000 В с номинальным значением постоянного напряжения 1000 В, по цепям переменного напряжения ТНЭ1 – от $50/\sqrt{2}$ до $1000/\sqrt{2}$ В (действующее значение) с номинальными значениями переменного напряжения $1000/\sqrt{2}$ В.

2.2.5.2.4 Рабочий диапазон по цепям постоянного напряжения ТНЭ2 – от минус 600 до плюс 600 В с номинальным значением постоянного напряжения 600 В, по цепям переменного напряжения ТНЭ2 – от $30/\sqrt{2}$ до $600/\sqrt{2}$ В (действующее значение) с номинальными значениями переменного напряжения $600/\sqrt{2}$ В.

2.2.5.2.5 Рабочий диапазон по цепям постоянного напряжения ТНЭ3 – от минус 330 до плюс 330 В с номинальным значением постоянного напряжения 330 В, по цепям переменного напряжения ТНЭ3 – от $15/\sqrt{2}$ до $330/\sqrt{2}$ В (действующее значение) с номинальными значениями переменного напряжения $330/\sqrt{2}$ В.

2.2.5.2.6 Рабочий диапазон по цепям постоянного напряжения ТНЭ4 – от минус 40 до плюс 40 В с номинальным значением постоянного напряжения 40 В и 24 В, по цепям переменного напряжения ТНЭ4 – от $0,5/\sqrt{2}$ до $40/\sqrt{2}$ В (действующее значение) с номинальными значениями переменного напряжения $40/\sqrt{2}$ В и $24/\sqrt{2}$ В.

2.2.5.2.7 Рабочий диапазон по цепям постоянного напряжения ТНЭ5 – от минус 3,5 до плюс 3,5 В с номинальным значением постоянного напряжения 3,5 В, по цепям переменного напряжения ТНЭ5 – от $0,05/\sqrt{2}$ до $3,5/\sqrt{2}$ В (действующее значение) с номинальными значениями переменного напряжения $3,5/\sqrt{2}$ В.

2.2.5.2.8 Рабочий диапазон по цепям постоянного напряжения ТНЭ6 – от минус 0,2 до плюс 0,2 В с номинальным значением постоянного напряжения 0,2 В, по цепям переменного напряжения ТНЭ6 – от $0,005/\sqrt{2}$ до $0,2/\sqrt{2}$ В (действующее значение) с номинальными значениями переменного напряжения $0,2/\sqrt{2}$ В.

2.2.5.2.9 Основная приведенная погрешность измерения постоянного тока ТТЭ1 в рабочем диапазоне составляет не более $\pm 0,2\%$.

2.2.5.2.10 Основная приведенная (к номинальному значению) погрешность измерения переменного и постоянного напряжения ТНЭ1, ТНЭ2, ТНЭ3, ТНЭ4, ТНЭ5, ТНЭ6 в рабочем диапазоне составляет не более $\pm 0,5\%$.

2.2.5.2.11 Дополнительная приведенная погрешность измерения силы тока ТТЭ1 и напряжения ТНЭ1, ТНЭ2, ТНЭ3, ТНЭ4, ТНЭ5, ТНЭ6 при изменении температуры окружающей среды в диапазоне, указанном в 2.2.2.2, не превышает $\pm 2,5\%$.

2.2.5.2.12 Выходы электронного типа длительно выдерживают:

- по цепям постоянного и переменного напряжения ТНЭ1 – 1500 В (максимальное амплитудное значение);
- по цепям постоянного и переменного напряжения ТНЭ2 – 750 В (максимальное амплитудное значение);
- по цепям постоянного и переменного напряжения ТНЭ3 – 500 В (максимальное амплитудное значение);
- по цепям постоянного и переменного напряжения ТНЭ4 – 60 В (максимальное амплитудное значение);
- по цепям постоянного и переменного напряжения ТНЭ5 – 6 В (максимальное амплитудное значение);
- по цепям постоянного и переменного напряжения ТНЭ6 – 0,3 В (максимальное амплитудное значение);
- по цепям постоянного тока ТТЭ1 – 30 мА.

2.2.6 Входы тока и напряжения для контроллера присоединения

- 2.2.6.1 Диапазон измерения силы переменного тока ТТ2 – от 0,01 до 6 А.
 2.2.6.2 Диапазон измерения напряжения переменного тока ТН1 – от 5 до 120 В.
 2.2.6.3 Диапазон измерения частоты сети – от 20 до 75 Гц.
 2.2.6.4 Диапазоны измерения силы постоянного тока ТТЭ1 – от минус 20 до плюс 20 мА.
 2.2.6.5 Диапазон измерения коэффициента активной мощности – от минус 1 до плюс 1.
 2.2.6.6 Погрешности измерения терминалов для целей КП приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Погрешности измерения терминалов для целей КП

Наименование погрешности	Значение
Пределы допускаемой основной (приведенной к $I_{ном}$) погрешности измерения действующего значения силы переменного тока в диапазоне от 0,01 до $1,2 I_{ном}$, %	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой основной (приведенной к $U_{ном}$) погрешности измерения действующего значения напряжения переменного тока в диапазоне от 0,05 до $1,2 U_{ном}$, %	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой основной (приведенной к номинальному значению фазной мощности $U_{ном} \cdot I_{ном} / \sqrt{3}$ или суммарной мощности $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$) погрешности измерения при токе от 0,05 до $1,2 I_{ном}$ и напряжении от 0,05 до $1,2 U_{ном}$, %:	
мощности активной фазной и суммарной	$\pm 0,5$
мощности реактивной фазной и суммарной	$\pm 0,5$
мощности полной фазной и суммарной	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой основной (приведенной к максимальному значению 1,0) погрешности измерения коэффициента активной мощности при токе от 0,1 до $1,2 I_{ном}$ и напряжении от 0,5 до $1,2 U_{ном}$, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты, Гц	$\pm 0,01$
Пределы допускаемой основной (приведенной к максимальному значению диапазона измерений) погрешности измерения силы постоянного тока в диапазонах, %	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения при изменении температуры на каждые ± 10 °С от нормальной, от пределов допускаемой основной погрешности, %:	
силы переменного тока	$\pm 0,1$
напряжения переменного тока	$\pm 0,1$
мощности активной фазной и суммарной	$\pm 0,2$
мощности реактивной фазной и суммарной	$\pm 0,2$
мощности полной фазной и суммарной	$\pm 0,2$
коэффициента активной мощности	$\pm 0,2$
силы постоянного тока	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерения частоты при изменении температуры на каждые ± 10 °С от нормальной, Гц	$\pm 0,001$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения при изменении частоты в диапазоне от 45 до 55 Гц, от пределов допускаемой основной погрешности, %:	
силы переменного тока	$\pm 0,2$
напряжения переменного тока	$\pm 0,2$
мощности активной фазной и суммарной	$\pm 0,2$
мощности реактивной фазной и суммарной	$\pm 0,2$
мощности полной фазной и суммарной	$\pm 0,2$
коэффициента активной мощности	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения при изменении коэффициента активной мощности в диапазоне \pm (от 0,5 до 1), от пределов допускаемой основной погрешности, %:	
мощности активной фазной и суммарной	$\pm 0,2$

Наименование погрешности	Значение
мощности реактивной фазной и суммарной	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения при воздействии предельно допустимой повышенной влажности, от пределов допускаемой основной погрешности, %:	
напряжения переменного тока	$\pm 0,1$
силы переменного тока	$\pm 0,1$
мощности активной фазной и суммарной	$\pm 0,2$
мощности реактивной фазной и суммарной	$\pm 0,2$
мощности полной фазной и суммарной	$\pm 0,2$
коэффициента активной мощности	$\pm 0,2$
силы постоянного тока	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерения частоты при воздействии предельно допустимой влажности, Гц	$\pm 0,001$

2.2.7 Входы тока и напряжения ВОМП

2.2.7.1 Входы напряжения ВОМП гальванически связаны между собой. Входы тока ВОМП имеют гальваническую развязку от внутренних цепей с помощью промежуточных трансформаторов тока.

2.2.7.2 Рабочий диапазон измерения напряжения переменного тока составляет от 0,005 до 1,05 $U_{\text{ВОМП}}$. Рабочий диапазон измерения силы переменного тока составляет от 0,005 до 1,0 $I_{\text{ВОМП}}$.

2.2.7.3 Рабочий диапазон частоты составляет от 10 Гц до 0,1 МГц.

2.2.7.4 Цепи переменного тока длительно выдерживают 4 $I_{\text{ВОМП}}$ и 100 $I_{\text{ВОМП}}$ в течение 1 с.

2.2.7.5 Термическая стойкость цепей напряжения, подключаемых к обмоткам трансформатора напряжения, обеспечивается при напряжении 2,0 $U_{\text{ВОМП}}$ длительно и 2,5 $U_{\text{ВОМП}}$ – в течение 10 с.

2.2.7.6 Основная относительная погрешность измерения приведена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Погрешности измерения в цепях переменного тока и напряжения

Наименование характеристики	Частота переменного тока, Гц	Диапазон измерений	Значение по амплитуде, %, не более
Основная относительная погрешность измерения действующего значения напряжения переменного тока	50	(0,005–0,05) $U_{\text{ВОМП}}$	$\pm 1,5$
		(0,05–1,05) $U_{\text{ВОМП}}$	$\pm 0,5$
	10^3	(0,005–0,05) $U_{\text{ВОМП}}$	$\pm 1,5$
		(0,05–1,05) $U_{\text{ВОМП}}$	$\pm 0,5$
	10^4	(0,005–0,05) $U_{\text{ВОМП}}$	$\pm 1,6$
		(0,05–1,05) $U_{\text{ВОМП}}$	$\pm 0,6$
10^5	(0,005–0,05) $U_{\text{ВОМП}}$	± 15	
	(0,05–1,05) $U_{\text{ВОМП}}$	± 5	
Основная относительная погрешность измерения действующего значения силы переменного тока	50	(0,005–0,05) $I_{\text{ВОМП}}$	$\pm 1,5$
		(0,05–1,0) $I_{\text{ВОМП}}$	$\pm 0,5$
	10^3	(0,005–0,05) $I_{\text{ВОМП}}$	$\pm 1,5$
		(0,05–1,0) $I_{\text{ВОМП}}$	$\pm 0,5$
	10^4	(0,005–0,05) $I_{\text{ВОМП}}$	$\pm 2,1$
		(0,05–1,0) $I_{\text{ВОМП}}$	$\pm 0,7$
10^5	(0,005–0,05) $I_{\text{ВОМП}}$	± 30	
	(0,05–1,0) $I_{\text{ВОМП}}$	± 10	

2.2.7.7 Дополнительная относительная погрешность измерения силы и напряжения переменного тока при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до 1,1 $U_{пит}$ не превышает $\pm 1\%$ относительно измерения значений при номинальном напряжении оперативного тока.

2.2.7.8 Дополнительная относительная погрешность измерения силы и напряжения переменного тока при изменении температуры окружающей среды в диапазоне, указанном в 2.2.2.2, не превышает $\pm 5\%$ от пределов допускаемой основной погрешности.

2.2.7.9 Фазовая задержка измеренного напряжения переменного тока и переменного тока в диапазоне частот от 10 Гц до 0,1 МГц по отношению к поданному на терминал напряжению и току не превышает 0,75 мкс.

2.2.8 Входы тока и напряжения для целей РАС

2.2.8.1 Входы трансформаторного типа

2.2.8.1.1 Входы трансформаторного типа устройства имеют гальваническую развязку от внутренних цепей с помощью промежуточных трансформаторов тока и/или напряжения.

2.2.8.1.2 Диапазон действующих значений измерения силы переменного тока, регистрируемых с заданной разрешающей способностью:

- цепей ТТ1 номиналом 1 А и 5 А – от 0 до 40 $I_{ном}$.

2.2.8.1.3 Рабочий диапазон измерения силы переменного тока:

- цепей ТТ1 номиналом 1 А и 5 А – от 0,1 $I_{ном}$ до 40 $I_{ном}$.

2.2.8.1.4 Диапазон действующих значений измерения напряжения переменного тока, регистрируемых с заданной разрешающей способностью:

- цепей ТН1 номиналом 100 В – от 0 до 250 В.

2.2.8.1.5 Рабочий диапазон измерения напряжения переменного тока:

- цепей ТН1 номиналом 100 В – от 10 до 250 В.

2.2.8.1.6 Диапазон измерения основной частоты сети составляет от 20 до 75 Гц.

2.2.8.1.7 Устройства правильно функционируют при изменении частоты входных сигналов в диапазоне от 45 до 55 Гц.

2.2.8.1.8 Цепи переменного тока номиналом 1 А и 5 А длительно выдерживают 4 $I_{ном}$ и 100 $I_{ном}$ В течение 1 с.

2.2.8.1.9 Термическая стойкость цепей напряжения номиналом 100 В обеспечивается при напряжении 4,5 $U_{ном}$ длительно, 5,5 $U_{ном}$ в течение 10 с.

2.2.8.1.10 Погрешности измерения в цепях переменного тока и напряжения приведена в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Погрешности измерения в цепях переменного тока и напряжения

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Значение	
		по амплитуде, не более	по углу, градус, не более
Основная приведённая (к пределу измерения) погрешность измерения действующего значения силы переменного тока (трансформатор тока на номинальный входной ток 1 А или 5 А)	(0,1–40) $I_{ном}$	$\pm 1,0\%$	± 2
Основная приведённая (к пределу измерения) погрешность измерения действующего значения напряжения переменного тока с номинальным значением напряжения 100 В	(10–250) В	$\pm 0,5\%$	± 1
Абсолютная погрешность измерения частоты	(20–75) Гц	$\pm 0,01$ Гц	–

Наименование характеристики	Диапазон измерений	Значение	
		по амплитуде, не более	по углу, градус, не более
Дополнительная относительная погрешность измерения напряжения переменного тока при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до 1,1 $U_{пит}$ относительно измерения значений при номинальном напряжении оперативного тока	(10–250) В	±1 %	–

2.2.8.1.11 Дополнительная приведённая погрешность измерения силы и напряжения переменного тока при изменении температуры окружающей среды в диапазоне, указанном в 2.2.2.2, не превышает ±5 % от пределов допускаемой основной погрешности.

2.2.8.1.12 Дополнительная абсолютная погрешность измерения частоты при изменении температуры окружающей среды в диапазоне, указанном в 2.2.2.2, не превышает ±0,01 Гц.

2.2.8.1.13 Дополнительная погрешность измерения силы и напряжения переменного тока при изменении частоты в диапазоне от 0,9 до 1,1 $f_{ном}$ не превышает ±5 % от среднего значения.

2.2.8.1.14 Допустимая разрешающая способность при измерении напряжения переменного тока (в диапазоне показаний) не более 0,25 В, разрешающая способность по фазе не более 1° электрических.

2.2.8.1.15 Допустимая разрешающая способность при измерении силы переменного тока (в диапазоне показаний) не более: 0,01 А при $I_{ном} = 1$ А; 0,05 А при $I_{ном} = 5$ А; разрешающая способность по фазе не более 1° электрических.

2.2.8.2 Входы электронного типа

2.2.8.2.1 Входы электронного типа имеют гальваническую развязку от внутренних цепей с помощью электронных трансформаторов тока и/или напряжения.

2.2.8.2.2 Рабочий диапазон по цепям постоянного тока ТТЭ1 – от минус 20 до плюс 20 мА с номинальным значением силы постоянного тока 20 мА.

2.2.8.2.3 Рабочий диапазон по цепям постоянного напряжения ТНЭ1 – от минус 1000 до плюс 1000 В с номинальным значением постоянного напряжения 1000 В, по цепям переменного напряжения ТНЭ1 – от $50/\sqrt{2}$ до $1000/\sqrt{2}$ В (действующее значение) с номинальными значениями переменного напряжения $1000/\sqrt{2}$ В.

2.2.8.2.4 Рабочий диапазон по цепям постоянного напряжения ТНЭ2 – от минус 600 до плюс 600 В с номинальным значением постоянного напряжения 600 В, по цепям переменного напряжения ТНЭ2 – от $30/\sqrt{2}$ до $600/\sqrt{2}$ В (действующее значение) с номинальными значениями переменного напряжения $600/\sqrt{2}$ В.

2.2.8.2.5 Рабочий диапазон по цепям постоянного напряжения ТНЭ3 – от минус 330 до плюс 330 В с номинальным значением постоянного напряжения 330 В, по цепям переменного напряжения ТНЭ3 – от $15/\sqrt{2}$ до $330/\sqrt{2}$ В (действующее значение) с номинальными значениями переменного напряжения $330/\sqrt{2}$ В.

2.2.8.2.6 Рабочий диапазон по цепям постоянного напряжения ТНЭ4 – от минус 40 до плюс 40 В с номинальным значением постоянного напряжения 40 В и 24 В, по цепям переменного напряжения ТНЭ4 – от $0,5/\sqrt{2}$ до $40/\sqrt{2}$ В (действующее значение) с номинальными значениями переменного напряжения $40/\sqrt{2}$ В и $24/\sqrt{2}$ В.

2.2.8.2.7 Рабочий диапазон по цепям постоянного напряжения ТНЭ5 – от минус 3,5 до плюс 3,5 В с номинальным значением постоянного напряжения 3,5 В, по цепям переменного напряжения ТНЭ5 – от $0,05/\sqrt{2}$ до $3,5/\sqrt{2}$ В (действующее значение) с номинальными значениями переменного напряжения $3,5/\sqrt{2}$ В.

2.2.8.2.8 Рабочий диапазон по цепям постоянного напряжения ТНЭ6 – от минус 0,2 до плюс 0,2 В с номинальным значением постоянного напряжения 0,2 В, по цепям переменного

напряжения ТНЭ6 – от $0,005/\sqrt{2}$ до $0,2/\sqrt{2}$ В (действующее значение) с номинальными значениями переменного напряжения $0,2/\sqrt{2}$ В.

2.2.8.2.9 Основная приведенная погрешность измерения постоянного тока ТТЭ1 в рабочем диапазоне составляет не более $\pm 0,2$ %.

2.2.8.2.10 Основная приведенная (к номинальному значению) погрешность измерения переменного и постоянного напряжения ТНЭ1, ТНЭ2, ТНЭ3, ТНЭ4, ТНЭ5, ТНЭ6 в рабочем диапазоне составляет не более $\pm 0,5$ %.

2.2.8.2.11 Дополнительная приведенная погрешность измерения силы тока ТТЭ1 и напряжения ТНЭ1, ТНЭ2, ТНЭ3, ТНЭ4, ТНЭ5, ТНЭ6 при изменении температуры окружающей среды в диапазоне, указанном в 2.2.2.2, не превышает $\pm 2,5$ %.

2.2.8.2.12 Выходы электронного типа длительно выдерживают:

- по цепям постоянного и переменного напряжения ТНЭ1 – 1500 В (максимальное амплитудное значение);
- по цепям постоянного и переменного напряжения ТНЭ2 – 750 В (максимальное амплитудное значение);
- по цепям постоянного и переменного напряжения ТНЭ3 – 500 В (максимальное амплитудное значение);
- по цепям постоянного и переменного напряжения ТНЭ4 – 60 В (максимальное амплитудное значение);
- по цепям постоянного и переменного напряжения ТНЭ5 – 6 В (максимальное амплитудное значение);
- по цепям постоянного и переменного напряжения ТНЭ6 – 0,3 В (максимальное амплитудное значение);
- по цепям постоянного тока ТТЭ1 – 30 мА.

2.2.8.2.13 Допустимая разрешающая способность при измерении напряжения ТНЭ1, ТНЭ2, ТНЭ3 – не более 0,5 В, ТНЭ4 – не более 0,02 В, ТНЭ5 – не более 0,01 В и ТНЭ6 – не более 0,5 мВ.

2.2.8.2.14 Входное сопротивление цепей канала измерения напряжения ТНЭ1, ТНЭ2, ТНЭ3 составляет не менее 1 МОм.

2.2.8.2.15 Входное сопротивление цепей канала измерения напряжения ТНЭ4 составляет не менее 10 кОм.

2.2.8.2.16 Входное сопротивление цепей канала измерения напряжения ТНЭ5, ТНЭ6 составляет не менее 1 кОм.

2.2.9 Метрологические характеристики

2.2.9.1 Все аналоговые входы терминала имеют гальваническую развязку от внутренних цепей с помощью промежуточных трансформаторов тока и/или напряжения.

2.2.9.2 Метрологические характеристики для всех исполнений кроме TOP 300 PAC приведены в таблице 2.7.

2.2.9.2.1 Диапазон показаний действующих значений измерений напряжения переменного тока – от 0 до 250 В.

2.2.9.2.2 Диапазон показаний действующих значений измерений силы переменного тока от 0 до $60 \cdot I_{ном}$.

2.2.9.2.3 Диапазон показаний по цепям постоянного напряжения ЭТН1 – от минус 1000 до плюс 1000 В, по цепям переменного напряжения – от 0 до 1000 В (максимальное амплитудное значение) с номинальными значениями постоянного напряжения 1000, 600, 330 В.

2.2.9.2.4 Диапазон показаний по цепям постоянного напряжения ЭТН2 – от минус 40 до плюс 40 В, по цепям переменного напряжения – от 0 до 40 В (максимальное амплитудное значение) с номинальными значениями постоянного напряжения 40 В и 24 В.

2.2.9.2.5 Диапазон показаний по цепям постоянного напряжения ЭТН3 – от минус 3,5 до плюс 3,5 В, по цепям переменного напряжения – от 0 до 3,5 В (максимальное амплитудное значение) с номинальным значением постоянного напряжения 3,5 В.

2.2.9.2.6 Диапазон показаний по цепям постоянного напряжения ЭТН4 – от минус 0,2 до плюс 0,2 В, по цепям переменного напряжения – от 0 до 0,2 В (максимальное амплитудное значение) с номинальным значением постоянного напряжения 0,2 В.

2.2.9.2.7 Диапазон показаний по цепям постоянного тока ТТЭ3 – от минус 20 до плюс 20 мА.

Таблица 2.7 – Метрологические характеристики для всех исполнений кроме TOP 300 PAC

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений действующего значения линейного напряжения переменного тока, В	от 2,5 до 250
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений действующего значения линейного напряжения переменного тока при $f_{ном}$ по амплитуде, %, в поддиапазонах, В: от 2,5 до 20 не включ. от 20 до 120 включ. св. 120 до 250 включ.	$\pm 1,5$ $\pm 0,5$ $\pm 1,0$
Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений действующего значения линейного напряжения переменного тока при изменении температуры окружающей среды от минус 40 °С до плюс 15 °С не включ. и св. плюс 25 °С до плюс 55 °С включ., %	± 5
Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений действующего значения линейного напряжения переменного тока при изменении частоты сети в диапазоне от 47,5 до 50,0 Гц не включ. и св. 50,0 до 52,5 Гц включ., %	± 3
Диапазон измерений действующего значения силы переменного тока, А	от $0,04 I_{ном}$ до $60 \cdot I_{ном}$
Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерений действующего значения силы переменного тока при $f_{ном}$, % по амплитуде, в поддиапазонах: от $0,04 I_{ном}$ до $0,2 \cdot I_{ном}$ не включ. от $0,2 I_{ном}$ до $2,0 \cdot I_{ном}$ включ. св. $2,0 I_{ном}$ до $60 \cdot I_{ном}$ включ.	$\pm 2,5$ $\pm 0,5$ $\pm 1,0$
Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений действующего значения силы переменного тока при изменении температуры окружающей среды от минус 40 °С до плюс 15 °С не включ. и свыше плюс 25 °С до плюс 55 °С включ., %	± 5
Пределы допускаемой относительной дополнительной погрешности измерений действующего значения силы переменного тока при изменении частоты сети в диапазоне от 47,5 до 50,0 Гц не включ. и свыше 50,0 до 52,5 Гц включ., %	± 3
Диапазон измерений частоты сети, Гц	от 20 до 75
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений частоты сети, Гц	$\pm 0,01$
Пределы допускаемой абсолютной дополнительной погрешности измерений частоты сети при изменении температуры окружающей среды от минус 40 °С до плюс 15 °С не включ. и св. плюс 25 °С до плюс 55 °С включ., %	$\pm 0,01$

2.2.9.2.8 Допускаемая относительная дополнительная погрешность измерений линейного напряжения переменного тока при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до 1,1 $U_{пит}$ относительно измерения значений при номинальном напряжении оперативного тока не превышает $\pm 1\%$.

2.2.9.2.9 Допускаемая относительная основная погрешность измерений фазы линейного напряжения переменного тока при $f_{ном}$ в диапазоне измерений напряжения от 2,5 до 250 В не превышает $\pm 1^\circ$ электрических.

2.2.9.2.10 Термическая стойкость цепей напряжения обеспечивается при напряжении 4,5 $U_{ном}$ длительно и 5,5 $U_{ном}$ в течение 10 с.

2.2.9.2.11 Допускаемая относительная основная погрешность измерений фазы силы переменного тока при $f_{ном}$ не превышает в поддиапазонах:

- от 0,04 $I_{ном}$ до 0,2 $I_{ном}$ не включ. – $\pm 5^\circ$ электрических;
- от 0,2 $I_{ном}$ до 2,0 $I_{ном}$ включ. – $\pm 2^\circ$ электрических;
- св. 2,0 $I_{ном}$ до 60 $I_{ном}$ включ. – $\pm 1^\circ$ электрических.

2.2.9.2.12 Цепи переменного тока номиналом 1 А и 5 А длительно выдерживают 4 $I_{ном}$ и 100 $I_{ном}$ в течение 1 с.

2.2.9.2.13 Допускаемая приведенная (к диапазону измерения) основная погрешность измерений силы постоянного тока не превышает $\pm 0,2\%$.

2.2.9.2.14 Допускаемая приведенная (к диапазону измерения) дополнительная погрешность измерений силы постоянного тока при изменении температуры окружающей среды от минус 40 °С до плюс 15 °С не включ. и св. плюс 25 °С до плюс 55 °С включ. не превышает $\pm 2,5\%$.

2.2.9.2.15 Допускаемая приведенная (к номинальному значению) основная погрешность измерений напряжения постоянного тока не превышает $\pm 0,5\%$.

2.2.9.2.16 Допускаемая приведенная (к номинальному значению) дополнительная погрешность измерений напряжения постоянного тока при изменении температуры окружающей среды от минус 40 °С до плюс 15 °С не включ. и св. плюс 25 °С до плюс 55 °С включ. $\pm 2,5\%$.

2.2.9.3 Метрологические характеристики для исполнений TOP 300 PAC приведены в таблице 2.8.

2.2.9.3.1 Диапазон показаний действующих значений измерений напряжения переменного тока – от 0 до 250 В.

2.2.9.3.2 Диапазон показаний действующих значений измерений силы переменного тока от 0 до 40 $I_{ном}$.

2.2.9.3.3 Диапазон показаний по цепям постоянного напряжения ЭТН1 – от минус 1000 до плюс 1000 В, по цепям переменного напряжения – от 0 до 1000 В (максимальное амплитудное значение) с номинальными значениями постоянного напряжения 1000, 600, 330 В.

2.2.9.3.4 Диапазон показаний по цепям постоянного напряжения ЭТН2 – от минус 40 до плюс 40 В, по цепям переменного напряжения – от 0 до 40 В (максимальное амплитудное значение) с номинальными значениями постоянного напряжения 40 В и 24 В.

2.2.9.3.5 Диапазон показаний по цепям постоянного напряжения ЭТН3 – от минус 3,5 до плюс 3,5 В, по цепям переменного напряжения – от 0 до 3,5 В (максимальное амплитудное значение) с номинальным значением постоянного напряжения 3,5 В.

2.2.9.3.6 Диапазон показаний по цепям постоянного напряжения ЭТН4 – от минус 0,2 до плюс 0,2 В, по цепям переменного напряжения – от 0 до 0,2 В (максимальное амплитудное значение) с номинальным значением постоянного напряжения 0,2 В.

2.2.9.3.7 Диапазон показаний по цепям постоянного тока ТТЭЗ – от минус 20 до плюс 20 мА.

Таблица 2.8 – Метрологические характеристики для исполнений TOP 300 PAC

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений действующего значения линейного напряжения переменного тока, В	от 10 до 250

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) основной погрешности измерений действующего значения линейного напряжения переменного тока при $f_{\text{ном}}$, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) дополнительной погрешности измерений действующего значения линейного напряжения переменного тока при изменении температуры окружающей среды от минус 40 °С до плюс 15 °С не включ. и св. плюс 25 °С до плюс 55 °С включ., %	± 5
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) дополнительной погрешности измерений действующего значения линейного напряжения переменного тока при изменении частоты сети в диапазоне от 47,5 до 50,0 Гц не включ. и св. 50,0 до 52,5 Гц включ., %	± 3
Диапазон измерений действующего значения силы переменного тока, А	от $0,1 I_{\text{ном}}$ до $40 \cdot I_{\text{ном}}$
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) основной погрешности измерений действующего значения силы переменного тока при $f_{\text{ном}}$, %	$\pm 1,0$
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) дополнительной погрешности измерений действующего значения силы переменного тока при изменении температуры окружающей среды от минус 40 °С до плюс 15 °С не включ. и св. плюс 25 °С до плюс 55 °С включ., %	± 5
Пределы допускаемой приведенной (к диапазону измерений) дополнительной погрешности измерений действующего значения силы переменного тока при изменении частоты сети в диапазоне от 47,5 до 50,0 Гц не включ. и св. 50,0 до 52,5 Гц включ., %	± 3
Диапазон измерений частоты сети, Гц	от 20 до 75
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности измерений частоты сети, Гц	$\pm 0,01$
Пределы допускаемой абсолютной дополнительной погрешности измерений частоты сети при изменении температуры окружающей среды от минус 40 °С до плюс 15 °С не включ. и св. плюс 25 °С до плюс 55 °С включ., Гц	$\pm 0,01$
Номинальное значение напряжения постоянного тока, В	0,2; 3,5; 24; 40; 330; 600; 1000
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, В: для номинального напряжения 0,2 В для номинального напряжения 3,5 В для номинального напряжения 24 В для номинального напряжения 40 В для номинального напряжения 330 В для номинального напряжения 600 В для номинального напряжения 1000 В	от -0,2 до +0,2 от -3,5 до +3,5 от -24 до +24 от -40 до +40 от -330 до +330 от -600 до +600 от -1000 до +1000
Пределы допускаемой приведенной (к номинальному значению) основной погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	$\pm 0,5$

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой приведенной (к номинальному значению) дополнительной погрешности измерений напряжения постоянного тока при изменении температуры окружающей среды от минус 40 °С до плюс 15 °С не включ. и св. плюс 25 °С до плюс 55 °С включ., %	±2,5

2.2.9.3.8 Допускаемая приведенная (к диапазону измерений) дополнительная погрешность измерений действующего значения линейного напряжения переменного тока при изменении напряжения оперативного тока от 0,8 до 1,1 $U_{\text{пит}}$ относительно измерения значений при номинальном напряжении оперативного тока не превышает ±1 %.

2.2.9.3.9 Допускаемая приведенная (к диапазону измерений) основная погрешность измерений фазы линейного напряжения переменного тока при $f_{\text{ном}}$ не превышает ±1° электрических.

2.2.9.3.10 Допустимая разрешающая способность при измерении действующего значения линейного напряжения переменного тока (в диапазоне показаний) не более 0,25 В, разрешающая способность по фазе не более 1° электрических.

2.2.9.3.11 Допускаемая приведенная (к диапазону измерений) основная погрешность измерений фазы силы переменного тока при $f_{\text{ном}}$ не превышает ±2° электрических.

2.2.9.3.12 Термическая стойкость цепей напряжения обеспечивается при напряжении 450 В длительно, 550 В в течение 10 с.

2.2.9.3.13 Допустимая разрешающая способность при измерении действующего значения силы переменного тока (в диапазоне показаний) не более: 0,01 А при $I_{\text{ном}} = 1$ А; 0,05 А при $I_{\text{ном}} = 5$ А; разрешающая способность по фазе не более 1° электрических.

2.2.9.3.14 Цепи переменного тока номиналом 1 А и 5 А длительно выдерживают 4 $I_{\text{ном}}$ и 100 $I_{\text{ном}}$ в течение 1 с.

2.2.9.3.15 Допускаемая приведенная (к диапазону измерения) основная погрешность измерений силы постоянного тока не превышает ±0,2 %.

2.2.9.3.16 Допускаемая приведенная (к диапазону измерения) дополнительная погрешность измерений силы постоянного тока при изменении температуры окружающей среды от минус 40 °С до плюс 5 °С не включ. и св. плюс 25 °С до плюс 55 °С включ. не превышает ±2,5 %.

2.2.9.3.17 Допустимая разрешающая способность при измерении напряжения ЭТН1 – не более 0,5 В, ЭТН2 – не более 0,02 В, ЭТН3 – не более 0,01 В и ЭТН4 – не более 0,5 мВ.

2.2.9.3.18 Цепи постоянного напряжения ЭТН1 длительно выдерживают напряжение постоянного тока 1500 В, ЭТН2 – 60 В, ЭТН3 – 6 В и ЭТН4 – 0,3 мВ.

2.2.9.3.19 Входное сопротивление цепей канала измерения постоянного напряжения ЭТН1 составляет не менее 1 МОм.

2.2.9.3.20 Входное сопротивление цепей канала измерения постоянного напряжения ЭТН2 составляет не менее 10 кОм.

2.2.9.3.21 Входное сопротивление цепей канала измерения постоянного напряжения ЭТН3, ЭТН4 составляет не менее 1 кОм.

2.2.10 Характеристики дискретных входов

2.2.10.1 Входные дискретные цепи предназначены для работы на постоянном и переменном токе. Номинальное значение напряжения входных сигналов составляет 110 В или 220 В постоянного/переменного тока (определяется при заказе устройства).

2.2.10.2 При подаче номинального напряжения 220 (110) В величина импульса тока составляет не менее 40 мА (20 мА) в течение не менее 5 мс. В дальнейшем дискретный вход устройства с номинальным напряжением 110 В потребляет не более 3,0 мА, устройства с номинальным напряжением 220 В потребляет не более 4,0 мА.

2.2.10.3 Длительно допустимое напряжение дискретного входа составляет 250 В переменного тока и 300 В постоянного тока.

2.2.10.4 При номинальном постоянном напряжении оперативного тока 220 В напряжение срабатывания дискретного входа для целей РЗА и КП находится в пределах от 158 до 170 В, напряжение возврата в пределах от 154 до 132 В.

2.2.10.5 При номинальном постоянном напряжении оперативного тока 220 В напряжение срабатывания дискретного входа для целей РАС находится в пределах от 132 до 143 В, напряжение возврата в пределах от 99 до 121 В.

2.2.10.6 При номинальном постоянном напряжении оперативного тока 110 В напряжение срабатывания дискретного входа для целей РЗА и КП находится в пределах от 82 до 88 В, напряжение возврата в пределах от 70 до 80 В.

2.2.10.7 При номинальном постоянном напряжении оперативного тока 110 В напряжение срабатывания дискретного входа для целей РАС находится в пределах от 66 до 71,5 В, напряжение возврата в пределах от 49,5 до 60,5 В.

2.2.10.8 Каждый дискретный вход имеет аппаратную задержку на срабатывание от 3 до 5 мс в соответствии с СТО 56947007-29.120.70.241-2017. Также предусмотрена возможность задания дополнительных времен срабатывания и возврата каждого дискретного входа в диапазоне от 0 до 30 мс с шагом 1 мс с помощью сервисного ПО «МиКРА» в меню Конфигурация терминала/Дискретные входы-выходы/Конфигурация плат ввода-вывода (рисунок 2.1).

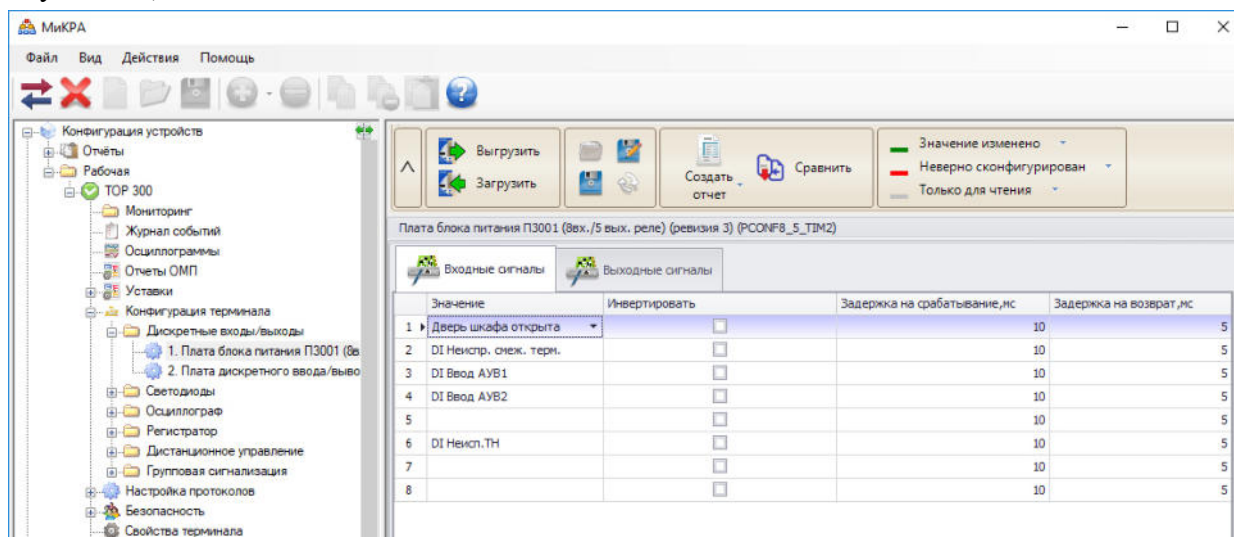


Рисунок 2.1 – Конфигурация времен срабатывания и возврата входных дискретных цепей

Примечание – По умолчанию на всех дискретных входах установлены задержки времени, равные 10 мс на срабатывание и 5 мс на возврат. При формировании сигнала отключения на устройствах АУВ (исчезновении сигнала «РПВ») без задержек, рекомендуется увеличить выдержку времени возврата дискретного входа терминала, на который сконфигурирован сигнал «РПВ», до 8 мс.

2.2.10.9 Дискретный вход устройства не срабатывает при подаче на него напряжения обратной полярности.

2.2.11 Характеристики дискретных выходов

2.2.11.1 Контакты выходных реле с увеличенным промежутком между контактами блока питания имеют коммутационную способность в цепях постоянного тока напряжением 220 В с индуктивной нагрузкой и постоянной времени 0,05 с при числе коммутаций не менее 2000:

- на замыкание 40 А длительностью 0,03 с, 30 А длительностью 0,2 с, 15 А длительностью 0,3 с, 10 А длительностью 1 с;
- на размыкание 0,25 А.

Максимальное коммутируемое напряжение постоянного тока – 250 В. Длительно допустимый ток – не более 10 А.

Допускается отключение токов не более 1 А напряжением не более 230 В постоянного тока, но не более 5 раз с интервалом не менее 1 мин между отключениями при резистивной нагрузке.

Собственные времена срабатывания/возврата реле составляют не более 10 мс.

Коммутационная износостойкость контактов – не менее 10 000 циклов при резистивной нагрузке.

Примечание – Схематическое изображение входов/выходов с указанием типа реле и обозначения контактов разъемов блока питания, блоков дискретного входа/выхода приведены в приложении В.

2.2.11.2 Коммутационная способность контактов двухпозиционного реле (реле фиксации команд включения/отключения) блока питания составляет 0,2 А при коммутации цепи постоянного тока напряжением 220 В с активно-индуктивной нагрузкой и постоянной времени 0,007 с.

Контакты допускают включение цепи с током до 3 А. Длительно допустимый ток – не более 2 А. Максимальное коммутируемое напряжение постоянного тока – 250 В.

Собственные времена срабатывания/возврата реле составляют не более 20 мс.

Коммутационная износостойкость контактов – не менее 50 000 циклов.

2.2.11.3 Контакты выходных сигнальных двухполюсных реле блока питания в цепях постоянного тока с активной нагрузкой имеют коммутационную способность 0,6 А при напряжении 220 В.

Контакты допускают включение цепи с током до 14 А в течение 4 с (при скважности 10 %). Максимальное коммутируемое напряжение постоянного тока – 250 В. Длительно допустимый ток – не более 8 А.

Собственные времена срабатывания/возврата составляют не более 9 мс.

Коммутационная износостойкость контактов – не менее 50 000 циклов при резистивной нагрузке.

2.2.11.4 Контакты выходных сигнальных реле блоков дискретного ввода/вывода Р3021 и Р3023, действующие во внешние цепи постоянного тока с индуктивной нагрузкой, с постоянной времени 0,02 с при напряжении до 250 В имеют коммутационную способность не менее 30 Вт и коммутационную износостойкость не менее 10000 циклов.

Контакты допускают прохождение минимального тока 5 мА при напряжении 24 В.

Контакты допускают включение цепи с током до 10 А. Длительно допустимый ток – не более 8 А.

Собственное время срабатывания составляет не более 10 мс, отпускания – 5 мс.

2.2.11.5 Контакты быстродействующих полупроводниковых реле блока Р3028 имеют коммутационную способность в цепях постоянного тока напряжением 220 В с резистивной нагрузкой при неограниченном числе коммутаций 40 А при длительности импульса тока не более 10 с. Максимальное коммутируемое напряжение постоянного тока – 418 В. Длительно допустимый ток – 2 А.

Допускается коммутация цепей переменного тока. Максимальное коммутируемое напряжение переменного тока – 295 В. Допустимый кратковременный переменный ток при длительности импульса 10 с – 28 А. Длительно допустимый переменный ток – 2 А.

Времена срабатывания и отпускания не превышают 70 мкс.

2.2.11.6 Для коммутации токов, превышающих коммутационную способность выходных реле необходимо использовать промежуточные реле. Промежуточное реле используется также при необходимости одновременной коммутации нескольких независимых цепей, то есть для размножения контактов. Выбор реле необходимо производить, исходя из результирующего времени срабатывания. При использовании промежуточных реле следует применять искрогасящий контур, который состоит из резистора и диода, включенных параллельно катушке промежуточного реле. Пример подключения приведен на рисунке 2.2.

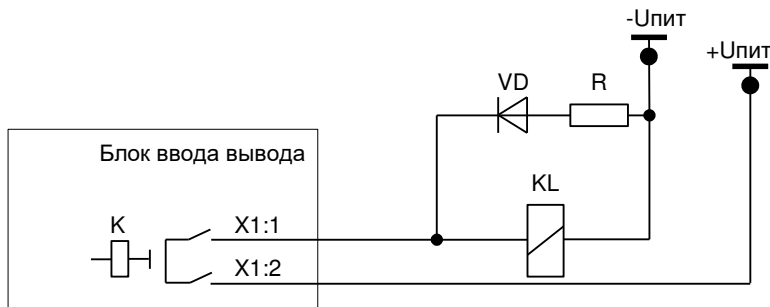


Рисунок 2.2 – Пример подключения промежуточного реле

Сопротивление резистора в искрогасящей цепочке выбирается из условия

$$R = 0,1 R_{KL},$$

где R_{KL} – активное сопротивление катушки промежуточного реле, Ом.

Мощность выбирается при условии кратковременного протекания тока (не менее 2 Вт).

Диод должен иметь параметры с тройным запасом по току и обратному напряжению

$$I_{VD} = 3 U_{пит}/R; U_{VD} = 3 U_{пит},$$

где I_{VD} – постоянный ток, протекающий через диод в прямом направлении, А;

U_{VD} – постоянное напряжение, приложенное к диоду в обратном направлении, В.

2.2.12 Электромагнитная совместимость

2.2.12.1 Устройства сохраняют работоспособность и функционирование без ухудшения качества выполняемых функций при воздействии следующих помех.

2.2.12.2 Устройства устойчивы к воздействию электростатического разряда (степень жёсткости – 3, критерий качества функционирования – В) с испытательным напряжением импульса разрядного тока по ГОСТ 30804.4.2-2013:

- контактный разряд..... 6 кВ, 150 пФ;
- воздушный разряд 8 кВ, 150 пФ.

2.2.12.3 Устройства устойчивы к воздействию радиочастотного электромагнитного поля напряженностью 10 В/м в полосе частот (80–6000) МГц (степень жёсткости – 3, критерий качества функционирования – А) по ГОСТ 30804.4.3-2013.

2.2.12.4 Устройства устойчивы к воздействию магнитного поля промышленной частоты напряженностью 100 А/м – непрерывное магнитное поле; 1000 А/м – кратковременное магнитное поле (степень жёсткости – 5, критерий качества функционирования – А) по ГОСТ Р 50648-94.

2.2.12.5 Устройства устойчивы к воздействию импульсного магнитного поля с напряженностью 1000 А/м (степень жёсткости – 5, критерий качества функционирования – А) по ГОСТ 30336-95, возникающего в результате молниевых разрядов или КЗ в первичной сети.

2.2.12.6 Устройства устойчивы к воздействию затухающего колебательного магнитного поля напряженностью 100 А/м (степень жёсткости – 5, критерий качества функционирования – А) по ГОСТ Р 50652-94.

2.2.12.7 Устройства устойчивы к наносекундным импульсным помехам (степень жёсткости – 4, критерий качества функционирования – А) с амплитудой испытательных импульсов 4 кВ, длительностью фронта/длительностью импульса 5/50 нс по ГОСТ 30804.4.4-2013.

2.2.12.8 Устройства устойчивы к микросекундным импульсным помехам большой энергии – импульсы напряжения/тока длительностью 1/50 мкс и 6,4/16 мкс по ГОСТ Р 51317.4.5-99 (критерий качества функционирования – А). Амплитуда напряжения испытательного импульса составляет по схеме «провод-земля» 4 кВ, по схеме «провод-провод» – 2 кВ.

2.2.12.9 Устройства устойчивы к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями с уровнем напряжения 10 В по ГОСТ Р 51317.4.6-99 (степень жёсткости – 3, критерий качества функционирования – А).

2.2.12.10 Устройства устойчивы к динамическим изменениям напряжения электропитания в виде провалов напряжения питания, кратковременных перерывов и несимметрии питающего напряжения по ГОСТ 30804.4.11-2013 (критерий качества

функционирования – А). Значение изменения напряжения составляет не менее $0,2 U_{\text{пит}}$ при длительности провала 5000 мс; не менее $0,3 U_{\text{пит}}$ при 500 мс; не менее $0,6 U_{\text{пит}}$ при 200 мс; не менее $U_{\text{пит}}$ при 20 мс; длительность перерывов напряжения не менее 500 мс.

2.2.12.11 Устройства устойчивы к воздействию одиночных по ГОСТ ИЕС 61000-4-12-2016 и повторяющихся колебательных затухающих помех по ГОСТ ИЕС 61000-4-18-2016 (критерий качества функционирования – А). Амплитуда напряжения испытательного импульса одиночных колебательных помех (степень жёсткости – 4) по схеме «провод-земля» составляет 4 кВ, по схеме «провод-провод» – 2 кВ, повторяющихся колебательных помех (степень жёсткости – 3) по схеме «провод-земля» составляет 2,5 кВ, по схеме «провод-провод» – 1 кВ.

2.2.12.12 Устройства устойчивы к кондуктивным помехам при частоте 50 Гц с уровнем напряжения 30 В длительно и 100 В кратковременно в течение 1 с (степень жесткости – 4, критерий качества функционирования – А) по ГОСТ Р 51317.4.16-2000.

2.2.12.13 Устройства устойчивы к воздействию гармонической составляющей напряжения питания с амплитудой до 12 % (класс электромагнитной обстановки – 3, критерий качества функционирования – А) по ГОСТ 30804.4.13-2013.

2.2.12.14 Устройства устойчивы к воздействию ступенчатых изменений напряжения питания в пределах $\pm 20\%$ от номинального напряжения питания (степень жесткости – специальная, критерий качества функционирования – А) по ГОСТ Р 51317.4.14-2000.

2.2.12.15 Устройства устойчивы к воздействию пульсаций напряжения питания в пределах $\pm 10\%$ от номинального напряжения питания (степень жесткости – 3, критерий качества функционирования – А) по ГОСТ Р 51317.4.17-2000.

2.2.12.16 Устройства устойчивы к изменению частоты напряжения питания в пределах $\pm 15\%$ от номинальной частоты (степень жесткости – 4, критерий качества функционирования – А) по ГОСТ Р 51317.4.28-2000.

2.2.12.17 Устройства устойчивы к динамическим изменениям напряжения электропитания постоянного тока в виде провалов напряжения питания, кратковременных перерывов по ГОСТ ИЕС 61000-4-29-2016. Значение изменения напряжения составляет не менее $0,3 U_{\text{пит}}$ при длительности провала 1000 мс; не менее $0,6 U_{\text{пит}}$ при длительности провала 100 мс; длительность перерывов напряжения не менее 500 мс.

2.2.12.18 Напряжения промышленных радиопомех, создаваемые устройством, (класс А) в цепи питания соответствуют значениям указанным по ГОСТ 30805.22-2013.

2.2.13 Надежность

2.2.13.1 Надёжность функционирования устройства обеспечивается программно-аппаратными методами с использованием необходимых методов резервирования выполняемых функций. Устройство постоянно производит самодиагностику аппаратной и программной части, контролируя предусмотренные при этом параметры. При выявлении устойчивой неисправности терминал формирует сигнал неисправности с указанием причины.

2.2.13.2 Средняя наработка на отказ составляет не менее 125 000 ч.

2.2.13.3 Среднее время восстановления работоспособного состояния устройства при наличии полного комплекта запасных блоков составляет не более 0,5 ч с учетом времени нахождения неисправности.

2.2.13.4 Срок службы устройства составляет не менее 25 лет при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию с заменой при необходимости, материалов и комплектующих, имеющих меньший срок службы.

2.2.13.5 Средний срок службы блоков до капитального ремонта составляет не менее 10 лет.

2.2.13.6 Вероятность отказа в срабатывании за год составляет не более $3 \cdot 10^{-4}$.

2.2.13.7 Параметр потока ложных срабатываний составляет не более 10^{-6} ч.

2.3 Состав изделия

2.3.1 Конструктивное исполнение

2.3.1.1 Конструктивно терминал представляет собой металлический корпус (стандартную еврокассету) с лицевой и задней панелью, внутрь которого устанавливаются различные блоки. В зависимости от количества устанавливаемых в кассете блоков она имеет четыре габарита. В зависимости от предполагаемого места установки предусмотрены два исполнения с различными способами монтажа: утопленный и навесной.

Утопленный монтаж применяется при размещении терминала на двери или в отверстии монтажной плиты релейного шкафа с задним подсоединением проводников вторичных цепей.

Навесной монтаж терминала с задним подсоединением проводников (с применением монтажного комплекта) применяется при размещении на стене или монтажной плите без монтажного отверстия. Для доступа к разъёмам необходимо повернуть терминал на 90°.

Навесной монтаж терминала с передним подсоединением проводников (без блока индикации) также применяется при размещении на стене или монтажной плите без монтажного отверстия. Выносной пульт при этом размещается на двери релейного шкафа или в любом удобном месте и подключается к терминалу при помощи комплектного кабеля.

Терминалы в зависимости от исполнения могут иметь конструктив 1/4, 1/2, 3/4, 1/1. В зависимости от конструктива терминалы имеют различный набор блоков:

- для конструктива 1/4: один блок трансформаторов и один блок дискретных входов/выходов;
- для конструктива 1/2: до двух блоков трансформаторов и до четырех блоков дискретных входов/выходов;
- для конструктива 3/4: до двух блоков трансформаторов и до шести блоков дискретных входов/выходов;
- для конструктива 1/1: до четырех блоков трансформаторов и до 11 блоков дискретных входов/выходов.

Общий вид терминалов приведен в приложении Б.

Габаритно-установочные размеры, масса, внешний вид терминала и расположение элементов управления на лицевой панели приведены в приложении Б. Обозначение клемм подключения и портов связи на задней панели приведены в АИПБ.656122.011-XXX.XX РЭ3.

2.3.1.2 В состав терминала входят следующие блоки:

- блок питания;
- блок(и) трансформаторов;
- блок(и) дискретного ввода/вывода;
- блок логики;
- блок индикации;
- блок ВОМП;
- блок объединительный.

В зависимости от защищаемого объекта в кассету вставляются различные блоки, тип и количество которых зависит от типоразмера терминала. Электрическое соединение между блоками производится с помощью объединительной кросс-платы (блока объединительного).

2.3.1.3 На лицевой панели располагаются:

- светодиодные индикаторы;
- индикатор с алфавитно-цифровой или графической индикацией;
- кнопки управления;
- разъём порта USB.

Количество и наличие светодиодов, кнопок управления зависит от типоразмера применяемого блока индикации.

2.3.1.4 На задней панели устройства располагаются клеммные колодки для подключения к измерительным цепям, разъемные соединения для подключения к цепям питания, сигнальным цепям, а также разъемы портов связи с АСУ ТП и болт (винт) с маркировкой по ГОСТ 21130-75 для заземления устройства.

Клеммные колодки обеспечивают присоединение под винт одного или двух одинаковых проводников сечением не более 3 мм² и не менее 0,5 мм² каждый.

Разъемные соединения обеспечивают присоединение под винт одного жесткого (гибкого) проводника сечением не более 2,5 мм², двух одинаковых проводников сечением не более 1 мм² (для жесткого проводника), не более 1,5 мм² (для гибкого проводника) и не менее 0,5 мм² каждый.

Контактные соединения терминала соответствуют классу 2 по ГОСТ 10434-82.

2.3.1.5 Конструкция терминала обеспечивает воздушные зазоры и длину пути утечки между контактными выводами терминала и корпусом не менее 3 мм по воздуху и 4 мм по поверхности.

2.3.1.6 В соответствии с ГОСТ ИЕС 61439-1-2013 в терминале должна обеспечиваться непрерывность цепи защитного заземления. При этом электрическое сопротивление, измеренное между винтом для заземления терминала и любой заземляемой металлической частью, не должно превышать 0,1 Ом.

2.3.1.7 Содержание драгоценных металлов в диодах, микросхемах и в других комплектующих изделиях соответствует указанным значениям в технической документации их предприятий-изготовителей.

2.3.2 Комплектность

2.3.2.1 В комплект поставки входят:

- устройство (типоисполнение в соответствии с картой заказа) – 1 шт.;
- кабель USB 2.0 A-B – 1 шт.;
- комплект соединителей для подключения к устройству цепей вторичной коммутации (в соответствии с паспортом);
- комплект крепежа – 1 комплект;
- комплект эксплуатационной документации;
- носитель электронной информации с сервисным ПО и лицензией на ПО и комплектом документации – 1 комплект на партию, если иное не оговорено в заказе;
- разрешительная документация (сертификат/декларация о соответствии ТР ТС 004/2011 и ТР ТС 020/2011);
- протокол заводских (приемо-сдаточных) испытаний (по требованиям заказчика).

Комплект эксплуатационной документации должен включать:

- паспорт на терминал (бумажный) – 1 шт.;
- комплект руководств по эксплуатации на терминал (pdf) – 1 комплект;
- бланк уставок (doc) – 1 шт.;
- рекомендации по расчету уставок (pdf, по запросу) – 1 шт.;
- схему функциональную логическую (pdf) – 1 шт.;
- руководство пользователя на сервисное ПО (pdf) – 1 шт. на партию, если иное не оговорено в заказе;
- инструкцию по обновлению ПО (pdf) – 1 шт.

2.3.2.2 Комплектность терминала как средство измерения приведена в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Комплектность терминала как средство измерения

Наименование	Обозначение	Кол-во
Терминал защиты и автоматики	TOP 300	1 шт.
Выносной пульт управления ¹⁾	–	1 шт.
Кабель	USB 2.0 A-B	1 шт.

Наименование	Обозначение	Кол-во
Устройство защиты портов Eth-T РГ 5	–	1 шт. ²⁾
Комплект соединителей для подключения к устройству цепей вторичной коммутации	–	1 комплект
Комплект крепежа	–	1 комплект
Комплект эксплуатационной документации ³⁾ : - паспорт - руководства по эксплуатации	АИПБ.656122.011 ПС АИПБ.656122.011 РЭ1 АИПБ.656122.011-XXX РЭ2 АИПБ.656122.011-XXX.XX РЭ3	1 экз. 1 комплект
Методика поверки	–	1 экз.
Носитель электронной информации с сервисным ПО и лицензией на ПО и комплектом документации	–	1 шт.
¹⁾ Только для терминалов с передним подсоединением. ²⁾ Количество определяется в соответствии с картой заказа. ³⁾ Символ «X» в обозначениях руководств по эксплуатации принимает значения от 0 до 9.		

2.4 Устройство и работа

2.4.1 Устройство и работа составных частей

2.4.1.1 Терминал выполнен в виде программируемого логического контроллера, имеющего в качестве ядра блок логики, который обеспечивает взаимодействие между всеми входящими в состав терминала блоками.

2.4.1.2 Блок питания

Блок питания работает как от источника переменного, так и от источника постоянного тока. Оперативное питание терминала осуществляется через контакты X2:1, X2:2 блока питания. Кроме того, блок содержит восемь дискретных входов и пять выходных реле, выведенных на разъемы X2 и X1 соответственно. «Дискретный вход №8» (контакты X2:17, X2:18) реализован как вход синхронизации (1PPS). Входы и выходы блока питания схематично представлены в приложении В (рисунок В.1 а).

Примечание – «Дискретный вход №8» **запрещается использовать** как обычный дискретный вход.

В блоке питания установлены пять выходных реле:

- два реле с увеличенным промежутком между контактами (реле 1.1, реле 1.2);
- одно бистабильное (двухпозиционное) реле (реле 1.3 – реле фиксации команд или РФК), которое фиксирует последнюю поданную команду управления выключателем (положение выключателя) и сохраняет информацию при отсутствии управления и питания;
- два сигнальных двухполюсных реле с переключаемыми контактами (реле 1.4, реле «Неиспр.»). Реле «Неиспр.» – управляется внутренним сигналом с блока логики. Оно находится в сработанном (подтянутом) состоянии при поданном напряжении питания и нормальной работе терминала. Реле возвращается в обесточенное состояние (отпускается) при появлении устойчивой неисправности в терминале, выявленной системой самодиагностики, либо при пропадании питания терминала.

Примечание – Характеристики цепей оперативного тока приведены в 2.2.4, дискретных входов в 2.2.10, выходных реле в 2.2.11.

2.4.1.3 Блок дискретного ввода/вывода

Блок дискретного ввода/вывода имеет четыре исполнения и предназначен:

- a) для приема 12 и выдачи 12 дискретных сигналов (рисунок В.1 б);
- b) для приема 9 и выдачи 12 дискретных сигналов (рисунок В.1 в);
- c) для приема 24 дискретных сигналов (рисунок В.1 г);
- d) для выдачи 5 дискретных сигналов (рисунок В.1 д);
- e) для приема 12 и выдачи 6 дискретных сигналов (рисунок В.1 е);
- f) для приема 8 и выдачи 12 дискретных сигналов (рисунок В.1 ж);
- g) для приема 16 дискретных сигналов (рисунок В.1 з);
- h) для выдачи 24 дискретных сигналов (рисунок В.1 и).

Каналы дискретных входов в зависимости от исполнения разбиты:

- на две гальванически развязанные группы по шесть каналов с одной общей точкой (рисунок В.1 б, е);
- на четыре гальванически развязанные группы по два канала с одной общей точкой и одну группу с одним каналом (рисунок В.1 в);
- на восемь каналов и одну группу с 16 каналами с двумя общими точками (рисунок В.1 г);
- на восемь групп с одним каналом (рисунок В.1 ж);
- на 16 групп с одним каналом (рисунок В.1 з).

Каждый канал предназначен для приема одного или выдачи одного дискретного сигнала.

Дискретные входы и выходы выведены на разъемы X3-X24, ХТ7.

Примечание – Характеристики дискретных входов приведены в 2.2.10, выходных реле – в 2.2.11.

Количество блоков дискретного ввода/вывода в терминале зависит от его типоразмера, конструктив 1/4 может содержать один блок, 1/2 – четыре блока, 3/4 – шесть блоков, 1/1 – 11 блоков.

2.4.1.4 Блок трансформаторов

Блок трансформаторов может содержать до 12 промежуточных трансформаторов тока и напряжения, цепи которых выведены соответственно на разъемы ХА1-ХА12. Терминал в зависимости от типоразмера может содержать до 48 промежуточных трансформаторов тока и напряжения в различных комбинациях.

Входы трансформаторного типа выведены на разъемы устройства для подключения к измерительным цепям тока с номинальным значением 1; 5; 0,2 А, к измерительным цепям напряжения с номинальным значением 20; 100; 220 В (с номинальным значением 1; 5 А, к измерительным цепям напряжения с номинальным значением 100 В – для терминала как средство измерения).

Блок трансформаторов в зависимости от типоразмера может содержать контроль напряжения на стороне присоединения одним из двух способов: токовый аналоговый вход ТТ2 для ШОН и вход напряжения (U_f или U_ϕ) для измерительного трансформатора напряжения. Номинальный ток входа ТТ2 для ШОН – 150 мА. Для подключения к трансформатору напряжения присоединения может использоваться включение входа ТТ2 для ШОН через шунтовой резистор.

Цепи электронных трансформаторов тока и напряжения выведены на разъемы устройства для подключения соответственно к измерительным цепям тока и напряжения с рабочим диапазоном по 2.2.5.2, 2.2.6 (по таблице 2.7 – терминала как средство измерения).

Количество блоков трансформаторов в терминале зависит от его типоразмера. Конструктив 1/4 может содержать один блок, 1/2 и 3/4 – два блока, 1/1 – два или четыре блока.

Примечание – Характеристики цепей переменного тока и напряжения приведены в 2.2.5, 2.2.6, цепей постоянного тока и напряжения в 2.2.5.2, 2.2.6 (характеристики цепей переменного тока и напряжения, цепей постоянного тока и напряжения терминала как средство измерения приведены в 2.2.9).

В терминалах, устанавливаемых на цифровых подстанциях и принимающих аналоговые измерения в цифровой форме с использованием стандарта IEC 61850-9-2 или IEC 61869-9, блок трансформаторов не устанавливается. Аналоговые измерения принимаются по портам Ethernet, подключенных к шине процесса (2.4.5).

2.4.1.5 Блок логики

Блок логики является центральным блоком и содержит:

- центральный процессор;
- сигнальный процессор;
- оперативную память;
- постоянную память;
- часы реального времени;
- аналого-цифровой преобразователь (максимальное число обрабатываемых аналоговых сигналов – 48 (при использовании блока расширения аналогового));
- порты связи согласно 2.4.1.8.

Блок логики предназначен для сбора и окончательной обработки данных аналоговых и дискретных сигналов, выдачи управляющих воздействий на выходные реле и другие устройства посредством цифровых каналов связи. К функциям блока также относится ведение учета текущего времени, синхронизация с источником глобального времени, запись и хранение осциллограмм аварийных режимов, работа с ИЧМ, самодиагностика всего терминала с принятием решения о выводе из работы, обеспечение информационного обмена с АСУ ТП.

В энергонезависимой внутренней памяти хранятся программы защиты, уставки, конфигурация устройства, осциллограммы и события, данные самодиагностики, информация о текущем состоянии режима управления (местное/дистанционное), состояние программного

ключа режима управления. Хранение данных в энергонезависимой памяти осуществляется в течении всего срока службы устройства независимо от наличия напряжения питания.

По часам реального времени фиксируется время регистрируемых событий. Точность часов реального времени составляет $\pm 0,3$ с в сутки при температуре от минус 40 °С до плюс 55 °С. При отключении питания в блоке логики для питания часов используется резервный источник.

2.4.1.6 Блок индикации

Таблица 2.10 – Состав кнопок управления и светодиодов

Конструктив	Количество светодиодов (без учета на кнопках)	Кнопки управления ИЧМ, кнопка СБРОС	Кнопки управления коммутационными аппаратами (I, МЕСТ/ДИСТ, O)	Количество кнопок управления программными ключами (K1, K2 ... K50) ²⁾
1/4	19 ¹⁾	+	–	6
1/2	27 или 35 ¹⁾	+	+	13 или 16 ¹⁾
3/4	51 ¹⁾	+	+	36
1/1	83 ¹⁾	+	+	50

¹⁾ Определяется аппаратным типом исполнения. Из них три светодиода используются для индикации состояния терминала, остальные – для индикации состояния защиты, фиксируемого в энергонезависимых ячейках памяти и сохраняющегося при исчезновении питания терминала.

²⁾ Каждая кнопка управления программным ключом имеет индикацию его внутреннего состояния.

Блок индикации содержит светодиоды, индикатор, кнопки управления и порт связи USB, которые располагаются на лицевой панели терминала (рисунок Б.14) и образуют ИЧМ.

Дисплей индикатора имеет два исполнения:

- алфавитно-цифровой, содержащий шесть строк по 21 символу;
- графический, имеющий возможность отображения мнемосхемы.

Количество светодиодов, наличие и количество кнопок зависит от конструктива терминала и приведено в таблице 2.10.

Назначение кнопок управления приведено в 3.5.2.

Порт связи USB описан в 2.4.1.8.2.

2.4.1.7 Блок ВОМП

Блок ВОМП содержит по три собственных датчика напряжения и три собственных промежуточных трансформатора тока, выведенных на разъёмы ХА30 и ХА31 соответственно.

Входы тока ВОМП (ХА31) могут быть подключены к одному из следующих типов ИП:

- трансформаторы тока электромагнитного типа с номинальным значением тока 1 А или 5 А (промежуточные трансформаторы тока рассчитаны на оба номинала);
- высокочастотные датчики напряжения или тока с выходами токового типа.

Входы напряжения ВОМП (ХА30) могут быть подключены к одному из следующих типов ИП:

- трансформаторы напряжения электромагнитного типа с номинальным значением напряжения 100 В;
- высокочастотные датчики напряжения или тока с выходами потенциального типа;
- высокочастотные присоединения к ЛЭП.

Собственные датчики напряжения ВОМП собраны в схему «звезда с нулем» внутри терминала, «ноль» соединен с заземлением терминала. Должна применяться специальная схема подключения напряжений без подключения нулевого проводника. На клеммы ХА30:1–ХА30:3 заводятся фазные напряжения, клемма ХА30:4 заземляется. На рисунке 2.3 показан пример соединения вторичных обмоток ИТН в «звезду» с заземлением фазы В. Схема подключения цепей напряжения к входу ХА30 останется такой же при заземлении других фаз или нейтральной точки «звезды» ИТН. Допускается соединение обмоток ИТН в «треугольник».

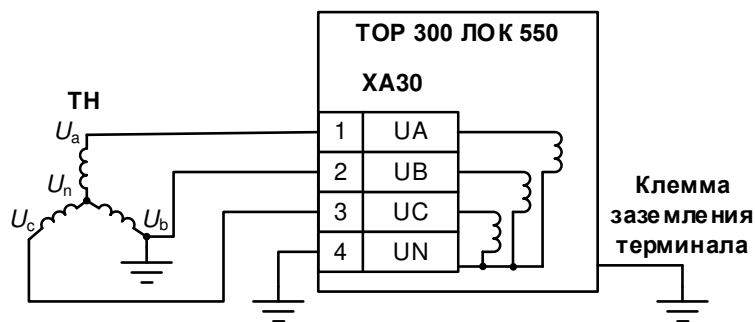


Рисунок 2.3 – Схема подключения ИТН к датчикам напряжения ВОМП

Характеристики цепей переменного тока и напряжения приведены в 2.2.7.

2.4.1.7.1 Разъем для подключения антенны GPS/ГЛОНАСС

Блок ВОМП имеет встроенный источник глобального времени, синхронизируемый от систем GPS/ГЛОНАСС. Разъем **XW1** используется для подключения антенны. Технические характеристики блока синхронизации и антенны GPS/ГЛОНАСС приведены в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Технические характеристика блока синхронизации и антенны GPS/ГЛОНАСС

Параметр	Значение
Тип разъема XW1	SMA-F
Тип разъема на кабеле со стороны терминала	SMA-M
Тип разъема на кабеле со стороны антенны	TNC-M
Тип разъема на антенне	TNC-F
Тип кабеля	RG-58
Максимальная длина кабеля антенны, м	50
Точность синхронизации времени, нс	±300

Антенна должна быть установлена на открытом пространстве с наилучшим радиусом обзора неба. Предпочтительна установка на крыше здания. При отсутствии возможности установки на крышу следует установить антенну на южную сторону здания. Угол перекрытия обзора неба относительно горизонта не должен превышать 10°. Перед монтажом антенны рекомендуется предварительно включить терминал с антенной, расположить антенну в месте предполагаемой установки и удостовериться в наличии синхронизации времени блока ВОМП (3.5.11).

В комплект поставки терминала с функцией ВОМП входит комплект оборудования, включающий антенну GPS/ГЛОНАСС, соединительный кабель, кронштейн для наружной установки антенны и комплект крепежа. Одна антенна используется только одним терминалом.

2.4.1.7.2 Порт связи

Порт связи с интерфейсом Ethernet 100 Base-T (разъем **XT20**) предназначен для обмена данными с другими терминалами с функцией ВОМП. Технические данные порта приведены в 2.4.1.8.4.1.

Настройка порта связи блока ВОМП выполняется с помощью ПО «МиКРА» в разделе Свойства терминала/ВОМП/Ethernet.

2.4.1.8 Информационные порты

2.4.1.8.1 Перечень поддерживаемых в терминале интерфейсов связи приведен в 2.4.3.

2.4.1.8.2 На передней панели находится порт связи с USB (изолированный), который предназначен для подключения компьютера через стандартный кабель USB 2.0 A-B. Через этот порт осуществляется конфигурирование и параметрирование устройства, а также обновление ПО устройства.

Примечание – Для подключения терминала по переднему порту требуется драйвер CP2102N USB to UART Bridge Controller.

2.4.1.8.3 На задней панели терминала имеются порты связи (RS-485 или ВОЛС, Ethernet), предназначенные для подключения устройства в АСУ ТП. Через эти порты связи также можно осуществлять конфигурирование и параметрирование устройства, а через порты Ethernet также можно осуществлять обновление ПО. Физические интерфейсы портов связи, их количество, тип определяются в карте заказа на конкретный проект.

На задней панели могут располагаться специфические порты связи, предназначенные для использования в некоторых защитах:

- два порта ВОЛС (ДЗЛ), выведенные на разъем **ХТ3**, предназначенные для дистанционной передачи данных по цифровому оптическому каналу связи (к примеру, для продольной дифференциальной токовой защиты линии);
- ВЧ-порт связи для работы с высокочастотными приемопередатчиками (**ХТ3**) разного типа, используемых в различных защитах (к примеру, в высокочастотной ДФЗ, НВЧЗ и защитах с ВЧ-блокировкой).

В таблице 2.12 приведены варианты выполнения интерфейса портов связи.

Таблица 2.12 – Обозначения разъемов на задней панели

Обозначение разъема на задней панели	Исполнение интерфейса
ХТ1	Ethernet 100 Base-T/ Ethernet 100 Base-F*
ХТ2	Ethernet 100 Base-T/ Ethernet 100 Base-F*
ХТ3	ВЧ-порт (ДФЗ, НВЧЗ, НВЧБ)/ ВОЛС (ДЗЛ SS, ДЗЛ SM, ДЗЛ MM, ДЗЛ WDM)/RS-485**
ХТ4	RS-485/ВОЛС (АСУ)/ Ethernet 100 Base-T/ Ethernet 100 Base-F*
ХТ5	RS-485/ВОЛС (АСУ)/ Ethernet 100 Base-T/ Ethernet 100 Base-F*
ХТ6, ХТ11	Ethernet 100 Base-T* (2.4.4.2.1)
ХТ20	Ethernet 100 Base-T* (2.4.1.7.2)
ХТ7, ХТ8, ХТ9, ХТ10	Ethernet 100 Base-T/ Ethernet 100 Base-F* (2.4.4.2.1)
*Наличие определяется картой заказа и применяемым типом исполнением.	
** Одновременная установка портов RS-485 в ХТ3 и ХТ4/ХТ5 не допускается.	

Скорость передачи интерфейсов связи:

- 100 Base-T Ethernet и 100 Base-F Ethernet до 100 Мбит/с;
- RS-485 и ВОЛС (АСУ) до 0,2 Мбит/с;
- ВОЛС (ДЗЛ) – 2,048 Мбит/с.

Обозначения разъемов портов связи приведены в приложении Г.

2.4.1.8.4 Назначение и технические данные портов

2.4.1.8.4.1 Порт с интерфейсом Ethernet 100 Base-T

Исполнение порта с интерфейсом Ethernet 100 Base-T используется для подключения терминала в локальную вычислительную сеть предприятия по линии связи на основе витой пары (рисунок Г.1 а). Технические данные порта приведены в таблице 2.13, назначение контактов разъема приведено в таблице 2.14.

Таблица 2.13 – Технические данные порта

Параметр	Значение
Тип разъема	RJ45
Максимальное расстояние передачи	До 100 м

Таблица 2.14 – Назначение контактов разъема

Контакт	Сигнал	Назначение
1	Передача + (TX+)	Передача положительного сигнала терминалом
2	Передача – (TX-)	Передача отрицательного сигнала терминалом
3	Прием + (RX+)	Прием положительного сигнала терминалом
6	Прием – (RX-)	Прием отрицательного сигнала терминалом

Для применения сигнального порта Ethernet, расположенного в отдельном шкафу рекомендуется:

- по обоим концам кабеля подключать промежуточное устройство защиты типа РГ5 и заземлять его: со стороны терминала на планку блока винтом М3 в отверстие, которое находится рядом с соответствующим портом, со стороны коммутатора на шину заземления шкафа;
- для дополнительной защиты от электромагнитных помех устанавливать фильтр ЗСАТ на кабель РГ5 непосредственно перед портом терминала;
- осуществлять прокладку кабелей связи в коробах или экранирующих оболочках;
- применять экранированный кабель витой пары САТ6 с экранированным разъемом RJ45.

Внимание! При подключении ПК к терминалу через порты Ethernet для корректной работы в настройках подключения необходимо задать все параметры подсети, включая параметр «Шлюз» (3.5.15.1.2).

2.4.1.8.4.2 Порт с интерфейсом Ethernet 100 Base-F

Для организации связи с АСУ ТП в условиях сложной электромагнитной обстановки рекомендуется использовать исполнение порта, работающего по оптоволоконному кабелю. Данное исполнение порта обеспечивает гальваническую изоляцию и наибольшую помехоустойчивость канала связи (рисунок Г.1 б). Исполнение содержит два коннектора для подключения оптоволоконного кабеля, назначение которых приведено в таблице 2.15. Технические данные порта приведены в таблице 2.16.

Примечание – Коннекторы неиспользуемых портов должны быть закрыты заглушками.

Таблица 2.15 – Назначение коннекторов

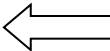
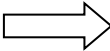
Обозначение на коннекторе	Назначение
	Rx – прием сигналов терминалом
	Tx – передача сигналов терминалом

Таблица 2.16 – Технические данные порта

Параметр	Значение
Коннекторы	Тип LC, для стеклянного оптоволоконна
Тип оптоволоконна	Многомодовое
Диаметр оптоволоконна	62,5/125 мкм на NA = 0,275 50/125 мкм на NA = 0,2
Длина волны излучения	(1270–1380) нм
Мощность передатчика, не менее	- 20 дБм
Чувствительность приемника	- 31 дБм
Дальность связи	До 2000 м

Внимание! При подключении ПК к терминалу через порты Ethernet для корректной работы в настройках подключения необходимо задать все параметры подсети, включая параметр «Шлюз» (3.5.15.1.2).

2.4.1.8.4.3 Порт с интерфейсом RS-485

Исполнение порта с интерфейсом RS-485 используется для организации полудуплексного обмена информацией с терминалами по двухпроводной линии связи на основе витой пары. Данный способ связи рекомендуется применять при сравнительно небольшом количестве устройств на простых объектах, когда использование оптоволоконного кабеля экономически нецелесообразно. Назначение контактов разъема порта с интерфейсом RS-485 приведено в таблице 2.17. Технические данные порта приведены в таблице 2.18.

Типовая схема соединения предусматривает параллельное подключение терминалов к линии связи произвольной топологии с учетом ограничений, указанных в таблице 2.18.

Таблица 2.17 – Назначение контактов разъема

Контакт	Сигнал	Назначение
1, 6	Common	Сигнальное заземление
2, 7	DATA B (D+)	Положительный вход/ выход данных
3, 8	DATA A (D–)	Отрицательный вход/ выход данных
4, 9	R	Вывод согласующего резистора

Таблица 2.18 – Технические данные порта

Параметр	Значение
Тип разъема	Вилка MSTB 2,5 (PHOENIX)
Прочность изоляции	500 В действующего значения (1 мин)
Количество устройств в линии	До 32
Полная длина линии связи	До 1200 м

Работа порта обеспечивается двухпроводной схемой соединения одноименных контактов, для обеспечения выравнивания потенциалов сигнальной земли рекомендуется использовать третий проводник (например, проводник незанятой пары кабеля). Кроме того, для уменьшения отражений сигнала и повышения помехоустойчивости, по концам линии связи должны устанавливаться согласующие резисторы. Номинал согласующего резистора должен равняться волновому сопротивлению используемого кабеля, типовое значение для витой пары RS-485 – 120 Ом. Порт RS-485 терминала имеет согласующий резистор (сопротивление его равно 120 Ом), для включения согласующего резистора в линию связи необходима установка перемычки в соответствии с рисунком Г.2. Экран кабеля необходимо заземлить с двух сторон в соответствии с СТО 56947007-29.240.044-2010, со стороны терминала через заземляющий винт, расположенный на задней панели рядом с портом RS-485.

2.4.1.8.4.4 Встроенный оптический порт (ВОЛС (АСУ))

Для организации связи с АСУ ТП в условиях сложной электромагнитной обстановки рекомендуется использовать исполнение порта ВОЛС (АСУ), работающего по оптоволоконному кабелю. Данное исполнение порта обеспечивает гальваническую изоляцию и наибольшую помехоустойчивость канала связи. Исполнение содержит два коннектора для подключения оптоволоконного кабеля, назначение которых приведено в таблице 2.19.

Технические данные порта приведены в таблице 2.20.

Примечание – Коннекторы неиспользуемых портов должны быть закрыты заглушками.

Таблица 2.19 – Назначение коннекторов

Коннектор	Назначение
Темный	Rx – прием сигналов терминалом
Светлый	Tx – передача сигналов терминалом
Примечание – Цветовая маркировка распространяется только для многомодового исполнения порта.	

Таблица 2.20 – Технические данные портов (исполнение 08, второй порт исполнения 09)

Параметр	Значение
Коннекторы	Тип ST, для стеклянного оптоволоконка
Тип оптоволоконка	Многомодовое
Диаметр оптоволоконка	62,5/125 мкм
Длина волны излучения	792-865 нм, типовое 820 нм
Мощность передатчика, не менее	–16 дБм
Чувствительность приемника	–24 дБм
Дальность связи	До 1500 м при коэффициенте затухания в оптическом волокне не более 3 дБ/км

2.4.1.8.4.5 Встроенный оптический порт ВОЛС (ДЗЛ)

Порты ВОЛС (ДЗЛ) используются для связи между полукомплектами ДЗЛ. На разъеме ХТЗ устанавливается по два порта ВОЛС (ДЗЛ), предназначенных для резервирования связи между полукомплектами ДЗЛ. Предусмотрена возможность установки девяти исполнений пар портов ВОЛС (ДЗЛ):

- исполнение 08 с двумя многомодовыми портами (ММ);
- исполнение 09 с первым одномодовым и вторым многомодовым портами (SM);
- пять исполнений (01, 02, 05, 06, 07) с двумя одномодовыми портами (SS);
- два исполнения (03, 04) с двумя одномодовыми портами со спектральным уплотнением (WDM).

Технические данные многомодовых портов приведены в таблице 2.20, одномодовых – в таблицах 2.21-2.25, портов со спектральным уплотнением – в таблицах 2.26 и 2.27. Одномодовые и многомодовые порты содержат по два коннектора для подключения оптоволоконного кабеля, один – для передачи, другой – для приема (рисунок Г.4, а); а порты с исполнением WDM – один коннектор для приема и передачи (рисунок Г.4, б).

Примечание – Коннекторы неиспользуемых портов должны быть закрыты заглушками.

Связь между полукомплектами ДЗЛ, как правило, осуществляется с помощью портов одинакового исполнения, за исключением портов WDM, при использовании которых в полукомплектах ДЗЛ должны быть установлены разные исполнения. Однако, в зависимости от требований заказчика, возможно использование портов различного исполнения.

Примечание – Реализация трехконцевой ДЗЛ с использованием портов WDM невозможна.

В исполнениях 01, 02, 08 и 09 скорость передачи и способ кодирования информации определяется стандартом IEEE C37.94.

Таблица 2.21 – Технические данные портов (исполнение 01)

Параметр	Значение
Коннекторы	Тип SC, для стеклянного оптоволоконна
Тип оптоволоконна	Одномодовое
Диаметр оптоволоконна	9/125 мкм
Длина волны передатчика	1260-1360 нм, типовое 1310 нм
Длина волны приемника	1260-1620 нм
Мощность передатчика, не менее	-14 дБм
Чувствительность приемника	-37 дБм
Максимальная допустимая входная мощность приемника	-10 дБм*
Дальность связи	До 20 км при коэффициенте затухания в оптическом волокне не более 0,35 дБ/км
* При большей входной мощности необходимо использование аттенюатора 10 дБ.	

Таблица 2.22 – Технические данные портов (исполнение 02, первый порт исполнения 09)

Параметр	Значение
Коннекторы	Тип SC, для стеклянного оптоволоконна
Тип оптоволоконна	Одномодовое
Диаметр оптоволоконна	9/125 мкм
Длина волны передатчика	1260-1360 нм, типовое 1310 нм
Длина волны приемника	1260-1620 нм
Мощность передатчика, не менее	0 дБм
Чувствительность приемника	-37 дБм
Максимальная допустимая входная мощность приемника	-5 дБм*
Дальность связи	До 80 км при коэффициенте затухания в оптическом

Параметр	Значение
	волокне не более 0,35 дБ/км
* При большей входной мощности необходимо использование аттенюатора 10 дБ.	

Таблица 2.23 – Технические данные портов (исполнение 05)

Параметр	Значение
Коннекторы	Тип SC, для стеклянного оптоволокну
Тип оптоволокну	Одномодовое
Диаметр оптоволокну	9/125 мкм
Длина волны передатчика	1480-1580 нм, типовое 1550 нм
Длина волны приемника	1260-1620 нм
Мощность передатчика, не менее	0 дБм
Чувствительность приемника	-24 дБм
Максимальная допустимая входная мощность приемника	-3 дБм*
Дальность связи	До 80 км при коэффициенте затухания в оптическом волокне не более 0,25 дБ/км
* При большей входной мощности необходимо использование аттенюатора 10 дБ.	

Таблица 2.24 – Технические данные портов (исполнение 06)

Параметр	Значение
Коннекторы	Тип FC, для стеклянного оптоволокну
Тип оптоволокну	Одномодовое
Диаметр оптоволокну	9/125 мкм
Длина волны передатчика	1480-1580 нм, типовое 1550 нм
Длина волны приемника	1260-1620 нм
Мощность передатчика, не менее	-3 дБм
Чувствительность приемника	-34 дБм
Максимальная допустимая входная мощность приемника	-3 дБм*
Дальность связи	До 120 км при коэффициенте затухания в оптическом волокне не более 0,25 дБ/км
* При большей входной мощности необходимо использование аттенюатора 10 дБ.	

Таблица 2.25 – Технические данные портов (исполнение 07)

Параметр	Значение
Коннекторы	Тип SC, для стеклянного оптоволокну
Тип оптоволокну	Одномодовое
Диаметр оптоволокну	9/125 мкм
Длина волны передатчика	1480-1580 нм, типовое 1550 нм
Длина волны приемника	1100-1600 нм
Мощность передатчика, не менее	2 дБм
Чувствительность приемника	-45 дБм
Максимальная допустимая входная мощность приемника	-9 дБм*
Дальность связи	До 200 км при коэффициенте затухания в оптическом волокне не более 0,25 дБ/км

Параметр	Значение
* При большей входной мощности необходимо использование аттенюатора 10 дБ.	

Таблица 2.26 – Технические данные портов (исполнение 03)

Параметр	Значение
Коннекторы	Тип SC, для стеклянного оптоволокна
Тип оптоволокна	Одномодовое
Диаметр оптоволокна	9/125 мкм
Длина волны передатчика	1260-1360 нм, типовое 1310 нм
Длина волны приемника	1480-1580 нм, типовое 1550 нм
Мощность передатчика, не менее	-5 дБ
Чувствительность приемника	-34 дБ
Максимальная допустимая входная мощность приемника	-3 дБ
Дальность связи	До 60 км при коэффициенте затухания в оптическом волокне не более 0,35 дБ/км
* При большей входной мощности необходимо использование аттенюатора 10 дБ.	

Таблица 2.27 – Технические данные портов (исполнение 04)

Параметр	Значение
Коннекторы	Тип SC, для стеклянного оптоволокна
Тип оптоволокна	Одномодовое
Диаметр оптоволокна	9/125 мкм
Длина волны передатчика	1480-1580 нм, типовое 1550 нм
Длина волны приемника	1260-1360 нм, типовое 1310 нм
Мощность передатчика, не менее	-5 дБ
Чувствительность приемника	-34 дБ
Максимальная допустимая входная мощность приемника	-3 дБ
Дальность связи	До 60 км при коэффициенте затухания в оптическом волокне не более 0,35 дБ/км
* При большей входной мощности необходимо использование аттенюатора 10 дБ.	

2.4.1.8.4.6 Высокочастотный порт (ВЧ-порт)

ВЧ-порт предназначен для организации связи терминала с ВЧ-приёмопередатчиками типов ПВЗУ-Е, ПВЗУ-М, ПВЗ-90М, ПВЗ-90М1, ПВЗЛ, ПВЗЛ-1, АВЗК-80.

От терминала к ВЧ-передатчику передаётся сигнал о пуске, о запрете автоконтроля ВЧ-канала связи. От ВЧ-приёмника к терминалу передаётся сигнал ВЧ-приёма.

Назначение контактов разъема ВЧ-порта приведено в таблице 2.28. Технические данные порта приведены в таблице 2.29.

Таблица 2.28 – Назначение контактов разъема

Контакт	Сигнал	Назначение
1	Запрет АК (+)	Выходное быстродействующее реле подачи сигнала запрета автоконтроля ВЧ-передатчику
2	Запрет АК (-)	
3, 7	Пуск ВЧ (+)	Выходное быстродействующее реле подачи сигнала пуска ВЧ-передатчика
4, 8	Пуск ВЧ (-)	
5, 9	Приём ВЧ (+)	Дискретный вход высокочастотного приёма от ВЧ-приёмника
6, 10	Приём ВЧ (-)	

Таблица 2.29 – Технические данные порта

Канал	Характерный параметр канала	Значение
Запрет АК	Максимальный допустимый ток коммутации	50 мА
Пуск ВЧ	Максимальный допустимый ток коммутации	50 мА
Приём ВЧ	Мощность токоограничивающего резистора	0,25 Вт
	Сопротивление токоограничивающего резистора	3 кОм
	Минимальное напряжение на входе, необходимое для формирования логической единицы	15 В

Работа порта обеспечивается двухпроводной схемой соединения одноименных контактов, однако при больших длинах соединительных проводов необходимо обеспечивать минимальное напряжение логической единицы на входе канала «Приём ВЧ», а для каналов «Запрет АК» и «Пуск ВЧ» – необходимый уровень электрической величины (тока, напряжения) логической единицы на входе ВЧ-передатчика.

2.4.2 Функции устройства

Терминал выполняет все необходимые функции релейной защиты, автоматики, сигнализации и управления энергообъектов, а также функции измерения, регистрации, осциллографирования и связи согласно заложенному в него программно-аппаратному обеспечению. Базовое ПО с помощью библиотечных функций позволяет осуществлять связь между прикладным ПО и аппаратной платформой терминала. Прикладное ПО с помощью библиотечных модулей базового ПО обеспечивает исполнение схемы защиты, которая проектируется при помощи инструмента графического программирования. Схема условно делится на подсхему преобразования аналоговых сигналов, логическую схему и схему конфигурации и позволяет реализовать необходимые вышеуказанные основные и дополнительные функции, которые приведены в соответствующем АИПБ.656122.011-XXX РЭ2 и АИПБ.656122.011-XXX.XX РЭ3.

Логическая схема задается на предприятии-изготовителе и имеет гибкий алгоритм, который может быть изменен для конкретного проекта в ходе проектных и пусконаладочных работ. Функциональная логическая схема конкретного устройства приведена в АИПБ.656122.011-XXX.XX Э2.

2.4.2.1 Измерения

Подсхема преобразования аналоговых сигналов обеспечивает связь с блоком АЦП, инициализацию, фильтрацию, расчет и выдачу различных измеренных аналоговых величин. В процессе инициализации предусмотрена возможность подстройки значений сигналов входных трансформаторов тока и напряжения по углу. В общем случае, терминал позволяет измерять и рассчитывать значения токов, напряжений, сопротивлений, мощность, энергию, частоту сети, а также амплитуды, действующие значения, фазы, симметричные и аварийные составляющие сигналов с отображением их на дисплее и возможностью передачи по каналам связи. Инструмент графического программирования на персональном компьютере обладает необходимой математикой для расчета всех требуемых величин, а аппаратная платформа позволяет подключать источники тока, напряжения переменного и постоянного тока в зависимости от типоразмера и назначения терминала.

Основные технические данные и метрологические характеристики измерительных каналов приведены в 2.2.5, 2.2.6 и 2.2.9.

2.4.2.2 Функции РЗА

В зависимости от исполнения в устройстве могут быть реализованы различные функции РЗА, описание которых приводится в документе под конкретное исполнение устройства АИПБ.656122.011-XXX РЭ2.

Обработка логической схемы защиты осуществляется с дискретностью 1 мс независимо от частоты входного сигнала. ИО, как правило, реагируют на действующее значение комплексных величин.

Устройства обладают необходимым перечнем основных и резервных функций РЗА сигнализации и управления элементами станций и подстанций, таких как ЛЭП, трансформаторы, автотрансформаторы, реакторы, генераторы, шины, ошиновки, батареи статических конденсаторов, разъединители и другие объекты энергетики напряжением 6-750 кВ на основе следующих основных функций:

- дифференциально-фазная защита;
- дифференциальная токовая защита распределенных объектов с использованием оптического канала связи;
- направленная высокочастотная защита;
- дистанционная защита;
- дифференциальная токовая защита;
- токовые защиты;
- защита и автоматика с контролем напряжения, частоты и мощности;
- автоматика управления выключателем;
- автоматика пожаротушения;
- определение места повреждения;
- блокировка и управление разъединителями и др.

Разработаны необходимые функции для реализации комплекса локальной противоаварийной автоматики.

2.4.2.3 Дискретные входы

Дискретные входы предназначены для приема и обработки внешних сигналов оперативных цепей. Основные технические данные и характеристики дискретных входов приведены в 2.2.10.

При помощи сервисного ПО «МикРА» осуществляется назначение входов, т.е. определенные внутренние переменные могут получать свое логическое значение в соответствии с состоянием назначенного дискретного входа (рисунок 2.4). Имеется возможность инвертирования входных логических сигналов, задания задержки на срабатывание и возврат.

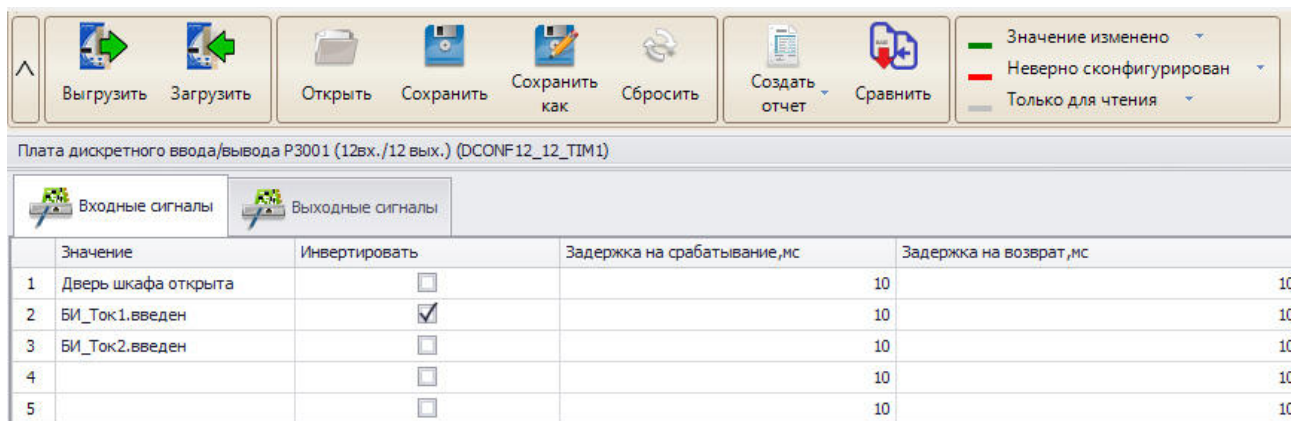


Рисунок 2.4 – Конфигурация дискретных входов

2.4.2.4 Выходные реле

Для выдачи дискретных сигналов во внешнюю цепь предусмотрены выходные электромагнитные реле. Основные технические данные и характеристики выходных реле описаны в 2.2.11.

При помощи сервисного ПО «МикРА» осуществляется назначение выходных реле (рисунок 2.5), т.е. полученные в результате логических преобразований значения сигналов выводятся через «сухие» контакты во внешние оперативные цепи. Выходное реле «Неисправность» не конфигурируется. Имеется возможность инвертирования выходных логических сигналов, а также разрешения работы реле в режиме тестирования (3.6.1).

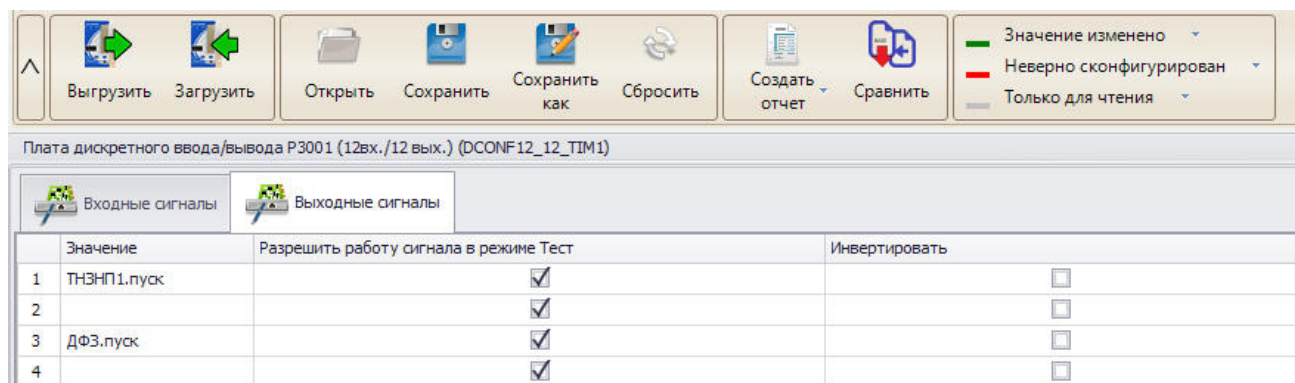


Рисунок 2.5 – Конфигурация дискретных выходов

2.4.2.5 Светодиодная индикация

Для отображения текущего состояния устройства на лицевой панели (рисунок Б.14) предусмотрены:

- три светодиода **РАБОТА**, **ТЕСТ**, **НЕИСПР** с фиксированным назначением;
- конфигурируемые светодиоды общего назначения, количество которых зависит от конструктива терминала (таблица 2.10);
- два светодиода на кнопках **I**, **O** с фиксированным назначением (наличие зависит от исполнения);
- два светодиода на кнопке **МЕСТ/ДИСТ** с фиксированным назначением (наличие зависит от исполнения);
- светодиоды на кнопках **K1**, **K2** ... **K50**, количество которых зависит от конструктива терминала (таблица 2.10).

Режимы работы светодиодов описаны в таблице 2.30.

Таблица 2.30 – Режимы работы светодиодов

Наименование светодиода	Режим свечения	Режим работы устройства
РАБОТА	зеленый	Подано напряжение питания устройства
ТЕСТ	жёлтый	Устройство в режиме тестирования согласно 3.6
НЕИСПР	красный	Обнаружена устойчивая внутренняя неисправность системой самодиагностики
O ¹⁾	красный зеленый	Коммутационный аппарат отключен (выбирается цвет, противоположный цвету светодиода I)
I ¹⁾	зеленый красный	Коммутационный аппарат включен (выбирается цвет, противоположный цвету светодиода O)
МЕСТ/ДИСТ ¹⁾	зелёный	Режим управления коммутационными аппаратами при помощи кнопок I , O : МЕСТ – ручное управление, ДИСТ – дистанционное
K1, K2 ... K50 ²⁾	красный зеленый	Режимы работы светодиодов задаются при конфигурировании
Общего назначения ²⁾	красный зеленый	Режимы работы светодиодов задаются при конфигурировании

¹⁾ Светодиоды с возможностью конфигурирования при помощи инструмента графического программирования.

²⁾ Светодиоды с возможностью конфигурирования при помощи сервисного ПО.

При помощи инструмента графического программирования можно сконфигурировать режимы работы светодиодов отображения положения коммутационных аппаратов, которые используются при выполнении функций автоматики управления ими.

При помощи сервисного ПО «МиКРА» производится конфигурирование светодиодов общего назначения, кнопок **K1**, **K2** ... **K50** в двух режимах свечения на различные логические

сигналы. На каждый режим свечения светодиода можно завести один логический сигнал (рисунок 2.6).

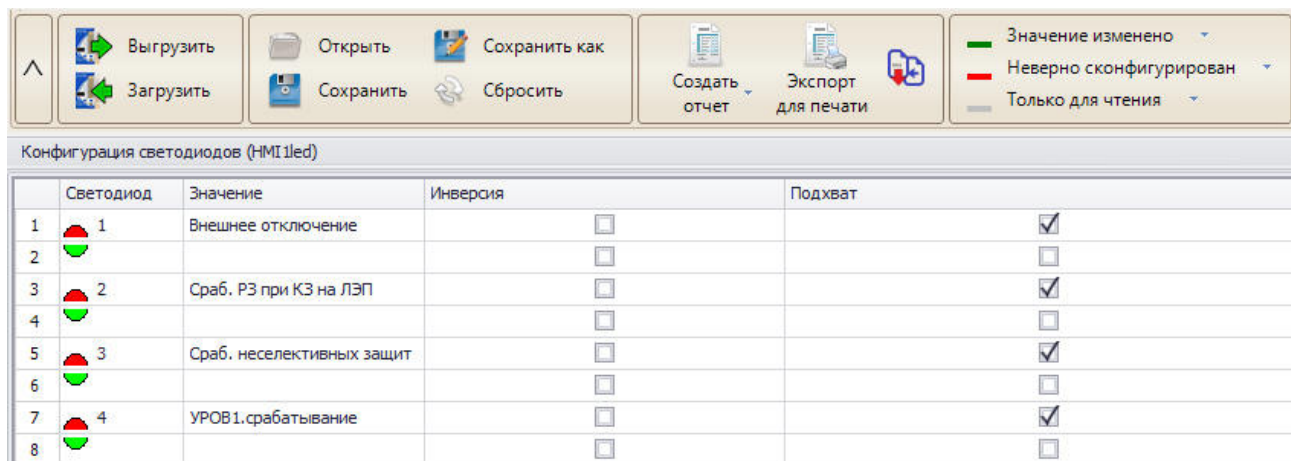


Рисунок 2.6 – Конфигурация светодиодов

Светодиод включается в режиме периодического свечения с чередованием цвета:

- при наличии сигнала, привязанного к двум режимам свечения одного светодиода одновременно;
- при наличии обоих сигналов, привязанных к разным режимам свечения одного светодиода.

Имеется возможность инвертирования логических сигналов светодиодов и фиксации состояния светодиода в энергонезависимой внутренней памяти. При подаче напряжения питания светодиоды с фиксацией восстанавливают запомненное состояние.

Сброс состояния зафиксированных светодиодов может производиться кнопкой **СБРОС** на лицевой панели терминала, сигналом на дискретный вход терминала или командой из автоматизированной системы управления по каналам связи.

Назначение программируемых светодиодов блока индикации представлено в АИПБ.656122.011-XXX.XX Э2. Состав, наименование и назначение сигналов, выводимых на светодиодную индикацию, могут быть изменены, если это необходимо для реализации конкретного проекта.

2.4.2.6 Управление терминалом

На лицевой панели (рисунок Б.14) предусмотрены:

- три кнопки управления, которые используются только при наличии дисплея 320x240 пикселей для управления коммутационными аппаратами на мнемосхеме;
- четыре кнопки перемещения по меню;
- одна кнопка подтверждения **Е** и одна кнопка отмены команд **С**;
- две функциональные кнопки **F1** и **F2**;
- одна кнопка для сброса сигнализации **СБРОС**;
- четыре навигационные кнопки **МЕНЮ**, **УСТ**, **ИЗМЕР**, **МНЕМО**;
- одна кнопка включения коммутационного аппарата **I** (наличие зависит от исполнения);
- одна кнопка отключения коммутационного аппарата **O** (наличие зависит от исполнения);
- одна кнопка выбора режима управления **МЕСТ/ДИСТ** (наличие зависит от исполнения);
- функциональные клавиши (**K1**, **K2** ... **K50**).

Подробнее назначение кнопок пользовательского интерфейса описано в 3.5.2.

2.4.2.7 Осциллографирование

В составе устройства реализован функциональный модуль осциллографирования аварийных режимов, предназначенный для записи аварийного режима с целью последующего анализа. Запись и хранение осциллограмм осуществляется в формате COMTRADE 2013

(IEC 60255-24-2013) в энергонезависимой внутренней памяти. При помощи сервисного ПО задаются параметры осциллографа, которые приведены в таблице 2.31.

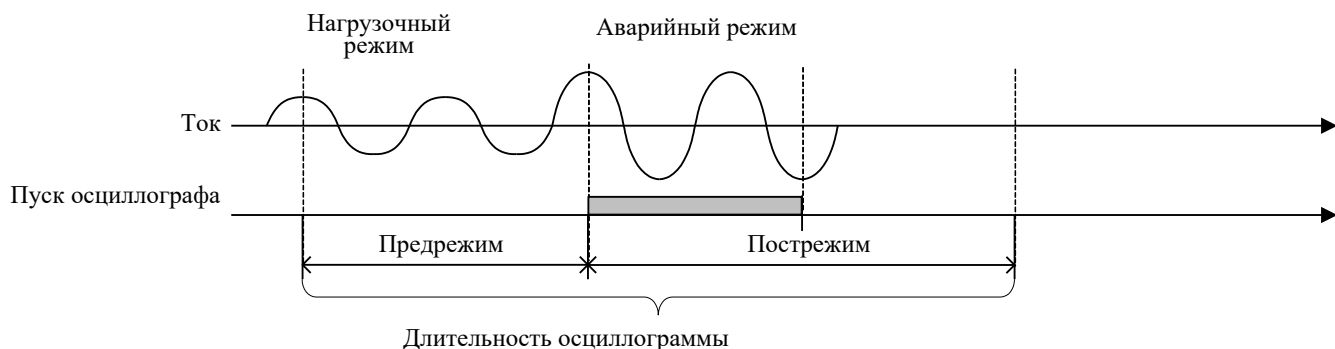
Таблица 2.31 – Параметры осциллографа

Параметр (отображение на ИЧМ)	Диапазон значений	Описание
Время предрежима (Предрежим)	(100–1000) мс шаг 100 мс	Длительность записи предшествующего режима (до возникновения условия пуска)
Время пострежима (Пострежим)	(500–5000) мс шаг 100 мс	Длительность записи послеаварийного режима (после пропадания условия пуска)
Максимальная длительность режима (Макс.длит-ть)	(1000–15000) мс шаг 100 мс	Максимальная длительность записи осциллограмм. Не может быть меньше суммы параметров «Предрежим» и «Пострежим»
Частота	1000, 2000, 4000 Гц	Частота выборок сигнала
Примечание – Частота выборок сигнала должна быть 1000 Гц или 2000 Гц. Частота выборок 4000 Гц доступна в отдельных исполнениях.		

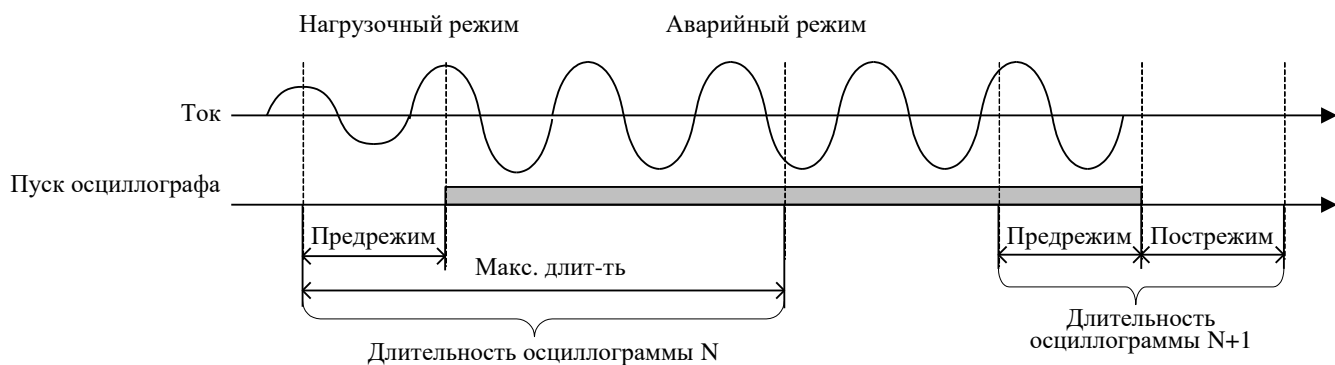
Возможна настройка до 29 условий пуска путем выбора пусковых сигналов. Предусмотрено четыре типа режима пуска для каждого из пусковых сигналов, которые приведены в таблице 2.32. Устройство фиксирует причины пуска, которые могут быть просмотрены как через пользовательский интерфейс терминала, так и с помощью сервисного ПО. Задержка времени пуска от начала аварийного процесса не превышает 10 мс.

Таблица 2.32 – Режимы пуска осциллографа

Тип пускового сигнала	Характеристика
По изменению сигнала	Длительность осциллограммы определяется величиной параметров записи «Предрежим» и «Пострежим» (рисунок 2.7 а)
По появлению сигнала	
По пропаданию сигнала	
По наличию сигнала (длительный пуск)	Длительность осциллограммы определяется суммой длительности сигнала пуска и величин параметров записи «Предрежим» и «Пострежим». Предельная длительность осциллограммы определяется величиной параметра «Макс. длит-ть». Если длительность осциллограммы более «Макс. длит-ть», то запись осциллограммы завершается. В этом случае при пропадании пусковых условий записывается дополнительная осциллограмма, длина которой определяется величиной параметров записи «Предрежим» и «Пострежим» (рисунок 2.7 б)



а) пуск по факту изменения, возникновения, пропадания



б) длительный пуск осциллографа

Рисунок 2.7 – Алгоритм работы осциллографа

Емкость осциллографа зависит от количества записываемых сигналов. Каждая из осциллограмм может иметь длительность и частоту дискретизации, указанные в таблице 2.31. В осциллографе реализована автоматическая функция архивации. Количество хранимых осциллограмм с длительностью не менее 10 с составляет не менее 30. Максимальное количество хранимых осциллограмм – не более 100. Запись осциллограмм организована таким образом, что при переполнении стирается самая старая осциллограмма и на ее место записывается новая. При выполнении условий пуска автоматически записываются все входные и выходные дискретные сигналы и причины пуска. Также обеспечивается запись всех измеряемых и выбранных расчетных величин и до 256 дополнительных логических сигналов, состав которых задается при конфигурировании логической части. Входные дискретные сигналы регистрируются после истечения времени срабатывания и возврата соответствующих дискретных входов согласно 2.2.10.8. В качестве выходных дискретных сигналов регистрируются сигналы, подающие команды на срабатывание соответствующих выходных реле терминала.

Алгоритм работы осциллографа при разных режимах пуска схематично показан на рисунке 2.7.

При появлении сигнала пуска по факту изменения, возникновения или пропадания сигнала в память записывается предшествующий режим, длительность которого задается параметром «Предрежим». После окончания пуска осциллографа запись режима продолжается на время, заданное параметром «Пострежим». Длительность записи одной осциллограммы определяется величиной параметров записи «Предрежим» и «Пострежим».

При появлении сигнала длительного пуска в память записывается осциллограмма, равная по длительности сумме длительности пускового сигнала и величин параметров записи «Предрежим» и «Пострежим». При длительности осциллограммы, превышающей параметр «Макс. длит-ть», ее запись завершается. В этом случае при пропадании сигнала пуска записывается дополнительная осциллограмма, равная по длительности сумме параметров «Предрежим» и «Пострежим» (рисунок 2.7 б).

Для предотвращения переполнения энергонезависимой внутренней памяти при появлении дребезга какой-либо причины пуска предусмотрена дополнительная блокировка. Если суммарно в течение более 1 ч какая-либо причина пуска находилась в сработавшем состоянии более 20 % времени, то осуществляется блокировка. Возврат блокировки осуществляется при последующем снижении суммарной длительности до 10 %.

Примечание – Блокировка от дребезга пуска осциллографа реализована с версии ПО 2.15 терминала.

Выгрузка записанных осциллограмм осуществляется с помощью АСУ или специализированного ПО, а также по протоколу IEC 61850-8-1 MMS (2.4.4.3.1) и FTP (2.4.3.1). Для предварительного и последующего анализа осциллограмм может использоваться функция получения отчета о записанной осциллограмме с помощью пункта меню **Быстрый просмотр**, в котором содержится краткая информация о времени пуска, длительности осциллограмм, причинах пуска, используемых уставках и др.

2.4.2.8 Осциллографирование ВОМП

В устройстве с функцией ВОМП реализован функциональный модуль ВЧ-осциллографирования, предназначенный для записи волновых переходных процессов в ЛЭП с целью последующего анализа. Запись и хранение ВЧ-осциллограмм осуществляется независимо от основных осциллограмм (2.4.2.7):

- ВЧ-осциллограф имеет отдельное условие пуска;
- запись ВЧ-осциллограмм может выполняться параллельно с основными осциллограммами;
- ВЧ-осциллограммы сохраняются в собственную энергонезависимую память блока ВОМП;
- время на ВЧ-осциллограмме синхронизировано с глобальным временем с повышенной точностью от встроенного в блок ВОМП источника глобального времени (2.4.1.7).

Емкость ВЧ-осциллографа составляет 50 осциллограмм. Каждая из ВЧ-осциллограмм имеет длительность 400 мс и частоту дискретизации 1 МГц. Длительность предшествующего и аварийного режимов составляет по 200 мс (рисунок 2.7 а). На ВЧ-осциллограмму записываются три тока и три напряжения, подключенные к измерительным входам блока ВОМП (2.4.1.7). Запись ВЧ-осциллограмм организована таким образом, что при переполнении стирается самая старая ВЧ-осциллограмма и на ее место записывается новая.

Выгрузка записанных осциллограмм осуществляется с помощью АСУ или специализированного ПО. Время выгрузки одной осциллограммы ВОМП с помощью специализированного ПО составляет около 15 мин. Также имеется возможность считывания осциллограмм с помощью интерфейса FTP по портам связи **ХТ1** или **ХТ2**. Осциллограммы расположены в каталоге /distrec/enis/ и отсортированы по датам.

2.4.2.9 Регистрация

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

В зависимости от исполнения максимальная емкость регистратора составляет 1500 или 7500 событий, сохраняемых в энергонезависимой внутренней памяти. Хранение событий организовано таким образом, что при переполнении стирается самое старое событие и на его место записывается новое. Обеспечивается регистрация не менее 256 логических сигналов, состав которых задается при помощи сервисного ПО.

Все события и их метки времени могут быть просмотрены на ИЧМ терминала, все события могут передаваться в АСУ ТП. Выгрузка журнала событий осуществляется с помощью специализированного ПО.

2.4.2.10 Регистрация аналоговых значений

В составе устройства реализован регистратор аналоговых значений, предназначенный

для фиксации аналоговых величин вовремя КЗ или иных аномальных режимах при пуске и срабатывании функций защит и автоматики.

Предусмотрена возможность регистрации от одной до 16 различных групп аналоговых сигналов. Допустимое количество сигналов в одной группе – от одного до 16, при этом количество уникальных сигналов во всех группах должно быть не более 32. Для каждого аналогового сигнала задается режим поиска максимального или минимального значения. Для каждой группы задаются независимые сигналы пуска и срабатывания.

Создание и удаление групп сигналов, а также настройка аналоговых сигналов и сигналов пуска и срабатывания выполняется в инструменте графического программирования. Настройка сигналов в группе может также производиться в ПО «МиКРА».

Поиск максимальных или минимальных значений аналоговых сигналов в группе начинается с момента появления сигнала пуска и завершается в момент пропадания сигнала пуска или появления сигнала срабатывания с регистрацией отчета. При возникновении сигнала срабатывания ранее или одновременно с сигналом пуска фиксация значений аналоговых сигналов и регистрация отчета осуществляется немедленно. При наличии длительного сигнала пуска поиск экстремума завершается через один час с последующей регистрацией отчета.

Максимальное количество отчетов регистратора аналоговых значений составляет 50 шт. Отчеты хранятся в энергонезависимой внутренней памяти. Каждый отчет содержит:

- дату и время события;
- наименование сигнала пуска, если не было сигнала срабатывания, иначе наименование сигнала срабатывания;
- длительность события;
- максимальные или минимальные значения аналоговых сигналов, зафиксированные в течение указанной длительности.

Просмотр данных отчетов возможен через ИЧМ терминала, а также в версии ПО «МиКРА» с поддержкой данной функции.

Функция активна при наличии групп сигналов в конфигурации терминала.

2.4.3 Интеграция устройства в АСУ ТП

Интеграция в АСУ ТП устройств защиты обеспечивается согласно таблице 2.33.

При неактивности соединения клиентов любых протоколов более 2 мин производится автоматическое отключение по таймауту.

Технические данные портов приведены в 2.4.1.8.

Порядок работы с терминалом по конфигурированию интерфейсов связи приведен в АИПБ.05.15.015 34 «Программа параметризации и мониторинга терминалов РЗА «МиКРА». Руководство оператора».

При помощи сервисного ПО осуществляется конфигурирование команд дистанционного управления.

В АСУ ТП можно передать информацию о текущем состоянии всех программных ключей, о текущем состоянии режима управления, о неисправности устройства, о блокировке устройства по результатам самодиагностики.

Перечень событий для передачи данных в АСУ ТП зависит от выполнения конкретного проекта (функциональной логической схемы) и используемых функциональных блоков. Стандартный перечень параметров для типовой функциональной логической схемы формируется на предприятии-изготовителе исходя из набора функций защит, автоматики, используемых в этом проекте и приводится в соответствующем АИПБ.656122.011-XXX.XX РЭ3. Выбор параметров и уставок, передаваемых в АСУ ТП, производится на этапе выполнения проекта в части АСУ ТП. Для нетиповой функциональной логической схемы или схемы, подвергшейся изменениям в ходе пусконаладочных работ, перечень параметров задаётся непосредственно во время пусконаладочных работ.

Примечание – Перечень параметров, передаваемых в АСУ ТП, предоставляется по запросу.

Таблица 2.33 – Интеграция устройств защиты

Стандарт	Тип порта	Обозначение разъема
ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006	RS-485 или ВОЛС	ХТ4, ХТ5
ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005	RS-485 или ВОЛС	ХТ4, ХТ5
ModBus-RTU	RS-485 или ВОЛС	ХТ4, ХТ5
ModBus-АССII	RS-485 или ВОЛС	ХТ4, ХТ5
SPA-Bus	RS-485 или ВОЛС	ХТ4, ХТ5
ModBus-ТСР	Ethernet	ХТ1, ХТ2
ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004	Ethernet	ХТ1, ХТ2
IEC 61850-8-1 MMS	Ethernet	ХТ1, ХТ2/ХТ7, ХТ8
IEC 61850-8-1 GOOSE	Ethernet	ХТ1, ХТ2/ХТ7, ХТ8 или ХТ4, ХТ5/ХТ9, ХТ10
IEC 61850-9-2	Ethernet	ХТ4, ХТ5/ХТ9, ХТ10
IEC 61869-9	Ethernet	ХТ4, ХТ5/ХТ9, ХТ10

2.4.3.1 Поддержка протокола FTP

В терминале предусмотрен доступ к чтению файлов осциллограмм с помощью протокола FTP. Поддерживается как активный, так и пассивный режим работы. Поддерживается «анонимное подключение». Возможно одновременное подключение до трех клиентов.

2.4.3.2 Поддержка резервирования

Пары портов связи **ХТ1, ХТ2** и **ХТ4, ХТ5** терминала поддерживают следующие режимы резервирования. Задание режима резервирования портов производится через ИЧМ терминала (3.5.15.1.2).

Режим «Коммутатор» используется при подключении терминала к ЛВС станции при отсутствии требований по резервированию, либо при кольцевом соединении нескольких терминалов. В таком режиме пары портов терминала работают как коммутатор (возможна ретрансляция трафика между **ХТ1** и **ХТ2**, а также между **ХТ4** и **ХТ5**) и поддерживают резервирование RSTP как конечное устройство. Данный режим может быть использован для подключения пары портов к общей ЛВС (резервирование подключения) только при условии включения на вышестоящих коммутаторах ЛВС технологии RSTP или аналогичных.

В режиме горячего резервирования «Гор. резерв» выполняется контроль наличия соединения на портах связи. В случае наличия соединения на порту **ХТ1**, порт **ХТ2** (резервный) отключается. Аналогично, при наличии соединения на порту **ХТ4**, порт **ХТ5** (резервный) отключается. Переключение соединения на резервные порты, в случае потери соединения на основных, производится за несколько секунд («бесшовность» переключения не обеспечивается). В данном режиме дополнительных требований к вышестоящим коммутаторам не предъявляется. Режим горячего резервирования не должен использоваться при кольцевом соединении нескольких терминалов.

Режим «PRP» обеспечивает поддержку технологии бесшовного резервирования IEC 62439-3 «Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP)». В этом режиме порты **ХТ1** или **ХТ4** должны подключаться к независимой сети PRP В, а порты **ХТ2** или **ХТ5** – к PRP А. Ретрансляция трафика между портами в этом режиме не производится.

2.4.4 Применение на цифровых подстанциях на основе стандарта МЭК 61850

2.4.4.1 Обзор

Интеграция устройства TOP 300 на цифровых подстанциях обеспечивается с применением серии международных стандартов МЭК 61850 – Сети и системы связи на подстанциях (IEC 61850 – Communication Networks and Systems in Substations).

Устройство поддерживает первую и вторую редакции МЭК 61850. Подробная информация о возможностях устройства в части МЭК 61850 приведена в АИПБ.656122.011 ДО1 «Терминалы защиты и автоматики ТОР 300. Описание поддержки МЭК 61850».

Примечание – Возможность интеграции устройства на цифровых подстанциях с применением протоколов МЭК 61850-8-1 (GOOSE) и МЭК 61850-9-2 (SV) реализована с версии ПО устройства 2.15 и выше, а с применением протокола МЭК 61869-9 (профиль согласно СТО 56947007-25.040.30.309-2020 ПАО «ФСК ЕЭС») – с версии ПО 2.18 и выше.

2.4.4.2 Интеграция в ЛВС с помощью сетевых интерфейсов Ethernet

Устройство ТОР 300 может иметь два независимых сетевых интерфейса Ethernet для интеграции в ЛВС подстанции. Интерфейсы Ethernet 1 и Ethernet 2 имеют уникальные MAC-адреса. Отдельно для каждого настраиваются параметры для работы по стеку протоколов TCP/IP (IP-адрес, маска подсети, шлюз), режим работы интерфейса и протоколы резервирования, настройки VLAN. Технические характеристики сетевых интерфейсов Ethernet устройства приведены в 2.4.1.8.

Интерфейсы Ethernet 1 и Ethernet 2 могут иметь стандартное исполнение или с дополнительным блоком коммуникационной обработки «RedBox» (2.4.4.2.1). Тип исполнения указывается в карте заказа. Устройство со стандартным исполнением интерфейсов Ethernet показано на рисунке 2.8, а с дополнительным блоком коммуникационной обработки «RedBox» на рисунке 2.9.

Основные возможности устройства по интеграции в ЛВС подстанции с помощью сетевых интерфейсов Ethernet приведены в таблице 2.34.

Таблица 2.34 – Интеграция устройства в ЛВС станции с помощью интерфейсов Ethernet

Сетевой интерфейс	Исполнение	Тип	Протоколы резервирования			Порты подключения к ЛВС (LAN A, LAN B)
			RSTP	PRP	HSR	
Ethernet 1 шина станции	стандартное	100Base-T	да ¹⁾	да	нет	XT2, XT1
	с RedBox		да		да	XT7, XT8
Ethernet 2 шина процесса	стандартное	или 100Base-F	да ¹⁾		нет	XT5, XT4
	с RedBox		да		да	XT9, XT10

¹⁾ Поддержка в качестве конечного устройства.

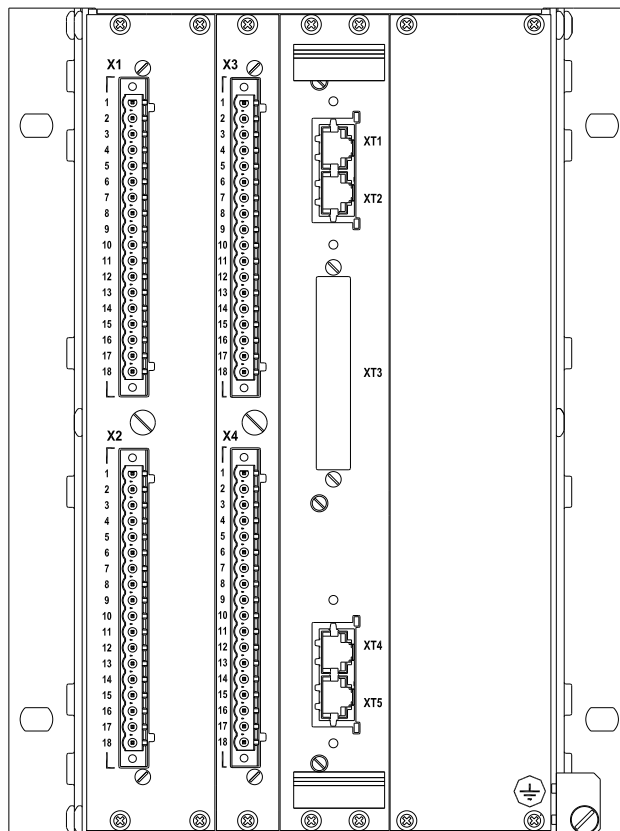


Рисунок 2.8 – Устройство с двумя сетевыми интерфейсами Ethernet (вид сзади)

2.4.4.2.1 Дополнительный блок коммуникационной обработки

Для устройств с высокой загрузкой GOOSE, SV (возможности в 2.4.4.3.2, 2.4.4.3.3) применяется дополнительный блок коммуникационной обработки «Redbox», варианты которого приведены на рисунке Г.3.

Данный блок поддерживает протоколы бесшовного резервирования в соответствии с IEC 62439-3:2016 «Industrial communication networks – High availability automation networks – Part 3: Parallel Redundancy Protocol (PRP) and High-availability Seamless Redundancy (HSR)».

Блок может содержать следующие комбинации портов:

- группу портов XT6, XT7 и XT8 для организации подключения к PRP/HSR шины станции;
- группу портов XT9, XT10 и XT11 для организации подключения к PRP/HSR шины процесса.

При наличии группы портов XT6, XT7, XT8 на блоке связи к шине станции подключаются порты XT7 (PRP A/HSR A) и XT8 (PRP B/HSR B). Порты XT6 и XT1, XT2 при этом электрические, XT6 и XT1 соединяются патч-кордом.

Отсутствие группы портов XT6, XT7, XT8 на блоке связи означает, что шина станции реализуется портами XT1, XT2. При этом поддерживается резервирование PRP.

При наличии группы портов XT9, XT10, XT11 на блоке связи к шине процесса подключаются порты XT9 (PRP A/HSR A) и XT10 (PRP B/HSR B). Порты XT11 и XT4, XT5 при этом электрические, XT11 и XT4 соединяются патч-кордом.

Описание работы с блоком связи приведено в АИПБ.656122.011 ИС2.

На подключаемых к блоку коммуникационной обработки портах XT1/XT2 или XT4/XT5 необходимо включить режим «Коммутатор».

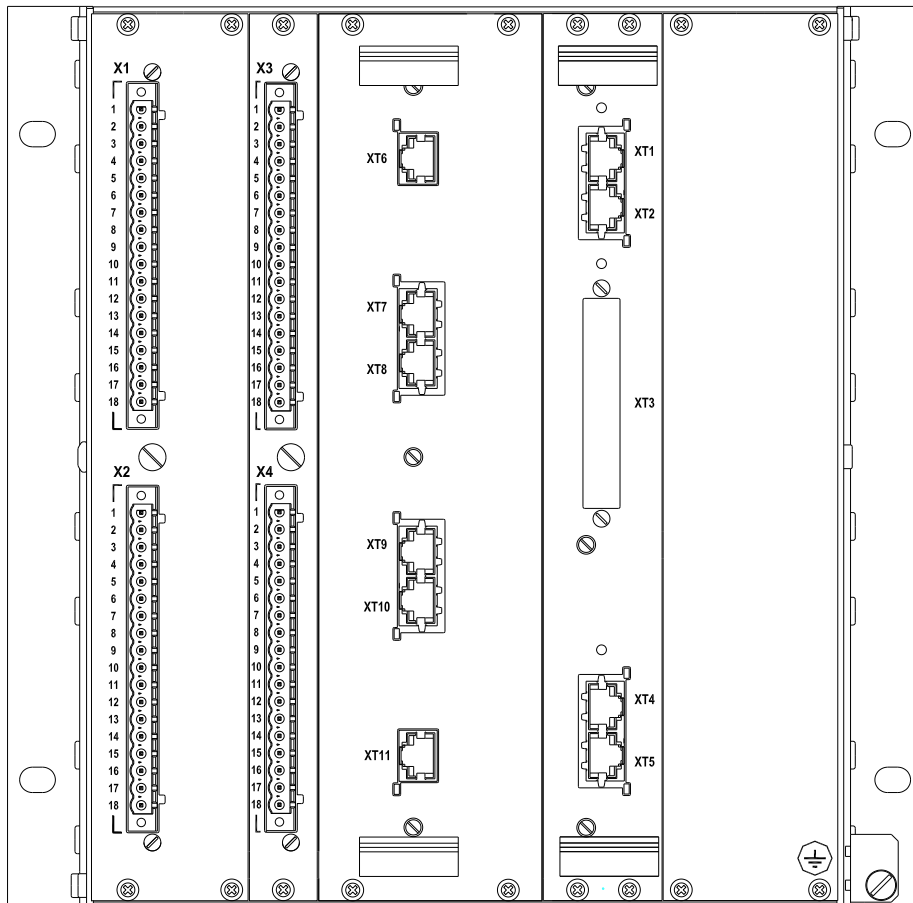


Рисунок 2.9 – Устройство с двумя интерфейсами Ethernet с дополнительным блоком коммуникационной обработки «RedBox» (вид сзади)

2.4.4.2.2 Интеграция в сети с различной топологией

Сетевые интерфейсы Ethernet устройства имеют функцию встроенного коммутатора, поддерживают протоколы резервирования, что позволяет подключать устройство в коммуникационные сети с различной топологией.

Режимы работы сетевых интерфейсов описаны в 3.5.15.1.2. Выбор режима выполняется на ИЧМ устройства в меню «Настройки/Порты связи/Ethernet 1(2)/Режим» или в конфигураторе МикРА в меню «Свойства терминала/Настройки/Ethernet 1(2)/Режим».

Далее приведены примеры интеграции устройства в коммуникационные сети с распространенной топологией. Рассматривается интеграция устройства без дополнительного блока коммуникационной обработки (2.4.4.2.1), если в описании не оговорено иное. Приводятся рекомендуемые настройки режима работы сетевых интерфейсов Ethernet устройства.

В случае интеграции устройства с дополнительным блоком коммуникационной обработки выполняется настройка самого блока по инструкции АИПБ.656122.011 ИС2, а для сетевого интерфейса Ethernet устройства, подключенного к блоку, необходимо выбрать режим «Коммутатор».

2.4.4.2.1 Топология одиночной «звезды»

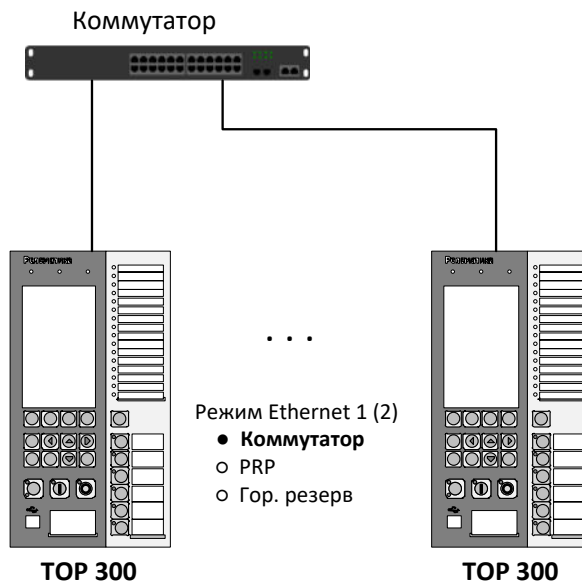


Рисунок 2.10 – Топология «звезда»

В сети, построенной по топологии типа «звезда» (рисунок 2.10), каждое устройство одним портом подключается к коммутатору. Обеспечивается обмен данными между всеми устройствами через коммутатор. Схема не обладает высокой надежностью. Отсутствует резервирование линий связи, неисправность центрального коммутатора приводит к остановке информационного обмена. Схема не рекомендована для построения полноценной шины станции или шины процесса.

Для корректной работы устройства следует выбирать режим интерфейса Ethernet «Коммутатор».

2.4.4.2.2 Подключение к двум независимым сетям с бесшовным резервированием PRP

Применение двух независимых сетей с резервированием по протоколу PRP (рисунок 2.11) распространено как для шины станции, так и для шины процесса. Конечные устройства одновременно подключаются к обеим сетям, каждый пакет при этом продублирован. Если получателю доставляются оба пакета, то пакет, пришедший позже, отбрасывается. Обеспечивается бесшовная передача данных с нулевым временем восстановления при неисправностях в одной сети, что необходимо для передачи пакетов GOOSE, SV.

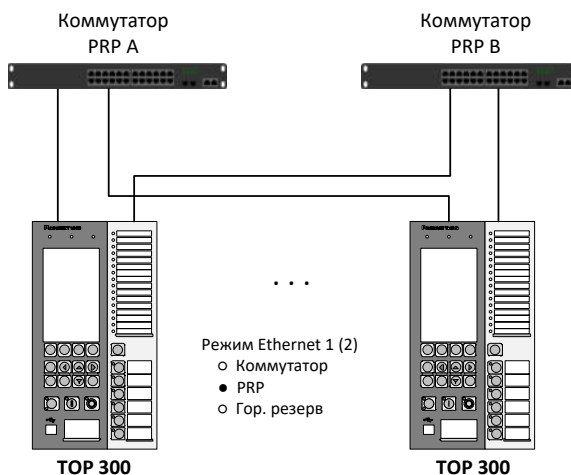


Рисунок 2.11 – Подключение к двум независимым сетям с PRP-резервированием

Для корректной работы устройства следует выбирать режим интерфейса Ethernet «PRP». При включенном режиме PRP на портах «Ethernet 1(2)» терминала для корректной работы рекомендуется дополнительно включать на них VLAN (2.4.4.2.3).

2.4.4.2.2.3 Топология «кольцо» с резервированием по протоколу RSTP

В сети, построенной по топологии «кольцо» (рисунок 2.12) несколько устройств соединены линиями связи в неразрывное кольцо.

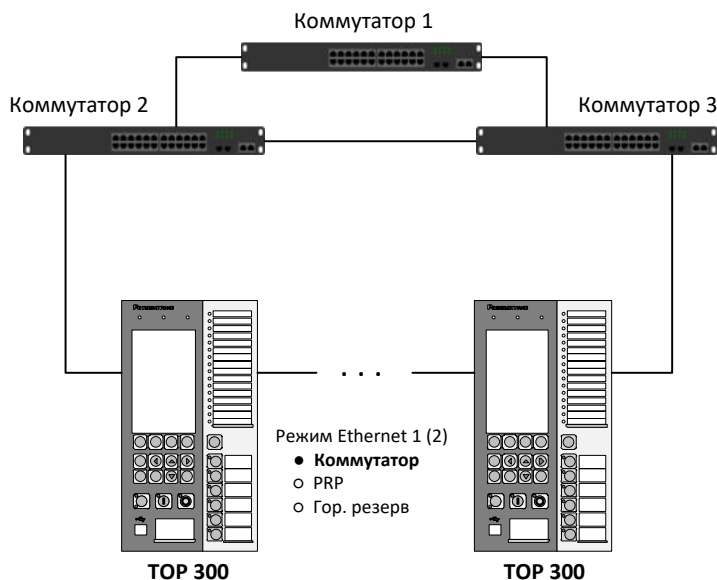


Рисунок 2.12 – Подключение в «кольцо» с резервированием по протоколу RSTP

Резервирование, предотвращающее потерю данных при обрыве кольца, выполняется за счет дублирования связи между устройствами. Настройка RSTP выполняется на вышестоящих по уровню коммутаторах. Время восстановления зависит от количества устройств в «кольце» и может составлять от единиц до десятков секунд. Схема подходит для шины станции без GOOSE.

Рекомендуемое количество ИЭУ в кольце – не более 12.

Для корректной работы устройства следует выбирать режим интерфейса Ethernet «Коммутатор».

2.4.4.2.2.4 Топология «кольцо» с горячим резервированием

В сети с топологией «кольцо», с наличием коммутаторов верхнего уровня (рисунок 2.13 а) или без них (рисунок 2.13 б), может использоваться горячее резервирование вместо RSTP. В данном случае одно из устройств в «кольце» выполняет контроль наличия связи на двух портах и оставляет активным только один, т.е. одно активное подключение, в то время как остальные устройства работают в стандартном режиме коммутатора.

Время восстановления при таком резервировании составляет несколько секунд. Схема не рекомендована для построения полноценной шины станции или шины процесса.

Рекомендуемое количество ИЭУ в кольце – не более 12.

Для корректной работы схемы на одном из устройств в «кольце» следует выбирать режим интерфейса Ethernet «Гор. резерв», на остальных устройствах «Коммутатор».

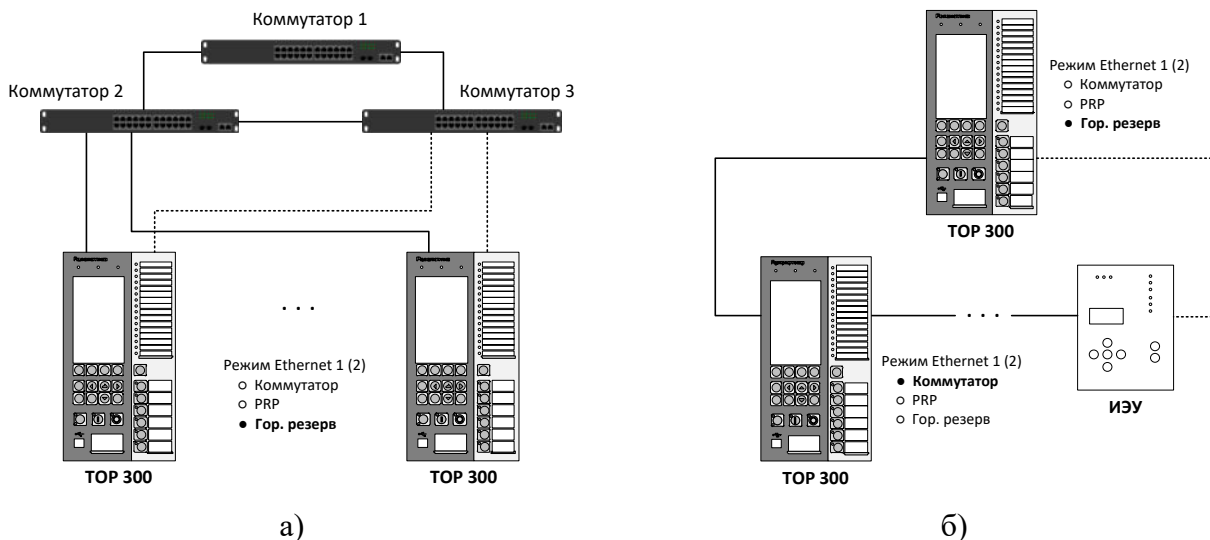


Рисунок 2.13 – Подключение в «кольцо» с горячим резервированием

2.4.4.2.5 Топология «кольцо» с бесшовным резервированием по протоколу HSR

Использование резервирования по протоколу HSR (рисунок 2.14) позволяет применять кольцевые схемы для систем, в которых недопустимы прерывания передачи данных. Каждый передаваемый пакет дублируется и передается в обоих направлениях «кольца». Если получателю доставляются оба пакета, то пакет, пришедший позже, отбрасывается. Обеспечивается бесшовная передача данных с нулевым временем восстановления при неисправностях одной линии связи в «кольце». Схема может использоваться для шины станции или шины процесса.

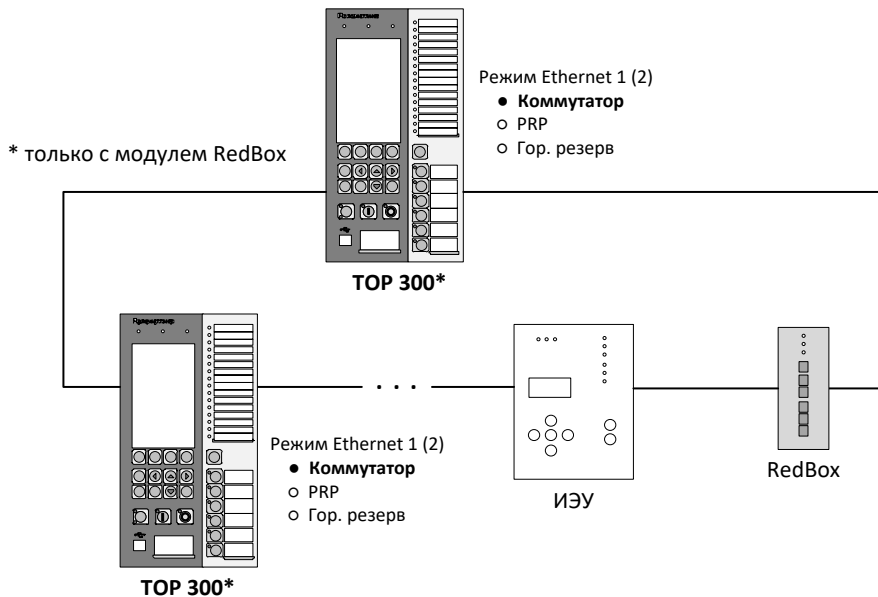


Рисунок 2.14 – Подключение в «кольцо» с HSR-резервированием

Поддержка HSR доступна в устройствах TOP 300 только с дополнительным блоком коммуникационной обработки RedBox (2.4.4.2.1). Для корректной работы устройства следует выбирать режим интерфейса Ethernet «Коммутатор», а также выполнить соответствующую настройку RedBox согласно АИПБ.656122.011 ИС2.

2.4.4.2.3 Фильтрация трафика с помощью VLAN

Для управления трафиком сетевые интерфейсы Ethernet устройства поддерживают работу с виртуальными локальными сетями (VLAN). Для каждого интерфейса допускается задавать до 16 идентификаторов VLAN (VLAN ID).

Включение и отключение VLAN, а также настройка таблиц VLAN ID осуществляется для каждого интерфейса устройства отдельно в соответствующем меню ИЧМ устройства «Настройки/Порты связи/Ethernet 1(2)/VLAN» (3.5.15.1.2).

При выключенном VLAN на интерфейсе устройства фильтрация трафика не выполняется.

При включенном VLAN тегированный трафик фильтруется по таблице «VLAN GOOSE». Если задан «Номер VLAN», то исходящий изначально нетегированный трафик получает данный VLAN ID тег. Исключение составляет исходящий RTP трафик при выбранной настройке «Приоритет VLAN» = -1 (принудительно не тегировать трафик RTP) в меню настройки RTP (3.5.15.3).

По умолчанию фильтрация VLAN выключена.

Как правило, фильтрация трафика с помощью VLAN по шинам процесса и станции выполняется на уровне сетевых коммутаторов. Данный подход рекомендуется к применению.

2.4.4.3 Поддержка протоколов МЭК 61850

Поддержка протоколов передачи данных МЭК 61850 отражается в карте заказа устройства. Список доступных протоколов для интерфейсов устройства приведен в таблице 2.33.

Характеристики устройства в части поддерживаемых протоколов МЭК 61850 (MMS, GOOSE, SV) приведены далее.

2.4.4.3.1 MMS

Реализована поддержка протокола МЭК 61850-8-1 MMS по шине станции (интерфейс Ethernet 1). Устройство поддерживает до шести одновременных подключений к нему по данному протоколу.

Устройство поддерживает сервисы МЭК 61850 для:

- получения структуры устройства и чтение данных;
- работы с наборами данных;
- работы с отчетами;
- работы с уставками и группами уставок;
- управления;
- чтения осциллограмм.

Подробнее про поддерживаемые сервисы для протокола MMS в Е.2.

2.4.4.3.2 GOOSE

Устройство поддерживает протокол МЭК 61850-8-1 GOOSE по шине станции (интерфейс Ethernet 1) и шине процесса (интерфейс Ethernet 2). GOOSE-сообщения используются для быстрой передачи информации между ИЭУ.

Обработка информационных атрибутов входящих GOOSE-сообщений выполняется с контролем соответствующих атрибутов качества, а также флага моделирования (симуляции).

Характеристики по приему и отправке GOOSE (количество сообщений, размер наборов данных) зависят от конкретного исполнения устройства, приводятся в Е.3.

2.4.4.3.3 SV

Устройство поддерживает прием цифровых потоков измерений SV по шине процесса (интерфейс Ethernet 2) согласно спецификации МЭК 61850-9-2 LE начиная с версии ПО 2.15 и выше, а согласно спецификации МЭК 61869-9 (профиль согласно СТО 56947007-25.040.30.309-2020 ПАО «ФСК ЕЭС») – с версии ПО 2.18 и выше.

Контролируются атрибуты качества сигналов измерений, а также флаги моделирования (симуляции) и синхронизации каждого SV.

Начиная с версии ПО 2.17, устройство поддерживает обработку и трансляцию в логику измерений нескольких несинхронизированных SV.

Количественные характеристики по приему SV зависят от конкретного исполнения устройства, приводятся в Е.4.

2.4.4.4 Информационная модель МЭК 61850 устройства

Количество внутренних сигналов логики устройства, связанных с атрибутами информационной модели МЭК 61850 – не более 500.

Устройством производится обработка атрибутов качества (q) каждого из сигналов с учетом используемого режима работы устройства, а также данных внутренней самодиагностики. При выявлении самодиагностикой устройства программно-аппаратных неисправностей достоверность (q.validity) выходных сигналов принимает значение «invalid». Устанавливаемое в зависимости от режима работы устройства качество выходных сигналов показано в Е.6.

В соответствии с МЭК 61850-7-2 устройством поддерживается управление качеством меток времени (t.TimeQuality). При включении одного из протоколов синхронизации времени устройство контролирует успешность синхронизации. В случае неуспешной синхронизации по выбранному протоколу у качества меток времени выходных сигналов устанавливается бит «ClockNotSynchronized», который указывает системе АСУ ТП о том, что метка времени сигнала может быть недостоверной.

2.4.5 Синхронизация устройства

Синхронизация часов реального времени терминалов осуществляется посредством ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004, ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006, ModBus, SPA-Bus, NTPv4/SNTPv4, NMEA0183, PPS, IEEE 1588 PTPv2.

Примечания

1 Синхронизация часов реального времени терминалов посредством IEEE 1588 PTPv2 по шине процесса реализована с версии ПО терминала 2.15, профиль Power Profile – с 2.16. Поддержка синхронизации IEEE 1588 PTPv2 по шине станции реализована с версии ПО 2.18.

2 В терминале есть возможность корректировки времени через ИЧМ, синхронизации от внутренних часов реального времени и через технологический протокол BDUBus.

3 Реализация NTPv4/SNTPv4 учитывает смену эпох после 2036 года и поддерживает даты до 2099 года.

Настройка параметров синхронизации осуществляется в меню терминала **Синхронизация** (3.5.15.3).

Терминал может принимать секундные импульсы синхронизации (1PPS). Подача импульсов 1PPS осуществляется путем подачи на дискретный вход терминала импульса с уровнем напряжения оперативных цепей (110 В или 220 В постоянного тока). Реализация входа синхронизации приведена в 2.4.1.2. Для преобразования оптического сигнала 1PPS в сигнал требуемого уровня используется устройство преобразования РПИ.

Синхронизация посредством NTPv4/SNTPv4 осуществляется по Ethernet портам **ХТ1**, **ХТ2**, NMEA0183 – по последовательным портам **ХТ4**, **ХТ5**, а в случае с установленным дополнительным блоком коммуникационной обработки – **ХТ7**, **ХТ8**.

Работа с использованием синхронизации PTPv2 осуществляется для терминалов цифровых подстанций с использованием шины процесса (Ethernet порты **ХТ4**, **ХТ5**), шины станции (Ethernet порты **ХТ1**, **ХТ2**), а в случае с установленным дополнительным блоком коммуникационной обработки – **ХТ9**, **ХТ10** или **ХТ7**, **ХТ8**.

Терминал поддерживает синхронизацию E2E, P2P L2, Power Profile.

2.4.6 Вывод терминала

Предусмотрена возможность вывода терминала с помощью заданного дискретного входа или через ИЧМ терминала. В данном режиме блокируются все выходные реле терминала, блокируются все причины пуска осциллографа, кроме ручного пуска от ИЧМ,

ПО «МиКРА» или АСУ, а также качество сигналов, передаваемых по МЭК 61850-8-1 MMS и GOOSE устанавливается, как «invalid».

2.4.7 Программное обеспечение

Программное обеспечение терминалов состоит из сервисного ПО и встроенного ПО, обеспечивающего решение задач автоматического накопления, обработки, хранения и отображения измерительной информации.

2.4.7.1 Сервисное ПО «МиКРА» предназначено для:

- мониторинга терминалов, установленных на энергообъекте;
- просмотра и задания (редактирования) уставок, фиксации изменения уставок и сравнения файлов уставок;
- считывания и просмотра осциллограмм, осуществления ручного пуска осциллографа, изменения параметров осциллографа;
- мониторинга сигналов (просмотра текущих данных), диагностики каналов связи с устройствами;
- считывания и просмотра журнала регистрации событий;
- конфигурирования сигналов для дискретных входов, выходов, светодиодов, осциллографа, регистратора событий;
- считывания образа устройства.

Выгрузка журнала событий, осциллограмм, уставок, файлов образа и конфигурационных файлов терминала с помощью сервисного ПО не влияет на режим работы терминала и может выполняться в ходе текущей эксплуатации без вывода оборудования.

Описание работы с программно-техническим комплексом приведено в АИПБ.05.15.015 34 «Программа параметризации и мониторинга терминалов РЗА «МиКРА». Руководство оператора».

Подключение сервисного ПО к терминалу осуществляется через протокол BDUbus. При подключении через порт RS-485 необходимо в соответствующем меню выбрать протокол BDUbus (3.5.15.1.1). По портам Ethernet (разъемы **ХТ1**, **ХТ2**) возможно одновременное подключение до шести клиентов.

Примечание – Подключение сервисного ПО к терминалу через порт Ethernet позволяет ускорить работу с ним.

2.4.7.2 Встроенное ПО реализовано в составе терминала и является метрологически значимым. Встроенное ПО заносится в защищенную от записи энергонезависимую память терминалов предприятием-изготовителем и недоступно для потребителя.

Метрологические характеристики терминалов нормированы с учетом влияния ПО.

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» в соответствии с рекомендациями Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные встроенного ПО терминалов приведены в таблице 2.35.

Таблица 2.35 – Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	CPU fw
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	2.x.x
Цифровой идентификатор ПО	–
Примечание – Номер версии ПО состоит из двух частей: - номер версии метрологически значимой части ПО (2.); - номер версии метрологически незначимой части ПО (x.x), где x может принимать целые значения в диапазоне от 0 до 99.	

2.5 Средства измерения, инструмент и принадлежности

Перечень оборудования и средств измерения, необходимых для проведения эксплуатационных проверок терминала, приведен в приложении Д.

2.6 Маркировка и пломбирование

2.6.1 Маркировка терминала выполнена в соответствии с КД и ГОСТ 18620-86 способом, обеспечивающим ее четкость и сохранность в течение всего срока службы. Маркировка терминала соответствует требованиям ТР ТС 004/2011 и ТР ТС 020/2011.

2.6.2 Каждый терминал на задней панели имеет этикетку, содержащую:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование и условное обозначение терминала;
- номинальное оперативное напряжение питания;
- напряжение питания дискретных входов;
- дату изготовления (месяц, год);
- заводской номер;
- массу устройства, кг;
- обозначение ТУ;
- обозначение стандарта;
- степень защиты;
- надпись «Сделано в России»;
- единый знак обращения продукции;
- знак утверждения типа средства измерений (только для TOP 300 XXXX XXXС).

2.6.3 Нанесение знака поверки на терминалы в обязательном порядке не предусмотрено. Предусмотрено нанесение специальных наклеек предприятия-изготовителя на боковые и заднюю панели терминалов, разрушающихся при вскрытии.

2.6.4 Транспортная маркировка выполнена по ГОСТ 14192-96, в том числе нанесены манипуляционные знаки: «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх».

2.6.5 Транспортная маркировка терминала, входящего в состав шкафа, но поставляемого отдельно от шкафа, содержит:

- название подстанции;
- номер шкафа (при монтаже терминала в шкаф на объекте);
- условное обозначение терминала;
- заводской номер терминала.

2.6.6 Конструкция терминала не предусматривает пломбирование.

2.7 Упаковка

2.7.1 Упаковка терминала выполнена в соответствии с КД предприятия-изготовителя и ГОСТ 23216-78 для условий хранения и транспортирования и допустимых сроков сохраняемости, указанных в разделе 5.

3 Указания по эксплуатации

3.1 Эксплуатационные ограничения

3.1.1 Эксплуатация и обслуживание устройства должны проводиться в соответствии с РД 153-34.3-35.613-00, РД 153-34.0-35.617-2001, настоящим РЭ при значениях климатических факторов, указанных в 2.2.2.2.

Возможность работы устройства в условиях, отличных от указанных, должна согласовываться с предприятием-держателем подлинников КД и с предприятием-изготовителем.

3.1.2 Условия эксплуатации в части воздействия механических факторов должны соответствовать требованиям по 2.2.2.4.

3.1.3 При работе с устройством **необходимо соблюдать** ряд технических требований, приведенных в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Эксплуатационные ограничения

Требование (параметр)	Соответствие
Требования к условиям эксплуатации	
Не допускается использование терминала в климатических условиях, отличных от приведенных в настоящем РЭ*. При температуре ниже минус 20 °С возможно ухудшение работоспособности графического дисплея, которое выражается в замедленном изменении показаний и снижении контрастности символов	2.2.2.2, 2.2.2.3
Не допускается воздействие механических факторов, отличных от приведенных в настоящем РЭ*	2.2.2.4
Не рекомендуется использование переносных радиостанций мощностью 5 Вт и более на расстоянии менее 0,5 м от терминала	+
Не допускаются сварочные работы вблизи шкафа с включенным терминалом	+
* Возможность работы устройства в условиях, отличных от указанных, должна согласовываться с предприятием-держателем подлинников КД и с предприятием-изготовителем.	
Требования по установке, подключению и монтажу	
К работе не допускается персонал с квалификационной группой по электробезопасности ниже III и не прошедший обучение	3.2.1.2
Не допускается работа без распределения прав доступа пользователей к функциям терминала	3.3.2
Запрещается работа с терминалом без его заземления	3.2.1.4
Не допускается использование провода для заземления терминала сечением, меньшим приведенного в настоящем РЭ, и длиной более 1 м	3.2.1.4
Запрещается работа с терминалом без проверки непрерывности цепи защитного заземления	2.3.1.6
Запрещается работа с терминалом без проверки сопротивления, прочности изоляции	4.3.2
Во время проведения ремонтных работ запрещаются работы по разборке терминала под напряжением	3.2.1.3
Во время проведения ремонтных работ, связанных с разборкой терминала, для исключения ожогов запрещается прикосновение руками сильно нагретых частей	+
Во время проведения ремонтных работ, связанных с извлечением блоков, не допускается работа без антистатических браслетов	+
Не допускается использование проводов для подключения к измерительным, дискретным цепям сечением, меньшим приведенных в настоящем РЭ	2.3.1.4

Требование (параметр)	Соответствие
Не допускается объединение аналоговых, дискретных цепей, цепей связи в одном жгуте	+
Требования к цепям питания, входным и выходным цепям	
При подаче напряжения оперативного тока не допускается подача напряжения, номинал которого не соответствует, указанному в условном обозначении терминала на этикетке	2.2.1.1
Не допускается подача напряжения оперативного тока 110 В без приставки конденсаторной ПК	2.2.4.6
Не рекомендуется включение терминала без автоматического выключателя с отсечкой не менее 15 А в цепи питания	2.2.4.4
При подаче напряжения оперативного тока не допускается превышение длительно допустимых предельных значений	2.2.4.2
При подключении к терминалу сторонних приборов необходимо руководствоваться их паспортными данными	+
Не допускается превышение допустимого уровня пульсаций в цепи питания	2.2.12.15
При проектировании схем с применением терминала TOP 300 на оперативном переменном токе нужно учитывать, что время готовности терминала составляет более 4 с. В случае применения комбинированных блоков питания в карте заказа терминала должно быть указано значение переменного оперативного тока. Не допускается одновременное подключение к комбинированному блоку питания дискретных цепей и цепей питания терминала	+
«Дискретный вход №8» (контакты X2:17, X2:18) запрещается использовать как обычный дискретный вход, использовать только для синхронизации по 1PPS от внешнего источника с уровнем напряжения 220 В. При использовании синхронизации по 1PPS необходимо в терминале предварительно выставить полную метку времени с точностью до 0,1 с посредством АСУ ТП. При перерыве питания более трех суток необходимо выполнить синхронизацию времени терминала	2.4.1.2
При подаче токов и напряжений на аналоговые входы не допускается превышение длительно допустимых и кратковременных предельных значений входов тока и напряжения. Внимание!!! Есть исполнения с миллиамперными входами!!!	2.2.5.1.2 – 2.2.5.1.8, 2.2.5.2.2 – 2.2.5.2.12, 2.2.6, 2.2.9
При подаче токов и напряжений на аналоговые входы необходимо соблюдать схему подключения. Внимание!!! Не путать входы тока и напряжения	Рисунок А.2 АИПБ.656122.011- XXX.XX РЭ3
Не допускается превышение предельной коммутируемой мощности контактов выходных реле и количества коммутаций силовых реле при максимальном токе	2.2.11
Не допускается подключение выходных дискретных цепей через внешние промежуточные реле без искрогасящей цепочки	2.2.11.6
Требования к портам связи	
Запрещается заземление экрана кабеля порта RS-485 только с одной стороны	2.4.1.8.4.3
Не допускается работа с интерфейсом Ethernet 100 Base-T без подключения защитного устройства типа PG5 или PG6 между кабелем и портом связи терминала	2.4.1.8.4.1
При работе с интерфейсом Ethernet 100 Base-F не допускается использование любого типа волокна, кроме многомодового	+

Требование (параметр)	Соответствие
Подключение в сеть АСУ ТП нескольких терминалов с использованием портов связи Ethernet необходимо выполнять при помощи сетевого коммутатора. Сетевые настройки IP-адрес и шлюз должны быть в одной подсети	+
Не допускается работа со встроенным оптическим портом ВОЛС (ДЗЛ) одномодового исполнения и входной мощностью приемника более (- 5) дБм без аттенюатора 10 дБ	2.4.1.8.4.5
Не допускается**: – более шести подключаемых клиентов по протоколу IEC 61850-8-1 MMS; – более 64 принимаемых сообщений IEC 61850-8-1 GOOSE по шине станции; – более 32 отправляемых сообщений IEC 61850-8-1 GOOSE по шине станции; – более 32 принимаемых сообщений IEC 61850-8-1 GOOSE по шине процесса; – более восьми отправляемых сообщений IEC 61850-8-1 GOOSE по шине процесса; – более 14 принимаемых цифровых потоков IEC 61850-9-2LE или IEC 61869-9 (профиль согласно СТО 56947007-25.040.30.309-2020 ПАО «ФСК ЕЭС») по шине процесса	+
** При передаче GOOSE и SV по одной шине максимально допустимые значения уменьшаются. Конкретное значение уточняется для конкретного исполнения на этапе проектирования.	
Требования к ПО	
Запрещается применять пакеты обновления ПО без согласования с заводом-изготовителем	+
Обеспечить сохранность паролей после изменения его значения по умолчанию	+

3.2 Подготовка к работе и ввод в эксплуатацию

3.2.1 Меры безопасности

3.2.1.1 При эксплуатации и техническом обслуживании устройства необходимо руководствоваться требованиями ГОСТ 12.2.007.0-75, «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» и «Правил устройств электроустановок», а также требованиями настоящего РЭ.

3.2.1.2 Монтаж, обслуживание и эксплуатацию устройства разрешается проводить лицам, прошедшим специальную подготовку. Квалификационная группа по электробезопасности должна быть не ниже III.

3.2.1.3 Выемку блоков из терминала и их установку, а также монтажные работы на разъемах терминала следует проводить при обесточенном состоянии.

3.2.1.4 Перед включением и во время работы устройство должно быть надежно заземлено через заземляющий винт, расположенный на задней панели с контуром заземления (корпусом ячейки, шкафа) медным проводником сечением не менее 4 мм² наиболее коротким путем.

3.2.2 Внешний осмотр

3.2.2.1 Упакованный терминал поставить на горизонтальную поверхность, руководствуясь манипуляционным знаком «Верх». Распаковать и убедиться в соответствии содержимого с АИПБ.656122.011 ПС.

3.2.2.2 Провести внешний осмотр терминала, убедиться в отсутствии механических повреждений, нарушения покрытий, которые могут произойти при транспортировании. Проверить наличие и целостность маркировки.

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

3.2.3 Установка и подключение

3.2.3.1 Габаритные и установочные размеры приведены в приложении Б. Закрепить терминал по месту установки.

3.2.3.2 Подсоединить заземляющий проводник согласно 3.2.1.4.

3.2.3.3 Выполнить подключение терминала согласно утвержденному проекту в соответствии с указаниями настоящего РЭ и АИПБ.656122.011-XXX РЭ2. Соединение выполнять проводами в соответствии с 1.1.1.1. Подключение терминала через порты связи выполнять в соответствии с 2.4.1.8.

3.2.4 Ввод в эксплуатацию

3.2.4.1 Терминал при поставке заказчику имеет заводские настройки, которые являются типовыми. При вводе терминала в эксплуатацию проверяются его настройки и при необходимости изменения параметров от типовых производится их настройка в соответствии с 3.4.

3.2.4.2 Для ввода в эксплуатацию терминала необходимо выполнить работы, указанные в таблице 4.2 для проверки при новом включении.

При отгрузке терминала в составе шкафа при новом включении проводят работы по проверке шкафа по прилагаемой эксплуатационной документации.

3.3 Информационная безопасность

3.3.1 Общие сведения

3.3.1.1 В целях обеспечения возможности эксплуатации в составе АСУ ТП на значимых объектах критической информационной инфраструктуры терминал оснащен рядом функциональных возможностей, реализующих требования к сертифицируемым средствам защиты информации.

3.3.2 Настройка прав доступа

Примечание – Данная функция реализована с версии ПО терминала 2.14.

3.3.2.1 ПО терминала реализует ролевую политику управления доступом к функциям и данным терминала. Номенклатура и разрешения ролей встроены в ПО разработчиком и не могут быть изменены пользователем. Поддерживаются следующие роли (группы) пользователей: «Релематика», «Администратор», «РЗА», «Опер.персонал», «Гость».

Перечень ролей (групп) пользователей и пользователей групп с различными правами доступа приведены в таблице 3.2.

3.3.2.2 Роль «Релематика» может использоваться только специалистами разработчика при выполнении работ по обслуживанию терминала (1.1.1.1). В составе группы, выполняющей данную роль, существует одна встроенная учетная запись «Релематика», имеющая полный доступ ко всем функциям и данным терминала. Пользователь не может добавить учетные записи в состав группы «Релематика» и использовать или удалить встроенную учетную запись «Релематика». Однако, пользователю доступна возможность отключения данной роли, делая выполнение любых действий от имени пользователя «Релематика» невозможным. Это ограничение доступно пользователям группы «Администратор». В целях минимизации полномочий пользователей не рекомендуется включать роль «Релематика» до начала работ по обслуживанию терминала.

3.3.2.3 Роль «Администратор» позволяет выполнять настройку функций безопасности и получать информацию об их работе. Только пользователи данной группы могут управлять другими учетными записями. Если получить доступ пользователя группы «Администратор» невозможно (например, в случае утраты соответствующего пароля), необходимо обратиться в службу технической поддержки разработчика. Для предотвращения описанной ситуации рекомендуется применение комплекса организационно-технических мер, включающих, например, следующие:

- назначение сотрудников, ответственных за использование роли «Администратор»;
- соответствующее обучение и проверка знаний назначенных сотрудников;
- добавление дополнительных (резервных) учетных записей группы «Администратор»;
- резервирование паролей учетных записей в запечатанных конвертах и ведение учета использования/вскрытия данных конвертов в соответствующем журнале;
- обеспечение хранения зарезервированных паролей в отдельном запираемом хранилище и закрепление ответственности за доступ к нему.

Таблица 3.2 – Группы пользователей

Наименование роли (группы)	Описание группы	Пользователь группы по умолчанию	Заводской пароль
«Релематика»	Группа для использования специалистами предприятия-изготовителя при проведении сервисных работ и др. Содержит только одного пользователя	«Релематика»	*
«Администратор»	Группа, предназначенная для ввода и удаления пользователей в группах «РЗА», «Оперативный персонал», «Гости»	«Администратор»	admin
«РЗА»	Группа, обеспечивающая функции обслуживающему персоналу РЗА и наладчикам	«Специалист»	1
«Оперативный персонал»	Группа, обеспечивающая функции оперативного персонала. Содержит, как минимум, одного пользователя	«Работник»	1
«Гость»	Группа, обеспечивающая базовые функции. Содержит только одного пользователя	«Гость»	–
* Доступен только специалисту предприятия-изготовителя.			

3.3.2.4 Роль «РЗА» предоставляет возможность доступа ко всем производственным функциям терминала РЗА, их параметрам и соответствующим данным, исключая возможности роли «Администратор».

3.3.2.5 Роль «Опер.персонал» предназначена для предоставления доступа к основным производственным функциям терминала РЗА, исключая возможности роли «Администратор».

3.3.2.6 Роль «Гость» предназначена для получения данных о функционировании терминала и выполнения функций, не связанных с возможностями защиты информации. Встроенная учетная запись «Гость» не имеет пароля, т.к. функции и данные, доступные от ее имени являются общедоступными.

3.3.2.7 Распределение прав доступа к функциям терминала приведено в таблице 3.3.

3.3.2.8 При подаче оперативного питания на терминал в системе устанавливается пользователь «Гость». Выбор пользователя можно осуществить через меню **Настройки/Доступ** (3.5.15.4) или через диалоговое окно, которое появляется при попытке управления функцией, на выполнение которой отсутствует право доступа. Добавление и удаление пользователей в группах и изменение их паролей можно осуществить при помощи сервисного ПО «МиКРА» (2.4.7). Сессия текущего пользователя завершается при смене пользователя через ИЧМ (3.5.15.4) или по истечению таймаута неактивности или перезагрузке.

Таблица 3.3 – Права доступа к функциям

Функция управления	Р	А	РЗА	О	Г
Сброс светодиодной индикации кнопкой СБРОС (3.5.2)	+	+	+	+	+
Использование кнопок I, O, МЕСТ/ДИСТ , клавиш (К1, К2 ... К50) (3.5.2)	+	–	+	+/– ¹⁾	–
Очистка списка событий регистратора событий (3.5.8)	+	–	–	–	–
Очистка осциллограмм (3.5.9)	+	–	–	–	–
Ручной пуск осциллографа (3.5.9, 3.5.11.5)	+	–	+	+	–
Редактирование/активация/создание/удаление групп уставок (3.5.12)	+	–	+	–	–
Запрет конфигурирования через порт Ethernet (3.3.3) ²⁾	+	+	–	–	–
Выбор контрольного выхода (3.5.13)	+	–	+	–	–
Выбор режима Тест/Работа , изменение параметров тестового режима (3.5.13)	+	–	+	–	–
Диагностика светодиодов (3.5.14)	+	–	+	–	–
Диагностика аппаратной части (3.5.14)	+	–	+	–	–
Настройка портов связи (3.5.15.1)	+	–	+	–	–
Настройка портов связи (2.4.1.7.2) ³⁾					
Установка Даты/Времени (3.5.15.2)	+	+	+	+	+
Настройка методов синхронизации (3.5.15.3, 3.5.11.7)	+	–	+	–	–
Ввод, редактирование, удаление учетных записей (3.3.4.1, 3.3.4.2) ³⁾	+	+	–	–	–
Редактирование параметров паролей (3.3.4.5–3.3.4.9) ⁴⁾	+	+	–	–	–
Ввод, редактирование, удаление MAC и IP-адресов (3.3.7) ³⁾	+	+	–	–	–
Включение/отключение сервисного режима (1.1.1.1) ⁴⁾	+	+	–	–	–
Доступ для чтения данных журнала аудита (3.3.8) ³⁾	+	+	–	–	–
Включение/отключение физической идентификации (3.3.5) ⁴⁾	+	+	–	–	–
Настройка считывателя смарт-карт (3.3.6.1, 3.3.6.2) ⁴⁾	+	–	+	–	–
Ассоциирование смарт-карты с учетной записью пользователя (3.3.6.4) ³⁾	+	+	–	–	–
¹⁾ Возможно отключение санкционированного доступа согласно 3.5.15.5. ²⁾ Управление функцией возможно только при помощи экранного меню ИЧМ. ³⁾ Управление функцией возможно только при помощи сервисного ПО «МиКРА». ⁴⁾ Управление функцией возможно при помощи экранного меню ИЧМ и сервисного ПО «МиКРА». Примечание – В таблице используются следующие сокращения наименований групп: Р – «Релематика», А – «Администратор», РЗА – «РЗА», О – «Оперативный персонал», Г – «Гость».					

3.3.3 Запрет конфигурирования через Ethernet

3.3.3.1 Данная функция позволяет разрешить или запретить удаленное изменение параметров для конфигурирования (таблица 3.5). Управление функцией выполняется только при помощи экранного меню ИЧМ.

3.3.3.2 Управление режимом запрета конфигурирования по сети производится через пункты меню **Настройки/Безопасность** заданием параметра «Запрет Eth конф» («Вкл» – включение, «Откл» – отключение). После выхода из меню на экране отображается запрос подтверждения изменения настроек, позволяющий сохранить изменения.

3.3.4 Учетные записи

3.3.4.1 Управление учетными записями

3.3.4.1.1 При первоначальной настройке терминала TOP 300 каждая из ролей содержит по одной встроенной одноименной учетной записи. Для групп «Администратор», «РЗА» и «Оперативный персонал» пользователь может добавлять, а также редактировать или удалять имеющиеся учетные записи. В указанных группах может быть создано суммарно не более 14 учетных записей. Встроенные учетные записи имеют пароли, приведенные в таблице 3.2,

рекомендуется заменить их на удовлетворяющие требованиям безопасности на данном защищаемом объекте во время первоначальной настройки терминала.

Примечание – В целях обеспечения конфиденциальности аутентификационных данных при вводе паролей вводимые символы не отображаются и заменяются на символ «*».

3.3.4.1.2 Для управления учетными записями необходимо в ПО «МиКРА» последовательно выбрать пункты **Безопасность/Редактор пользователей**, затем в правой части окна нажать кнопку «Выгрузить».

3.3.4.1.3 Для добавления новой учетной записи необходимо нажатием левой кнопки «мыши» выбрать группу, в которую будет добавлена новая учетная запись, и нажать на кнопку «Добавить пользователя», затем в появившемся окне ввести имя нового пользователя, его пароль и нажать на кнопку «Применить». Если введенные данные корректны, учетная запись добавляется в выбранную группу, если некорректны – отображается сообщение об ошибке.

3.3.4.1.4 Допустимо изменение пароля учетных записей. Для редактирования пароля учетных записей необходимо нажатием левой кнопки «мыши» выбрать группу, в которой состоит редактируемая учетная запись и двойным нажатием левой кнопки «мыши» нажать на поле значения пароля пользователя, затем ввести новое значение и нажать кнопку Enter, после чего необходимо повторить ввод пароля в новом окне и нажать кнопку «Применить».

3.3.4.1.5 Любую, в том числе встроенную, учетную запись можно удалить. Для этого необходимо нажатием левой кнопки «мыши» выбрать группу, в которой состоит удаляемая учетная запись, затем нажать на строку с данными удаляемой учетной записи и нажать кнопку «Удалить пользователя». При этом отображается окно подтверждения удаления, в котором необходимо нажать на кнопку «Да» для удаления учетной записи или «Нет» для отказа от удаления. Перенести учетную запись из одной группы в другую (заменить роль) невозможно. Для этого необходимо сначала удалить учетную запись в одной группе и затем создать такую же учетную запись в другой группе.

3.3.4.2 Имя пользователя

3.3.4.2.1 Имя пользователя может состоять из комбинации прописных и/или строчных букв русского и/или английского алфавитов и цифр. Использование других символов при вводе имен пользователей не допускается. Длина имени пользователя не может превышать 15 символов. При попытке добавления пользователя с более длинным именем, будут сохранены только первые 15 символов.

3.3.4.3 Управление параметрами безопасности (1.1.1.1–3.3.4.9)

Управление параметрами безопасности при помощи ИЧМ осуществляется через пункты меню **Настройки/Безопасность** заданием соответствующего параметра. После выхода из меню на экране отображается запрос подтверждения изменения настроек, позволяющий сохранить изменения.

Для управления параметрами безопасности при помощи сервисного ПО «МиКРА» необходимо выбрать в дереве меню пункт **Свойства терминала** и затем нажать на кнопку «Выгрузить». В появившемся списке параметров необходимо перейти последовательно к пунктам **Настройки/Безопасность** и после двойного нажатия левой кнопки «мыши» в ячейке соответствующего параметра ввести значение. Внесенные изменения сохраняются нажатием кнопки «Загрузить». Если введенное значение параметра некорректно, загрузка изменений не будет выполнена, а на экране отобразится сообщение об ошибке изменения свойств терминала.

Настройку параметров (3.3.4.5–3.3.4.9) также можно выполнить при помощи ПО «МиКРА», перейдя в дереве меню к пунктам **Безопасность/Редактор пользователей** и нажав кнопку «Настройки». В появившемся окне необходимо выбрать поле соответствующего параметра, ввести требуемое значение и нажать на кнопку «Применить».

3.3.4.4 Сервисный режим

3.3.4.4.1 «Сервисным режимом» называются функции и данные, доступные роли «Релематика», которые используются только для сервисного обслуживания, обновления ПО терминала или при оказании помощи пользователям специалистами разработчика. Если нет потребности в услугах специалистов разработчика «Сервисный режим» должен быть отключен всегда.

3.3.4.4.2 Управление «Сервисным режимом» возможно при помощи экранного меню ИЧМ и сервисного ПО «МиКРА».

3.3.4.4.3 Управление «Сервисным режимом» осуществляется заданием параметра «Сервисный режим» («Вкл» – включение, «Откл» – отключение).

3.3.4.5 Длина пароля

3.3.4.5.1 В целях повышения стойкости к возможности подбора рекомендуется применять пароли пользователей максимальной длины, состоящие из прописных и строчных букв английского алфавита и цифр (максимально возможное количество символов – восемь).

Примечание – Параметр контролируется только при включенном параметре «Сложность пароля» (3.3.4.7).

3.3.4.5.2 Значение минимального количества символов пароля можно установить при помощи экранного меню ИЧМ и при помощи сервисного ПО «МиКРА».

3.3.4.5.3 Установка минимальной длины пароля осуществляется заданием значения параметра «Мин. длина».

3.3.4.6 Срок действия пароля

3.3.4.6.1 Ограничение срока действия пароля увеличивает его стойкость к попыткам подбора за счет вынужденной ротации. Значение срока действия пароля устанавливается в пределах от 1 до 999 дней. Рекомендуется устанавливать значение этого параметра в соответствии с требованиями на данном защищаемом объекте. Установленное значение будет действовать для всех учетных записей.

Внимание! Устаревание пароля может произойти после выполнения синхронизации терминала.

Примечание – Счетчик подсчета срока действия пароля сбрасывается при перезагрузке терминала.

3.3.4.6.2 Значение срока действия пароля можно установить при помощи экранного меню ИЧМ и сервисного ПО «МиКРА».

3.3.4.6.3 При попытке выполнения доступа через ИЧМ в случае истечения срока действия пароля, пользователю автоматически предлагается дважды ввести новый пароль. Новый пароль сохраняется только, если дважды введенные новые значения совпадают. Иначе, отображается сообщение «Ошибка» и доступ не предоставляется. При помощи сервисного ПО «МиКРА» ввести новый пароль можно перейдя в дереве меню к пунктам **Безопасность/Редактор пользователей**, выбрав группу, пользователя и дважды нажав левой кнопкой «мыши» в поле «Пароль».

3.3.4.6.4 Установка срока действия пароля установкой значения параметра «Срок действия».

3.3.4.7 Сложность пароля

3.3.4.7.1 Включение требования к сложности пароля задает минимально допустимый перечень символов, из которых должен состоять пароль. Рекомендуется включать данное требование для повышения стойкости паролей пользователей к попыткам подбора. Установленное значение будет действовать только для создаваемых учетных записей и при смене паролей действующих учетных записей.

Примечание – При включении требования необходимо установить минимальную длину пароля по 3.3.4.5.

3.3.4.7.2 Данное требование можно установить при помощи экранного меню ИЧМ и при помощи сервисного ПО «МиКРА».

3.3.4.7.3 Установка требования к сложности пароля осуществляется заданием значения параметра «Сложность» («Да» – включено, «Нет» – выключено).

3.3.4.8 Количество попыток ввода неверного пароля

3.3.4.8.1 Для ограничения количества попыток подбора пароля рекомендуется установка значения счетчика максимально допустимого количества ввода неверного пароля в диапазоне от 1 до 999. Установленное значение будет действовать для всех учетных записей и контролироваться для каждой сессии пользователя. При достижении счетчиком установленного максимального значения учетная запись блокируется. Рекомендуется устанавливать значение этого параметра в соответствии с требованиями на данном защищаемом объекте.

Примечания

1 Количество попыток ввода неверного пароля контролируется для каждого вида подключения пользователя (например, через ИЧМ или ПО «МиКРА»).

2 Подсчет количества попыток ввода неверного пароля при помощи ПО «МиКРА» и через ИЧМ осуществляется отдельно.

3 Счетчик подсчета количества попыток ввода неверного пароля сбрасывается при перезагрузке терминала.

4 При превышении количества попыток ввода неверного пароля для одной учетной записи происходит блокировка всех учетных записей данного вида подключения.

3.3.4.8.2 Значение максимального количества попыток ввода неверного пароля можно установить при помощи экранного меню ИЧМ и при помощи сервисного ПО «МиКРА».

3.3.4.8.3 Установка максимального количества попыток ввода неверного пароля осуществляется заданием значения параметра «Кол. попыток».

3.3.4.9 Время блокировки пароля

3.3.4.9.1 Данный параметр позволяет установить время (от 1 до 999 мин), на которое будет временно заблокирована учетная запись пользователя при достижении им максимально допустимого количества попыток ввода пароля в рамках одной сессии. Установленное значение будет действовать для всех учетных записей. Рекомендуется устанавливать значение этого параметра в соответствии с требованиями защищаемого объекта.

3.3.4.9.2 Значение времени блокировки пароля можно установить при помощи экранного меню ИЧМ и при помощи сервисного ПО «МиКРА».

3.3.4.9.3 Установка времени блокировки осуществляется заданием параметра «Время блок.».

3.3.5 Физическая идентификация

3.3.5.1 Возможность идентификации при помощи физических устройств реализуется подключением к терминалу и ПК с установленным сервисным ПО «МиКРА» дополнительных считывателей смарт-карт, их настройкой и выполнением работ по управлению смарт-картами.

3.3.5.2 Функция использования устройств физической идентификации может быть включена или выключена при помощи экранного меню ИЧМ или сервисного ПО «МиКРА».

3.3.5.3 После включения данной функции и перезагрузки терминала выполнение любого действия при помощи ИЧМ или сервисного ПО «МиКРА» будет сопровождаться требованием предъявления смарт-карты пользователя (за исключением общедоступных функций и данных). Без предъявления смарт-карты получение доступа становится невозможным. Для получения доступа необходимо к считывателю приложить смарт-карту, ассоциированную с данным пользователем. Ассоциацию смарт-карт рекомендуется выполнять при первоначальной настройке терминала и непосредственно после создания новых учетных записей.

Примечание – Если с данным пользователем не была ассоциирована ни одна смарт-карта, допускается временно использовать любую смарт-карту.

3.3.5.4 Управление физической идентификацией осуществляется заданием параметра «Физ.идентификация» («Вкл» – включение, «Откл» – отключение).

3.3.6 Подключение и настройка считывателя смарт-карт

3.3.6.1 Считыватели подключаются к порту RS-485 терминала и USB-порту ПК соответственно. Считыватель, подключенный к терминалу, используется для локальной идентификации пользователей. Считыватель, подключенный к ПК, используется для удаленной идентификации пользователей при помощи сервисного ПО «МиКРА» и для назначения смарт-карт учетным записям пользователей.

После подключения считывателя к терминалу, необходимо выполнить его настройку при помощи экранного меню ИЧМ или сервисного ПО «МиКРА». Эта функция доступна только пользователям роли «РЗА».

3.3.6.2 Настройка считывателя осуществляется:

- при помощи ИЧМ через пункты меню **Настройка/Порты связи/RS-485/ВОЛС** и пунктов «Порт 1» или «Порт 2» (в зависимости от того, к какому порту подключен считыватель);

- при помощи сервисного ПО «МиКРА» через пункты меню **Настройки/RS485_1** или **RS485_2** (в зависимости от того, к какому порту подключен считыватель).

Необходимо в ячейке значения параметра «Протокол» выбрать протокол «RFID», «Скорость – 9600, «Четность» – «Нет», «Стоп-биты» – «1».

3.3.6.3 Настройка «Физической идентификации» на ПК

Подключение считывателя выполняется к одному из стандартных портов USB ПК. Для корректной работы считывателя требуется установить драйвер `ftdi32_certified.msi` и `ftdi64_certified.msi` для 32-битной и 64-битной ОС Microsoft Windows соответственно. Установочные файлы размещены на оптическом диске, поставляемом в комплекте с устройством. Установка драйвера выполняется с использованием полномочий локального администратора ОС. Дополнительная настройка драйвера или сервисного ПО «МиКРА» не требуется.

3.3.6.4 Ассоциирование смарт-карты с учетной записью пользователя

Данная функция выполняется только при помощи сервисного ПО «МиКРА» и доступна только пользователям с ролью «Администратор». Одна смарт-карта может быть ассоциирована с несколькими учетными записями. В целях обеспечения контроля применения смарт-карт рекомендуется организовать учет выданных идентификаторов, соответствия их учетным записям и применять маркирование смарт-карт. В случае утраты смарт-карты, для предупреждения несанкционированного доступа, необходимо в кратчайшее время выполнить ассоциирование другой смарт-карты с данной учетной записью. При удалении учетной записи ассоциированная с ней ранее смарт-карта может быть использована для другой учетной записи без дополнительных действий.

Для ассоциирования смарт-карты с учетной записью пользователя необходимо перейти в дерево меню по пунктам **Безопасность/Редактор пользователей**, выбрать группу и учетную запись пользователя и нажать на кнопку «Привязать карту». При отображении окна ожидания с сообщением «Приложите привязываемый ключ к считывателю» необходимо приложить ассоциируемую смарт-карту к считывателю. Время ожидания смарт-карты составляет 60 с и по истечении его отображается сообщение об ошибке «Ошибка. Вышел таймаут ожидания считывателя».

3.3.7 Список разрешенных MAC и IP-адресов

3.3.7.1 Для обеспечения возможности ограничения удаленного управления терминалом, а также для идентификации терминала серверами АСУ ТП реализована

возможность фильтрации трафика при помощи ведения списка разрешенных MAC и IP-адресов. Операции создания, модификации и удаления записей списка, а также его чтение, возможны только при помощи сервисного ПО «МиКРА».

3.3.7.2 В случае добавления некорректных или ошибочных записей в список разрешенных MAC и IP-адресов удаленный доступ к терминалу может быть невозможен. В данной ситуации необходимо выполнить подключение к терминалу через USB-порт и откорректировать ошибочные записи списка.

3.3.7.3 Для получения списка разрешенных MAC и IP-адресов необходимо в дереве меню перейти к пунктам **Безопасность/Список разрешенных IP-адресов** и нажать на кнопку «Выгрузить». При первоначальной настройке терминала список пуст. Рекомендуется включать в данный список только MAC и IP-адреса ПК с установленным сервисным ПО «МиКРА», а также серверов АСУ ТП.

3.3.7.4 Для добавления записи в список необходимо нажать на кнопку «Добавить», при этом в поле «IP» автоматически добавляется адрес 127.0.0.1, который необходимо заменить на требуемый адрес и указать соответствующий ему MAC-адрес. Кроме этого, можно добавить адреса ПК с установленным сервисным ПО «МиКРА» нажатием на кнопку «Добавить свой IP+MAC». При этом отображается окно со списком локальных адресов, из которого можно выбрать требуемый адрес и нажать на кнопку «Выбрать», при этом значение MAC-адреса добавляется автоматически. Для удаления записи из списка, достаточно выбрать ее при помощи «мыши» и нажать на кнопку «Удалить».

3.3.7.5 Для применения списка разрешенных MAC и IP-адресов необходимо нажать на кнопку «Загрузить», при этом отображается окно подтверждения изменений с сообщением о необходимости перезапуска терминала. Перезагрузку терминала необходимо выполнить вручную.

3.3.8 Журнал аудита

3.3.8.1 В процессе функционирования терминала события, генерируемые при выполнении функций безопасности, сохраняются в журнале аудита безопасности. Данный журнал реализован в виде таблицы, в которой отображаются следующие данные:

- дата и время события;
- имя пользователя от сессии которого зарегистрировано событие;
- источник события (например, IP-адрес ПК и протокол связи);
- текст сообщения о событии;
- статус события (например, «Успешно» или «Нет доступа»).

3.3.8.2 Журнал аудита не имеет каких-либо параметров и настроек и не может быть модифицирован, удален или отключен. Журнал аудита предназначен для накопления информации о событиях, данные о которых могут использоваться при расследовании инцидентов информационной безопасности.

3.3.8.3 Просмотр журнала аудита возможен только при помощи сервисного ПО «МиКРА». Для этого необходимо в дереве меню перейти к пунктам **Безопасность/Журнал аудита** и нажать на кнопку «Выгрузить». Данные журнала аудита представляются в виде таблицы, строки которой могут быть окрашены: в зеленый цвет – при успешном событии, в красный – при событии об ошибках, без цвета – при отказе в доступе.

3.3.8.4 Автоматически отображается весь журнал аудита. Пользователь может указать параметры фильтрации для отображения только необходимых данных. Для этого в верхней части таблицы журнала необходимо задать значения полей, по которым будет осуществляться выборка данных.

При переполнении объема журнала аудита запись новых данных производится автоматически, при этом старые данные стираются. Для обеспечения непрерывности сохранения данных о событиях безопасности рекомендуется выполнять сохранение журнала аудита в файлы с периодичностью достаточной для данного защищаемого объекта. Для сохранения журнала аудита необходимо нажать на кнопку «Экспорт», выбрать один из форматов сохранения (PDF, DOCX, XSLX) и указать имя файла.

3.4 Настройка редактируемых параметров

3.4.1 Устройство является свободно конфигурируемым и имеет настраиваемые параметры.

3.4.2 Терминал имеет следующие виды настроек, приведенные в таблице 3.4. Данные настройки вводятся через пользовательский интерфейс терминала, либо при помощи сервисного ПО.

Таблица 3.4 – Виды настроек терминала

Настройка	Редактируемый параметр
Параметры присоединения объекта (3.5.16)	Номинальные значения токов, напряжений и других измеряемых величин; параметры измерительных трансформаторов
Параметры связи (интерфейсы связи) (3.5.15.1)	Выбор протокола модуля связи и параметров его работы
Параметры времени и даты, метод синхронизации (3.5.11.7, 3.5.15.3)	Дата, время и UTC (мировое время часового пояса)

3.4.3 Конфигурирование параметров, приведенных в таблице 3.5, осуществляется при помощи сервисного ПО. Изменение уставок защит (3.5.11), параметров осциллографа (3.5.9) и выбор параметров в режиме тестирования (3.5.13) доступно через пользовательский интерфейс терминала.

Таблица 3.5 – Параметры для конфигурирования

Объект настройки	Редактируемый параметр
Уставки защит	Ввод/вывод защит и выбор режимов работы защит (выбор положения накладок), ввод уставок
Аналоговые входы	Выбор номинальных токов трансформаторов тока
Дискретные входы	Инверсия, назначение, привязка к аппаратному входу, задержка на срабатывание, задержка на возврат
Дискретные выходы	Инверсия, назначение, привязка к аппаратному выходу, разрешение работы в режиме Тест
Функциональные клавиши	Количество, назначение, режим свечения
Осциллографирование	Параметры осциллографа, задание условий пуска и режимов работы, задание дискретных и аналоговых сигналов
Регистрация	Задание логических сигналов
Тестирование	Разрешение регистрации режима (Разреш. осц./рег., Кол-во пусков), перевод терминала в режим Тест , задание логического сигнала на контрольный выход
Параметры связи ВОМП	Параметры порта связи Ethernet

3.5 Структура пользовательского интерфейса

3.5.1 Пользовательский интерфейс

ИЧМ подразделяется на две функциональные части: модуль интерфейса пользователя и модуль светодиодов.

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

- может произойти событие, которое отражается в пунктах меню для информирования оператора о факте, имевшем место и требующем его вмешательства;
- оператор может вывести на экран определенные интересующие его сведения.

Модуль интерфейса пользователя состоит из дисплея и кнопок управления. Дисплей отображает информацию о текущем состоянии объекта управления и самого терминала. Основу интерфейса терминала составляет меню, имеющее структуру дерева, навигация по

которому производится кнопками управления. Кнопки могут иметь различное назначение в зависимости от положения в структуре меню в момент использования.

Светодиодный модуль индикации имеет до 114 светодиодов, количество которых зависит от исполнения. Каждый светодиод имеет наименование на лицевой панели в соответствии с внутренним назначением. Режимы свечения светодиодов приведены в 2.4.2.5.

3.5.2 Назначение кнопок управления

Кнопка **C** (Cancel) имеет две основные функции:

- **отмена** любой операции в диалоговом окне;
- **выход** из текущего режима или переход на более высокий уровень дерева меню.

Кнопка **E** (Enter) выполняет следующие функции:

- **вход** в меню более низкого уровня, указанное курсором;
- **выполнение**, кнопка подтверждает выполнение действия, указанного на дисплее;
- **подтверждение** ввода числовых значений и выбора элемента списка;
- **переход** в режим быстрого редактирования параметров.

Кнопки «**Влево**» (◀) и «**Вправо**» (▶) производят:

- быстрое передвижение курсора (через четыре пункта или в конец страницы) по пунктам меню на одном уровне;
- перемещение курсора в горизонтальном направлении в режиме редактирования параметров для смены активного знакоместа;
- переключение между отчетами ОМП для контролируемых линий на экране режима ожидания.

Кнопки «**Вверх**» (▲) и «**Вниз**» (▼) имеют четыре функции:

- передвижение курсора вверх, вниз по пунктам текущего меню на одном уровне;
- выбор вариантов подтверждения в диалоговом окне;
- изменение значения параметра в режиме редактирования;
- переключение между информационными окнами режима ожидания.

Кнопка **F1** предназначена для просмотра справочной информации:

- наименование уставки по пункту меню **Уставки**;
- опорный для каждого аналогового сигнала по пункту меню **Текущий режим**;
- переход в режим выбора коммутационного аппарата.

Примечание – За опорный сигнал принят аналоговый сигнал, угол которого используется как основа для сопоставления с углами аналоговых сигналов того же рода.

Кнопка **F2** предназначена для быстрого перехода из экрана режима ожидания в меню, информация которого представлена на экране, и перехода в режим расширенного редактирования уставок.

Кнопка **МЕСТ/ДИСТ** обеспечивает выбор режима управления «**МЕСТНОЕ**» или «**ДИСТАНЦИОННОЕ**» коммутационным оборудованием (выключателем, а также разъединителем, короткозамыкателем и т.д.), выбранным на ИЧМ терминала при помощи кнопок **I**, **O**. Сигнал от кнопки складывается по схеме «**ИЛИ**» с аналогичным входным сигналом выбора режима управления от дискретного входа. Светодиоды кнопки обеспечивают контроль текущего режима управления.

Кнопка **I** предназначена для включения коммутационного аппарата, **O** – для отключения коммутационного аппарата.

Кнопки **МЕНЮ**, **УСТ**, **ИЗМЕР**, **МНМО** (предназначены для удобства навигации и обеспечивают переход в соответствующий раздел ИЧМ.

Кнопка **СБРОС** предназначена, как правило, для сброса сигнализации терминала.

Примечание – Функции кнопок приведены для однократного их нажатия.

3.5.3 Назначение функциональных клавиш

Клавиши **K1**, **K2**, ..., **K50** предназначены для оперативного управления. Доступ к управлению осуществляется через пароль. При однократном нажатии на данные клавиши происходит вызов меню подтверждения действия. Данные клавиши могут использоваться как оперативные кнопки и как оперативные ключи. В первом случае от кнопки в схему логики

поступает короткий импульсный сигнал длительностью 200 мс. Во втором случае при каждом нажатии осуществляется изменение состояния программного ключа, сигнал от которого и поступает в схему. Информация о состоянии программного ключа хранится в энергонезависимой внутренней памяти. Конфигурирование кнопок производится с помощью ПО «МиКРА» (рисунок 3.1).

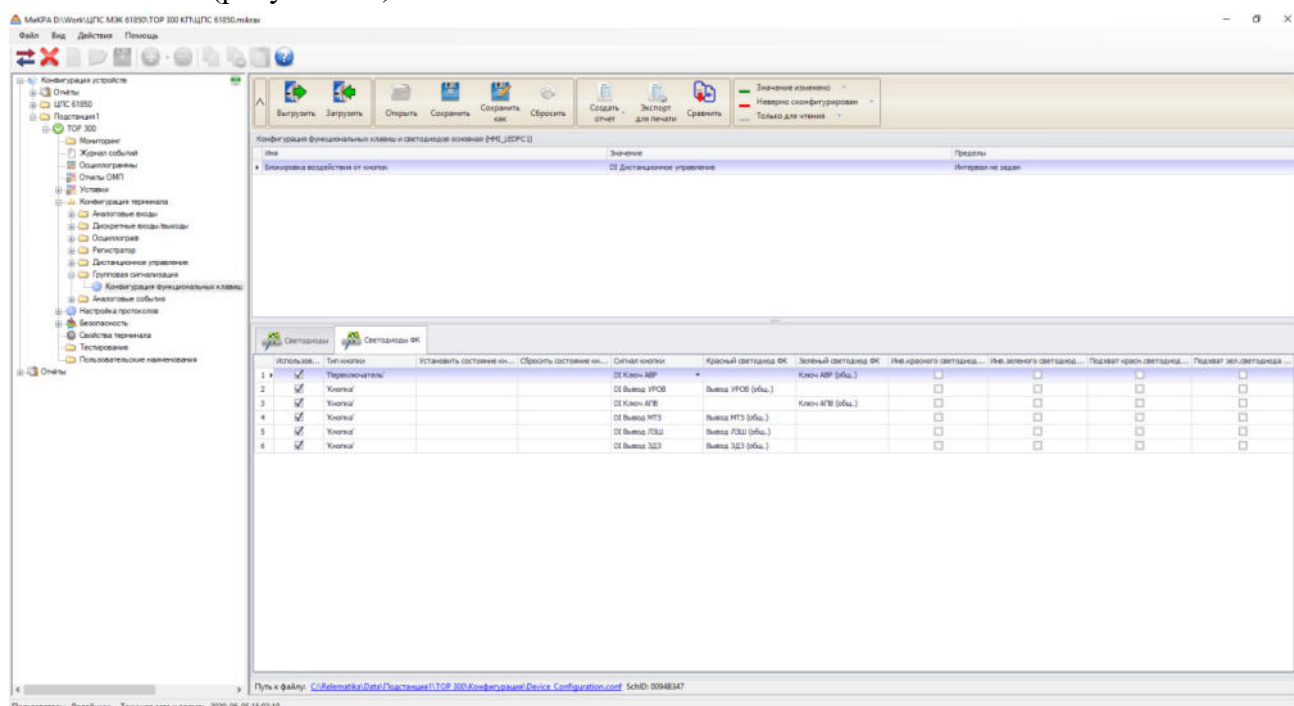


Рисунок 3.1 – Конфигурация функциональных клавиш

Для некоторых функций терминала (ввод/вывод защит, режимы работы автоматики) предусматривается возможность управления при помощи функциональных клавиш или входного сигнала с дискретного входа, так и при помощи дистанционного управления из системы АСУ ТП по протоколу IEC 61850-8-1 MMS. Осуществляется разделение местного и дистанционного управления. При выборе местного управления результирующий сигнал, действующий в логику терминала, управляется нажатием на функциональную кнопку или входным сигналом с дискретного входа, при этом действие команд управления из системы АСУ ТП блокируется. Перевод ключа управления в режим дистанционного управления не изменяет значение результирующего сигнала до момента появления новой команды управления из системы АСУ ТП. В дистанционном режиме действие функциональной клавиши блокируется. Перевод ключа из режима дистанционного в местное управление также не изменяет значение результирующего сигнала до первого нажатия на функциональную кнопку или появления входного сигнала.

Результирующие сигналы передаются в систему АСУ ТП, при этом включается соответствующий светодиод рядом с функциональной кнопкой.

При установленном значении «Блокировка воздействия от кнопок» действие кнопок блокируется, при этом управление сигналом кнопки осуществляется сигналами «Установить состояние кнопки» и «Сбросить состояние кнопки».

Интерфейс ПО «МиКРА» обеспечивает также возможность инверсии светодиодов кнопок и подхват светодиодов кнопок, в последнем случае сброс светодиодов производится нажатием кнопки **СБРОС**.

3.5.4 Работа с графическим дисплеем

При нажатии на кнопку **МНЕМО** откроется список доступных мнемосхем. Перемещение вдоль меню осуществляется при помощи кнопок «**Вверх**» (▲) и «**Вниз**» (▼), а выбор кнопкой **Е**.

При нажатии на кнопку **ИЗМЕР** откроется векторная диаграмма. При помощи кнопок «**Влево**» (◀) и «**Вправо**» (▶) осуществляется выбор списка отображаемых сигналов, при помощи кнопок «**Вверх**» (▲) и «**Вниз**» (▼) перемещение вдоль списка.

Управление коммутационными аппаратами с ИЧМ разрешено только в режиме управления «МЕСТНОЕ».

Переход в режим выбора коммутационного аппарата осуществляется с помощью кнопки **F1**. Выбранный коммутационный аппарат отмечается прямоугольной рамкой. Выбор коммутационного аппарата производится кнопками «Влево» (◀) и «Вправо» (▶).

При повторном нажатии кнопки **F1** отобразится список всех доступных коммутационных аппаратов активной мнемосхемы.

В нижней части дисплея отображается название выбранного коммутационного аппарата, его текущее состояние (Включено/Отключено/Промежуточное (дополнительно может задаваться разработчиком), а также разрешение на управление (Разрешено/Запрещено/Блокировано/Неисправно).

Включение и отключение коммутационного аппарата осуществляется при помощи кнопок **I** и **O** соответственно. При попытке изменить состояние коммутационного аппарата терминал потребует подтвердить решение нажатием кнопки **E**, либо отменить действие нажатием кнопки **C**.

3.5.5 Режим ожидания

После включения терминала пользовательский интерфейс переходит в режим ожидания. В этом режиме на дисплее терминала поочередно переключаются экраны, содержащие:

- информацию о записях осциллографа: номер последней записи, дата и время записи, причины пуска;
- информацию о последних событиях: короткое наименование сигнала, состояние (логический «0» или логическая «1»), дата и время события;
- информацию о неисправностях: «ВНИМАНИЕ!!! ОШИБКА!», описание неисправности;
- информацию о текущих величинах;
- информацию о последних не просмотренных ранее отчетах ОМП при КЗ в зоне (для каждой контролируемой линии отображается отдельный отчет ОМП): дата и время повреждения, расстояние до места КЗ от места установки терминала, поврежденные фазы, аварийные значения обратной и нулевой последовательности, метод расчета ОМП, статус двухстороннего ОМП.

Экраны отображаются только при наличии соответственно записей, событий, неисправностей, выбранных величин, не просмотренных ранее отчетов ОМП. При их отсутствии экраны не отображаются. Экран, содержащий информацию о неисправностях, имеет приоритет, в случае обнаружения неисправности – отображается только этот экран.

На каждом экране в верхней части отображается дата, время, номер активной группы уставок («Активная группа»).

Дисплей индикатора переходит в неактивное состояние, если в течение 2,5 мин его не использовать, при этом экран гаснет и переходит в активный режим при нажатии пользователем любой из кнопок управления.

Пользовательский интерфейс переходит в режим ожидания через 60 мин отсутствия управления кнопками.

3.5.6 Меню пользовательского интерфейса

Основным средством управления работой терминала и получения информации о его состоянии является меню.

Переход в главное меню из режима ожидания осуществляется нажатием кнопки **E**.

Главное меню в зависимости от типоразмера включает следующие пункты:

- текущий режим (3.5.7);
- события (3.5.8);
- осциллограф (3.5.9);
- ОМП по ПАР (3.5.10);
- ВОМП (3.5.11);
- уставки (3.5.12);
- тестирование (3.5.13);

- диагностика (3.5.14);
- настройки (3.5.15);
- информация (3.5.16);
- МЭК 61850 (3.5.17).

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

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 экране, то в левом верхнем углу индицируются символы «↑», «↕», «↓» строки прокрутки.

3.5.7 Текущий режим

В меню **Текущий режим** пользователь может просмотреть текущие значения величин аналоговых и логических сигналов. **Это меню является конфигурируемым.** Состав пунктов данного меню в заводской настройке зависит от типоразмера терминала и, как правило, может содержать нижеприведенные пункты.

3.5.7.1 Входные сигналы

В меню **Входные сигналы** представлены дискретные входные сигналы, объединенные в группы по платам. Каждый сигнал описывается своим номером, наименованием и текущим значением (логическая «1» или логический «0»).

3.5.7.2 Выходные сигналы

В меню **Выходные сигналы** представлены дискретные выходные сигналы, объединенные в группы по платам. Каждый сигнал описывается своим номером, наименованием и текущим значением (логическая «1» или логический «0»).

Примечание – Номера входных и выходных сигналов соответствуют адресному обозначению сигнала на функциональной логической схеме.

3.5.7.3 GOOSE входящие

При подписке на сообщения по стандарту МЭК 61850 в меню **GOOSE входящие** автоматически появляются подпункты, наименования которых соответствуют GoID входящих сообщений, содержащие привязанные сигналы и их качества.

3.5.7.4 GOOSE исходящие

При формировании сообщений по стандарту МЭК 61850 в меню **GOOSE исходящие** автоматически появляются подпункты, наименования которых соответствуют GoID исходящих сообщений, содержащие отправляемые сигналы.

3.5.7.5 Аналоговые сигналы

В меню **Аналоговые сигналы** содержатся измеренные величины:

- первичные и вторичные фазные токи, фазные и междуфазные напряжения, а также их симметричные составляющие;
- постоянные токи и напряжения;
- первичные активные и реактивные мощности (фазные и суммарные), протекающие в линии (трансформаторе) и коэффициент мощности;
- первичные и вторичные фазные и междуфазные текущие сопротивления, а также сопротивления симметричных составляющих;
- частота.

Отображаемая информация об аналоговых величинах определяется заложенным ПО и не является общей для всех терминалов. Данное меню может содержать также расчетные аналоговые величины.

Показания переменных токов и напряжений отображаются в полярной форме (действующее значение величины и угол сдвига фаз, приведенный к вектору напряжения фазы А). Показания постоянных токов и напряжений отображаются в действующих значениях величины. Сопротивления отображаются в полярной форме (модуль в Ом, аргумент в градусах).

Информация об опорном сигнале отображается при нажатии кнопки **F1** на строке меню аналоговой величины.

3.5.8 События

Данное меню используется для вывода на экран информации о событиях, зарегистрированных терминалом. Все события, регистрируемые терминалом, хранятся в энергонезависимой внутренней памяти.

Меню **События** содержит следующие пункты:

- **Список** – отображение информации о событиях;
- **Стереть все** – удаление из памяти всех событий.

3.5.8.1 Просмотр

В меню **Список** пользователю предлагается выбрать событие для просмотра. На последовательно открывающихся при нажатии кнопки **Е** экранах отображаются дата, время (в формате: ЧЧ.ММ.ГГГГ>YY:XX:СС.ZZZ, где YY – часы, XX – минуты, СС – секунды, ZZZ – миллисекунды), список событий. При выборе нужного события отображаются дата, время и активная группа уставок.

3.5.8.2 Удаление всех событий

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

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

Примечание – Данное меню доступно только специалистам предприятия-изготовителя.

3.5.9 Осциллограф

Данное меню используется для вывода на экран информации, записанной терминалом о последних аномальных режимах. Все осциллограммы, регистрируемые терминалом, хранятся в энергонезависимой внутренней памяти. Доступ к ним производится через АСУ или специализированное ПО.

Меню **Осциллограф** содержит следующие пункты:

- **Список записей** – отображение информации об осциллограммах и их количестве;
- **Стереть все** – удаление из памяти всех осциллограмм;
- **Ручной пуск** – ручной пуск осциллографа (требует подтверждения);
- **Параметры** – просмотр параметров осциллографа.

3.5.9.1 Просмотр

В меню **Список записей** пользователю предлагается выбрать осциллограмму для просмотра. На экране отображаются номера предыдущей, текущей и следующей осциллограмм в списке, а также дата и время (YY:XX:СС.ZZZ, где YY – часы, XX – минуты, СС – секунды, ZZZ – миллисекунды) и дата (в формате ЧЧ.ММ.ГГГГ), длительность записи, краткое наименование сигнала, инициировавшего пуск текущей осциллограммы. Перемещение по списку производится кнопками управления «Влево» и «Вправо».

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

- **Причины пуска** – список сигналов, инициировавших запись осциллограммы;
- **События** – список событий, зарегистрированных терминалом;

- **Стереть** – удаление из внутренней памяти терминала текущего события (требует подтверждения).

3.5.9.2 Удаление всех осциллограмм

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

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

Примечание – Данное меню доступно только специалистам предприятия-изготовителя.

3.5.9.3 Ручной пуск

Меню **Ручной пуск** (с подтверждением) используется для выполнения принудительной записи, инициирует мгновенное формирование осциллограммы режима. Эта функция используется для получения моментального «снимка» состояния контролируемого объекта.

3.5.9.4 Параметры

В меню **Параметры** содержится информация о параметрах функции осциллографа терминала:

- **Макс. длит-ть** – максимальная длительность записи осциллограммы, мс;
- **Пострежим** – длительность записи послеаварийного режима (после пропадания условий пуска), мс;
- **Предрежим** – длительность записи предаварийного режима (до возникновения условий пуска), мс;
- **Част. дискр.** – частота выборок сигнала;
- **Архивирование** – разрешение автоматической упаковки файлов осциллограммы в отдельный архив *.zip;
- **Имена сигналов** – выбор имени сигнала для отображения на осциллограмме: Eng – латинская метка, Ru1251 – короткое наименование.

Редактирование параметров функции осциллографа можно производить при помощи сервисного ПО.

3.5.10 ОМП по ПАР

Меню **ОМП по ПАР** отображается в терминалах с функцией ОМП по ПАР. Меню содержит список линий со следующими пунктами:

- **Список отчетов** – отчеты ОМП представлены в виде списка;
- **Отчеты по датам** – отчеты ОМП сгруппированы по месяцам и датам;
- **Состояние связи** – команда на стирание всех отчетов ОМП.

В том случае, если модуль ОМП для линии выведен из работы, вместо указанных выше пунктов отображается строка «Модуль выведен из работы».

Наиболее поздние срабатывания отображаются в начале списков **Список отчетов** и **Отчеты по датам**. Для просмотра полной информации необходимо нажать кнопку **Е** на выбранном отчете. В определенных случаях может отображаться список возможных мест КЗ с указанием расстояния от места установки терминала до места повреждения. Полная информация также доступна по каждому из возможных мест.

В первой строке отчета ОМП отображается дата и время повреждения. Во второй строке отображается название линии. В третьей строке отображается порядковый номер поврежденного участка линии, его тип и название. Далее указываются:

- расстояние до места КЗ от места установки терминала (**Расстояние**);
- метод расчета ОМП (**Метод**);
- статус двустороннего ОМП (**Статус**);
- поврежденные фазы (**Повр. фазы**);
- длительность протекания тока КЗ (**Длительность**);
- величина переходного сопротивления в месте КЗ (**Перех.сопр.**);
- сопротивление поврежденного контура (**Сопр.**).

Далее в отчете указана причина расчета (**Расчет**): автоматический расчет (**автоматический**) или ручной (**ручной**). Автоматический расчет выполняется в момент возникновения КЗ. Ручной расчет выполняется по команде пользователя, например, после уточнения параметров линии. Ручной расчет места повреждения является более приоритетным, его результат заменяет результат автоматического расчета. В отчете ОМП также указан номер группы уставок, которая была активна при расчете места повреждения (**Группа уставок**).

В отчете имеется пункт **Аналоговые сигналы**, где приведены величины доаварийного и аварийного режимов для данного срабатывания.

В конце отчета находятся пункты **Автоматическое ОМП** и **Ручное ОМП**, в которых приведены результаты, соответственно, автоматического расчета, сформированного в момент КЗ, и расчета, выполненного по команде пользователя. И в том, и в другом случае здесь могут быть перечислены результаты двухстороннего ОМП, одностороннего ОМП своего и удаленного терминалов. Все показания приведены к своему концу.

Пример отчета ОМП при КЗ в зоне приведен на рисунке 3.2. Пример отчета при КЗ «вперед» приведен на рисунке 3.3.

Функция ОМП позволяет выполнить повторный расчет места повреждения. Для этого необходимо нажать кнопку **F2** на выбранном отчете ОМП, выбрать пункт **Пересчитать отчет** и подтвердить пересчет или выбрать команду **Пересчитать отчет** при входе в меню **Ручное ОМП**. Расчет места повреждения будет выполнен заново с использованием активной в данный момент группы уставок. При этом результат ОМП автоматического расчета будет доступен в меню **Автоматическое ОМП**.

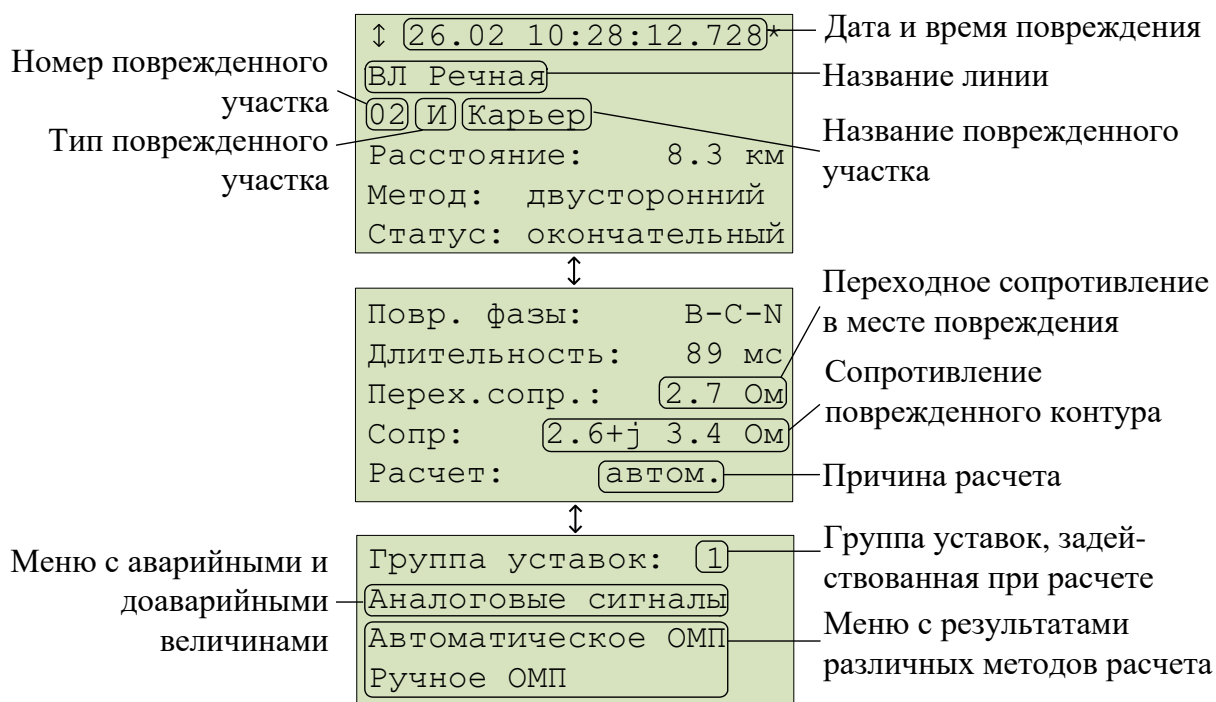


Рисунок 3.2 – Пример отчета ОМП при КЗ в зоне

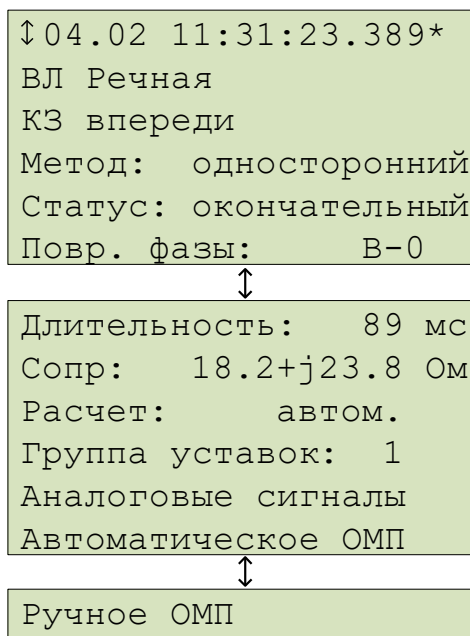


Рисунок 3.3 – Пример отчета ОМП при КЗ «впереди»

В меню **Состояние связи** приведен статус связи с удаленным терминалом для двухстороннего ОМП:

- **Тест связи** – ручной пуск теста связи;
- **Связь** – текущий статус связи;
- **Последний сеанс** – дата и время последнего успешного сеанса связи.

Связь тестируется автоматически. Для ручного пуска теста связи необходимо выбрать пункт **Тест связи** и подтвердить его выполнение.

3.5.11 ВОМП

Меню **ВОМП** отображается в терминалах с функцией ВОМП. Меню содержит список линий со следующими пунктами:

- **Отчеты ВОМП** – список отчетов ВОМП;
- **Информация GPS** – данные от GPS-приемника модуля ВОМП;
- **Статус** – состояние модуля ВОМП, информация о текущем состоянии связи по последовательному каналу связи;
- **Список записей** – информация о высокочастотных осциллограммах и их количестве;
- **Ручной пуск** – ручной пуск ВЧ-осциллографа (требует подтверждения);
- **Связь по ВЧ-каналу** – информация о текущем состоянии связи по последовательному каналу связи (активен только при вводе последовательного канала связи между полуккомплектами ВОМП);
- **Синхронизация ВОМП** – настройка синхронизации основных часов терминала от GPS-приемника модуля ВОМП;
- **Версии ПО** – информация о версиях ПО модуля ВОМП.

3.5.11.1 Отчеты ВОМП

В меню **Отчеты ВОМП** отображаются отчеты ВОМП. Меню содержит следующие пункты:

- **Список линий** – отображение информации об отчетах ВОМП;
- **Стереть все** – удаление из памяти всех отчетов.

По каждой из линий отчеты могут отображаться в следующем виде:

- **Список** – отчеты ВОМП представлены в виде списка;
- **По датам** – отчеты ВОМП сгруппированы по датам.

Наиболее ранние срабатывания отображаются в начале списков. Для просмотра полной информации необходимо нажать кнопку **Е** на выбранном отчете. В определенных случаях может отображаться список возможных мест КЗ с указанием расстояния от места установки

терминала до места повреждения. Полная информация также доступна по каждому из возможных мест.

В первой строке указывается порядковый номер отчета ВОМП. В каждом отчете представлена следующая информация:

- название поврежденной линии (**Линия**);
- расстояние до места повреждения от места установки терминала (**Xf**);
- время регистрации электромагнитной волны в локальном терминале (**Время**);
- время регистрации электромагнитной волны в удаленном терминале (**Время**).

3.5.11.2 Информация GPS модуля ВОМП

В меню **Информация GPS** отображается информация о геопозиционировании: количество доступных спутников GPS, координаты места расположения антенны GPS (долгота, широта и высота) и текущее время модуля ВОМП. Меню **Информация GPS** носит справочный характер. Фактическое состояние синхронизации модуля ВОМП с глобальным временем отображается в меню **Статус**.

3.5.11.3 Состояние модуля ВОМП

В меню **Статус** отображается информация:

- отображается перечень контролируемых устройств, содержащим функцию ВОМП, линий и состояние связи с каждым из удаленных полуккомплектов (**Удал.связь**);
- текущее состояние аппаратной части терминала (**Связь, Исправен и Код ошибки**). В нормальном состоянии сигналы в меню **Связь** и **Исправен** активны (**Да**), а **Код ошибки** равен нулю. В случае неисправности сигналы переходят в состояние **Нет** и отображается номер кода ошибки;
- состояние синхронизации времени модуля ВОМП с глобальным временем (**Синхрониз.**). Время готовности синхронизации времени после включения терминала либо после изменения уставок и конфигурации в терминале не превышает 15 мин.;
- готовность модуля ВОМП к пуску (**Готов**). Сигнал активен (**Да**) при наличии синхронизации с глобальным временем и отсутствии неисправностей терминала. В состоянии **Нет** функция ВОМП не готова к пуску.

При обнаружении любой неисправности терминала необходимо выполнить действия в соответствии с 1.1.1.

3.5.11.4 Список ВЧ-осциллограмм

В меню **Список записей** приведен список ВЧ-осциллограмм модуля ВОМП. На экране отображаются номера предыдущей, текущей и следующей осциллограмм в списке, а также дата и время (в формате ЧЧ.ММ.СС.ХХХХХХ, где ХХХХХХ – микросекунды) пуска ВЧ-осциллографа. Перемещение по списку производится кнопками управления «**Влево**» и «**Вправо**».

3.5.11.5 Ручной пуск ВЧ-осциллографа

Меню **Ручной пуск** (с подтверждением) используется для выполнения принудительной записи, инициирует мгновенное формирование ВЧ-осциллограммы режима. Эта функция используется для получения моментального «снимка» состояния контролируемого объекта.

3.5.11.6 Состояние связи по последовательному каналу связи

В меню **Связь по ВЧ-каналу** доступна команда **Ручной пуск** на пуск теста связи по последовательному каналу связи. Время последнего успешного сеанса связи по последовательному каналу отображается в строке **Сеанс**. Ручной тест связи доступен только со стороны ведущего терминала. Меню активно только при вводе последовательного канала связи между полуккомплектами ВОМП.

3.5.11.7 Синхронизация ВОМП

Основные часы терминала могут быть синхронизированы от GPS-приемника модуля ВОМП с погрешностью от 0 до минус 1,01 с. Для этого в меню **Синхронизация ВОМП** необходимо выставить параметр **Синхронизация ВОМП** в положение **Да**. Период

синхронизации задается при помощи параметра **Период, мин.**, рекомендуется значение 240 мин.

Не рекомендуется использовать этот метод синхронизации совместно с другими методами (3.5.15.3).

3.5.11.8 Версии ПО

Меню **Версии ПО** содержит информацию о версиях ПО модуля ВОМП.

3.5.12 Уставки

Меню **Уставки** используется для просмотра и редактирования параметров функций защиты, имеющихся в терминале, и выбора режимов его работы. Терминал может иметь до шестнадцати групп уставок, одна из которых является активной. Номер активной группы индицируется на экране в режиме ожидания и в главном меню. Справочная информация отображается при нажатии на кнопку **F1** в строке меню с уставкой.

Предусмотрена возможность отображения и редактирования значений уставок в первичных, вторичных или внутренних величинах.

Примечание – Под внутренними величинами, как правило, понимаются значения уставок, выраженные в процентах от номинала или в относительных единицах.

3.5.12.1 Просмотреть

В меню **Просмотреть** пользователь может просмотреть текущие значения уставок, значений таймеров, состояния (положения) накладок.

3.5.12.2 Редактировать

Для редактирования параметров нужно войти в меню **Редактировать**, выбрать активную группу, ввести пароль и указать уставку. Выбор нужного параметра кнопкой **E** переводит пользователя в режим изменения значения параметра. Подтверждение ввода осуществляется кнопкой **E**. Для входа в режим расширенного редактирования уставок нужно нажать на кнопку **F2**.

После изменения уставки необходимо выйти из меню, после чего будет предложено сохранение введенных изменений.

Редактирование параметров также можно производить при помощи сервисного ПО.

3.5.12.3 Активировать

Для выбора (изменения) активной группы уставок, необходимо войти в меню **Активировать** и указать нужную группу из списка. Далее пользователю будет предложено ввести пароль с целью вступления в силу произведенных изменений.

Примечание – Существует возможность активации группы уставок через дискретный вход.

3.5.12.4 Создать

Меню **Создать** используется для создания группы уставок, содержащей значения по умолчанию.

3.5.12.5 Удалить

Меню **Удалить** используется для удаления групп уставок.

3.5.12.6 Значения

Пункт **Значения** используется для выбора величин, в которых отображаются уставки: первичных, вторичных или внутренних.

3.5.13 Тестирование

Существуют функции, тестирование которых невозможно без участия обслуживающего персонала. Для проверки уставок ИО терминал переводится в режим тестирования. Подробное описание режима тестирования приведено в 3.6.

Для верификации работоспособности терминала используется меню **Тестирование:**

- **Контрольный выход** – настройка испытательного выхода. В подменю есть функция **Сбросить**, при выборе которой реле обесточивается и его управление прекращается до следующего назначения сигнала;
- **Режим теста** – включение/отключение режима тестирования;
- **Разреш. осц./рег.** – разрешение или запрет осциллографирования/регистрации при тестировании;
- **Кол-во пусков** – количество пусков осциллографа в режиме тестирования (обнуляется при выходе из режима тестирования);
- **Тест АСУТП** – отображается в режиме тестирования, предназначен для автоматического тестирования конфигурации сигналов для заданного протокола связи. Меню **Тест АСУТП** содержит следующие пункты:
 - **Протокол** – выбор протокола связи для тестирования (МЭК103, МЭК104/101, МЭК61850, ModBus);
 - **Количество** – количество циклов перебора сигналов;
 - **Частота** – интервал времени между изменениями сигналов, мс;
 - **Тест АСУТП** – включение/отключение режима тестирования АСУ ТП.Описание работы режима тестирования АСУ ТП приведено в 3.6.2.

3.5.14 Диагностика

Терминал имеет встроенные функции обнаружения внутренних неисправностей, которые в рабочем режиме позволяют выявить и сигнализировать (выходной сигнал, светодиодная индикация) об ошибке. Для проверки состояния терминала по результатам самодиагностики используется меню **Диагностика**:

- **Состояние** – показывает общее и текущее состояние аппаратной части терминала (центрального и сигнального процессоров, периферийных блоков). При выявлении неисправностей содержит коды ошибок согласно 1.1;
- **Светодиоды** – содержит три теста светодиодов на лицевой панели терминала. Первый тест используется для проверки режима свечения красным светом двухцветных светодиодов общего назначения, функциональных клавиш и желтым светом светодиода «Тест». Второй тест для проверки режима свечения зеленым светом двухцветных светодиодов общего назначения, функциональных клавиш, светодиода «Работа», светодиодов состояния коммутационного аппарата, режима управления коммутационными аппаратами. В третьем тесте все двухцветные светодиоды общего назначения циклично меняют красный и зеленый свет, а одноцветные светодиоды мигают. При выборе функции «Светодиоды» пользователь контролирует их состояние визуально;
- **Аппаратная часть** – переход в режим расширенного тестирования. В данном режиме отключаются все внешние цепи, защиты выводятся из работы. Подробное описание режима тестирования приведено в 3.6.3.
- **Информация** – содержит информацию о количестве запусков терминала, о последнем запуске (дата в формате ЧЧ.ММ.ГГГГ и время в формате YY:XX:CC.ZZZ, где YY – часы, XX – минуты, CC – секунды, ZZZ – миллисекунды), функцию сброса (сброс информации о всех запусках), версии ПО.

3.5.15 Настройки

Меню **Настройки** предназначено для редактирования отображаемых даты и времени, настройки параметров связи с АСУ, введения и редактирования прав доступа к функциям терминала.

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

3.5.15.1 Порты связи

Меню **Порты связи** содержит пункты **RS-485/ВОЛС** (разъемы ХТ4, ХТ5), **Ethernet 1** (разъемы ХТ1, ХТ2), **Ethernet 2** (разъемы ХТ4, ХТ5), которые включают редактируемые настройки для совместной работы нескольких терминалов в общей сети и удаленного доступа к данному терминалу.

3.5.15.1.1 Меню **RS-485/ВОЛС** (Порт 1 (разъем ХТ4), Порт 2 (разъем ХТ5)) используется для просмотра и задания (выбора и настройки) параметров портов связи и содержит:

- **Протокол** – выбор протокола связи МЭК 103, ModBus, МЭК101, RFID, SPA-Bus, NMEA0183, TCP Сервер, BDUBus (специализированный внутренний протокол для связи со средой графического программирования и сервисным ПО);

- **Параметры связи** – настройка параметров:

- a) Скорость – выбор скорости передачи данных. Скорость связи принимает дискретные значения из списка: 2400, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400. Единица измерения – бит/с;

- b) Биты данных – выбор числа бит данных;

- c) Четность – проверочный бит, обычно устанавливаемый в ноль или единицу так, чтобы общее число единиц в байте было всегда или четно или нечетно. Используется для контроля правильности передачи данных;

- d) Стоп-биты – биты, означающие конец передаваемого байта;

- **Парам. протокола** – специфические параметры протокола, применяемого на данном порту связи (для NMEA0183, SPA-Bus, RFID не приведены).

Для МЭК 103, МЭК 101:

- Адрес – адрес устройства в сети по стандарту ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005, ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 соответственно;

- Таймаут – максимально допустимое время на формирования ответа, мс;

- Задержка – задержка в канале связи, мкс;

- Осциллограммы – определяет порядок работы с осциллограммами по стандарту ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005, ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 и содержит:

- a) Список – определяет количество осциллограмм, передаваемых устройством (последние восемь (стандартно), последние 16, 24 или все);

- b) Стирать – нужно ли стирать осциллограммы после выгрузки;

- c) Сообщать – нужно ли формировать спонтанное сообщение со списком новых осциллограмм.

Для ModBus:

- Адрес – адрес устройства в сети ModBus;

- Таймаут – максимально допустимое время на формирование ответа, мс;

- Режим – выбор режима ASCII, RTU или JBUS (режим совместимости с SEPAM);

- FLOAT->INT32 – преобразование передаваемых вещественных значений в 32-битные целочисленные значения (например, для обеспечения совместимости с SEPAM).

Для TCP Сервер:

- Порт TCP – номер порта связи для соединения;

- Тайм-аут – время закрытия TCP-соединения при отсутствии входящих пакетов, с;

- Задержка – длительность паузы в потоке данных, по истечению которой будут отправлены данные из буфера, мс.

Для BDUBus:

- Адрес – адрес устройства в сети BDUBus.

Для остальных протоколов связи (NMEA0183, SPA-Bus, RFID) параметры отсутствуют.

- **Диагн. информация** – информация для диагностики работы протокола.

Для TCP Сервер:

- Принято – количество принятых байтов;

- Передано – количество переданных байтов.

Для остальных протоколов связи (МЭК 103, MODBUS, МЭК 101, RFID, SPA-Bus, NMEA0183, BDUBus) диагностическая информация отсутствует.

3.5.15.1.2 Меню **Ethernet 1** (разъемы ХТ1, ХТ2) и **Ethernet 2** (разъемы ХТ4, ХТ5) используется для просмотра и задания параметров портов связи и содержит:

- MAC – уникальный MAC-адрес устройства. Этот номер используется для идентификации отправителя и получателя кадра;

- IP – уникальный сетевой адрес устройства в компьютерной сети, построенной по протоколу IP.

Примечание – Независимо от режима работы портов связи IP-адрес в меню **Ethernet 1** один на два порта, выведенных на разъемы XT1 и XT2, в меню **Ethernet 2** один на два порта, выведенных на разъемы XT4, XT5;

- Маска – маска сети IP;
 - Шлюз – адрес шлюза IP, должен задаваться с учетом IP адреса устройства и маски сети.

Примечание – Настройки в пункте Шлюз и выбор режима в пункте Режим меню **Ethernet 1** и во всех пунктах меню **Ethernet 2** применяются только после перезагрузки терминала;

- Протоколы – используются при подключении по стандарту ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004, в меню задается глубина выдачи (в днях) терминалом информации из журнала событий;

- Режим – выбор режима работы портов связи:

а) PRP – используется при применении топологии сети PRP и подключении терминала к шинам станции/процесса через порты XT1, XT2/XT4, XT5. Включение режима должно производиться только после подтверждения наличия PRP наладчиками АСУ. **Если сеть не поддерживает PRP, то данный режим должен быть выключен**, иначе могут возникнуть проблемы со связью;

б) Коммутатор – используется при отсутствии на объекте PRP или подключении терминала к шинам станции/процесса при помощи блока коммуникационной обработки «Redbox» (через порты XT7, XT8)/XT9, XT10);

с) Гор. резерв – используется при отсутствии на объекте PRP и необходимости обеспечения резервирования. Режим обеспечивает одновременное подключение терминала в сеть объекта по двум портам, при этом для приема и передачи данных используется всегда один порт, другой в резерве. При потере связи по активному порту происходит переключение на резервный порт;

- VLAN – в режиме PRP параметр VLAN входящих GOOSE-сообщений может принимать значения от 0 до 16. **При других значениях VLAN терминал принимать и отправлять GOOSE-сообщения не будет;**

- Настройки PRP – настройка параметров:

а) Период SVF – период отправки пакетов, с;

б) MAC – адрес отправки.

3.5.15.2 Меню **Дата/Время** – редактирование даты, времени и UTC (мировое время часового пояса), выбор времени для АСУ ТП (местное, UTC). Показания энергонезависимых часов устанавливаются в формате ДД.ММ.ГГ, чч:мм, показания UTC.

3.5.15.3 Меню **Синхронизация** содержит:

- Методы – выбор способа синхронизации: ИЧМ (возможность корректировки времени через ИЧМ), Техн. инт. (технологический протокол BDUBus), Внутр. RTC (часы реального времени), PPS (вход синхронизации), МЭК 103, МЭК 104/101, NTP/SNTP, MODBUS, NMEA0183, SPA-BUS, RTP. Дополнительные параметры синхронизации: для SNTP (IP-адреса основного и вторичного серверов SNTP; Период – период опроса сервера); для PPS: режим и тип – выставляется в соответствии с режимом работы источника PPS импульсов; для RTP (шина синхронизации RTP, тип режима RTP, идентификатор и приоритет VLAN, домен);

- Параметры – порог (минимальная разница между временем терминала и сервера, при превышении которой будет применяться время от сервера), мс.

Примечания

1 Настройки режима PPS применяются только после перезагрузки терминала.

2 Одновременно можно выбрать один точный (Внутр. RTC, PPS) и один неточный метод.

3 При выборе метода RTP другие методы отключаются.

4 При использовании любого из приведенных методов синхронизации метод синхронизации основных часов терминала от GPS-приемника модуля ВОМП (3.5.11.7) должен быть выведен.

3.5.15.4 Меню **Доступ** предназначено для выбора пользователя и ввода пароля.

3.5.15.5 Меню **Разрешения** предназначено для выбора работы с паролем или без пароля с функциональными клавишами **К1, К2 ... К50** (Упр. ФК) и кнопками управления коммутационными аппаратами на мнемосхеме **МЕСТ/ДИСТ, I, O** (Упр. КА).

3.5.15.6 Меню **Безопасность** предназначено для ввода параметров доступа к функциям терминала и содержит:

- **Мин. длина** – минимальное количество символов пароля, необходимое для его установки (3.3.4.5). Рекомендуется применять пароли пользователей максимальной длины (восемь символов), состоящие из прописных и строчных букв и цифр. Установленное значение будет действовать только для создаваемых учетных записей и при смене паролей действующих учетных записей;

- **Срок действия** – срок действия пароля (3.3.4.6);

- **Сложность** – выбор минимально допустимого набора символов (3.3.4.7). При включенном требовании – одновременное наличие прописных и строчных букв английского алфавита и цифры, при выключенном требовании – любые буквы английского алфавита или цифры;

- **Кол. попыток** – количество попыток неверного ввода в каждой сессии пользователя, при достижении которого учетная запись блокируется (3.3.4.8);

- **Время блок.** – время блокировки учетной записи (3.3.4.9);

- **Сервисный режим** – включение/отключение сервисного режима (1.1.1.1);

- **Запрет Eth конф.** – выбор режима изменения уставок и конфигурации (3.3.4);

- **Физ.идентификация** – идентификации при помощи смарт-карт (3.3.5).

Изменение параметров в меню **Безопасность** доступно только пользователям роли «Администратор».

3.5.16 Информация

Меню **Информация** предназначено для отображения информации о контролируемом объекте и параметрах терминала:

- **ID** – идентификатор типа терминала;

- **Прис.** – наименование защищаемого объекта (этот параметр попадает в заголовок осциллограммы);

- **ПС** – наименование подстанции (этот параметр попадает в заголовок осциллограммы);

- **Зав.Н** – заводской номер терминала.

3.5.17 МЭК 61850

Меню **МЭК 61850** предназначено для отображения текущего состояния и проверки работоспособности сервера IEC 61850 в терминале:

- подстанционной шины, в которой используются протоколы MMS и GOOSE (пункт **Шина подстанции**);

- шины процесса, в которой используются протоколы GOOSE и SV (пункт **Шина процесса**).

В данном пункте меню также имеется возможность включения/отключения режима симуляции согласно второй редакции стандарта МЭК 61850.

Примечание – Режим симуляции используется при наладке терминала. В данном режиме прием/подача сигналов осуществляется от испытательной установки.

В строке пунктов **Шина подстанции** или **Шина процесса** отображается:

- «Ok» – при корректной работе и правильной конфигурации всех используемых по шине протоколов IEC 61850;

- «Err» – при обнаружении неверной конфигурации хотя бы одного из используемых по данной шине протоколов.

Пункт меню **Шина подстанции** содержит в себе подпункты: **Вх. GOOSE** – состояния принимаемых GOOSE-сообщений, **Исх. GOOSE** – состояния передаваемых GOOSE-сообщений и **MMS сервер** – состояние работоспособности сервера MMS.

Пункт меню **Шина процесса** содержит в себе подпункты: **Вх. GOOSE** – состояния приема GOOSE-сообщений, **Исх. GOOSE** – состояния передаваемых GOOSE-сообщений и **Вх. SV** – состояния принимаемых выборочных измерений.

В строке указанных подпунктов отображается:

- «Off» – если данный протокол выключен или не используется в работе терминала;
- «Ok» – если данный используемый протокол исправен;
- «Err» – если конфигурация данного протокола неверная.

Настроенные в терминале входящие GOOSE-сообщения отображаются в пункте меню **Вх. GOOSE** в виде списка. Для каждого из сообщений конфигурации отображаются следующие параметры:

- MAC – MAC-адрес входящего GOOSE-сообщения, на которое подписан терминал;
- ID – идентификатор GOOSE-сообщения;
- ConfRev – номер ревизии конфигурации GOOSE-сообщения;
- StNum – номер изменения состояния сигналов в GOOSE-сообщении;
- SqNum – номер ретрансляции сообщения;
- Simulation – признак приема симуляционного GOOSE-сообщения;
- Error – диагностический код ошибки (таблица 3.6);
- cntFail – счетчик пакетов GOOSE-сообщения, не прошедших проверку (нарушение структуры или несоответствие параметров);
- cntNotPack – счетчик потерянных (не пришедших пакетов GOOSE-сообщения).

Таблица 3.6 – Диагностические коды ошибок при обнаружении неисправности при приеме GOOSE-сообщений

Код ошибки	Описание
0x0000	Ошибки отсутствуют
0x0001	Ошибка сравнения AppID (идентификатор приложения)
0x0002	Ошибка сравнения бит симуляции
0x0004	Ошибка сравнения ссылки на управляющий блок
0x0008	Ошибка сравнения ссылки на набор данных
0x0010	Ошибка сравнения идентификатора сообщения
0x0020	Ошибка сравнения поля «Тест»
0x0040	Ошибка в ревизии конфигурации
0x0080	Ошибка сравнения числа элементов в наборе данных
0x0100	Ошибка в подсчете количества элементов в наборе данных
0x0200	Ошибка сравнения типа данных в наборе данных
0x1000	Ошибка в сравнении размера переменной
0x8000	Ошибка ожидания приема GOOSE-сообщения

Настроенные в терминале исходящие GOOSE-сообщения отображаются в пункте меню **Исх. GOOSE** в виде списка. Для каждого из сообщений для контроля правильности конфигурации отображаются следующие параметры:

- MAC – MAC-адрес исходящего GOOSE-сообщения;
- StNum – номер изменения состояния сигналов в GOOSE-сообщении;
- SqNum – номер ретрансляции сообщения.

Пункт меню **MMS сервер** содержит следующую информацию:

- IED – сетевое имя устройства (IEDName);
- Аналоговые – количество сконфигурированных аналоговых сигналов;
- Дискретные – количество сконфигурированных дискретных сигналов;
- Управление – количество сконфигурированных сигналов управления;
- Уставки – количество сконфигурированных уставок;
- Клиентов – количество подключенных к терминалу клиентов.

Настроенные в терминале входящие SV-потoki отображаются в пункте меню **Вх. SV** в виде списка. Для каждого из SV-потоков для контроля правильности конфигурации отображаются следующие параметры:

- MAC – MAC-адрес входящего потока выборочных значений;
- ID – идентификатор SV-потока;
- ConfRev – номер ревизии конфигурации SV-потока;
- smpCnt – номер выборок в SV-потоке;
- Simulation – признак приема симуляционного SV-потока;
- Status – диагностический код ошибки (таблица 3.7);
- cntGood – счетчик корректно принятых пакетов SV-потока;
- cntFail – счетчик пропущенных пакетов SV-потока;
- fail (s) – количество секунд с пропусками пакетов;
- nPack (s) – количество секунд без SV-потока;
- smpSynch – флаг синхронизации.

Таблица 3.7 – Диагностические коды ошибок при обнаружении неисправности при приеме SV-потоков

Код ошибки	Описание
0x000000	Ошибки отсутствуют
0x000001	Ошибка сравнения AppID (идентификатор приложения)
0x000002	Ошибка сравнения бит симуляции
0x000004	Ошибка структуры сообщения
0x000008	Ошибка сравнения ссылки на набор данных
0x000010	Ошибка сравнения идентификатора сообщения
0x000040	Ошибка в ревизии конфигурации
0x010000	Отсутствие потока
0x020000	Отсутствие синхронизации времени
0x040000	Нарушение очередности пакетов
0x080000	Смещение пакетов
0x100000	Переполнение буфера

3.6 Режим тестирования

В терминалах реализованы режимы тестирования: функций защит и аппаратной части терминала.

3.6.1 Режим тестирования функций защит

3.6.1.1 Назначение и работа

Режим предназначен для проверки работы ИО и формирования логических сигналов, а также для проверки прохождения сигналов в АСУ ТП. Режим тестирования позволяет выполнить проверку защит как в выведенном состоянии, так и под нагрузкой.

Передача сигналов в АСУ в режиме тестирования регламентирована протоколами связи, приведенными в 2.4.1.8.

При переходе в режим тестирования автоматически запрещаются запись осциллограмм и регистрация событий. При этом обеспечивается работа функций защиты, различных фоновых задач, функций конфигурирования и работы с уставками и регистрация системных событий.

Режим тестирования осуществляется подачей на дискретный вход терминала сигнала «Тест терминала» или через меню **Тестирование** (пункт **Режим теста**). Также можно войти в режим тестирования при помощи сервисного ПО. При этом блокируются выходные реле терминала, и включается светодиод **ТЕСТ** (зеленый).

При включении режима тестирования качество отправляемых по протоколам МЭК 61850 данных (MMS, GOOSE) помечается как «test». Это следует учитывать при взаимодействии с внешним оборудованием с использованием стандарта МЭК 61850.

3.6.1.2 Настройка тестового режима

В меню **Тестирование**, пункт **Контр. выход**, осуществляется назначение на выходное реле «Контрольный выход» логических сигналов. В подменю пользователю предлагается полный список логических сигналов, которые приведены в формате: цифровое обозначение, соответствующее обозначению на функциональной логической схеме и краткое наименование сигнала. Заголовок меню отображает обозначение блока логики, в который входит проверяемый ИО.

При помощи сервисного ПО осуществляется выбор выходных реле, блокируемых в режиме тестирования для исключения излишнего срабатывания выходных реле.

Имеется возможность разрешения регистрации режима в меню **Тестирование**:

- в пункте **Разреш. осц./рег.**, при этом включается осциллограф и регистратор событий. Осциллографирование производится по стандартным условиям пуска, пуск по контрольному выходу заблокирован и конфигурируется отдельно;

- в пункте **Кол-во пусков**, при этом осуществляется пуск осциллографа по контрольному выходу, другие условия пуска блокируются.

Примечание – Пункты меню **Разреш. осц./рег**, **Кол-во пусков** активны только в режиме тестирования.

После снятия сигнала «Тест терминала» терминал отменяет режим тестирования и возвращается к нормальному функционированию.

3.6.2 Тестирование АСУ ТП

При включенном режиме тестирования в меню **Тестирование** отображается пункт **Тест АСУТП**. Данный пункт меню позволяет настроить и запустить режим тестирования АСУ ТП для выбранного протокола связи. В данном режиме производится поочередное изменение всех сигналов, сконфигурированных для передачи по выбранному протоколу связи вне зависимости от их состояний, получаемых из логической схемы.

Порядок работы терминала в режиме тестирования АСУ ТП следующий. Вначале значения всех сконфигурированных логических сигналов переводится в логический ноль. Затем по очереди с заданным интервалом значения сигналов переводятся в логическую единицу. Далее, по очереди с тем же интервалом значения сигналов переводятся в логический ноль. Изменение и передача сигналов происходит в автоматическом режиме заданное количество циклов и затем прекращается.

3.6.3 Режим тестирования аппаратной части

3.6.3.1 Назначение и работа

Режим предназначен для проверки работы аппаратных узлов при периодических проверках либо при проверках до ввода в эксплуатацию для выявления неисправности тестируемых узлов.

При входе в режим тестирования автоматически прекращается работа функций защит, осциллографирования, регистрации и самодиагностики.

При выявлении ошибки (несоответствия) необходимо фиксировать ошибку в протоколе неисправностей, поэтому предоставлена возможность фиксации результата прохождения теста (успешно или нет).

3.6.3.2 Подготовка к тестированию

Перед проведением тестирования необходимо отключить от терминала цепи:

- входных дискретных сигналов;
- входных аналоговых сигналов;
- выходных дискретных сигналов;
- входных ВЧ-сигналов;
- выходных ВЧ-сигналов.

При входе в режим тестирования через меню **Диагностика/Аппаратная часть** необходимо авторизоваться и подтвердить переход в режим тестирования аппаратной части. В этом случае произойдет переход в служебное меню.

В дальнейшем при нажатии кнопки **Е** происходит переход в главное меню, которое содержит пункты **Диагностика**, **Служебное**, **Информация** и **Выход**. Для проведения диагностики в нем следует выбрать пункт **Диагностика** и подтвердить выполнение данного требования (рисунок 3.4).

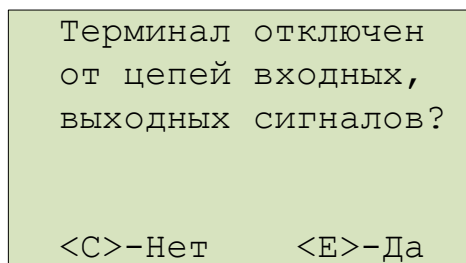


Рисунок 3.4 – Подтверждение отключения цепей

Убедившись в том, что цепи входных и выходных сигналов отключены, выбрать вариант «Да», нажав кнопку **Е**. После этого произойдет вход в режим тестирования, при этом работа выходных реле разрешена.

При вводе «Нет», автоматически блокируется работа выходных реле и на экран выводится сообщение об этом (рисунок 3.5). Далее происходит вход в режим тестирования, в котором не проводится проверка дискретных выходов (пункты **Тест плат ВВ/ВЫВ** и **Тест ВЧ-платы**).

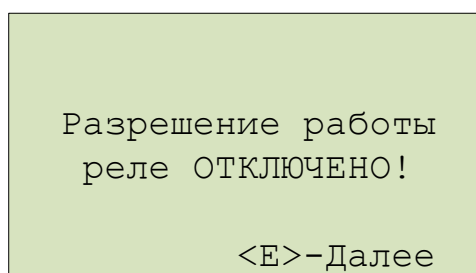


Рисунок 3.5 – Подтверждение блокирования реле

3.6.3.3 Запуск теста

Отображается список тестов пункта меню **Диагностика**:

- Тест экрана;
- Тест кнопок;
- Тест светодиодов;
- Тест платы МП;
- Тест «Неиспр.»;
- Тест плат ВВ/ВЫВ;
- Тест ВЧ-платы;
- Тест особых реле.

Запуск теста происходит по выбору соответствующего пункта меню на экране устройства ИЧМ. Предусмотрена возможность остановки выполнения тестов нажатием кнопки **С**, кроме теста клавиатуры.

По завершению каждого теста необходимо подтвердить результат выполнения теста («Тест пройден успешно? <C>-Нет <E>-Да»).

Результат прохождения теста фиксируется на экране напротив пункта меню соответствующего теста («Ок» или «Err»).

3.6.3.4 Тест экрана

При запуске теста проверяется работоспособность индикатора экрана.

В ходе теста:

- все сегменты индикатора зажигаются одновременно, затем экран очищается;
- сегменты зажигаются и гасятся последовательно.

3.6.3.5 Тест кнопок

В данном тесте проверяется работоспособность кнопок управления и функциональных кнопок.

3.6.3.5.1 Кнопки управления

Проверка осуществляется кратковременным нажатием кнопки, при этом на экране в строке **Тест кнопок** должно отображаться наименование проверяемой кнопки. С помощью этого теста можно проверить функционирование всех кнопок устройства (рисунок 3.6).

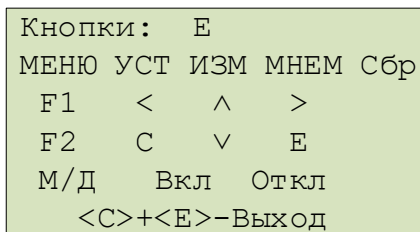


Рисунок 3.6 – Тест кнопок

Выход из режима происходит при одновременном кратковременном нажатии кнопок **Е** и **С** либо после получения соответствующей команды через диагностический порт.

3.6.3.5.2 Кнопки функциональные

Проверка осуществляется кратковременным нажатием кнопки, при этом на экране в строке **Гр.Х** (где **Х** – номер группы) должен отображаться номер кнопки в обратной последовательности.

3.6.3.6 Тест светодиодов

После запуска теста осуществляется проверка индикации всех светодиодов кроме светодиода **НЕИСПР**.

При тестировании терминалов обеспечивается проверка следующих состояний:

- все светодиоды выключены;
- светодиоды включены в режиме «красного» и «желтого» свечения;
- светодиоды включены в режиме «зеленого» свечения;
- включение и выключение двухцветных светодиодов дважды (включаются в режиме свечения «красным», а затем «зеленым» цветом), одноцветных светодиодов единожды.

3.6.3.7 Тест блока логики (Тест платы МП)

Для проверки корректности работы микросхемы часов реального времени, установленной в блоке логики, терминал выводит на экран сообщение об установленных дате и времени (рисунок 3.7). Необходимо подтвердить правильность отображенной информации.

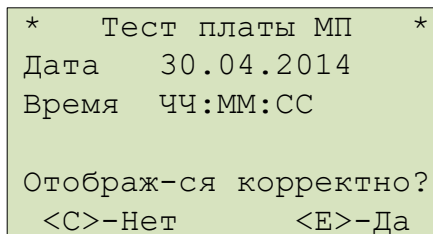


Рисунок 3.7 – Проверка часов реального времени

Для проверки корректности файловых систем на экран выводится информация о всех устройствах и разделах системы (рисунок 3.8):

- название устройства (ram, oscil, boot, log);
- общая/свободная память в кБ;
- состояние проверки файловых операций.

```

*      Тест платы МП      *
Устройство:   oscil
Память:      26096/6544kB
Ф.операции:  пройдены

<C>-Выход <E>-Далее

```

Рисунок 3.8 – Проверка корректности файловых систем

При ошибке файловых операций в строке **Ф. операции** выводится одно из сообщений (рисунок 3.9):

- об ошибке создания файла – **er crt f**;
- об ошибке записи в файл – **er wr f**;
- об ошибке закрытия файла – **er cls f**;
- об ошибке открытия файла – **er opn f**;
- об ошибке чтения файла – **er rd f**;
- об ошибке удаления файла – **er del f**.

В случае корректного выполнения всех операций в строке выводится надпись «пройдены». Для продолжения теста проверки блока логики нажать «**Е**».

```

*      Тест платы МП      *
Устройство:   log
Память:      0/    0kB
Ф.операции:  er del f

<C>-Выход <E>-Далее

```

Рисунок 3.9 – Проверка корректности файловых операций

Необходимо убедиться, что данные корректно отображаются и для продолжения теста проверки блока логики нажать «**Е**».

При проверке наличия обязательных файлов защиты на экран выводятся сообщения с именами отсутствующих файлов.

При выявлении отсутствия необходимых файлов защиты тест считается пройденным **неуспешно** и необходимо записать информацию, отображаемую на экране и сообщить предприятию-изготовителю.

3.6.3.8 Тест реле «Неисправность» (Тест «Неиспр.»)

Тест предназначен для проверки корректности срабатывания реле «Неиспр.» и светодиода **НЕИСПР**. Вход в режим изменения состояния реле осуществляется при помощи кнопки **Е**. Реле замыкается или размыкается в режиме изменения состояния при помощи кнопок «**Вверх**» или «**Вниз**». Вместе с замыканием/размыканием реле должен соответственно включаться/выключаться светодиод **НЕИСПР**.

При завершении теста реле размыкается и светодиод, соответственно, выключается.

3.6.3.9 Тест блока питания и/ или блоков дискретного ввода/вывода (Тест плат **ВВ/ВЫВ**)

Данный тест осуществляет проверку блоков, содержащих дискретные входы и выходы. В зависимости от конфигурации терминала данный пункт меню содержит соответствующее количество пунктов, равное количеству блоков (слотов).

При входе в тест блока в зависимости от типоразмера терминала на экран построчно сверху вниз выводится (рисунок 3.10):

- номер слота тестируемого блока;
- количество входов и выходов;
- информация о состоянии каналов дискретных входов;
- информация о состоянии каналов дискретных выходов;

- номер проверяемого выхода, если осуществляется проверка выходов.

Примечание – В строках **Входы** и **Выходы** символ «-» означает отсутствие входного сигнала или контакты разомкнуты, «цифра» – наличие сигнала или контакты реле замкнуты. Цифра соответствует младшей цифре номера позиции в строке **Входы** или **Выходы** (например, для входа 4.9, отображается цифра «9», для входа 4.10 – цифра «0», для 4.12 – цифра «2»).

```

*Тест Слот01-П3001*
8вх/5вых
Входы:   |12-----
>Выходы: |--3--
N выхода 3S
    
```

Рисунок 3.10 – Проверка дискретных входов и выходов

Проверка дискретных входов осуществляется подачей на дискретные входы терминала напряжения оперативного питания.

Проверка дискретных выходов (выходных реле) тестируемого блока осуществляется изменением их состояния при помощи кнопки **Е**. Кнопка **С** служит для выхода из режима изменения состояния выходных реле. Изменение состояния осуществляется при помощи кнопок «**Вверх**» или «**Вниз**».

Вне режима изменения состояния реле есть возможность выбора следующей или предыдущей платы по списку при помощи кнопок «**Вправо**» или «**Влево**» соответственно.

При выборе другого блока для тестирования или прекращении тестирования блока состояния выходных реле сбрасываются.

3.6.3.10 Тест ВЧ-входов и выходов (Тест ВЧ-платы)

В этом тесте проверяется работа дискретных входов и выходов блока связи с ВЧ-портами (рисунок 3.11). В первой строке, после заголовка, отображается информация о состоянии входов, во второй – информация о состоянии выходов платы.

Состояния входов/выходов обозначены следующим образом: «-» – логический «0», «*» – логическая «1».

```

*      Тест ВЧ      *
Входы:   -
>Выходы: -*
    
```

Рисунок 3.11 – Проверка ВЧ-входов и выходов

Вход в режим изменения состояний выходов осуществляется при помощи кнопки **Е**.

При завершении теста состояния выходов сбрасываются.

3.6.3.11 Тест быстродействующих реле (Тест особых реле)

В этом тесте проверяется работа быстродействующих реле блока Р3028 при его наличии (рисунок 3.12). Состояния выходов с реле обозначены следующим образом: «-» – логический «0», «*» – логическая «1».

```

*      Тест Реле      *
>Выходы: ----*
    
```

Рисунок 3.12 – Проверка быстродействующих реле

Вход в режим изменения состояний выходов осуществляется при помощи кнопки **Е**. При завершении теста состояния выходов сбрасываются.

3.6.3.12 Аналоговые каналы

Данный пункт меню находится в пункте **Службное**. Он предназначен для отображения текущих значений сигналов, поданных на аналоговые входы терминала, для калибровки аналоговых входов терминала и просмотра и редактирования калибровочных коэффициентов.

Примечание – Для подачи токов и напряжений при проведении калибровки следует использовать комплексы программно-технические измерительные, например, типа РЕТОМ-51, РЕТОМ-61, РЕТОМ-71 или их аналоги, поверенные как средства измерения. Подача токов и напряжений от приборов, не проходивших периодическую поверку как средство измерения, может привести к некорректной калибровке и неверной работе устройства в дальнейшем!

3.6.3.12.1 Измерение аналоговых величин

В меню отображается информация о количестве аналоговых каналов. Для каждого из каналов отображается модуль (во вторичных амперах и вольтах) и фаза (в градусах) поданной величины, рассчитанные с учетом заданных калибровочных коэффициентов по модулю, фазе и смещению нуля АЦП для заданной системной частоты.

Примечание – Корректное измерение токов в данном меню выполняется при их подаче только на входы тока с низшим номиналом.

3.6.3.12.2 Информация по параметрам аналогового канала

При переходе в меню аналогового канала отображаются существующие калибровочные коэффициенты по модулю (**Усиление**), по фазе (**Сдвиг фазы**) и смещению нуля АЦП (**Смещение**). Коэффициенты по модулю и фазе могут быть отредактированы вручную в данном пункте меню или рассчитаны автоматически при выполнении команды **Откалибровать**, если задана подаваемая величина в пункте **Уровень**. Коэффициент по смещению нуля АЦП может быть задан только путем автоматической калибровки.

В пункте **Уровень** задается модуль подаваемой аналоговой величины (в амперах и вольтах) для калибровки. Калибровку рекомендуется производить при номинальном значении входа напряжения и тока, фазы всех подаваемых сигналов должны быть одинаковыми. Имеется также возможность выбрать тип входа и подаваемой величины (постоянный «= \Rightarrow » или переменный « \sim » ток).

3.6.3.12.3 Информация по системной частоте терминала

В пункте **Частота** предусмотрена возможность задания системной частоты терминала, 50 Гц или 60 Гц. Калибровка каналов переменного тока должна производиться при подаче тока с данной частотой.

3.6.3.12.4 Калибровка

Для запуска калибровки следует нажать команду **Откалибровать**. При этом будет выдан запрос о необходимости подать заданные в пункте **Уровень** величины сигналов, причем все они должны быть синфазные. Калибровка производится только по выбранным сигналам, т.е. для которых задано значение **Уровень**.

Примечание – Калибровка входов тока должна производиться с использованием входов с низшим номиналом. После завершения калибровки и выхода из режима тестирования аппаратной части, при использовании входов тока с номиналом 5 А для выполнения устройством своих основных функций, соответствующие калибровочные коэффициенты автоматически изменяются для обеспечения правильного измерения токов.

Если сохранение новых калибровочных коэффициентов не требуется, то достаточно выйти из пункта меню **Аналоговые сигналы** и зайти в него обратно.

Для сохранения новых калибровочных коэффициентов следует выбрать команду **Сохранить калибровку**.

Примечание – Перед сохранением калибровочных коэффициентов следует **обязательно** убедиться в правильности измерения аналоговых величин по **всем** аналоговым каналам путем подачи на них соответствующих сигналов! Некорректная калибровка приведет к неправильной работе устройства!

4 Техническое обслуживание

4.1 Общие указания

4.1.1 Цикл технического обслуживания

Под циклом ТО понимается период эксплуатации терминала между двумя ближайшими профилактическими 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.

В таблице 4.1 указаны рекомендации предприятия-изготовителя по периодичности проведения ТО в соответствии с типом исполнением терминала.

Таблица 4.1 – Периодичность проведения ТО устройства

Исполнение терминала	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	21	22	23	24	25
ТОР 300	6	Н	К1	–	К	–	–	В	–	–	К	–	–	В	–	–	К	–	–	В	–	–	К	–	–	В	–

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

4.2 Меры безопасности

4.2.1 Конструкция устройства пожаробезопасна в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 и обеспечивает безопасность обслуживания в соответствии с ГОСТ ИЕС 61439-1-2013, ГОСТ 12.2.007.0-75. По требованиям защиты человека от поражения электрическим током терминал соответствует классу 0I по ГОСТ 12.2.007.0-75.

4.2.2 При эксплуатации и техническом обслуживании терминала необходимо руководствоваться «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии» и «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок».

4.2.3 Требования к персоналу и правила работы с терминалом, необходимые при обслуживании и эксплуатации терминала приведены в 3.2.1 настоящего РЭ.

4.2.4 При соблюдении требований эксплуатации и хранения терминал не создает опасность для окружающей среды.

4.3 Порядок технического обслуживания и проверка работоспособности изделия

В таблице 4.2 приведены виды работ при соответствующих проверках.

Работы производить при выведенном первичном оборудовании.

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

Методика проверок, указанных в таблице 2.25 приведены в соответствующем АИПБ.656467.XXX-XX.XXX ИМиТО, если входит в состав ведомости эксплуатационных документов (ВЭ) к шкафу.

Таблица 4.2 – Виды работ при проверке устройства

Вид проверки	Вид работы при проверке
Н, К1, В, К	а) внешний осмотр
Н, К1, В, К	б) измерение сопротивления изоляции независимых цепей (кроме цепей интерфейса связи) по отношению к корпусу и между собой
Н, В	в) испытания электрической прочности изоляции независимых цепей (кроме цепей интерфейса связи) по отношению к корпусу и между собой
Н	г) проверка работоспособности дискретных входов, выходных реле и светодиодов терминала
Н, К1, В	д) задание (или проверка) требуемой конфигурации устройства в соответствии с принятыми проектными решениями и техническими характеристиками (функциями) устройства
Н, К1, В	е) задание (или проверка) уставок устройства в соответствии с заданной конфигурацией
Н, К1, В	ж) проверка правильности отображения значений и фазовых углов токов (напряжений), поданных от постороннего источника. Измерения блока ВОМП проверяются по ВЧ-осциллограмме, записанной при ручном пуске
Н, К1, В	з) проверка параметров (уставок) срабатывания и коэффициентов возврата каждого ИО при подаче на входы устройства тока (напряжения) от постороннего источника; контроль состояния светодиодов при срабатывании
Н, К1, В	и) проверка времени срабатывания защиты и автоматики 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 с подачей тока (напряжения), равного 0,8 тока (напряжения) срабатывания
Н, В	л) проверка взаимодействия ИО и логических цепей защиты с контролем состояния всех контактов выходных реле и визуальным контролем состояния светодиодов
Н, К1, В, К	м) проверка управляющих функций защиты с воздействием контактов выходного реле в цепи управления коммутационным аппаратом
Н, В	н) проверка функций регистрации событий, осциллографирования сигналов
Н, К1, В, К	о) проверка управления коммутационным аппаратом присоединения (включить/отключить)
Н, К1, В	п) проверка взаимодействия с другими устройствами защиты, электроавтоматики, управления и сигнализации с воздействием на коммутационный аппарат
Н, К1, В, К	р) проверка рабочим током и напряжением

4.3.1 Внешний осмотр

Проверяется отсутствие внешних следов ударов, потеков воды, в том числе высохших, отсутствие налета окислов на металлических поверхностях, отсутствие запыленности, осмотр клемм входных и выходных сигналов, разъемов интерфейса связи в части состояния их контактных поверхностей и иных элементов шкафа.

4.3.2 Проверка сопротивления и прочности изоляции

Испытания изоляции проводится в холодном состоянии.

4.3.2.1 Перед проведением проверки необходимо:

- снять оперативное питание терминала;
- временными перемычками объединить цепи независимых групп. В терминале (шкафу) в зависимости от типоразмера выделяются следующие независимые группы цепей:

- a) переменного тока;
- b) переменного напряжения;
- c) переменного тока ВОМП;
- d) переменного напряжения ВОМП;
- e) дискретных входов;
- f) питания терминала;
- g) сигнализации;
- h) оперативного тока питания ЭМО1 и ЭМВ;
- i) оперативного тока питания ЭМО2;
- j) выходных реле.

4.3.2.2 Необходимо измерить сопротивление изоляции между цепями, соединенными между собой и корпусом, а также между каждой цепью и оставшимися соединенными между собой цепями. Измерения проводятся с помощью мегомметра на напряжение 1000 В для цепей выше 60 В согласно «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии». При всех видах измерений сопротивление собранных цепей должно быть не менее 100 МОм.

4.3.2.3 Электрическая прочность изоляции между указанными цепями относительно корпуса и между собой проверяется напряжением 1000 В частотой 50 Гц в течение 1 мин. После этого вида проверки необходимо повторно измерить сопротивление изоляции терминала. Испытание изоляции является успешным, в случае если ее сопротивление сохранилось не менее 100 МОм.

4.3.3 Проверка работоспособности дискретных входов, выходных реле и светодиодов

4.3.3.1 Перед проведением проверки необходимо исключить возможность действия терминала на внешние устройства НКУ.

4.3.3.2 Проверку следует производить в режиме тестирования аппаратной части (3.6.3).

4.3.4 Задание (проверка) уставок и конфигурации

4.3.4.1 Задание (проверка) уставок производится в соответствии с рабочей документацией объекта. Выбор активной группы и изменение уставок осуществляется через пользовательский интерфейс (3.5.11).

4.3.4.2 Терминал отгружается сконфигурированным. При необходимости на объекте осуществляется изменение конфигурации при помощи сервисных программ.

4.3.4.3 Список параметров для конфигурирования приведен в 3.4.3.

4.3.5 Проверка правильности отображения аналоговых величин

Необходимо исключить возможность действия терминала на внешние устройства НКУ. Проверка осуществляется подачей тока и напряжения от постороннего источника на соответствующие клеммы разъемов терминала. Величины и фазовые сдвиги поданных токов и напряжений контролируются на дисплее терминала и/или при помощи сервисного ПО. Также можно посмотреть значения токов и напряжений с помощью веб-мониторинга.

Примечание – Здесь и далее в качестве постороннего источника рекомендуется применять ИК «РЕТОМ» или другое оборудование с аналогичными характеристиками.

4.3.6 Проверка параметров (уставок, ИО) защит терминала

Необходимо исключить возможность действия терминала на внешние устройства НКУ.

4.3.6.1 Проверка ИО производится подачей от постороннего источника токов и/или напряжений, соответствующих уставкам (имитация аварийных режимов). Контроль

срабатывания ИО осуществляется по замыканию выходного реле контрольного выхода с фиксацией параметров срабатывания и возврата.

4.3.6.2 Проверка взаимодействия ИО и логических цепей защит осуществляется одновременной подачей логического сигнала и токов и/или напряжений, соответствующих срабатыванию ИО. Контроль осуществляется по замыканию выходного реле контрольного выхода.

4.3.6.3 В проверках 4.3.6.1 и 4.3.6.2 контролируется загорание соответствующих светодиодов терминала.

4.3.6.4 Методика проверки ИО защит приведена в АИПБ.656467.XXX-XX.XXX ИМиТО, если входит в состав ведомости эксплуатационных документов (ВЭ) к шкафу.

4.3.7 Проверка поведения защиты при снятии и подаче напряжения оперативного тока

Необходимо исключить возможность действия терминала на внешние устройства НКУ. После подачи на терминал рабочих токов и напряжений, равных 90 % от величины срабатывания, снимается и снова подается напряжение оперативного постоянного тока. В ходе проверки не должно происходить срабатывания защиты.

4.3.8 Проверка действия в центральную сигнализацию и взаимодействия с внешними устройствами

Проверка действия терминала в центральную сигнализацию и взаимодействия с внешними устройствами проводится наладочным персоналом в установленном порядке.

4.3.9 Проверка взаимодействия терминала с другими НКУ

Необходимо исключить воздействие в цепи управления первичным оборудованием. Проверка взаимодействия с другими НКУ, имеющимися на объекте, осуществляется имитацией соответствующих режимов и контролем выходных сигналов.

4.3.10 Проверка функций регистрации событий и осциллографирования

Проверка осуществляется при выведенных цепях действия терминала на внешние устройства НКУ. Имитируется режим короткого замыкания. По ИЧМ терминала проверяется наличие соответствующих событий в журнале событий, наличие соответствующей осциллограммы.

4.3.11 Проверка управления коммутационным аппаратом

Проверка управления коммутационным аппаратом через терминал проводится наладочным персоналом в установленном порядке.

4.3.12 Проверка терминала рабочим током и напряжением

В проверку рабочим током и напряжением в зависимости от типополнения терминала входит:

- проверка исправности всех токовых цепей измерением вторичных токов нагрузки в фазах;
- проверка исправности и правильности подключения цепей напряжения;
- проверка правильности подключения цепей тока каждой группы трансформаторов тока снятием векторной диаграммы и сверкой ее с фактическим направлением мощности в первичной цепи;
- проверка правильности включения блокировки при неисправностях в цепях напряжения и блокировки при качаниях;
- проверка правильности включения реле направления мощности и направленных реле сопротивления;
- проверка правильности сборки токовых цепей дифференциальных защит измерением токов небалансов;
- проверка правильности включения дифференциально-фазных защит, защит с ВЧ-блокировкой.

4.4 Перечень неисправностей и методы их устранения

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

Для обнаружения неисправностей при включении питания и в процессе работы терминала функционирует система самодиагностики.

4.4.2 Самодиагностика терминалов подразделяется на два этапа: начальный (при включении/перезапуске терминала) и постоянный (в процессе работы устройства).

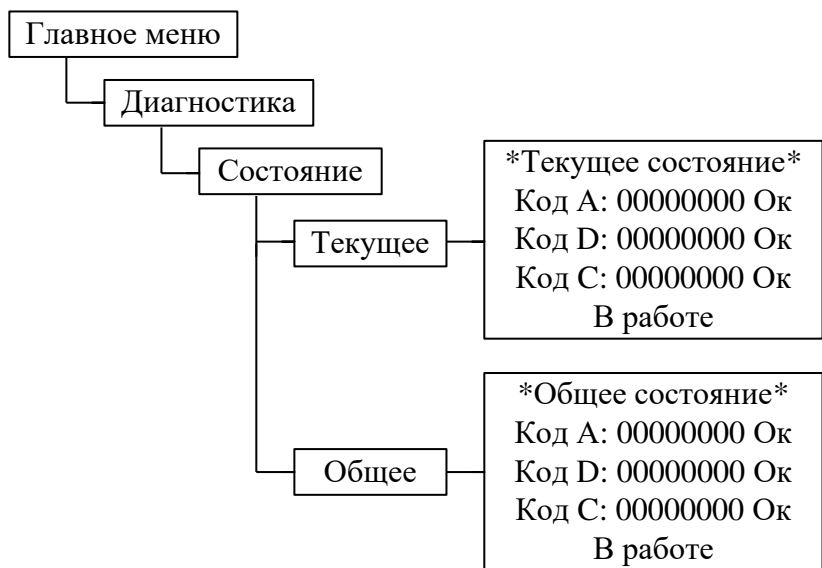
Объем самодиагностики включает в себя контроль следующих важных узлов терминала, блока логики (в том числе АЦП, ОЗУ, ПЗУ, наличие/отсутствие синхронизации времени, целостность ПО), блока питания и блоков дискретного ввода/вывода. В блоках дискретного ввода/вывода имеется токовый контроль исправности цепей обмоток выходных реле. Информация о самодиагностике поступает от всех контроллеров, работающих в составе терминала, и анализируется в центральном и сигнальном процессорах.

Примечание – Самодиагностика терминала не контролирует исправность контактов выходных реле (например, залипание), а также работоспособность дискретных входов, целостность обмоток промежуточных трансформаторов тока и напряжения.

При обнаружении устойчивой неисправности на лицевой панели терминала включается светодиод **НЕИСПР**, вводится запрет управления выходными реле.

При обнаружении неисправности **в процессе работы** формируются два набора кодов неисправности – текущий и общий. Текущий код неисправности отображает состояние самодиагностики на текущий момент, общий код неисправности отображает все неисправности, включая выявленные кратковременно и исчезнувшие.

Для просмотра подробной информации об обнаруженной неисправности необходимо перейти в пункт меню **Диагностика/Состояние**.



В пунктах меню **Текущее** и **Общее** отображаются три типа кода:

- код А – ошибки, выявленные центральным интерфейсным процессором (ЦП);
- код D – ошибки, выявленные центральным сигнальным процессором (ЦСП);
- код С (вспомогательный) – суммарный набор ошибок, выявленных в периферийных блоках (блок питания, блок дискретного ввода/вывода). При входе в данный пункт, нажатием кнопки **Е**, отображаются коды ошибок по каждому блоку, вторая цифра слева обозначает порядковый номер блока, начало отсчета с блока питания.

Отображаемые коды позволяют идентифицировать обнаруженную неисправность, перечень кодов приведен в таблицах 4.3 и 4.4. При входе в данный пункт отображается текстовое описание неисправностей (кроме кодов С).

4.4.3 Коды неисправностей

Ошибки, выявленные в ходе самодиагностики, отображаются в шестнадцатеричной системе счисления по нижеприведенным правилам.

Код ошибки состоит из восьми знаков (разрядов) и содержит информацию о типе неисправности. Каждый разряд – шестнадцатеричное число, состоящее из четырех бит двоичного кода (таблица 4.5). Каждый бит соответствует определенному событию (неисправности), перечень которых представлен в таблицах 4.3 и 4.4. Нулевые значения кодов самодиагностики означают отсутствие выявленных неисправностей. Код ошибки обеспечивает информирование при возникновении одной или нескольких неисправностей одновременно. Пример: Если код А: 00000001 – «Ошибка платы ЦП1» (порядковый номер бита – 1, разряд 1); 00000200 – «Ошибка платы ЦП6» (порядковый номер бита – 2, разряд 3); 00000800 – «Ошибка схемы 1» (порядковый номер бита – 4, разряд 3), 0000A01=00000800+00000200+00000001 – «Ошибка платы ЦП1», «Ошибка платы ЦП6», «Ошибка схемы 1». Аналогично формируются другие типы кодов.

Таблица 4.3 – Код ошибки А

Сообщение на ИЧМ		Описание
код ошибки	текстовое	
0x00000001	Ошибка платы ЦП1	Ошибка платы центрального процессора
0x00000002	Ошибка платы ЦП2	Ошибка платы центрального процессора
0x00000004	Сбой ПО1	Сбой ПО
0x00000008	Ошибка лиц.пл.1	Ошибка лицевой платы
0x00000010	Ошибка платы ЦП3	Ошибка платы центрального процессора
0x00000020	Сброс настроек	Ошибка платы центрального процессора
0x00000040	Ошибка платы ЦП4	Ошибка платы центрального процессора
0x00000080	Ошибка осц.	Ошибка платы центрального процессора
0x00000100	Ошибка платы ЦП5	Ошибка платы центрального процессора
0x00000200	Ошибка платы ЦП6	Ошибка платы центрального процессора
0x00000400	Сброс часов	Ошибка платы центрального процессора
0x00000800	Ошибка схемы1	Ошибка платы центрального процессора
0x00001000	Ошибка SV	Ошибка приема или передачи SV-сигналов
0x00002000	Ошибка прикл.	Ошибка из функциональной схемы
0x00004000	Ошибка прикл. выв.	Ошибка из функциональной схемы с выводом терминала
0x00008000	Неиспр. АЦП	Ошибка платы центрального процессора
0x00010000	Ошибка лиц.пл.2	Ошибка лицевой платы
0x00020000	Ошибка лиц.пл.3	Ошибка лицевой платы
0x00040000	Ошибка лиц.пл.4	Ошибка лицевой платы
0x00080000	Ошибка лиц.пл.5	Ошибка лицевой платы
0x01000000	Нет гр. уставок	Не введена группа уставок
0x02000000	Нет калибровки	Отсутствие калибровки
0x08000000*	Сбой обмена ИЧМ	Сбой обмена ИЧМ

* Может возникать при использовании исполнения терминала с выносной панелью, если отключена выносная панель и при этом не выбран режим «Выносной» посредством программно-технического комплекса «МикРА».

Таблица 4.4 – Код ошибки D

Сообщение на ИЧМ		Описание
код ошибки	текстовое	
0x00000001	Ошибка платы ЦП7	Ошибка платы центрального процессора
0x00000002	Ошибка платы ЦП8	Ошибка платы центрального процессора
0x00000004	Ошибка платы ЦП9	Ошибка платы центрального процессора
0x00000008	Сбой ПО2	Сбой ПО
0x00000010	Сбой ПО3	Сбой ПО
0x00000020	Ошибка платы ЦПа	Ошибка платы центрального процессора
0x00000040	Ошибка платы ЦПб	Ошибка платы центрального процессора
0x00000080	Ошибка платы ЦПс	Ошибка платы центрального процессора
0x00000100	Ошибка платы ЦПд	Ошибка платы центрального процессора
0x00000200	Сбой ПО4	Сбой ПО
0x00000400	Ошибка платы ЦПе	Ошибка платы центрального процессора
0x00000800	Ошибка конф. АнВх	Ошибка конфигурации аналоговых входов
0x00001000	Ошибка конф. д.вх	Ошибка конфигурации дискретного ввода/вывода
0x00002000	Ошибка плат д.вх	Ошибка плат ввода/вывода
0x00004000	Ошибка платы ЦПf	Ошибка платы центрального процессора
0x00008000	Сбой ПО5	Сбой ПО
0x00010000	Ошибка схемы2	Отсутствие в устройстве одного из блоков
0x00020000	Ошибка схемы3	Недопустимая уставка
0x00040000	Ошибка схемы4	Некорректная частота дискретизации
0x00080000	Ошибка платы ЦПg	Ошибка платы центрального процессора
0x00100000	Ошибка платы ЦПh	Ошибка платы центрального процессора
0x00200000	Ошибка блока ДЗЛ	Ошибка блока ДЗЛ
0x20000000	Ошибка схемы 5	Ошибка инициализации схемы
0x40000000	Сбой ПО6	Сбой ПО
0x80000000	Ошибка платы ЦПи	Ошибка платы центрального процессора

Таблица 4.5 – Соответствие шестнадцатиричного кода двоичному

Значение разряда кода ошибки (в шестнадцатеричной системе)	Номера активных битов (двоичный код)
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
A	1010
B	1011
C	1100
D	1101
E	1110
F	1111

4.4.4 Действия при обнаружении неисправности

При обнаружении **устойчивой** неисправности, которая может привести к ложному срабатыванию или отказу в срабатывании устройства, обеспечивается вывод действия терминала на выходные цепи, при этом на лицевой панели терминала включается светодиод **НЕИСПР**. Действие на сигнализацию обеспечивается НЗ-контактом терминала.

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

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

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

Основные неисправности терминала и методы их устранения приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Неисправности и методы их устранения

Признак	Возможная причина	Код ошибки	Метод устранения
При включении терминал не запускается, при этом светодиод РАБОТА не горит	Неисправен блок питания	–	Произвести ремонт/замену блока питания
При включении терминал не запускается, но светодиод РАБОТА горит, на ИЧМ присутствует надпись «Релематика»	Неисправен блок логики (процессора)	–	Произвести ремонт/замену блока логики (процессора)
Сообщение о том, что аналоговые каналы терминала не откалиброваны	Аналоговые каналы терминала не откалиброваны	A:0x02000000	Провести калибровку терминала
Отсутствует логический сигнал в защите при подаче напряжения на дискретный вход	Неисправен узел входов одного из блоков дискретного ввода/вывода	D:0x00002000*	Произвести ремонт/замену блока дискретного ввода/вывода
Постоянное замкнутое/разомкнутое состояние выходного реле, не соответствующее подаваемому воздействию	Неисправен узел выходов одного из блоков дискретного ввода/вывода	C:0x00004000*	Произвести ремонт/замену блока дискретного ввода/вывода
Сообщение о неисправности аппаратных блоков терминала при загрузке или в процессе работы терминала	Неисправен один из блоков дискретного ввода/вывода, блок питания	D:0x00002000	Определить по кодам ошибок неисправный блок терминала. Перезагрузить терминал снятием питания,ждавший отключения светодиода РАБОТА .

Признак	Возможная причина	Код ошибки	Метод устранения
			Если после перезагрузки терминала ошибка сохраняется, то произвести ремонт/замену блока
Сообщение о сбое ПО	Однократный сбой ПО. Возможен сбой платы ЦП	A:0x00000002 A:0x00000004 D:0x00000002 D:0x00000004 D:0x00000008 D:0x00000010 D:0x00000020 D:0x00000040 D:0x00000080 D:0x00000100 D:0x00000200	При неоднократном проявлении ошибки обновить схему защиты с использованием сервисного ПО и перезагрузить терминал снятием питания, дождавшись отключения светодиода РАБОТА . Если проблема не устранилась, произвести ремонт/замену блока логики
Сообщение о сбросе настроек	Однократный сбой энергонезависимой памяти регистраторов и настроек	A:0x00000020	Проверить и установить параметры конфигурации. Если ошибка повторяется, произвести ремонт/замену блока логики
Сообщение о сбое памяти осциллограмм, возможна потеря предыдущих осциллограмм	Однократный сбой энергонезависимой памяти осциллограмм	A:0x00000080	Функция автоматически восстанавливается. Если ошибка повторяется, произвести ремонт/замену блока логики, при этом не требуется срочного вывода устройства из работы
Сообщение о сбое часов	Однократный сброс времени	A:0x00000400	Проверить и, при необходимости, выставить параметры времени терминала. Если ошибка повторяется, произвести ремонт/замену блока логики, при этом не требуется срочного вывода устройства из работы
Сообщение о неисправности, вызванной конфигурацией или схемой защиты	Терминал работает с неверной или несоответствующей его типу схемой защиты	A:0x00000800 D:0x00000800 D:0x00001000 D:0x00010000 D:0x00020000 D:0x00040000 D:0x20000000	Произвести проверку соответствия схемы терминалу защиты, обновить схему защиты с использованием сервисного ПО

Признак	Возможная причина	Код ошибки	Метод устранения
Сообщение об отсутствии файла уставок	Отсутствие файла уставок	A:0x01000000	Загрузить и активировать группу уставок
Прочие неисправности			Произвести поиск неисправности и ремонт/замену неисправного блока
*Не определяет неисправность контактов выходных реле (например, залипание), а также работоспособность дискретных входов, целостность обмоток промежуточных трансформаторов тока и напряжения.			

Примечание – При обнаружении неисправности необходимо **в первую очередь** записать коды ошибок, отображаемые на ИЧМ и соответствующие 1.1, дополнительную информацию согласно таблице 4.6 и сообщить их предприятию-изготовителю. В отдельных случаях (при кратковременных сбоях) для устранения неисправности может оказаться достаточным выполнить перерыв питания.

4.5 Метрологическое освидетельствование

4.5.1 Терминалы с исполнением средства измерения относятся к устройствам, подлежащим государственному регулированию обеспечения единства измерений, и подлежат проверке органами Государственной метрологической службы и аккредитованными метрологическими службами.

4.5.2 Проверка терминалов осуществляется в соответствии с методикой проверки МП-НИЦЭ-106-22.

4.5.3 Результаты проверки терминала подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

4.5.4 Знак утверждения типа наносится на титульный лист паспорта и руководства по эксплуатации типографским способом и на маркировочную наклейку, расположенную на задней панели терминалов, любым технологическим способом.

4.6 Утилизация

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

5 Транспортирование и хранение

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

5.2 Транспортирование упакованного терминала может проводиться любым видом закрытого транспорта. При этом транспортная тара терминала должна быть закреплена неподвижно.

5.3 Погрузка, крепление и перевозка терминала в транспортных средствах должны осуществляться в соответствии с действующими правилами перевозок грузов на соответствующих видах транспорта, причем погрузка, крепление и перевозка терминала железнодорожным транспортом должна проводиться в соответствии с «Техническими условиями погрузки и крепления грузов» и «Правилами перевозок грузов», утвержденными Министерством путей сообщения.

Таблица 5.1 – Условия транспортирования и хранения

Вид поставки	Обозначение условий транспортирования, в части воздействия		Обозначение условий хранения по ГОСТ 15150-69	Допустимый срок сохраняемости в упаковке поставщика, год
	механических факторов по ГОСТ 23216-78	климатических факторов, таких как условия хранения по ГОСТ 15150-69		
Внутрироссийские (кроме регионов Крайнего Севера и труднодоступных районов по ГОСТ 15846-2002)	С	5(ОЖ4)	3(Ж3)	2
Внутрироссийские в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы по ГОСТ 15846-2002	С	5(ОЖ4)	3(Ж3)	2
Экспортные в районы с умеренным климатом	С	5(ОЖ4)	3(Ж3)	3

Примечания

1 Нижнее значение температуры окружающего воздуха при транспортировании и хранении определяется комплектующей элементной базой и материалами, применяемыми в устройстве.

2 Требования по условиям хранения распространяются на склады изготовителя и потребителя продукции.

6 Гарантии изготовителя

6.1 Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие устройств требованиям ТУ 3433-023-54080722-2012 при соблюдении потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения.

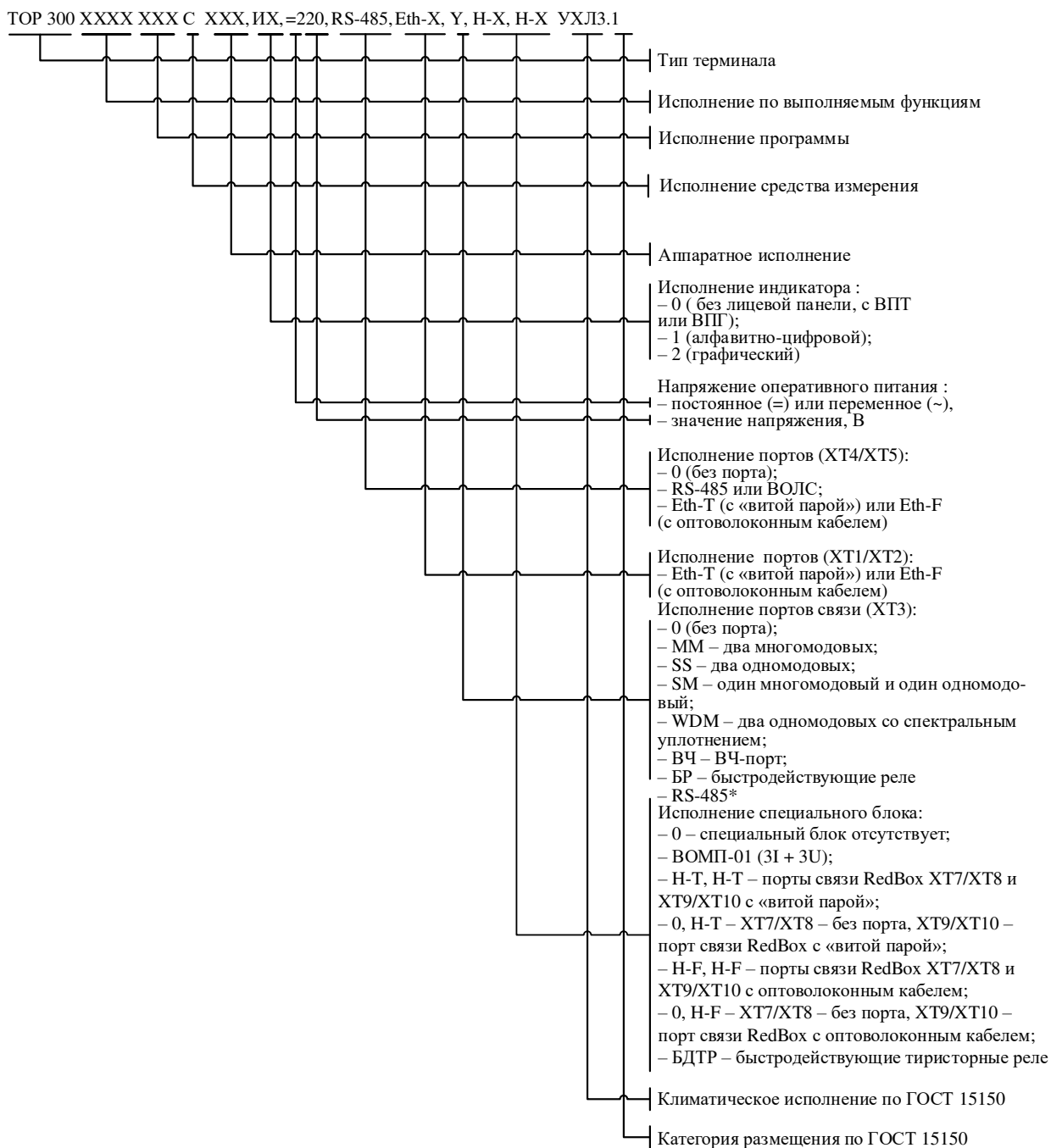
6.2 Гарантийный срок – 5 лет со дня ввода устройства в эксплуатацию, но не более 5,5 лет со дня отгрузки. Расширенная гарантия предоставляется по согласованию с предприятием-изготовителем.

6.3 Гарантии предприятия-изготовителя не распространяются на устройства, имеющие механические повреждения, а также при нарушении условий эксплуатации оборудования (воздействие повышенных величин напряжения, тока, уровня помех, попадание влаги и посторонних токопроводящих материалов, предметов внутрь кассеты и пр.).

6.4 При возврате предприятию-изготовителю устройство должно быть в упаковке, обеспечивающей сохранность устройства во время хранения и транспортировки.

6.5 Предприятие-изготовитель обеспечивает ремонт или замену устройств в течение срока службы устройства. Срок поставки запасных частей со склада предприятия-изготовителя составляет не более трех месяцев с момента подписания договора на их покупку.

Приложение А (обязательное) Структура условного обозначения



* Одновременная установка портов RS-485 в ХТ3 и ХТ4/ХТ5 не допускается.

Рисунок А.1 – Структура условного обозначения

Полная расшифровка структуры условного обозначения

TOP 300 XXXX XXX C XXX.IX.=220,RS-485,Eth-X, Y, H-X, H-X УХЛЗ.1

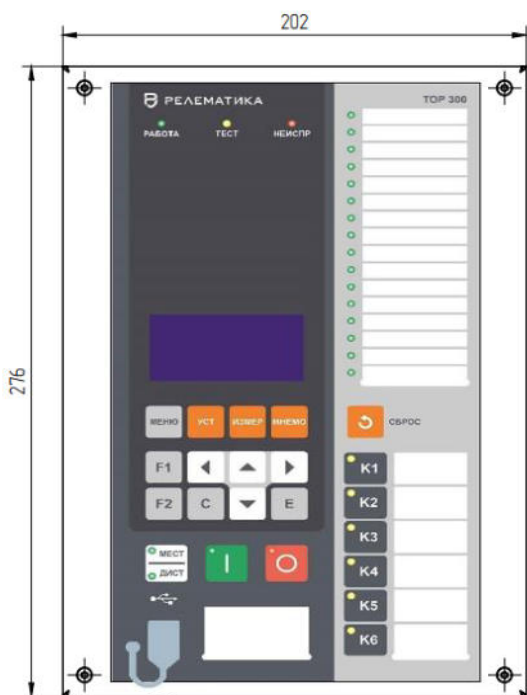
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Позиция	Описание
1	Тип терминала – TOP 300
2	<p>Исполнение по выполняемым функциям:</p> <p>АОДС – автоматика опережающего деления сети;</p> <p>АОТ – автоматика охлаждения трансформатора;</p> <p>АПТ – автоматика пожаротушения;</p> <p>АУВ – автоматика управления выключателем;</p> <p>БАВР – быстродействующий автоматический ввод резерва;</p> <p>БСК – защита и автоматика батареи статических конденсаторов;</p> <p>БЦС – блок центральной сигнализации;</p> <p>В – защита и автоматики рабочего ввода;</p> <p>ВОМП – волновое определение места повреждения;</p> <p>Д – защита и автоматика двигателей;</p> <p>ДГР – автоматика управления дугогасящим реактором;</p> <p>ДЗЛ – продольная дифференциальная защита линии;</p> <p>ДЗБ – защита трансформаторов блока и собственных нужд;</p> <p>ДФЗ – дифференциально-фазная защита линии;</p> <p>ДЗТ – дифференциальная защита и автоматика трансформатора;</p> <p>ДЗАТ – дифференциальная защита и автоматика автотрансформатора;</p> <p>ДЗО – защита ошиновки;</p> <p>ДЗШ – защита шин;</p> <p>ЗГ – защита синхронного генератора;</p> <p>ЗДР – защита дальнего резервирования линий;</p> <p>КП – контроллер присоединения;</p> <p>КСЗ – комплект ступенчатых защит линии;</p> <p>КР – компенсационный реактор;</p> <p>Л – ступенчатая защита и автоматика выключателя или защита и автоматика линий;</p> <p>ЛОК – локатор (определение места повреждения);</p> <p>Н – защита и автоматика трансформатора;</p> <p>НВЧЗ – направленная высокочастотная защита линии;</p> <p>ОБР – оперативная блокировка и управления разъединителями;</p> <p>ПА – противоаварийная автоматика;</p> <p>ПС – централизованная защита подстанций;</p> <p>ПДТЗ – поперечная дифференциальная токовая защита;</p> <p>ПДС – приема-передача дискретных сигналов;</p> <p>РЗТ – резервная защита и автоматика трансформатора;</p> <p>РЗАТ – резервная защита и автоматика автотрансформатора;</p> <p>Р – автоматика управления регулятором напряжения под нагрузкой;</p> <p>РАС – регистратор аварийных сигналов;</p> <p>С – защита и автоматики секционного выключателя (резервного ввода);</p> <p>ШР – защита и автоматика шунтирующего реактора;</p> <p>УШР – защита и автоматика управляемого шунтирующего реактора</p>
3	<p>Исполнение программы:</p> <p>3XX – на напряжение 0,4 кВ;</p> <p>5XX – на напряжение 6-220 кВ;</p> <p>6XX – на напряжение 220-750 кВ;</p> <p>7XX – для цифровых подстанций на напряжение 6-220 кВ;</p> <p>8XX – для цифровых подстанций на напряжение 220-750 кВ;</p> <p>0XX, 1XX, 2XX – для шкафов серии ШЭТ 1, 2 и 3 архитектуры</p>
4	Исполнение средства измерения: С – принадлежность к средству

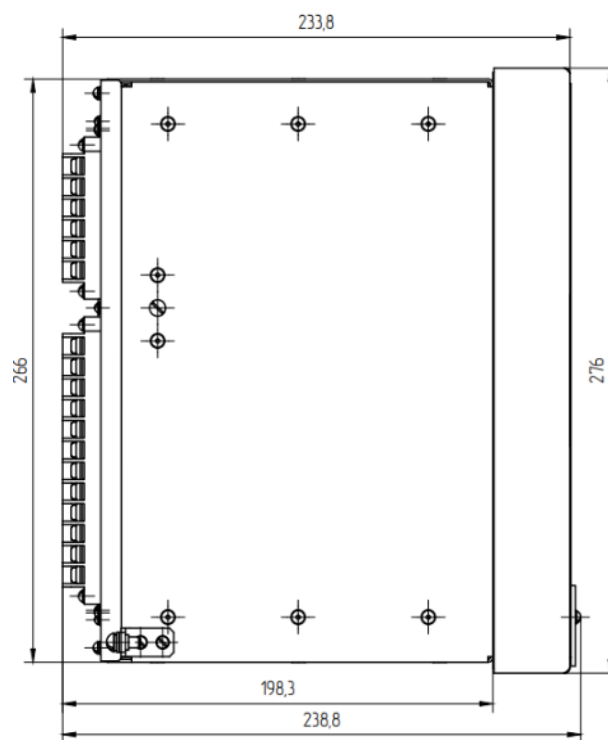
Позиция	Описание
	измерений
5	Номер аппаратного исполнения: определяет наличие и количество аналоговых входов и дискретных выходов
6	Исполнение индикатора: И0 – без лицевой панели, с выносным пультом типа ВПТ (с текстовым дисплеем) или типа ВПГ (с графическим дисплеем); И1 – алфавитно-цифровой; И2 – графический
7	Напряжение оперативного питания: = – постоянное; ~ – переменное
8	Значение напряжения питания, В: 110, 220
9	Исполнение портов (ХТ4/ХТ5): 0 – без порта; RS-485 или ВОЛС; Eth-T – с «витой парой» или Eth-F – с оптоволоконным кабелем
10	Исполнение портов (ХТ1/ХТ2): Eth-T – с «витой парой»; Eth-F – с оптоволоконным кабелем
11	Исполнение портов связи (ХТ3): 0 – без порта; ММ – два многомодовых; SS – два одномодовых; MS – один многомодовый и один одномодовый; WDM; ВЧ – ВЧ-порт; БР – быстродействующие реле; RS-485
12	Исполнение специального блока: 0 – специальный блок отсутствует; ВОМП-01 – 3I + 3U (три датчика напряжения и три промежуточных трансформатора тока); Н-Т, Н-Т – порты связи RedBox ХТ7/ХТ8 и ХТ9/ХТ10 с «витой парой»; 0, Н-Т – ХТ7/ХТ8 – без порта, ХТ9/ХТ10 – порт связи RedBox с «витой парой»; Н-F, Н-F – порты связи RedBox ХТ7/ХТ8 и ХТ9/ХТ10 с оптоволоконным кабелем; 0, Н-F – ХТ7/ХТ8 – без порта, ХТ9/ХТ10 – порт связи RedBox с оптоволоконным кабелем; БДТР – быстродействующие тиристорные реле
13	Климатическое исполнение по ГОСТ 15150: УХЛ
14	Категория размещения по ГОСТ 15150: 3.1

Примечание – Аппаратное исполнение выбирается на предприятии-изготовителе в соответствии с исполнением программы и количеством, и типом аналоговых входов и дискретных выходов, указанных в карте заказа.

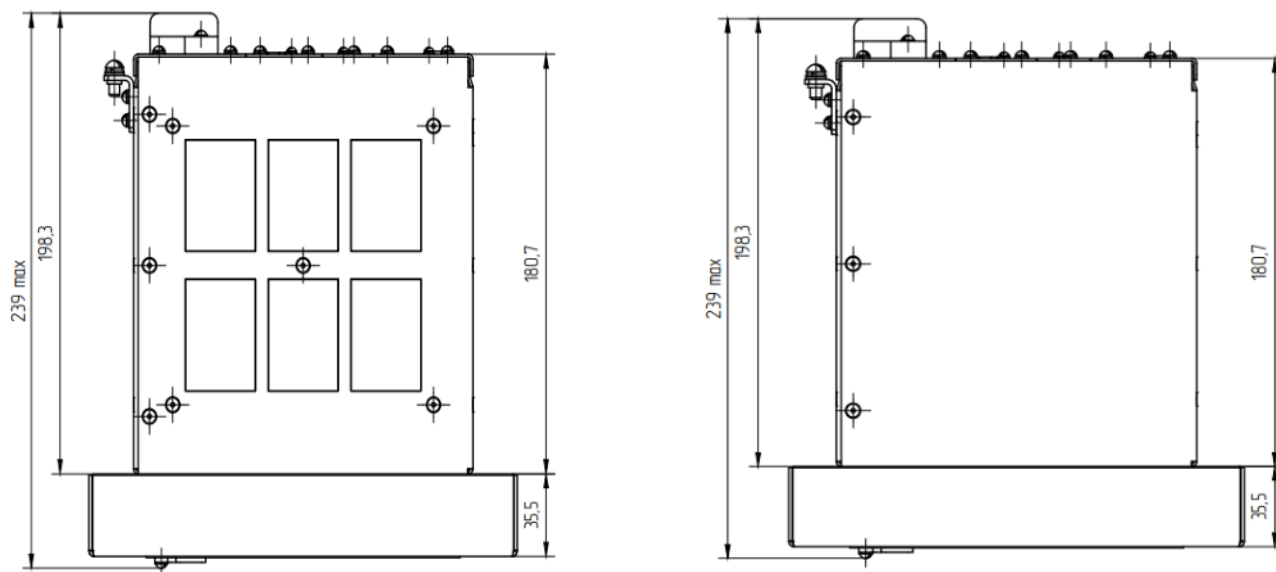
Приложение Б
(обязательное)
Внешний вид, массогабаритные, установочные размеры



a)



б)



в)

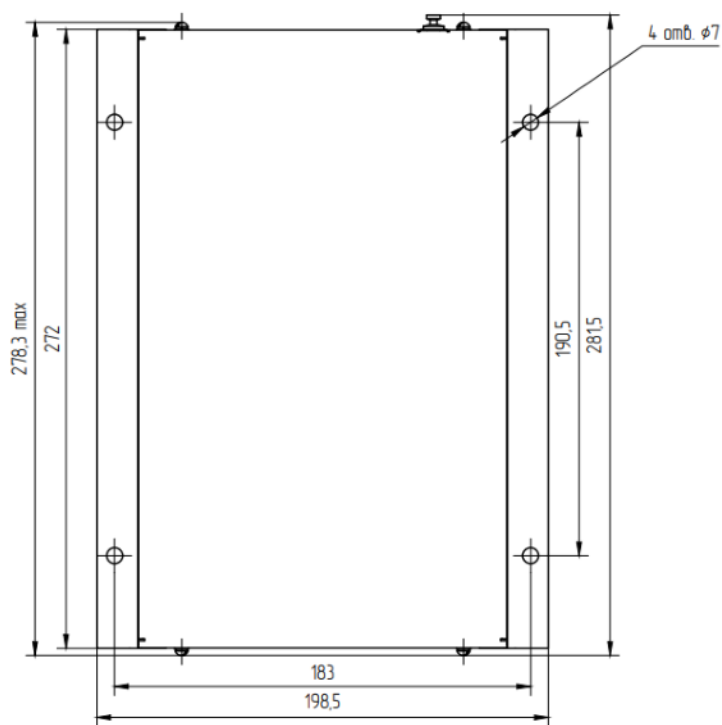
Масса терминала конструктива 1/4 не более 8 кг

Рисунок Б.1 – Внешний вид терминала конструктива 1/4 (пример вида утопленного монтажа):

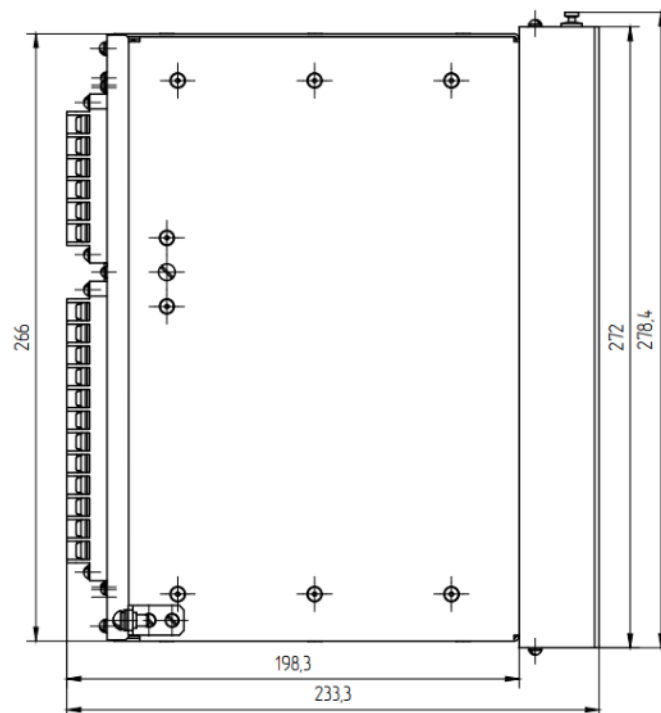
а) лицевая панель терминала (пример с цифровым и графическим индикатором);

б) вид сбоку;

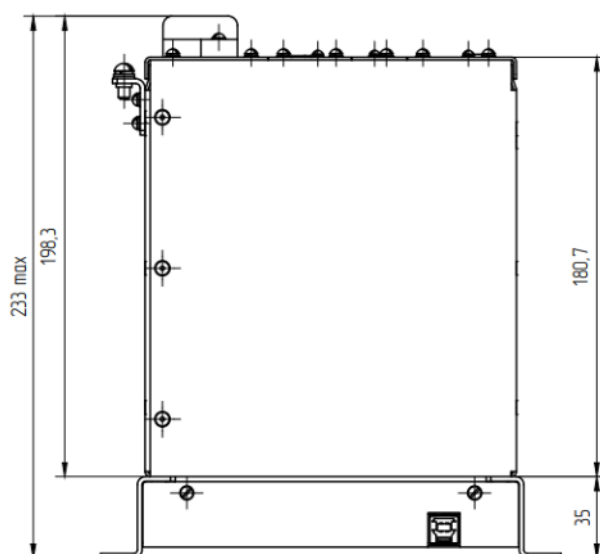
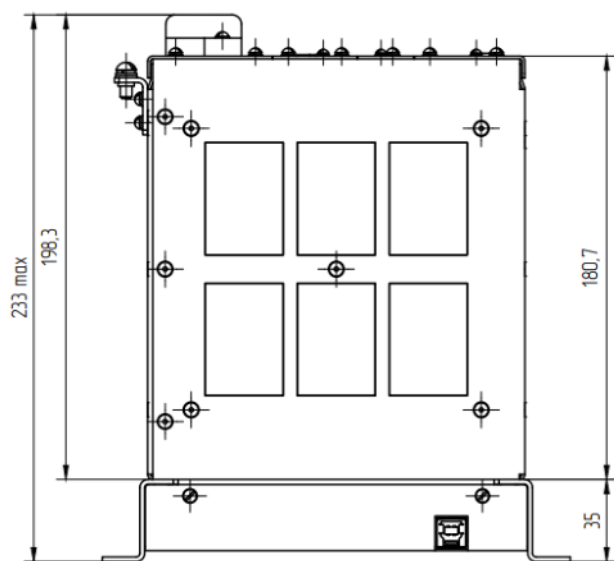
в) каркасы с вентиляционными и без вентиляционных отверстий для утопленного монтажа



а)

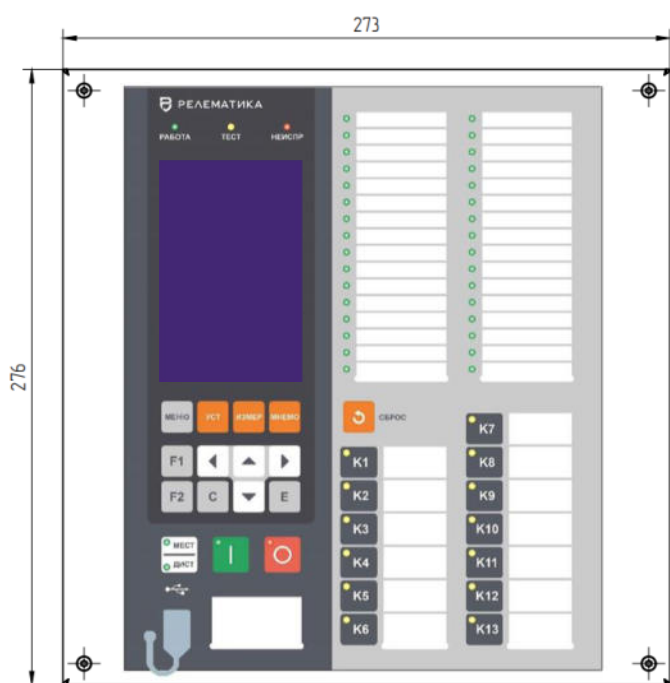


б)

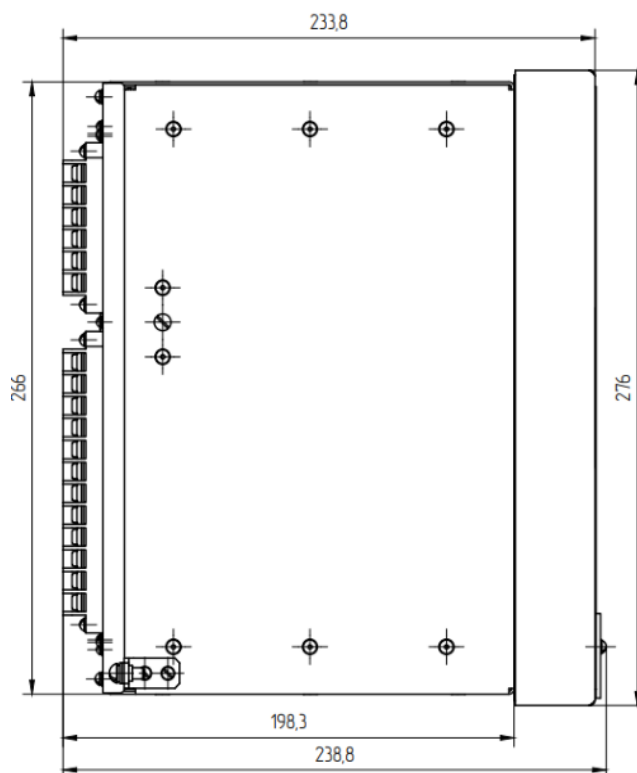


в)

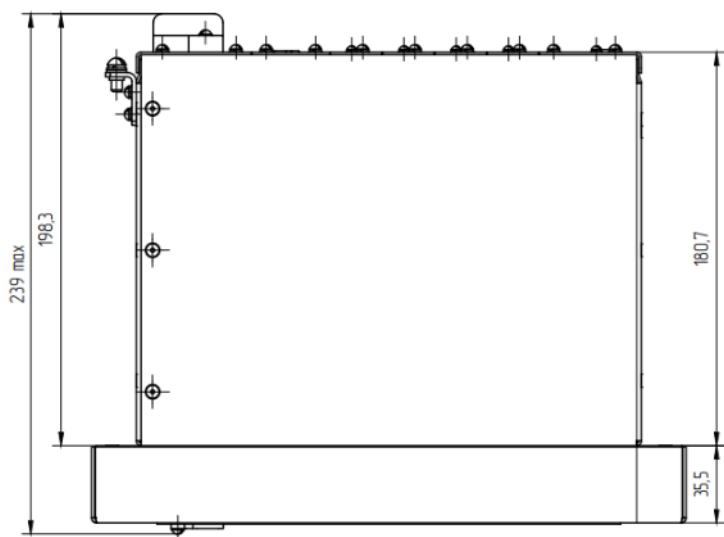
Рисунок Б.2 – Внешний вид терминала конструктива 1/4 (пример вида навесного монтажа):
 а) вид спереди;
 б) вид сбоку;
 в) каркасы с вентиляционными и без вентиляционных отверстий для навесного монтажа (с выносным пультом)



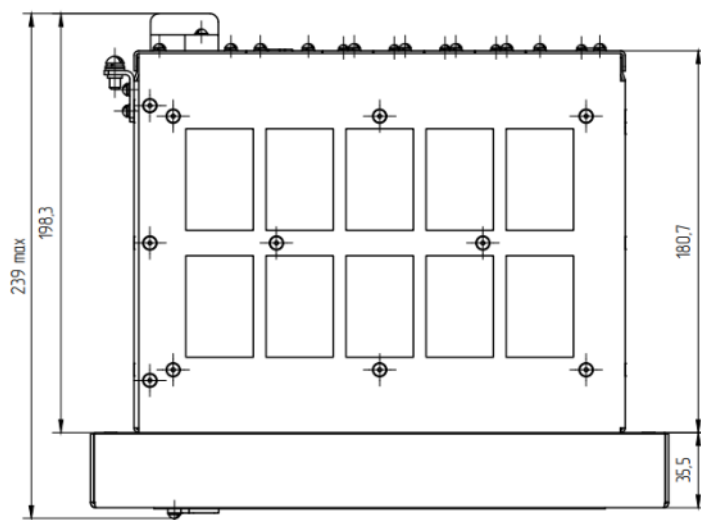
а)



б)



в)



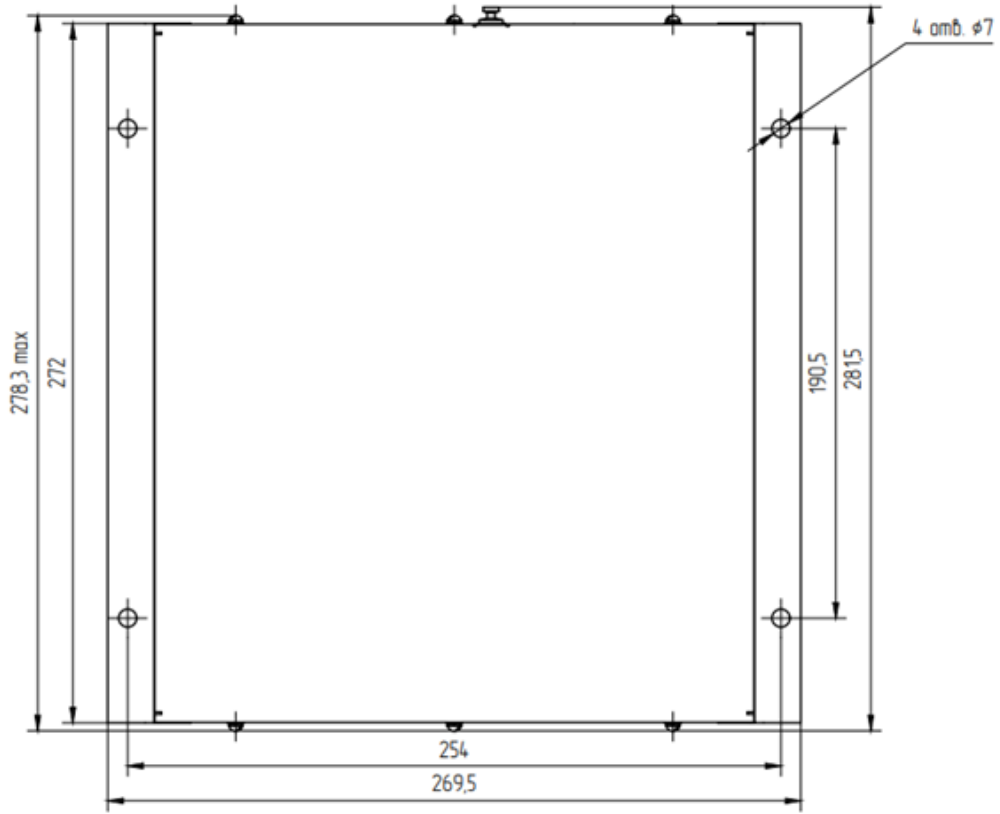
Масса терминала конструктива 1/2 не более 10 кг

Рисунок Б.3 – Внешний вид терминала конструктива 1/2 (пример вида утопленного монтажа):

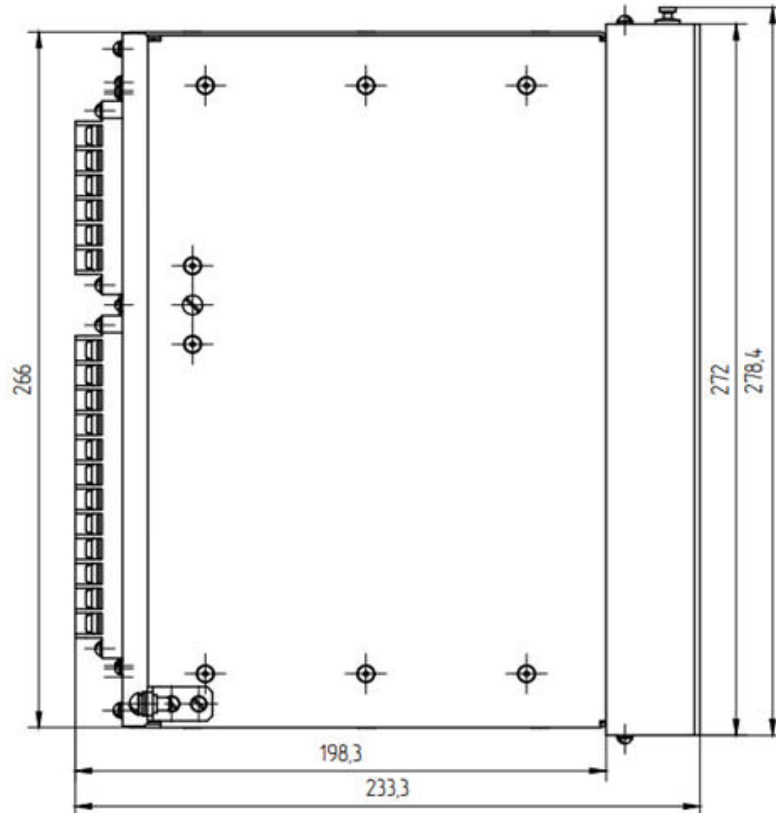
а) лицевая панель терминала (пример с графическим индикатором);

б) вид сбоку;

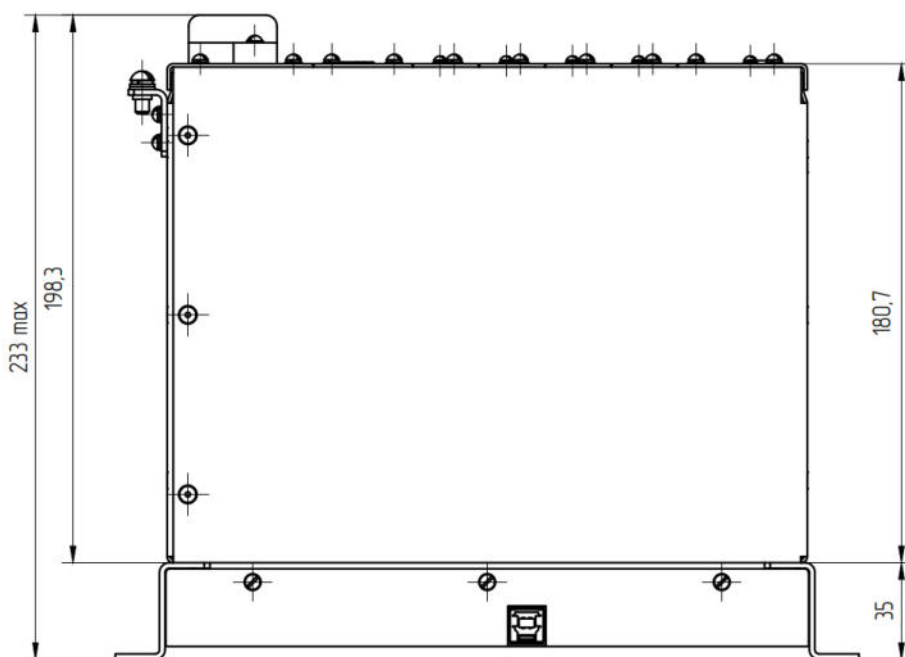
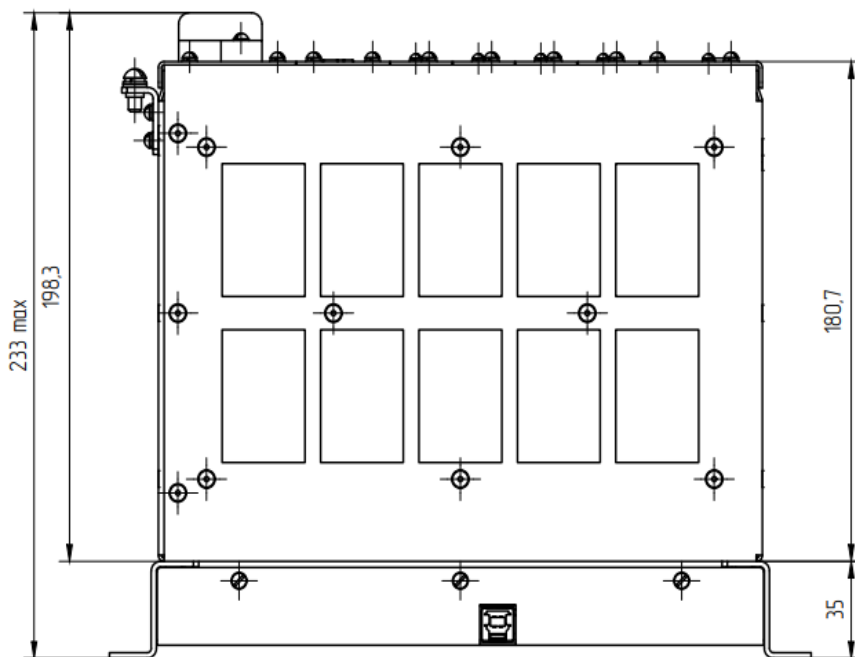
в) кардасы с вентиляционными и без вентиляционных отверстий для утопленного монтажа



а)



б)



в)

Рисунок Б.4 – Внешний вид терминала конструктива 1/2 (пример вида навесного монтажа):

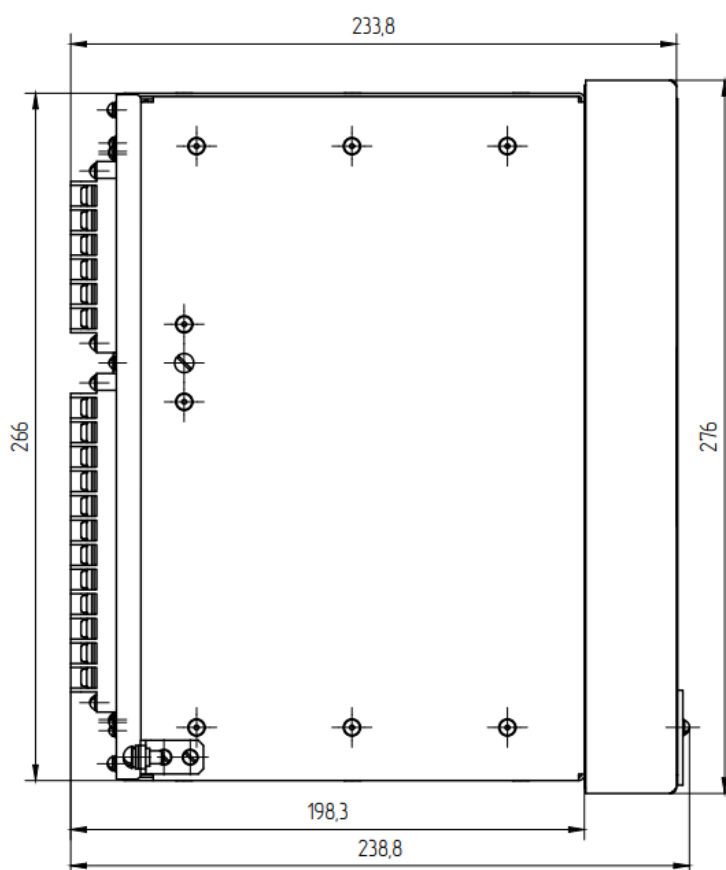
а) вид спереди;

б) вид сбоку;

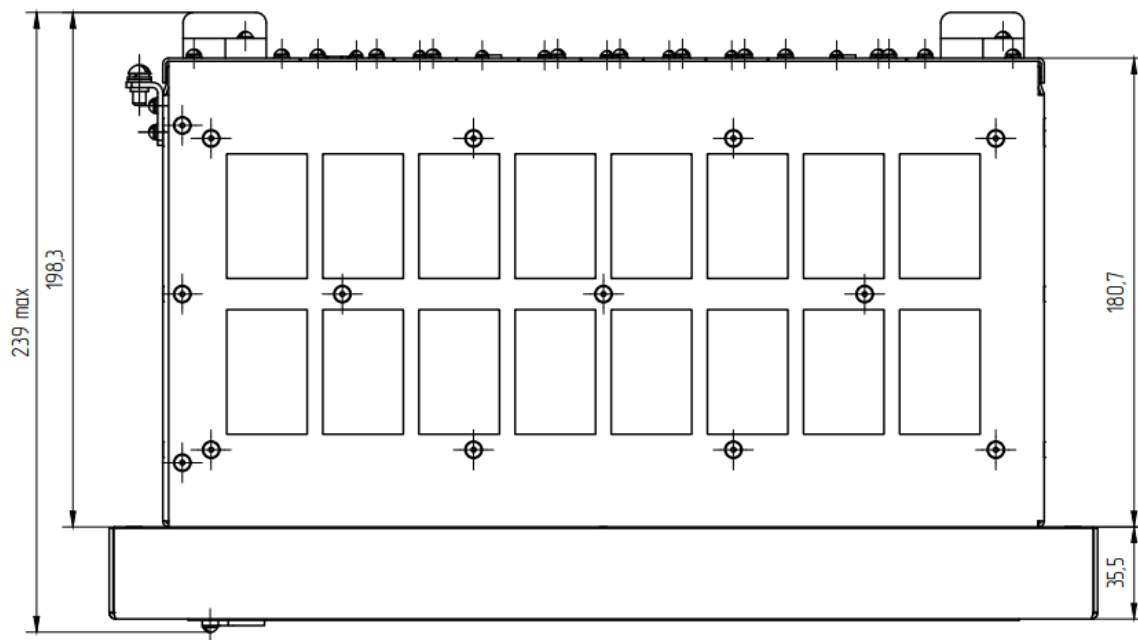
в) каркасы с вентиляционными и без вентиляционных отверстий для навесного монтажа (с выносным пультом)



а)

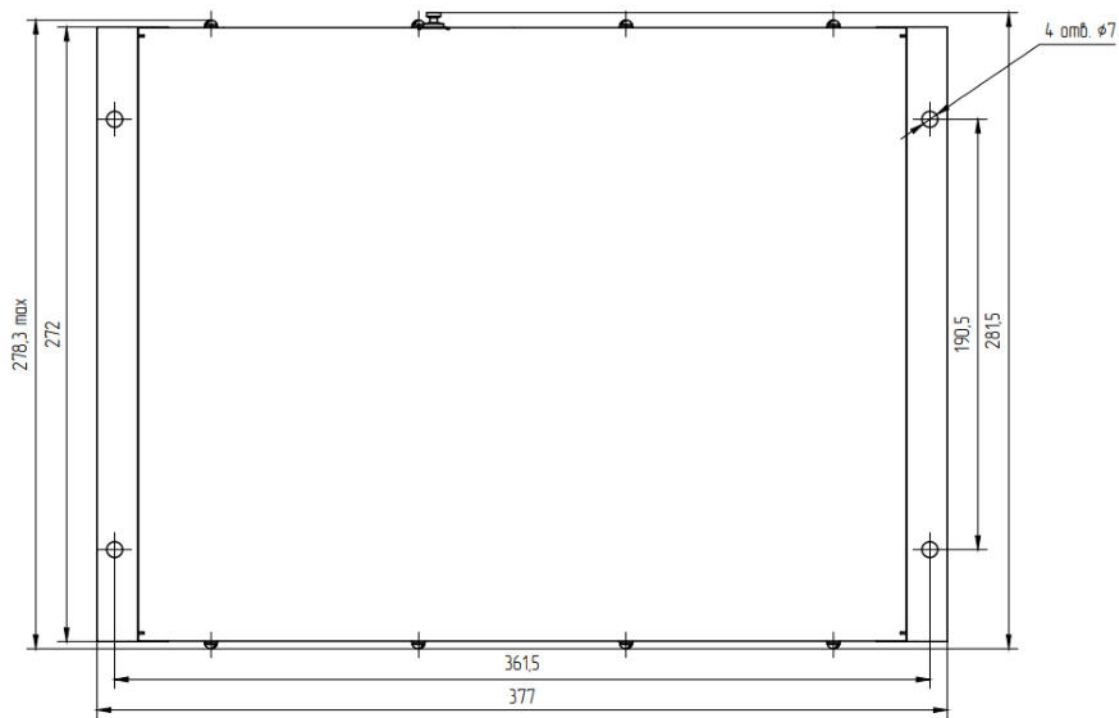


б)

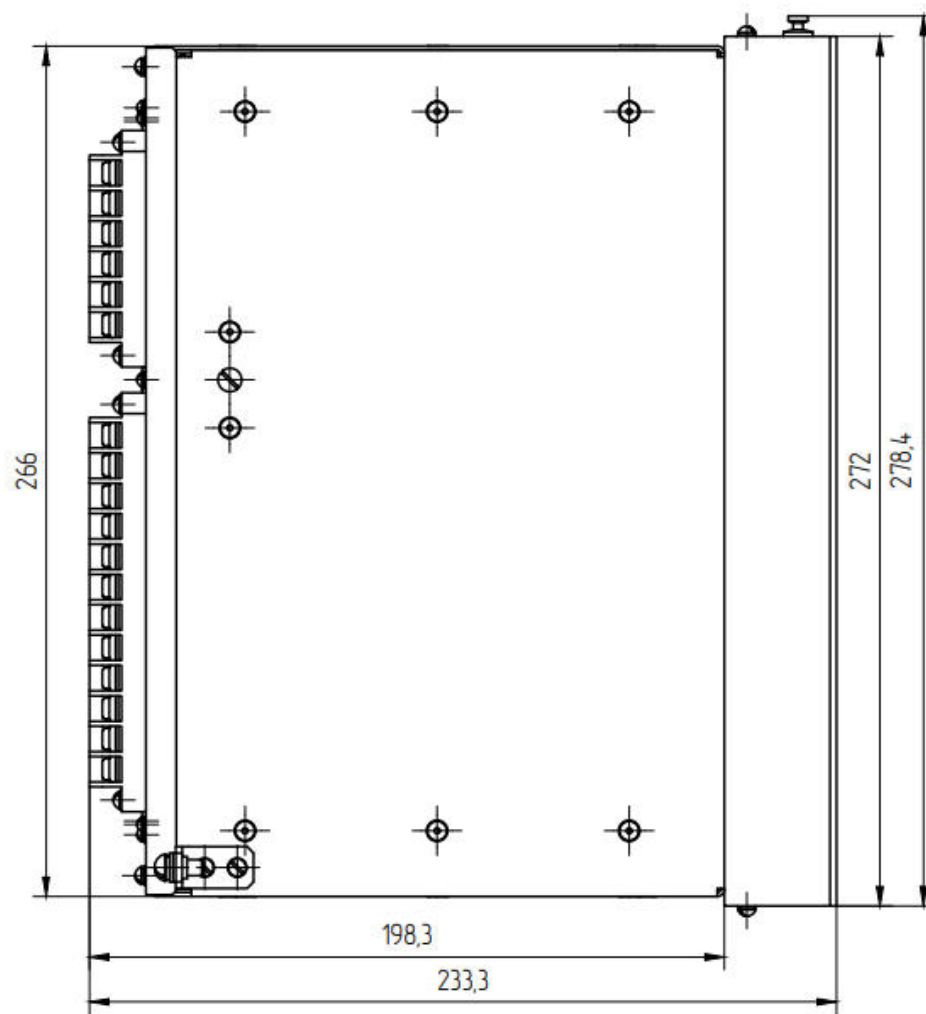


в)
Масса терминала конструктива 3/4 не более 13 кг

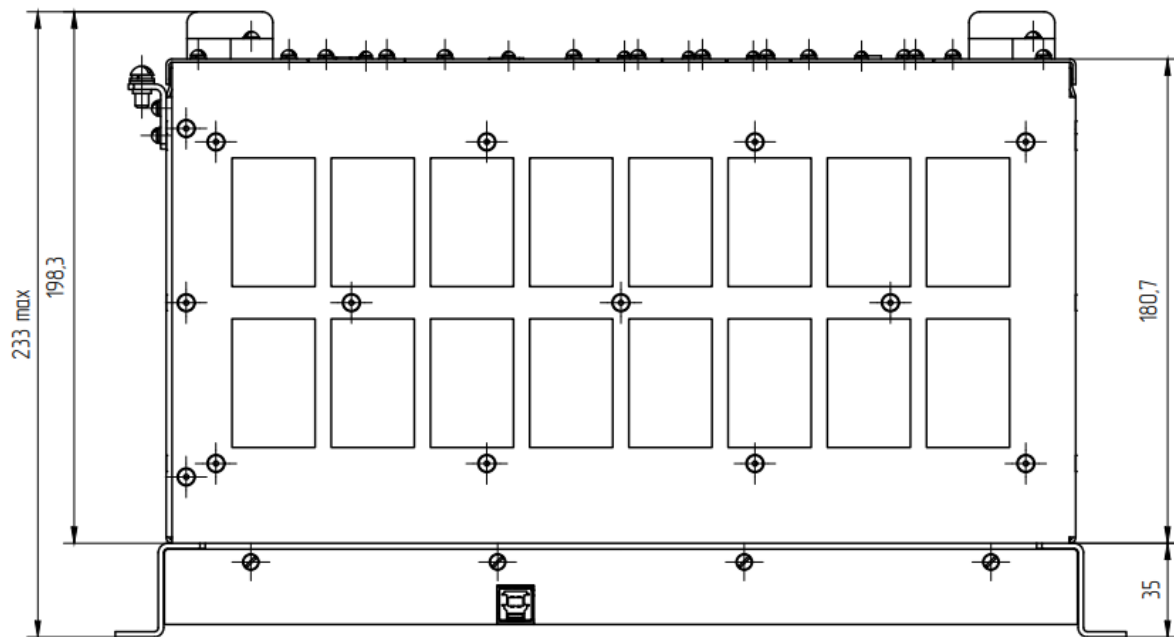
- Рисунок Б.5 – Внешний вид терминала конструктива 3/4 (пример вида утопленного монтажа):
- а) лицевая панель терминала (пример с цифровым индикатором);
 - б) вид сбоку;
 - в) каркас с вентиляционными отверстиями для утопленного монтажа



a)

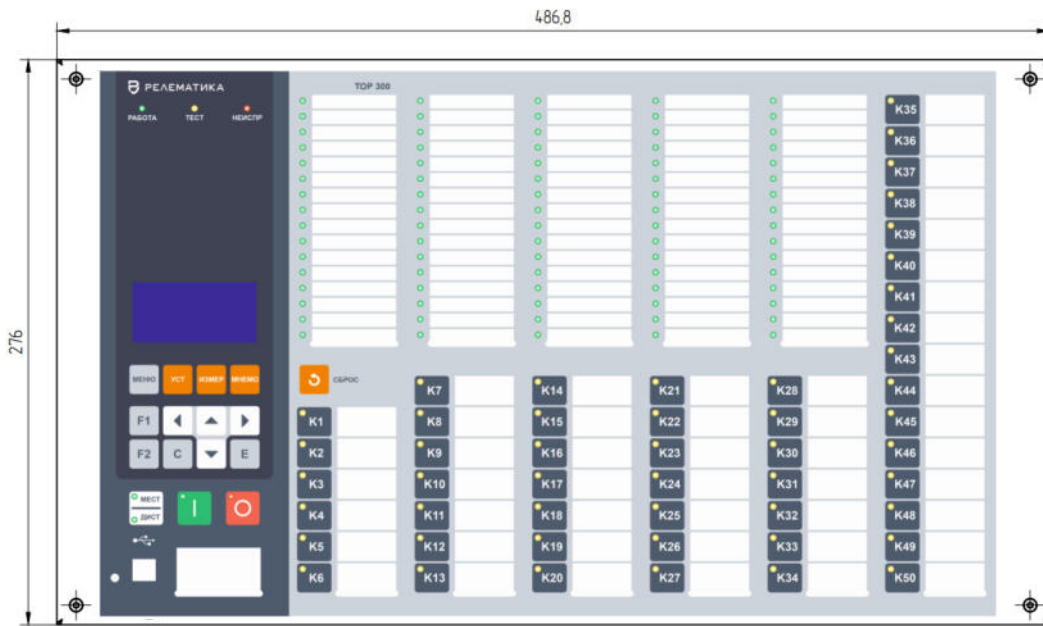


б)

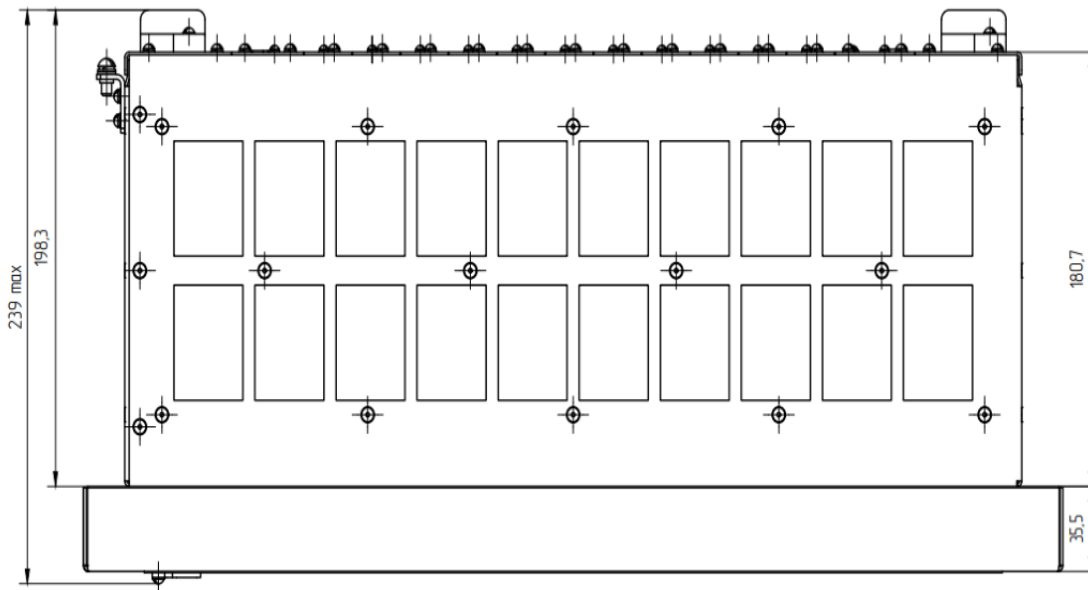


в)

Рисунок Б.6 – Внешний вид терминала конструктива 3/4 (пример вида навесного монтажа)
а) вид спереди;
б) вид сбоку;
в) каркас с вентиляционными отверстиями для навесного монтажа (с выносным пультом)



а)

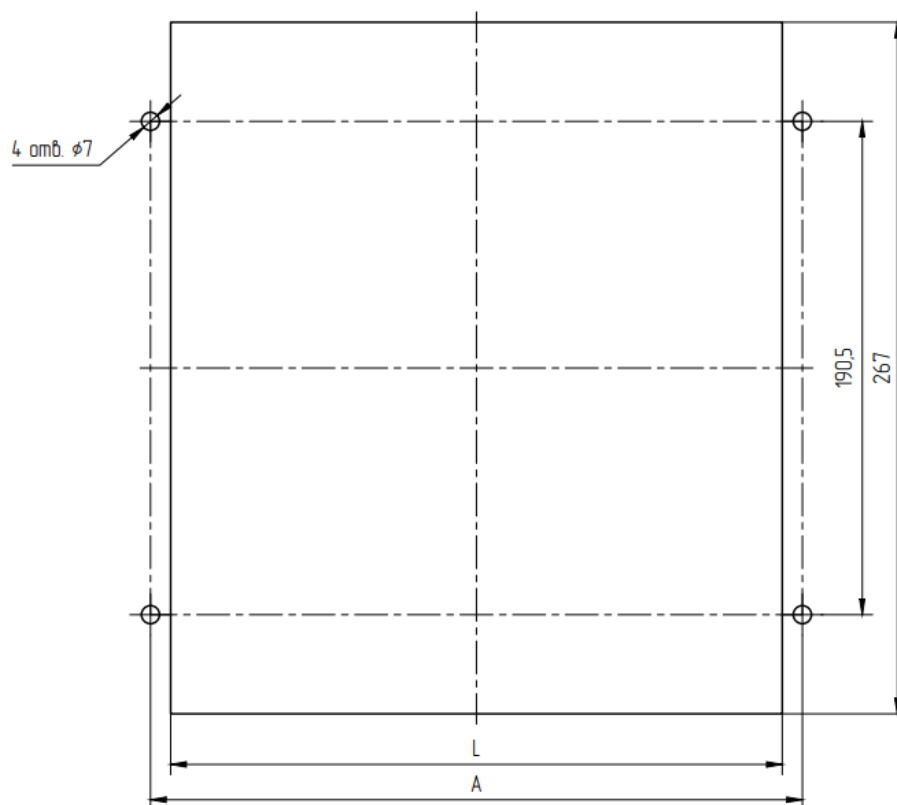


б)

Масса терминала конструктива 1 не более 18 кг

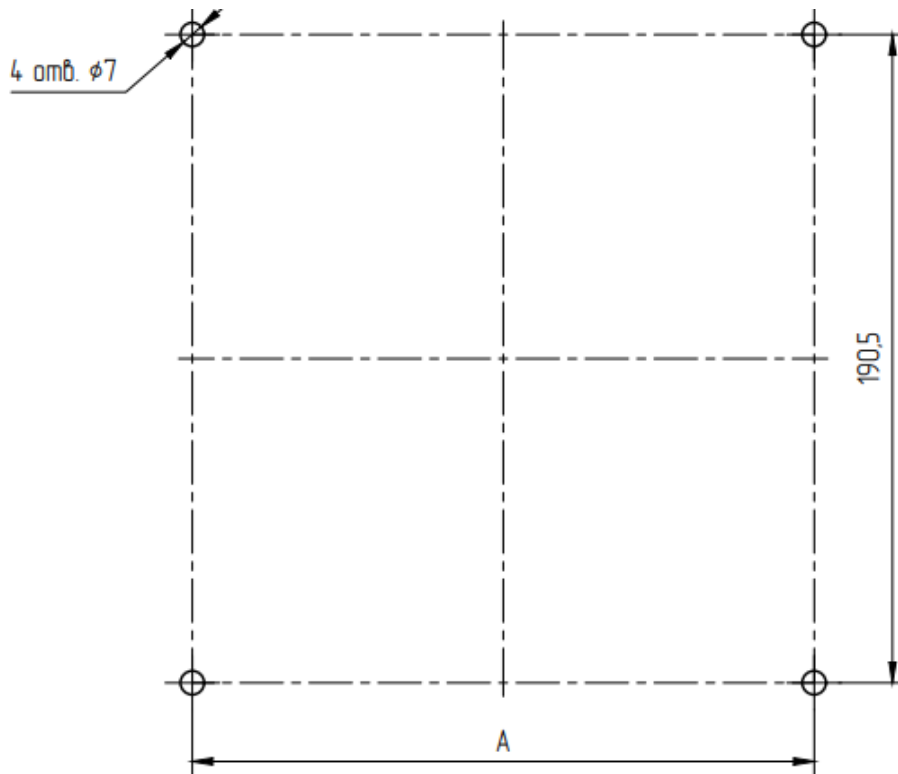
Рисунок Б.7 – Внешний вид терминала конструктива 1:

- а) лицевая панель терминала (пример с цифровым индикатором);
- б) каркас с вентиляционными отверстиями для утепленного монтажа



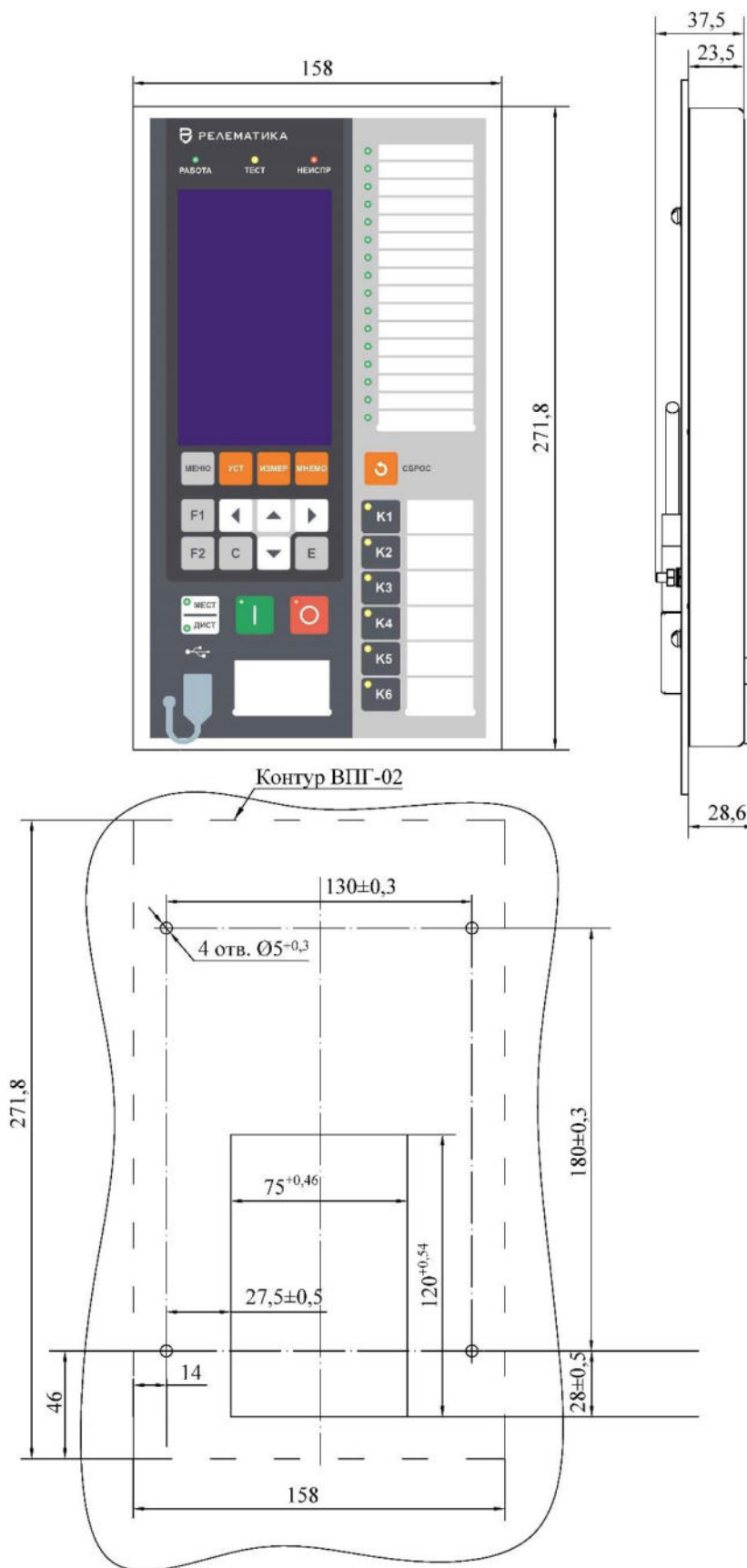
Тип терминала утопленного монтажа	Конструктив терминала	Размеры, мм	
		A	L
TOP 300 XXX XXX 4XX, TOP 300 XXX XXX 5XX	1/4	180,5	164
TOP 300 XXX XXX 1XX, TOP 300 XXX XXX 6XX	1/2	251,6	236
TOP 300 XXX XXX 2XX, TOP 300 XXX XXX 7XX	3/4	359	342
TOP 300 XXX XXX 3XX, TOP 300 XXX XXX 8XX	1	465	448

Рисунок Б.8 – Разметка панели под установку терминалов утопленного монтажа



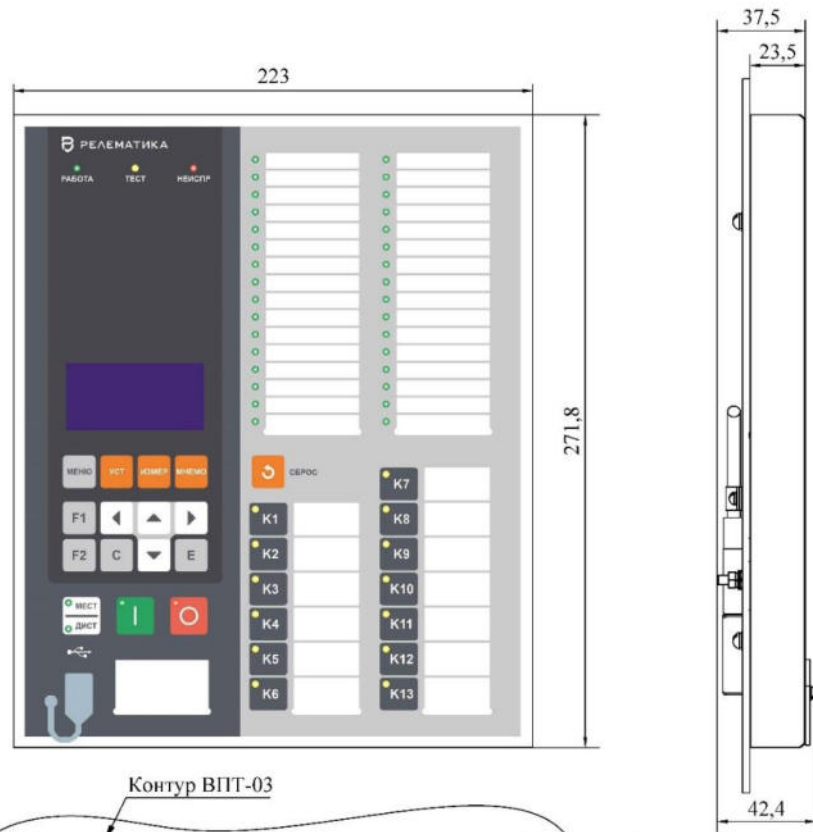
Тип терминала навесного монтажа	Конструктив терминала	Размеры, мм
		A
TOP 300 XXX XXX 4XX, TOP 300 XXX XXX 5XX	1/4	183
TOP 300 XXX XXX 1XX, TOP 300 XXX XXX 6XX	1/2	254
TOP 300 XXX XXX 2XX, TOP 300 XXX XXX 7XX	3/4	361,5

Рисунок Б.9 – Разметка панели под установку терминалов навесного монтажа



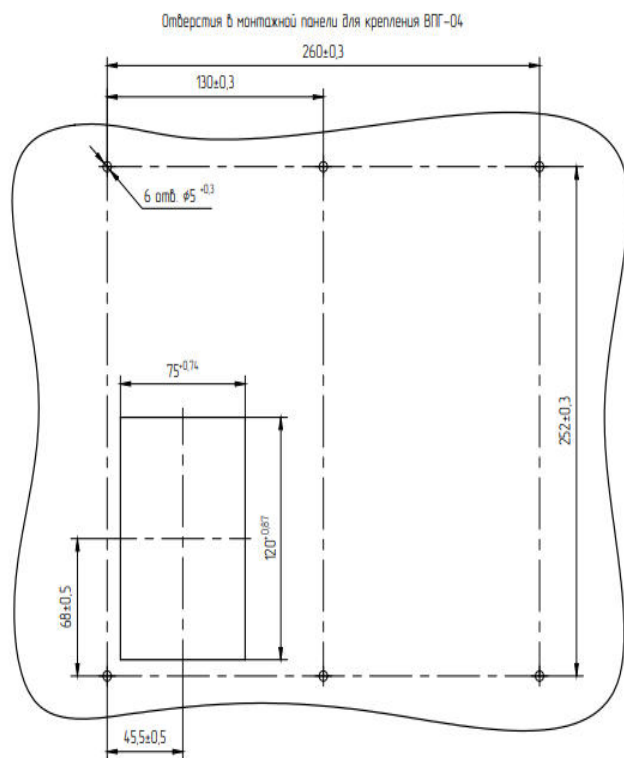
Масса пульта не более 0,65 кг

Рисунок Б.10 – Выносной пульт управления ВПГ-02



Масса пульта управления не более 0,85 кг

Рисунок Б.11 – Выносной пульт управления ВПТ-03



Масса пульта управления не более 1,1 кг

Рисунок Б.12 – Выносной пульт управления ВПТ-04



Рисунок Б.13 – Кабель подключения к выносному пульту

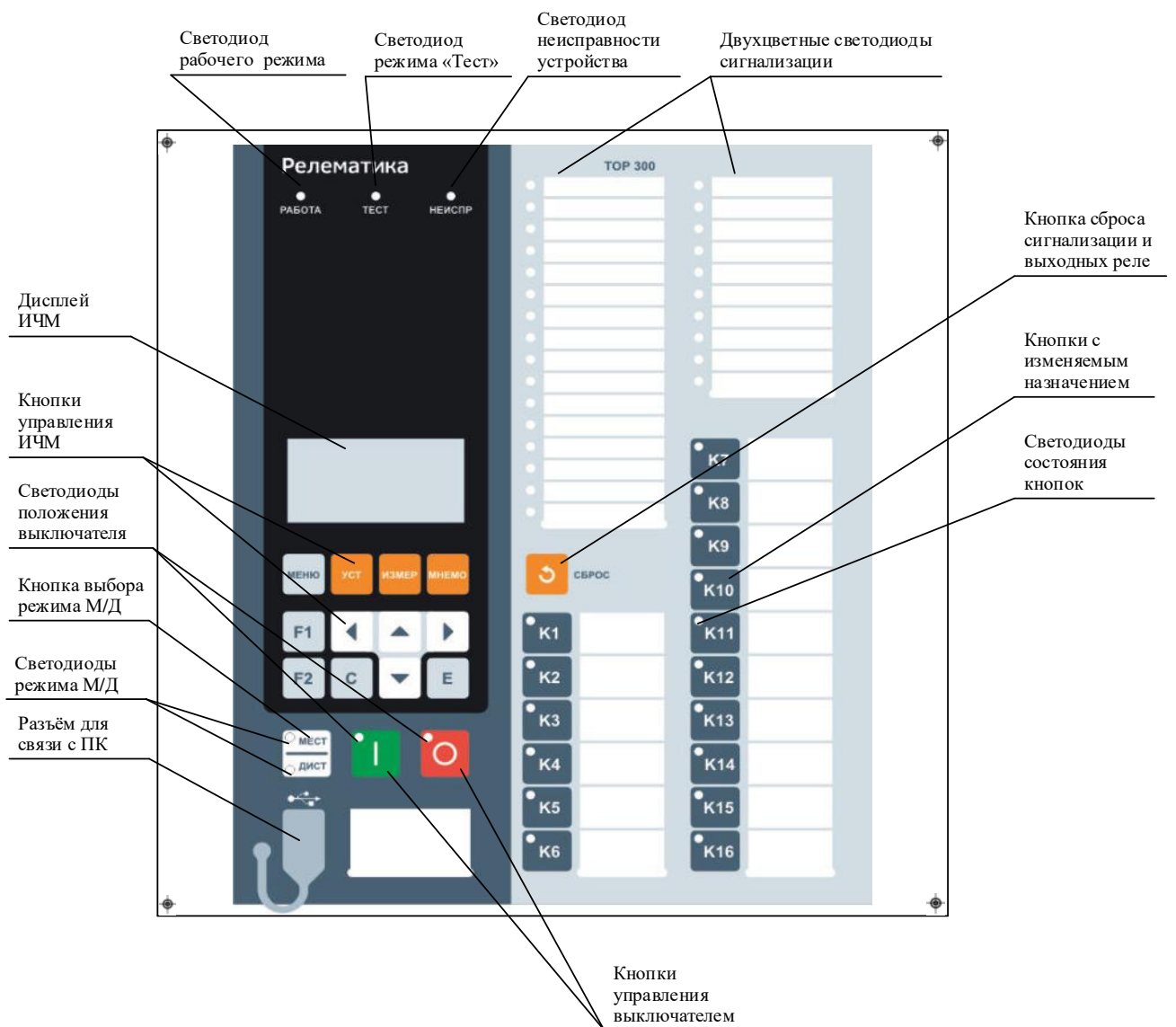


Рисунок Б.14 – Расположение элементов управления и индикации терминала TOP 300

Приложение В (обязательное) Входы и выходы блоков

→	Тип выхода/ входа	Цепь
1		Реле1.1
2		
3		Реле1.2
4		
5		Реле1.3
6		
7		
8		
9		
10		
11		Реле1.4 (конт. 11,14)
12		
13		
14		
15		
16	Неиспр. (конт. 13,16)	

1		Питание
2		
3		Вход1.1
4		
5		Вход1.2
6		
7		Вход1.3
8		
9		Вход1.4
10		
11		Вход1.5
12		
13		Вход1.6
14		
15		Вход1.7
16		
17		Вход синхр / Вход1.8
18		

а)

←	Тип выхода/ входа	Цепь
1		РелеN.1
2		
3		РелеN.2
4		
5		
6		РелеN.4
7		
8		РелеN.5
9		
10		РелеN.6
11		
12		
13		РелеN.7
14		
15		РелеN.8
16		
17		РелеN.9
18		

1		РелеN.10
2		РелеN.11
3		РелеN.12
4		Общий
5		ВходN.1
6		ВходN.2
7		ВходN.3
8		ВходN.4
9		ВходN.5
10		ВходN.6
11		Общий
12		ВходN.7
13		ВходN.8
14		ВходN.9
15		ВходN.10
16		ВходN.11
17		ВходN.12
18		Общий

б)

←	Тип выхода/ входа	Цепь
1		РелеN.1
2		
3		РелеN.2
4		
5		
6		РелеN.4
7		
8		РелеN.5
9		
10		РелеN.6
11		
12		
13		РелеN.7
14		
15		РелеN.8
16		
17		РелеN.9
18		

1		РелеN.10
2		РелеN.11
3		РелеN.12
4		Общий
5		ВходN.1
6		ВходN.2
7		Общий
8		ВходN.3
9		ВходN.4
10		Общий
11		ВходN.5
12		ВходN.6
13		Общий
14		ВходN.7
15		ВходN.8
16		Общий
17		ВходN.9
18		Общий

в)

←←	Тип входа	Цепь
1		
2		
3		ВходN.1
4		
5		ВходN.2
6		
7		ВходN.3
8		
9		ВходN.4
10		
11		ВходN.5
12		
13		ВходN.6
14		
15		ВходN.7
16		
17		ВходN.8
18		

1		Общий
2		ВходN.9
3		ВходN.10
4		ВходN.11
5		ВходN.12
6		ВходN.13
7		ВходN.14
8		ВходN.15
9		ВходN.16
10		ВходN.17
11		ВходN.18
12		ВходN.19
13		ВходN.20
14		ВходN.21
15		ВходN.22
16		ВходN.23
17		ВходN.24
18		Общий

г)

←←	Тип выхода/ входа	Цепь
1		РелеN.1
2		
3		РелеN.2
4		
5		РелеN.3
6		
7		РелеN.4
8		
9		РелеN.5
10		
11		
12		

д)

←←	Тип выхода/ входа	Цепь
1		РелеN.1
2		
3		
4		
5		РелеN.2
6		
7		
8		
9		РелеN.3
10		
11		
12		
13		РелеN.4
14		
15		
16		
17		РелеN.5
18		

1		РелеN.6
2		
3		
4		
5		ВходN.1
6		ВходN.2
7		ВходN.3
8		ВходN.4
9		ВходN.5
10		ВходN.6
11		Общий
12		ВходN.7
13		ВходN.8
14		ВходN.9
15		ВходN.10
16		ВходN.11
17	ВходN.12	
18	Общий	

е)

←←	Тип выхода/ входа	Цепь
1		ВходN.1
2		
3		ВходN.2
4		
5		ВходN.3
6		
7		ВходN.4
8		
9		ВходN.5
10		
11		ВходN.6
12		
13		ВходN.7
14		
15		ВходN.8
16		
17		
18		

←←	Тип выхода/ входа	Цепь
1		ВходN.1
2		
3		ВходN.2
4		
5		ВходN.3
6		
7		ВходN.4
8		
9		ВходN.5
10		
11		ВходN.6
12		
13		ВходN.7
14		
15		ВходN.8
16		
17		
18		

←←	Тип выхода/ входа	Цепь
1		РелеN.1
2		
3		РелеN.2
4		
5		РелеN.3
6		
7		РелеN.4
8		
9		РелеN.5
10		
11		РелеN.6
12		
13		РелеN.7
14		
15		РелеN.8
16		
17		РелеN.9
18		
19		РелеN.10
20		
21		РелеN.11
22		
23		РелеN.12
24		

1		Общий
2		РелеN.1
3		РелеN.2
4		РелеN.3
5		РелеN.4
6		РелеN.5
7		РелеN.6
8		
9		Общий
10		РелеN.7
11		РелеN.8
12		РелеN.9
13		РелеN.10
14		
15		РелеN.11
16		
17		РелеN.12
18		

1		ВходN.9
2		
3		ВходN.10
4		
5		ВходN.11
6		
7		ВходN.12
8		
9		ВходN.13
10		
11		ВходN.14
12		
13		ВходN.15
14		
15		ВходN.16
16		
17		
18		

1		РелеN.13
2		
3		РелеN.14
4		
5		РелеN.15
6		
7		РелеN.16
8		
9		РелеN.17
10		
11		РелеN.18
12		
13		РелеN.19
14		
15		РелеN.20
16		
17		РелеN.21
18		
19		РелеN.22
20		
21		РелеN.23
22		
23		РелеN.24
24		

ж)

з)

и)

N – порядковый номер платы (1 – блок питания)

Рисунок В.1 – Входные и выходные цепи блока питания и блоков дискретного ввода/вывода

Приложение Г (обязательное) Обозначение контактов портов связи

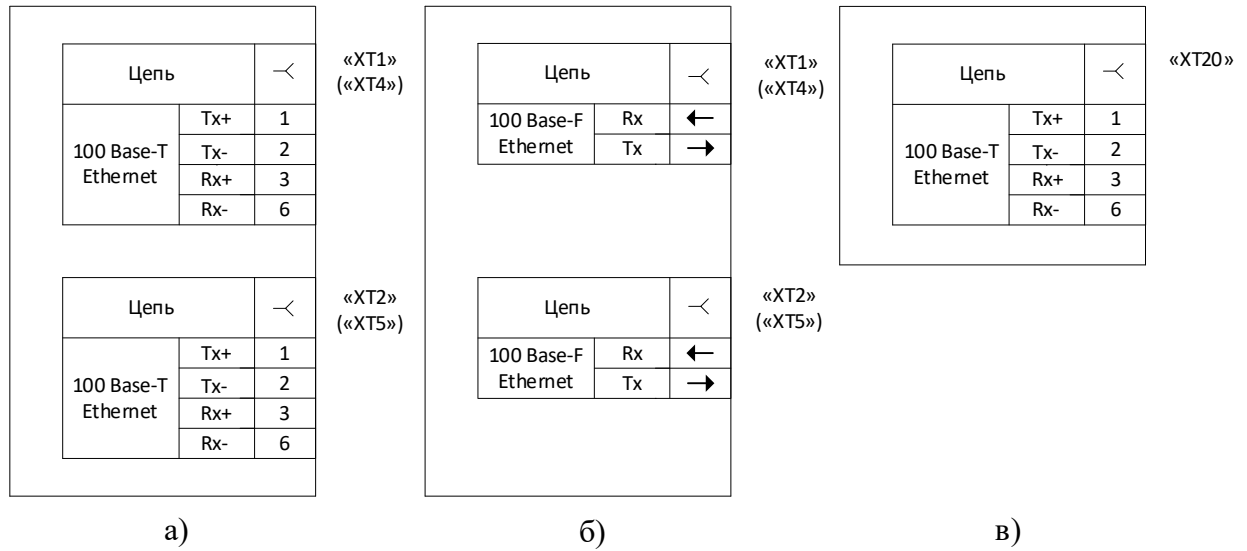
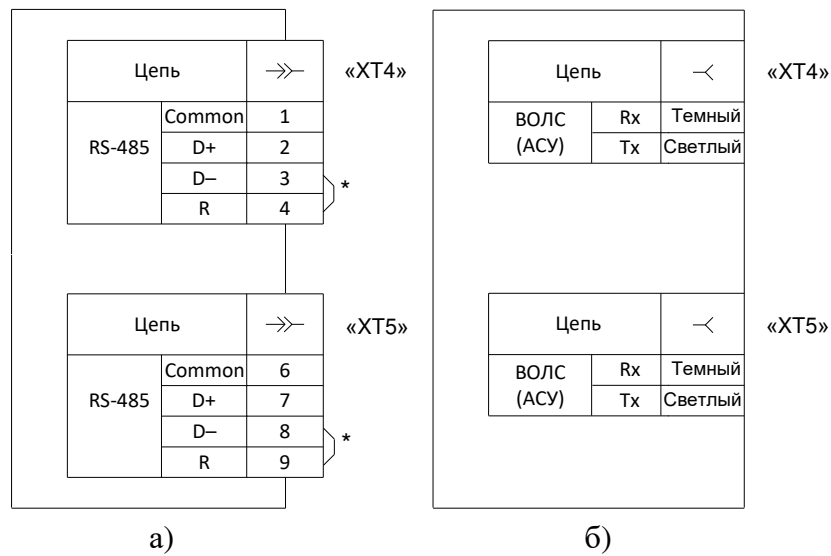
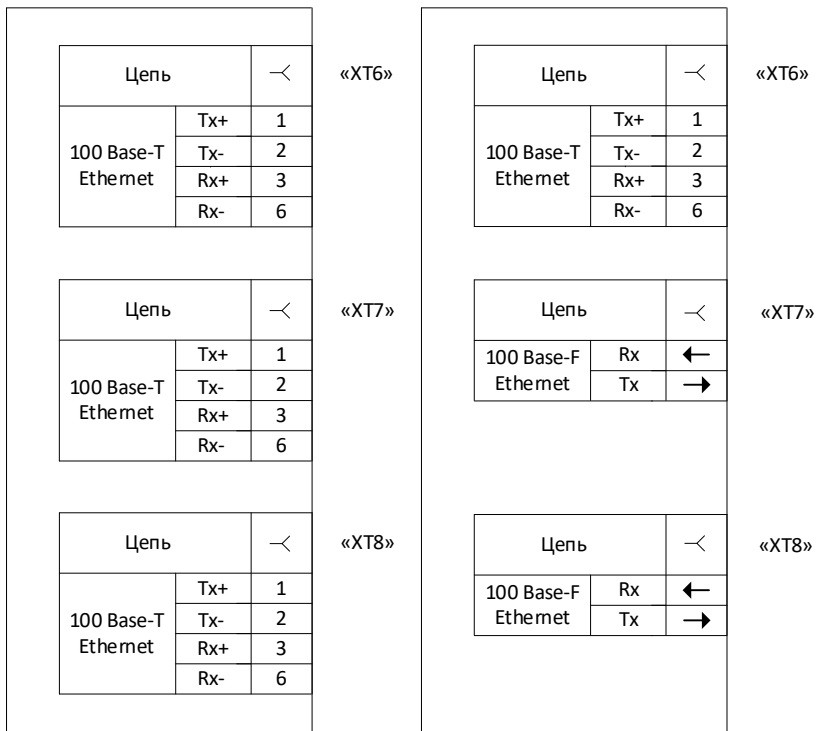


Рисунок Г.1 – Порты связи Ethernet



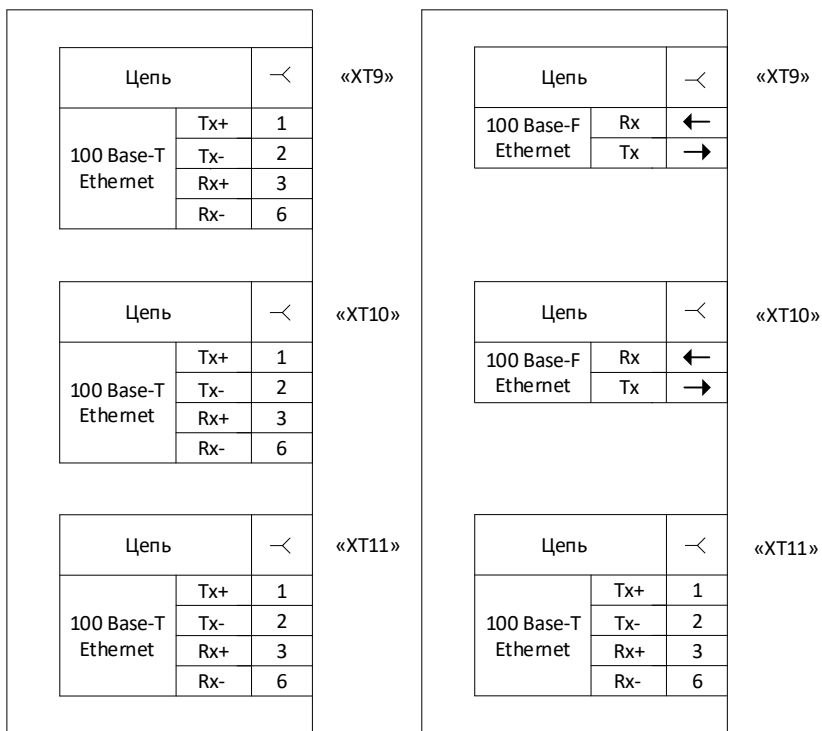
* Перемычки ставятся, если терминал установлен на конце линии связи. Установка перемычки обеспечивает включение в линию связи согласующего резистора. Количество резисторов на линии связи не должно быть более двух, по одному на каждом конце линии связи.

Рисунок Г.2 – Порты связи RS-485 и ВОЛС (АСУ)



а)

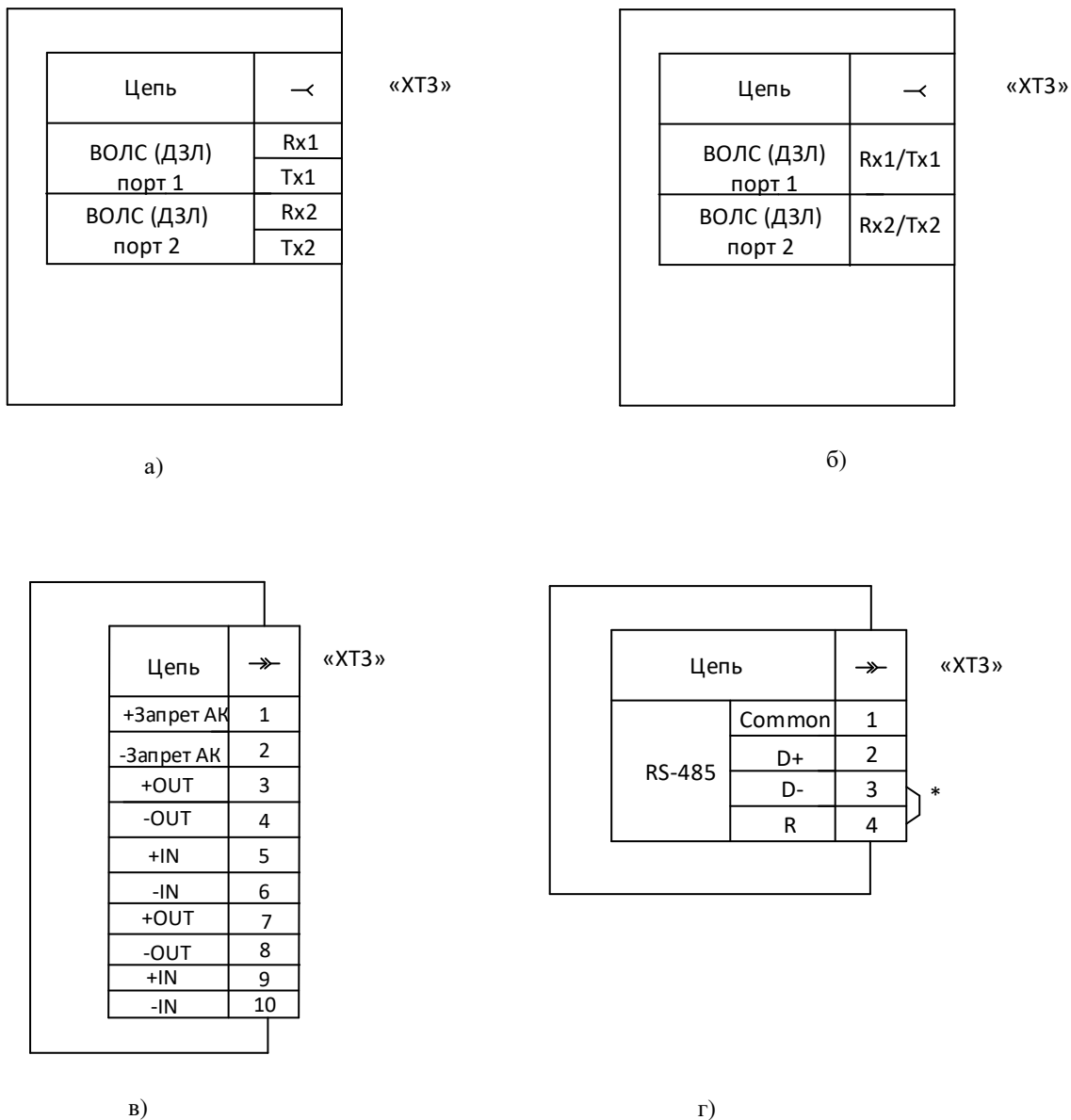
б)



в)

г)

Рисунок Г.3 – Блоки связи



* Перемычки ставятся, если терминал установлен на конце линии связи. Установка перемычки обеспечивает включение в линию связи согласующего резистора. Количество резисторов на линии связи не должно быть более двух, по одному на каждом конце линии связи.

Рисунок Г.4 – Порты связи ВОЛС (ДЗЛ) и ВЧ-порт (ДФЗ, НВЧЗ и НВЧБ) и RS-485

Описание портов связи приведено в таблице Г.1.

Таблица Г.1 – Описание портов связи

Обозначение разъема на задней панели	Рисунок	Порт связи
«ХТ1» («ХТ4»)	Г.1 а)	Ethernet 100 Base-T
	Г.1 б)	Ethernet 100 Base-F
«ХТ2» («ХТ5»)	Г.1 а)	Ethernet 100 Base-T
	Г.1 б)	Ethernet 100 Base-F
«ХТ20»	Г.1 в)	Ethernet 100 Base-T
«ХТ4», «ХТ5»	Г.2 а)	RS-485
	Г.2 б)	ВОЛС (АСУ)
«ХТ3»	Г.4 а)	ВОЛС (ДЗЛ SS, MM, SM)

Обозначение разъема на задней панели	Рисунок	Порт связи
	Г.4б)	ВОЛС (ДЛЗ WDM)
	Г.4 в)	ВЧ-порт (ДФЗ, НВЧЗ и НВЧБ)
	Г.4 г)	RS-485
«ХТ6», «ХТ11»	Г.3	Ethernet 100 Base-T
«ХТ7», «ХТ8», «ХТ9», «ХТ10»	Г.3 а), в)	Ethernet 100 Base-T
	Г.3 б), г)	Ethernet 100 Base-F
Примечание – При наличии четырех портов Ethernet используются разъемы ХТ4, ХТ5.		

Приложение Д
(обязательное)
Перечень оборудования и средств измерения

Таблица Д.1 – Перечень оборудования и средств измерения

Наименование оборудования	Диапазон измеряемых (контролируемых) величин	Класс точности или погрешность измерения	Рекомендованное оборудование или нормативный документ
Мультиметр цифровой	(0–750) В, (0–10) А	$\pm(0,7\%+5 \text{ ед. счета})$ $\pm(0,8\%+5 \text{ ед. счета})$	АРРА-207
Источник питания постоянного тока	(0–6) А, (0–30) В	$\pm 0,2\%$ $\pm 0,01\%$	GPS-2303, GPS-4303
Источник питания постоянного тока	(8–300) В, (1–30) А	$\pm(0,005U_{\text{уст}}+0,2 \text{ В})$ $\pm(0,005I_{\text{уст}}+0,02 \text{ А})$	GPR
Измеритель параметров реле цифровой Ф291	(0–100) с	$\pm(0,005+0,004(X_{\text{к}}/X-1))$	ТУ 25-0408.003-83
Миллиомметр	от 10 мкОм до 1 кОм	$\pm(0,1\%+0,5 \text{ мкОм})$	МИКО-7
Мегаомметр	(0–1000) МОм 500 В	$\pm 15\%$	ЭС0202/1-Г
Измеритель сопротивления, увлажненности и степени старения электроизоляции	(50–2500) В, 50 Гц до 1100 ГОм	$\pm 3\%$	МИС-2500
Осциллограф цифровой	Полоса пропускания: 100 МГц//150 МГц// 200 МГц (0–300) В, (5–400) Гц	Погрешность уст. $K_{\text{откл.}} \pm 3\%$ Погрешность уст. $K_{\text{разв.}} \pm 0,005\%$ // $\pm 0,01\%$	TDS 2012С, GDS-820S, АСК-2205
Штангенциркуль	(0–250) мм	$\pm 0,02 \text{ мм}$	ШЦ-I-250-0,02 ГОСТ 166-89
Линейка металлическая	500 мм	$\pm 0,5 \text{ мм}$	ГОСТ 427-75
Установка для проверки электрической безопасности	(100–5000) В// (50–5000) В (0,3–100) мА// (0,001–40) мА	$\pm(3\%+$ 3 ед. мл. разряда)// $\pm(1\%+$ 5 ед. мл. разряда)	GPT-815, GPT-79803
Комплекс программно-технический измерительный РЕТОМ-51/РЕТОМ-61/РЕТОМ-71	трехфазный режим: (0–135) В, (0–36) А// (0–140) В, (0–40) А однофазный режим: (0–405) В, (0–100) А// (0–280) В, (0–120) А	$\pm(0,004X+0,00004X_{\text{к}}) \text{ А}$ // $\pm(0,0009X+0,00005X_{\text{к}}) \text{ А}$ $\pm(0,004X+0,00004X_{\text{к}}) \text{ В}$ // $\pm(0,0004X+0,00005X_{\text{к}}) \text{ В}$	ТУ 4258-015- 13092133-2004/ ТУ 4258-024- 13092133-2008/ ТУ 4258-037- 13092133-2015
Комплекс программно-технический измерительный цифровой РЕТОМ-61850	Максимальное количество входных и выходных GOOSE-сообщений.....128		ТУ 4042-032- 13092133-2012

Наименование оборудования	Диапазон измеряемых (контролируемых) величин	Класс точности или погрешность измерения	Рекомендованное оборудование или нормативный документ
	Максимальное количество логических входов/выходов64/32 Максимальное количество выходных/входных потоков.....10/4 Максимальное напряжение постоянного тока на входе не более 300 В		

X_k – конечное значение диапазона изменения соответствующей величины (верхний предел);
 X – измеренное значение соответствующей величины.

Примечание – При проведении испытаний и проверок допускается применение другого оборудования, обеспечивающего измерение контролируемых параметров с точностью не ниже требуемой.

Приложение Е (обязательное) Реализация МЭК 61850

Е.1 SCL описание устройства

Е.1.1 Язык SCL

В соответствии с МЭК 61850 для описания первичной схемы подстанции, конфигураций ИЭУ, связи функций ИЭУ с первичным оборудованием и цифровых коммуникаций, определенных стандартом, используется XML-подобный язык конфигурирования подстанций Substation Configuration Language (SCL).

SCL-файлы используются для обмена описания конфигураций между различным инструментами при инжиниринге системы автоматизации подстанции. Определены шесть типов SCL-файлов, отличающихся назначением и содержанием, имеющих свое расширение. Типы SCL-файлов описаны в МЭК 61850-6.

В зависимости от типа SCL-файлы могут содержать пять секций, представленных в таблице Е.1.

Таблица Е.1 – Содержание секций SCL-файла

Секция	Содержание
Header	Заголовок, содержащий сервисную информацию о версиях ПО, истории проекта
Substation	Описание первичной схемы подстанции с привязкой к ним функций ИЭУ
Communication	Описание коммуникаций между ИЭУ
IED	Описание информационной модели ИЭУ, поддерживаемых коммуникационных сервисов, точек доступа
DataTypesTemplates	Описание используемых в SCL-файле типов данных

Е.1.2 Описание возможностей устройства (ICD)

Описание возможностей устройства содержится в ICD-файле (тип SCL-файла с расширением (*.icd)) в соответствии с МЭК 61850. Это базовая конфигурация, которой сопровождается устройство, может предоставляться заранее по запросу.

В приложении в АИПБ.656122.011-XXX.XX РЭ3 приводится описание информационной модели устройства в табличной форме с указанием связи с сигналами логики устройства.

ICD файл содержит секции Header, Communication, IED, DataTypesTemplates.

Информационная модель МЭК 61850 устройства содержится в секции IED в ICD-файле и включает описание логических устройств (LD), логических узлов (LN), объектов данных (DO), атрибутов данных (DA), типовых наборов данных (Dataset), блоков управления GOOSE (GOOSE Control Block), блоков управления отчетами (Report Control Block). Структура секции IED показана на рисунке Е.1.

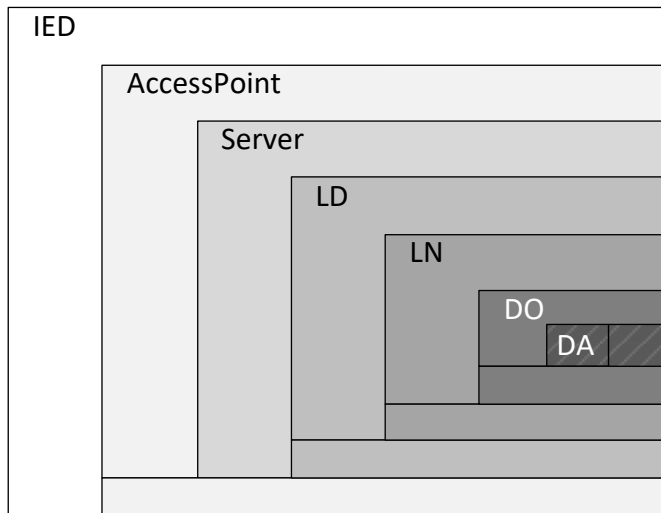


Рисунок Е.1 – Структура описания информационной модели ИЭУ в SCL-файле

В зависимости от исполнения устройство может содержать одну или две точки доступа (AccessPoint). По умолчанию всегда имеется одна точка доступа для шины станции, вторая точка доступа предназначена для шины процесса. Точка доступа для шины станции содержит сервер (Server). Вторая точка доступа не имеет сервера, ссылается на сервер первой точки доступа.

Базовая конфигурация с описанием возможностей устройства (ICD-файл) может содержать логические устройства (LD) из таблицы Е.2. Состав логических узлов (LN) в логических устройствах определяется исполнением устройства.

Объекты и атрибуты данных могут включаться в наборы данных (Dataset) для передачи информации по протоколам MMS, GOOSE.

Таблица Е.2 – Описание логических устройств

Логическое устройство	Описание
SYS ¹⁾	Системные функции
DR	Регистратор аварийных событий
CTRL	Функции управления
PROT	Функции РЗА
MEAS	Функции измерений
IO (GIO) ²⁾	Дискретные входы и выходы
¹⁾ Логическое устройство SYS является корневым (root). ²⁾ Доступно для пользовательского редактирования (добавление/удаление логических узлов, установление связи атрибутов модели с сигналами логики устройства).	

Типы используемых логических узлов (LN), объектов данных (DO), атрибутов данных (DA) и перечислений (Enum) определены в секции DataTypeTemplates в SCL-файле.

Е.1.3 Описание общих функциональных возможностей

Е.1.3.1 Элементы виртуального ИЧМ устройства для АСУ ТП

Для отображения в АСУ ТП подстанции виртуального ИЧМ ИЭУ с состоянием функциональных клавиш светодиодов и возможностью управления клавишами в модели данных МЭК 61850 устройства реализована поддержка специализированных логических узлов.

Начиная с версии ПО устройства 2.16.2 для описания состояния светодиодов используются логические узлы класса ILED, а для описания состояния положения функциональной клавиши и ее светодиода используются логические узлы класса IHND также в логическом устройстве «SYS». Номера экземпляров ILED и IHND соответствуют

порядковому номеру светодиодов и функциональных клавиш. Пример соответствующего описания показан на рисунке Е.2.

В предшествующих версиях ПО устройства для передачи состояния светодиодов используются логические узлы класса GGIO с префиксом «LED_» в логическом устройстве «SYS». Номера экземпляров узлов соответствуют рядам светодиодов на лицевой панели ИЭУ.

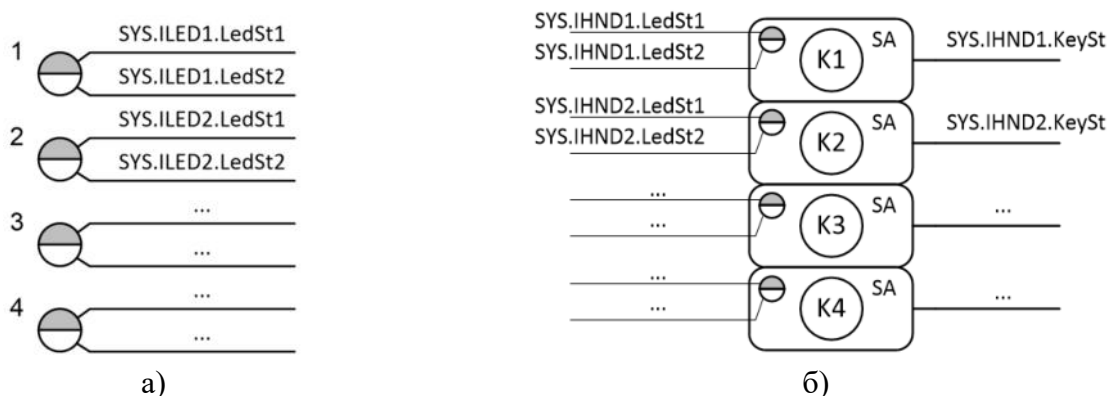


Рисунок Е.2 – Описание светодиодов (а) и функциональных клавиш (б) в модели данных МЭК 61850 устройства начиная с версии ПО 2.16.2

Дистанционное MMS управление функциональными клавишами, включая кнопку «Сброс», реализуется с помощью управляемых объектов в информационной модели устройства. Описание модели конкретного исполнения устройства приводится в приложении РЭЗ на него.

Е.2 Поддерживаемые сервисы для протокола MMS

Е.2.1 Получение структуры устройства и чтение данных

Обеспечиваются сервисы получения реализованной в устройстве структуры логических устройств и логических узлов, объектов и атрибутов данных, типов и классов логических узлов и данных, параметров управляющих блоков.

Е.2.2 Работа с наборами данных

Устройством поддерживаются сервисы работы с наборами данных. В рамках стандарта реализованы статические и динамические наборы данных, создаваемые в процессе работы. В состав набора данных могут входить объекты и атрибуты данных.

Е.2.3 Работа с отчетами

Устройством поддерживаются сервисы работы с отчетами. Реализованы буферизированные и небуферизированные типы отчетов.

Параметры отчетов могут конфигурироваться через сервисное ПО или непосредственно клиентским приложением.

Е.2.4 Работа с уставками и группами уставок

Имеется возможность работ с группами уставок посредством MMS (активация группы уставок, редактирования отдельных уставок). По умолчанию работа с уставками и группами уставок не используется.

Е.2.5 Управление

Устройством поддерживаются все модели управления, предусмотренные стандартом:

- status-only (только состояние);
- direct-with-normal-security (прямое управление с обычной надежностью);
- sbo-with-normal-security (управление SBO с обычной надежностью);
- direct-with-enhanced-security (прямое управление с повышенной надежностью);
- sbo-with-enhanced-security (управление SBO с повышенной надежностью).

Модель управления может быть изменена при помощи сервисного ПО в конфигурации МЭК 61850 устройства. По умолчанию для всех элементов, которыми предусмотрена возможность управления, установлена модель управления «direct-with-normal-security».

Е.2.6 Чтение осциллограмм

Устройством поддерживается сервис работы с файлами, в рамках которого реализованы операции чтения осциллограмм с устройства по протоколу MMS. Операции удаления и записи файлов не предусмотрены в ПО устройства.

Осциллограммы хранятся в корневом открытом каталоге «COMTRADE» и в зависимости от настройки архивирования, сохраняются и передаются либо отдельными файлами формата COMTRADE, либо в виде zip-архивов.

Е.3 Характеристики GOOSE

Е.3.1 Характеристики GOOSE по Ethernet 1 (шина станции)

Устройство поддерживает прием и отправку GOOSE-сообщений. Наборы данных GOOSE могут содержать как объекты данных (DO), так и отдельные атрибуты данных (DA).

Поддерживается трансляция информационных атрибутов логического, целочисленного и вещественного типов и атрибутов качества из наборов данных принимаемых GOOSE во внутренние сигналы логики устройства.

Количество отправляемых GOOSE-сообщений – до 32.

Количество принимаемых GOOSE-сообщений – до 64.

Размер набора данных одного GOOSE-сообщения: до 40 объектов данных, либо до 40 пар «информационный атрибут + атрибут качества».

Суммарное количество отправляемых по GOOSE пар «информационный атрибут + атрибут качества» – до 300.

Суммарное количество транслируемых пар «информационный атрибут + атрибут качества» из принимаемых GOOSE во внутренние сигналы логики – до 144.

Производительность соответствует классу P2 (≤ 10 мс) согласно МЭК 61850-5.

Примечание – Приведены максимальные ограничения по приему и отправке GOOSE при наиболее благоприятных условиях. Реальные проектные ограничения могут отличаться. Имеется зависимость от таких факторов как загруженность сетевых интерфейсов и процессора устройства, количество обрабатываемой информации устройством и др. Работоспособность устройства в проектных условиях с точки зрения коммуникаций МЭК 61850 требует уточнения у производителя.

Е.3.2 Характеристики GOOSE по Ethernet 2 (шина процесса)

Устройство поддерживает прием и отправку GOOSE-сообщений. Наборы данных GOOSE могут содержать как объекты данных (DO), так и отдельные атрибуты данных (DA).

Поддерживается трансляция информационных атрибутов логического типа и атрибутов качества из наборов данных принимаемых GOOSE во внутренние сигналы логики устройства.

Количество отправляемых GOOSE-сообщений – до восьми.

Количество принимаемых GOOSE-сообщений – до 32.

Размер набора данных одного GOOSE сообщения: до 16 объектов данных, либо до 24 пар «информационный атрибут + атрибут качества».

Суммарное количество отправляемых по GOOSE пар «информационный атрибут + атрибут качества» – до 128.

Суммарное количество транслируемых пар «информационный атрибут + атрибут качества» из принимаемых GOOSE во внутренние сигналы логики – до 128.

Производительность соответствует классу P1 (≤ 3 мс) согласно МЭК 61850-5.

Примечание – Приведены максимальные ограничения по приему и отправке GOOSE при наиболее благоприятных условиях. Реальные проектные ограничения могут отличаться. Имеется зависимость от таких факторов как загруженность сетевых интерфейсов и процессора устройства, количество обрабатываемой информации устройством и др. Работоспособность устройства в

проектных условиях с точки зрения коммуникаций МЭК 61850 требуется согласовывать с заводом-изготовителем на этапе проектирования.

Е.3.3 Настройки ретрансляции и «времени жизни» GOOSE

Начиная с версии ПО устройства 2.17, возможно изменять общие настройки ретрансляции и времени жизни `timeAllowedtoLive` исходящих GOOSE, представленные в таблице Е.3. В предшествующих версиях ПО устройства настройки ретрансляции соответствуют иллюстрации МЭК 61850-8-1 «Figure 8 – Transmission time for events», приведены в столбце «Значение по умолчанию» таблицы Е.3.

Настройки выполняются в меню сервисного ПО «МикРА»: Свойства терминала/Настройки/Протоколы/МЭК 61850/Исходящие GOOSE.

Параметр «Количество ретрансляций» определяет количество ретрансляций GOOSE с минимальным интервалом. Параметр «Количество двукратных интервалов» определяет количество ретрансляций с двукратным увеличением интервала отправки GOOSE.

Время жизни исходящих GOOSE-сообщений определяется формулой

$$TAL_n = K_{n+1} \cdot T_{n+1} + K_{n+2} \cdot T_{n+2} + \text{delta},$$

где ... K_{n+1} – параметр, учитывающий T_{n+1} («коэффициент $n+1$ » в ПО «МикРА»);

K_{n+2} – параметр, учитывающий T_{n+2} («коэффициент $n+2$ » в ПО «МикРА»);

n – порядковый номер текущего GOOSE-сообщения;

T_{n+1} , T_{n+2} – интервалы между отправкой n и $n+1$, $n+1$ и $n+2$ GOOSE-сообщений, мс;

delta – дополнительная постоянная составляющая, мс («delta» в ПО «МикРА»).

Для соответствия корпоративному профилю МЭК 61850 ПАО «ФСК ЕЭС» в части применения протокола GOOSE необходимо выставить параметры в соответствии с таблицей Е.3.

Таблица Е.3 – Рекомендуемые общие настройки ретрансляции и времени жизни GOOSE в сервисном ПО «МикРА»

Параметр	Значение по умолчанию	Для работы по корпоративному профилю МЭК 61850 ПАО «ФСК ЕЭС»
Количество ретрансляций	2	4
Количество двукратных интервалов	-1 ¹⁾	3
Коэффициент $n+1$	2	2
Коэффициент $n+2$	0	0
delta	0	0

¹⁾ Означает двукратное увеличения интервала до тех пор, пока не превышен максимальный интервал повторения T_{max} между GOOSE-сообщениями.

Е.4 Характеристики приема SV

При стандартном исполнении интерфейса Ethernet 2 для шины процесса устройство способно принять до семи SV-потоков в режиме PRP, с дополнительным блоком коммуникационной обработки RedBox – до 14 SV-потоков в режиме PRP.

Суммарное количество транслируемых пар «информационный атрибут + атрибут качества» из принимаемых SV во внутренние сигналы логики – до 48.

Примечание – Приведены максимальные ограничения по приему SV при наиболее благоприятных условиях. Реальные проектные ограничения могут отличаться. Имеется зависимость от таких факторов как загруженность сетевых интерфейсов и процессора устройства, количество обрабатываемой информации устройством и др. Работоспособность устройства в проектных условиях с точки зрения коммуникаций МЭК 61850 требуется согласовывать с заводом-изготовителем на этапе проектирования.

Е.5 Обработка входящих GOOSE, SV

Е.5.1 Трансляция в логику устройства

Настройка трансляции информации входящих GOOSE, SV в логику устройства выполняется с помощью привязки внутренних сигналов к атрибутам наборов данных.

Привязка может выполняться в сервисном ПО «МиКРА» или в конфигураторе системы. Специально объявленные внутренние сигналы логики для привязки к информационным атрибутам и атрибутам качества приведены в функционально-логической схеме Э2 устройства.

К информационным атрибутам могут быть привязаны внутренние сигналы логического, целочисленного, вещественного типа. К атрибутам качества q могут быть привязаны внутренние сигналы логического типа данных для мониторинга достоверности данных. Перед загрузкой конфигурации в устройство выполняется проверка на соответствие типов данных.

Трансляция информационного атрибута в привязанный внутренний сигнал логики автоматически выполняется с учетом значения его атрибута качества, т.е. с учетом достоверности данных. Необходимо, чтобы соответствующий атрибут качества был в наборе данных.

При достоверности входных данных выполняется трансляция текущих значений информационных атрибутов во внутренние сигналы логики, а сигналы, связанные с атрибутами качества принимают значение «0». При недостоверности выполняется автоматическое обнуление сигналов, связанных с информационными атрибутами, а сигналы, связанные с атрибутами качества, принимают значение «1».

Достоверность информации определяется по условиям, сведенным в таблицах Е.4 и Е.5. Трансляция атрибутов синхронизации SV-потоков smpSynch во внутренние сигналы логики устройства доступна с версии ПО 2.17.

Поддерживается режим работы «Моделирование» для приема смоделированных GOOSE, SV от испытательных комплексов (Е.6.2).

Таблица Е.4 – Определение достоверности информации для обработки в логике

Условие проверки	Влияние на достоверность			
	ПО до 2.17		ПО с 2.17	
	GOOSE	SV	GOOSE	SV
Наличие корректного информационного потока	+	+	+	+
Контроль качества q.validity	+	+	+	+
Контроль режима работы ИЭУ и качества q.test	+	+	+	+
Наличие синхронизации SV	–	+	–	–

Таблица Е.5 – Достоверность измерений SV в зависимости от синхронизации

Количество входящих SV	Достоверность SV (трансляция в логику)		
	smpSynch=1, 2 (наличие синхронизации)	smpSynch=0 (отсутствие синхронизации)	
		ПО до 2.17	ПО с 2.17
1	+	+	+ ¹⁾
> 1		–	

¹⁾ Несинхронизированные источники SV не обладают единством моментов формирования отсчетов, поэтому транслируемые в логику аналоговые сигналы несинхронизированных SV могут обнуляться на время до 10 мс, при этом внутренний сигнал качества (достоверности) принимает значение «1». Частота проявления зависит от характеристик внутренних часов источников SV, но, как правило, составляет один раз в несколько часов.

Е.5.2 Диагностика протоколов передачи данных МЭК 61850

Устройство имеет развитую систему диагностики протоколов передачи данных MMS, GOOSE, SV.

Диагностика предоставляет детальную информацию пользователю о текущем состоянии коммуникаций МЭК 61850, позволяет быстро и адресно определять причины неисправностей. Возможности диагностики МЭК 61850 приведены в 3.5.17.

Е.6 Режимы работы устройства

Е.6.1 Выбор режима (Mod) и поведение (Beh) ИЭУ

Устройство TOP 300 поддерживает режимы работы on, test, off согласно МЭК 61850-7-4. Режим работы активируется для всего физического устройства.

Для активации режима test устройство необходимо перевести в режим тестирования (3.6.1). Действие каждого выходного реле устройства в режиме Тест может настраиваться в ПО «МиКРА» (2.4.2.4), соответственно режим Тест устройства можно настроить для соответствия режиму test или test/blocked согласно МЭК 61850-7-4.

Для активации режима off устройство необходимо перевести в режим «Вывод» (2.4.6). Режим off имеет приоритет над режимом test.

Выбор режима выполняется с помощью органов местного управления (функциональные клавиши или дискретные входы) или с помощью дистанционного управления соответствующими функциональными клавишами.

Характеристики поддерживаемых режимов работы представлены в таблице Е.6.

Режим Test является основным режимом при наладке и испытаниях цифровых взаимодействий, обеспечивает функциональную изоляцию испытываемого устройства на действующей подстанции. Устройство в режиме Test продолжает посылать GOOSE сообщения, но при этом качество передаваемых данных имеет флаг q.test=true. Остальные устройства-подписчики данного GOOSE, находящиеся в нормальном режиме работы On, эти данные не воспринимают. Само устройство в режиме «Тест» продолжает обрабатывать все входные данные, независимо от состояния флага q.test.

Е.6.2 Режим моделирования

Устройство поддерживает прием и обработку GOOSE и SV с флагом «simulation» от испытательных комплексов в соответствии МЭК 61850-7-1, МЭК 61850-7-2. Для активации обработки устройством данных с флагом «simulation» необходимо включить режим моделирования на ИЧМ в меню «МЭК 61850/Моделирование».

При включенном режиме моделирования устройство продолжает принимать данные (GOOSE, SV) от реальных ИЭУ на подстанции, но при появлении симулированных данных с флагом «simulation» от испытательной установки переключается на их прием. Возврат на прием данных от ИЭУ происходит при выключении режима моделирования на устройстве.

При использовании испытательных комплексов на действующей цифровой подстанции следует помнить:

- симулированные SV и GOOSE создают дополнительную нагрузку на ЛВС;
- симулированные данные от испытательных установок без флага «simulation» могут быть приняты подписчиками, находящимися в работе, и привести к непредвиденному воздействию на первичный процесс;
- устройство, принимающее симулированные данные и при этом находящееся в режиме On, функционально не изолировано и продолжает посылать GOOSE сообщения с релевантным (достоверным) качеством, которые принимаются другими ИЭУ на подстанции. Для ограничения воздействий следует использовать режим тестирования (test).

Таблица Е.6 – Поддерживаемые режимы работы устройства согласно МЭК 61850-7-4

Режим работы ИЭУ	on	test	off
Прямое воздействие на процесс с помощью выходных реле	да	да	нет
Качество выходных данных	релевантное	q.test=true	q.validity=invalid
Обработка входящих данных с q.validity=good	как достоверные	как достоверные	да
Обработка входящих данных с q.validity=questionable	как недостоверные	как недостоверные	нет
Обработка входящих данных с q.validity=invalid	как недостоверные	как недостоверные	нет
Обработка входящих данных с q.test=true	как недостоверные	как достоверные	нет
Обработка Test=false команд управления	да	нет	нет
Обработка Test=true команд управления	нет	да	нет
Примечание – Описание обработки данных как достоверных или как недостоверных приведено в Е.5.			

Е.7 Инжиниринг

Базовая конфигурация с описанием возможностей устройства содержится в ICD-файле, который может предоставляться по запросу.

Конфигуратором устройства (IED Configurator) является сервисное ПО «МикРА» (2.4.7.1).

В качестве конфигуратора системы (System Configurator) может использоваться соответствующее ПО сторонних производителей.

Устройство поддерживает top-down (сверху-вниз) инжиниринг системы в соответствии с МЭК 61850-6, а также подход bottom-up (снизу-вверх).

Инжиниринг системы по схеме top-down подразумевает импорт в конфигуратор системы базовых ICD или преднастроенных IID-конфигураций устройств. На их основе разрабатывается SCD-файл описания конфигурации системы. Затем SCD импортируется в конфигуратор устройства, т.е. сервисное ПО «МикРА», где в рабочем проекте выполняется настройка трансляции входящих GOOSE, SV в сигналы логики и других параметров для подготовки CID файлов, готовых к загрузке в ИЭУ.

Инжиниринг по схеме bottom-up начинается с подготовки проектных конфигураций устройств (CID/IID-файлов) в проекте сервисного ПО «МикРА» на основе ICD. Сервисное ПО «МикРА» также позволяет формировать файл описания системы SCD на основе рабочего проекта, но без наполнения секции Substation. Полученные с помощью ПО «МикРА» файлы CID/IID или SCD передаются в конфигуратор системы для формирования окончательного описания конфигурации системы SCD.

Е.7.1 Изменение модели данных

При инжиниринге проекта может возникать необходимость внести изменения в модель данных МЭК 61850 устройства.

Устройство поддерживает изменение модели данных в логических устройствах IO, GIO с помощью конфигуратора МикРА (2.4.7.1). Доступно добавление/удаление, редактирование экземпляров логических узлов, изменение связки внутренних сигналов логики устройства с атрибутами модели данных.

