



Утвержден  
АИПБ.656122.025 РЭ1-ЛУ

**УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ КОМПЛЕКТНЫЕ  
ТОР 200**

**Руководство по эксплуатации. Общие технические требования  
АИПБ.656122.025 РЭ1**

Авторские права на данный документ принадлежат ООО «Релематика», 2017.

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](mailto:service@relematika.ru)

**Технические консультации, вопросы применения продукции:**

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

E-mail: [support@relematika.ru](mailto:support@relematika.ru)

Сайт: [relematika.ru](http://relematika.ru)

## Содержание

<b>1 Сокращения .....</b>	<b>6</b>
<b>2 Описание и работа .....</b>	<b>8</b>
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 .....	9
2.2.3 Сопротивление и электрическая прочность изоляции .....	9
2.2.4 Цепи оперативного питания.....	10
2.2.5 Цепи переменного тока и напряжения.....	11
2.2.6 Характеристики дискретных входов с номинальным напряжением 220 В (110 В) .....	13
2.2.7 Характеристики дискретных входов с номинальным напряжением 12 В.....	15
2.2.8 Характеристики выходных реле .....	15
2.2.9 Электромагнитная совместимость.....	16
2.2.10 Надежность .....	18
2.3 Состав изделия .....	18
2.3.1 Конструктивное исполнение .....	18
2.4 Устройство и работа .....	19
2.4.1 Устройство и работа составных частей .....	19
2.4.2 Основные параметры защит и ИО .....	26
2.4.3 Функции устройства .....	28
2.4.4 Интеграция устройства в АСУ ТП .....	35
2.4.5 Применение на цифровых подстанциях на основе стандарта IEC 61850.....	36
2.4.6 Синхронизация устройства .....	40
2.4.7 Вывод терминала.....	40
2.4.8 Сервисное программное обеспечение .....	40
2.5 Средства измерения, инструмент и принадлежности .....	41
2.6 Маркировка и пломбирование .....	41
2.7 Упаковка .....	41
<b>3 Указания по эксплуатации .....</b>	<b>42</b>
3.1 Эксплуатационные ограничения .....	42
3.2 Подготовка к работе и ввод в эксплуатацию .....	44
3.2.1 Меры безопасности .....	44
3.2.2 Внешний осмотр.....	44
3.2.3 Установка и подключение .....	44
3.2.4 Ввод в эксплуатацию .....	44
3.3 Информационная безопасность .....	44
3.3.1 Общие сведения.....	44
3.3.2 Настройка прав доступа.....	45
3.3.3 Запрет изменения конфигурирования через порт Ethernet .....	47
3.3.4 Учетные записи .....	47
3.3.5 Физическая идентификация .....	50
3.3.6 Подключение и настройка считывателя смарт-карт.....	50
3.3.7 Список разрешенных MAC и IP-адресов .....	51
3.3.8 Журнал аудита.....	51
3.4 Настройка редактируемых параметров.....	52
3.5 Структура пользовательского интерфейса .....	53
3.5.1 Пользовательский интерфейс.....	53
3.5.2 Назначение кнопок управления .....	53
3.5.3 Назначение функциональных клавиш.....	54
3.5.4 Работа с графическим дисплеем .....	55
3.5.5 Режим ожидания.....	55

3.5.6 Меню пользовательского интерфейса .....	56
3.5.7 Текущий режим.....	56
3.5.8 События .....	57
3.5.9 Аналоговые значения .....	58
3.5.10 Отчеты ОМП .....	58
3.5.11 Осциллограф.....	60
3.5.12 Уставки .....	61
3.5.13 Тестирование.....	61
3.5.14 Диагностика.....	62
3.5.15 Настройки .....	62
3.5.16 Информация .....	65
3.5.17 МЭК 61850.....	65
3.6 Режим тестирования.....	66
3.6.1 Режим тестирования функций защит.....	66
3.6.2 Настройка тестового режима.....	66
3.6.3 Тестирование АСУ ТП .....	67
3.6.4 Режим тестирования аппаратной части .....	67
<b>4 Техническое обслуживание .....</b>	<b>73</b>
4.1 Общие указания .....	73
4.1.1 Цикл технического обслуживания .....	73
4.2 Меры безопасности .....	73
4.3 Порядок технического обслуживания и проверка работоспособности изделия.....	74
4.4 Перечень неисправностей и методы их устранения .....	75
4.5 Метрологическое освидетельствование .....	79
4.6 Утилизация.....	79
<b>5 Транспортирование и хранение.....</b>	<b>80</b>
<b>6 Гарантии изготовителя .....</b>	<b>81</b>
<b>Приложение А (обязательное) Структура условного обозначения .....</b>	<b>82</b>
<b>Приложение Б (обязательное) Внешний вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры .....</b>	<b>83</b>
<b>Приложение В (обязательное) Входы и выходы блоков.....</b>	<b>96</b>
<b>Приложение Г (обязательное) Обозначение контактов портов связи .....</b>	<b>98</b>
<b>Приложение Д (обязательное) Перечень оборудования и средств измерения .....</b>	<b>100</b>
<b>Приложение Е (обязательное) Реализация МЭК 61850 .....</b>	<b>101</b>

- Внимание! 1 До изучения настоящего руководства по эксплуатации терминал не включать!**
- 2 Обязательно ознакомиться с эксплуатационными ограничениями, приведенными в 3.1.**
- 3 Для обеспечения информационной безопасности перед началом эксплуатации терминала рекомендуется сменить доступные заводские пароли, приведенные в 3.3.**

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) распространяется на микропроцессорные устройства защиты, автоматики, управления и сигнализации ТОВ 200 (далее – устройства или терминалы) и содержит необходимые сведения для изучения технических характеристик, устанавливает правила его эксплуатации, обслуживания, хранения и транспортирования.

Настоящее РЭ распространяется на терминалы **с версией ПО 2.17.**

РЭ состоит из двух документов: АИПБ.656122.025 РЭ1 и АИПБ.656122.025-XXX РЭ2. 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 содержит описание функциональной и логической схемы терминала защиты (взаимодействие блоков логики и защиты), применённой для конкретного исполнения.

Настоящее РЭ разработано в соответствии с требованиями ТУ 3433-010-54080722-2006.

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. Терминал имеет 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).

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

Надёжность 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 отражённые в настоящем издании. Предприятие-изготовитель оставляет за собой право внесения изменений и улучшений терминала без предварительного уведомления потребителя.

Характеристики и параметры устройства, приводимые в тексте без особых оговорок, соответствуют нормальным условиям эксплуатации: температуре окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С, относительной влажности (45-80) %, номинальной частоте переменного тока 50 Гц и номинальному напряжению оперативного тока.

## 1 Сокращения

В настоящем документе приняты следующие сокращения:

АСУ	– автоматизированная система управления;
АСУ ТП	– автоматизированная система управления технологическим процессом;
АЦП	– аналого-цифровое преобразование;
БЦС	– блок центральной сигнализации;
ВОЛС	– волоконно-оптическая линия связи;
ВПГ	– пульт выносной графический;
ВПТ	– пульт выносной текстовый;
ГОСТ	– национальный стандарт;
ИО	– измерительный орган;
ИЧМ	– интерфейс «человек-машина» («человек-защита»);
ИЭУ	– интеллектуальное электронное устройство;
КЗ	– короткое замыкание;
КИТЦ	– контроль исправности токовых цепей;
КРУ	– комплектное распределительное устройство;
КРУН	– комплектное распределительное устройство наружной установки;
КСО	– камера сборная одностороннего обслуживания;
ЛВС	– локальная вычислительная сеть;
ЛЗШ	– линейная защита шин;
ЛУ	– лист утверждения;
ЛЭП	– линия электропередачи;
МП	– микропроцессорная плата;
МЭК	– международная электротехническая комиссия, занимающаяся разработкой международных стандартов;
ОКП	– общий критерий повреждений;
ОМП	– определение места повреждения;
ПАР	– параметры аварийного режима;
ПК	– персональный компьютер;
ПО	– программное обеспечение;
РД	– руководящий документ;
РЗА	– релейная защита и автоматика;
РНМ	– реле направления мощности;
РС	– реле сопротивления;
РЭ	– руководство по эксплуатации;
СТО	– стандарт организации;
ТО	– техническое обслуживание;
ТР ТС	– технический регламент Таможенного союза;
ТТНП	– трансформатор тока нулевой последовательности;
ТУ	– технические условия;
УРОВ	– устройство резервирования отказа выключателя;
УХЛ	– умеренный и холодный климат;
ЦП	– центральный интерфейсный процессор;
BDUBus	– 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;
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	– протокол синхронизации времени по компьютерной сети;
PRP	– parallel redundancy protocol;
RSTP	– rapid spanning tree protocol;
RTC	– real time clock;
SBO	– select-before-operate;
SCD	– substation configuration description;
SCL	– substation configuration language;
UTC	– coordinated universal time;
VLAN	– virtual local area network;
1PPS	– вход для подключения цепей синхронизации.

## 2 Описание и работа

### 2.1 Назначение изделия

2.1.1 Терминал TOP 200 – микропроцессорное устройство, предназначенное для осуществления функций защиты, управления и сигнализации на объектах энергетики с напряжением 0,4-35 кВ. Устройство также обеспечивает измерение действующих значений напряжения и силы переменного тока, мощности активной, реактивной и полной, коэффициента активной мощности, частоты, обеспечивает регистрацию и хранение информации о процессах, предшествующих и сопутствующих аварийным отклонениям в электрических сетях, может применяться для организации информационно-измерительных систем.

2.1.2 Терминалы предназначены для установки в релейных отсеках КСО, КРУ, КРУН, на панелях, в шкафах и пультах управления электрических станций и подстанций. Устройства могут применяться на подстанциях с переменным, выпрямленным переменным, постоянным оперативным током.

Терминалы могут применяться для релейной защиты и автоматики комплектных трансформаторных подстанций с силовыми трансформаторами 6 (10)/0,4 кВ со стороны 0,4 кВ.

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, регистраторы событий и аналоговых значений, 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 защиты и автоматики отходящей линии 6-10 кВ с функциями направленных защит и измерения мощности, с ТТНП на 1 А или 0,2 А, с тремя блоками входных/выходных цепей, с оптическим интерфейсом и с интерфейсом RS-485 в портах 1 и 2 соответственно, с двумя портами Ethernet 100 Base-T, на номинальное оперативное напряжение 220 В, с поддержкой МЭК 61850, с алфавитно-цифровым дисплеем при его заказе и (или) в других документах для поставок в Российскую Федерацию:

«Устройство TOP 200 Л 22 3232-16 Р И1 УХЛЗ.1 ТУ 3433-010-54080722-2006».

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 устройства указаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Номинальные параметры

Параметр	Значение
Номинальный переменный ток $I_{ном}$ , А: – цепей защиты от междуфазных замыканий – цепей защиты от однофазных замыканий на землю	1 и 5 0,2 и 1 или 1 и 5 или 0,02 и 0,1
Номинальное линейное напряжение переменного тока $U_{ном}$ , В	100 или 220
Номинальная частота $f_{ном}$ , Гц	50
Номинальное напряжение оперативного постоянного, выпрямленного переменного или переменного тока $U_{пит}$ , В	110 или 220
Рабочий диапазон напряжения оперативного тока $U_{пит}$ , В	от 88 до 242



2.2.1.2 Габаритные и установочные размеры, масса устройства приведены в приложении Б.

2.2.1.3 Потребляемая устройством мощность указана в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Потребляемая мощность

Потребляемая мощность	Значение
По цепям переменного напряжения, В·А/фазу, не более	0,5
По цепям переменного тока в симметричном режиме, В·А/фазу, не более:	
– при $I_{\text{ном}} = 1 \text{ А}$ и 0,2 А и 0,1 А и 0,02 А	0,1
– при $I_{\text{ном}} = 5 \text{ А}$	0,5
По цепям напряжения оперативного тока, Вт (В·А), не более:	
– терминала в номинальном режиме	6 (11)
– терминала в режиме срабатывания 25 % выходных реле	9 (16)

## 2.2.2 Допустимые условия работы

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

2.2.2.2 Устройство предназначено для работы в следующих условиях в соответствии с ГОСТ 15150-69 и ГОСТ 15543.1-89 для климатического исполнения УХЛ3.1:

- 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:
  - а) минус 40 °С без выпадения инея и росы (влаги) – для терминалов с алфавитно-цифровым дисплеем;
  - б) минус 30 °С без выпадения инея и росы (влаги) – для терминалов с графическим дисплеем;
- 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 устройство удовлетворяет 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 многократные ударные нагрузки длительностью от 2 до 20 мс с максимальным ускорением 3 g, 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 Устройство имеет исполнение оболочки со степенью защиты с лицевой панели IP 40 или IP 54, с остальных сторон – IP 20 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.

2.2.3.2 В состоянии поставки электрическая изоляция между всеми независимыми цепями устройства относительно корпуса и всех независимых цепей между собой, кроме портов последовательной связи, выдерживает без пробоя и перекрытия испытательное напряжение 2000 В (эффективное значение) переменного тока частоты 50 Гц в течение 1 мин.

Электрическая изоляция цепей цифровых связей с верхним уровнем АСУ с номинальным напряжением не более 60 В относительно корпуса, соединенного с другими независимыми цепями, должна выдерживать без повреждений испытательное напряжение действующим значением 500 В частоты 50 Гц в течение 1 мин.

При повторных испытаниях напряжение тестирования не должно превышать 85 % от указанного значения.

2.2.3.3 Электрическая изоляция между всеми независимыми цепями устройства относительно корпуса и всех независимых цепей между собой, кроме портов последовательной связи, 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 –  $(50 \pm 10)$  мкс.

Длительность интервала между импульсами – не менее 5 с.

Электрическая изоляция цепей цифровых связей с верхним уровнем АСУ 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 –  $(1,20 \pm 0,36)$  мкс;
- длительность импульса –  $(50 \pm 10)$  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.

Примечание – При использовании устройства на объектах с негарантированным переменным оперативным током рекомендуется применять устройства с блоком питания от токовых цепей (2.4.1.3, 2.4.1.4).

2.2.4.2 Рабочий диапазон напряжения оперативного тока – от 88 до 242 В. Уровень срабатывания дискретных входов приведен в 2.2.6.4, 2.2.6.5, 2.2.6.6, 2.2.7.

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 10 А в течение 1 мс.

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

2.2.4.5 Время готовности функций РЗА устройства к работе после подачи напряжения оперативного питания составляет не более 0,2 с. Максимальное время отключения повреждения при одновременной подаче тока повреждения (полуторакратного по отношению к уставке) и напряжения оперативного питания не превышает 0,3 с.

2.2.4.6 Устройство сохраняет заданные параметры, надежное функционирование по заданным алгоритмам после перерывов питания любой длительности.

Длительность однократных перерывов питания без перезапуска устройства, с последующим его восстановлением, в условиях отсутствия требований к срабатыванию защиты – до 500 мс.

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 и коммутациях в сети оперативного тока.

### 2.2.5 Цепи переменного тока и напряжения

2.2.5.1 Аналоговые входные цепи устройства имеют гальваническую развязку от внутренних цепей с помощью промежуточных трансформаторов тока и/или напряжения.

2.2.5.2 Рабочий диапазон по цепям переменного тока от 0,01 до 50  $I_{\text{ном}}$ , по цепям переменного напряжения от 1 до 264 В.

2.2.5.3 Цепи переменного тока длительно выдерживают 4  $I_{\text{ном}}$  и 80  $I_{\text{ном}}$  в течение 1 с.

2.2.5.4 Термическая стойкость цепей напряжения номиналом 100 В, подключаемых к обмоткам трансформатора напряжения, обеспечивается при напряжении 400 В длительно.

2.2.5.5 Устройства правильно функционируют при изменении частоты входных сигналов в диапазоне от 45 до 55 Гц. Отклонения параметров срабатывания при этом не превышают указанных в 2.4.2.3.

2.2.5.6 Метрологические характеристики входных аналоговых цепей исполнений устройств, предназначенных для использования в качестве средства измерения, соответствуют приведенным в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
<b>Входные аналоговые цепи РЗА</b>	
Диапазон измерений действующего значения напряжения переменного тока, В	от 5 до 120
Диапазон измерений действующего значения силы переменного тока, А: – для исполнения входа 1 А – для исполнения входа 5 А	от 0,05 до 1,2 от 0,25 до 6
Диапазон измерений частоты сети, Гц	от 40 до 70
Пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений действующего значения напряжения переменного тока, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к диапазону измерений) погрешности от изменения температуры на каждые 10 °С от нормальной при измерении действующего значения напряжения переменного тока, %	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к диапазону измерений) погрешности от изменения частоты в диапазоне от 45 до 55 Гц при измерении действующего значения напряжения переменного тока, %	$\pm 3$
Пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений действующего значения силы переменного тока, %	$\pm 1$

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к диапазону измерений) погрешности от изменения температуры на каждые 10 °С от нормальной при измерении действующего значения силы переменного тока, %	±0,5
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к диапазону измерений) погрешности от изменения частоты в диапазоне от 45 до 55 Гц при измерении действующего значения силы переменного тока, %	±3
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений частоты, Гц	±0,01
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока, вызванной отклонением температуры окружающей среды на каждые 10 °С относительно нормальной температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений, Гц	±0,01
<b>Входные аналоговые цепи измерений</b>	
Диапазон измерений действующего значения напряжения переменного тока, В	от 5 до 120
Диапазон измерений действующего значения силы переменного тока, А	от 0,05 до 6
Диапазон измерений частоты сети, Гц	от 40 до 70
Диапазон измерений коэффициента активной мощности	от -1 до 1
Пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений действующего значения напряжения переменного тока, %	±0,2
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к диапазону измерений) погрешности от изменения температуры на каждые 10 °С от нормальной при измерении действующего значения напряжения переменного тока, %	±0,1
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к диапазону измерений) погрешности от изменения частоты в диапазоне от 45 до 55 Гц при измерении действующего значения напряжения переменного тока, %	±0,2
Пределы допускаемой основной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений действующего значения силы переменного тока, %	±0,2
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к диапазону измерений) погрешности от изменения температуры на каждые 10 °С от нормальной при измерении действующего значения силы переменного тока, %	±0,1
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к диапазону измерений) погрешности от изменения частоты в диапазоне от 45 до 55 Гц при измерении действующего значения силы переменного тока, %	±0,2
Пределы допускаемой основной приведенной (к номинальному значению фазной мощности $U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}} / \sqrt{3}$ или суммарной мощности $\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$ ) погрешности измерений активной фазной и суммарной мощности, %	±0,5
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к номинальному значению фазной мощности $U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}} / \sqrt{3}$ или суммарной мощности $\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$ ) погрешности от изменения температуры на каждые 10 °С от нормальной при измерении активной фазной и суммарной мощности, %	±0,2
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к номинальному значению фазной мощности $U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}} / \sqrt{3}$ или суммарной мощности $\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$ ) погрешности от изменения частоты в диапазоне от 45 до 55 Гц при измерении активной фазной и суммарной мощности, %	±0,5
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к номинальному значению фазной мощности $U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}} / \sqrt{3}$ или суммарной мощности $\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$ ) погрешности от изменения частоты в диапазоне от 45 до 55 Гц при измерении активной фазной и суммарной мощности, %	±0,5

Наименование характеристики	Значение
$\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$ ) погрешности от изменения коэффициента активной мощности в диапазоне от $\pm 0,5$ до 1,0 при измерении активной фазной и суммарной мощности, %	
Пределы допускаемой основной приведенной (к номинальному значению фазной мощности $U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}} / \sqrt{3}$ или суммарной мощности $\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$ ) погрешности измерений реактивной фазной и суммарной мощности, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к номинальному значению фазной мощности $U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}} / \sqrt{3}$ или суммарной мощности $\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$ ) погрешности от изменения температуры на каждые 10 °С от нормальной при измерении реактивной фазной и суммарной мощности, %	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к номинальному значению фазной мощности $U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}} / \sqrt{3}$ или суммарной мощности $\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$ ) погрешности от изменения частоты в диапазоне от 45 до 55 Гц при измерении реактивной фазной и суммарной мощности, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к номинальному значению фазной мощности $U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}} / \sqrt{3}$ или суммарной мощности $\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$ ) погрешности от изменения коэффициента активной мощности в диапазоне от 0 до $\pm 0,5$ при измерении реактивной фазной и суммарной мощности, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой основной приведенной (к номинальному значению фазной мощности $U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}} / \sqrt{3}$ или суммарной мощности $\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$ ) погрешности измерений полной фазной и суммарной мощности, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к номинальному значению фазной мощности $U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}} / \sqrt{3}$ или суммарной мощности $\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$ ) погрешности от изменения температуры на каждые 10 °С от нормальной при измерении полной фазной и суммарной мощности, %	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к номинальному значению фазной мощности $U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}} / \sqrt{3}$ или суммарной мощности $\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot I_{\text{ном}}$ ) погрешности от изменения частоты в диапазоне от 45 до 55 Гц при измерении полной фазной и суммарной мощности, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой основной приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности измерений коэффициента активной мощности, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности от изменения температуры на каждые 10 °С от нормальной при измерении коэффициента активной мощности, %	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной (к верхнему пределу измерений) погрешности от изменения частоты в диапазоне от 45 до 55 Гц при измерении коэффициента активной мощности, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений частоты, Гц	$\pm 0,01$
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока, вызванной отклонением температуры окружающей среды на каждые 10 °С относительно нормальной температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений, Гц	$\pm 0,001$

## 2.2.6 Характеристики дискретных входов с номинальным напряжением 220 В (110 В)

2.2.6.1 Входные дискретные цепи с номинальным напряжением 220 В (110 В) предназначены для работы на постоянном и переменном токе. Номинальное значение напряжения входных сигналов составляет 110 В или 220 В постоянного или переменного тока (определяется при заказе устройства). Вид оперативного тока (постоянный или переменный) задается уставкой «Оперативное питание» в меню Конфигурация терминала/Оперативное питание/ Конфигурация плат ввода-вывода сервисного ПО «МиКРА» (рисунок 2.1). При

использовании устройства на объектах с выпрямленным оперативным током без сглаживания следует выбирать уставкой вид оперативного тока **«Переменный»**.

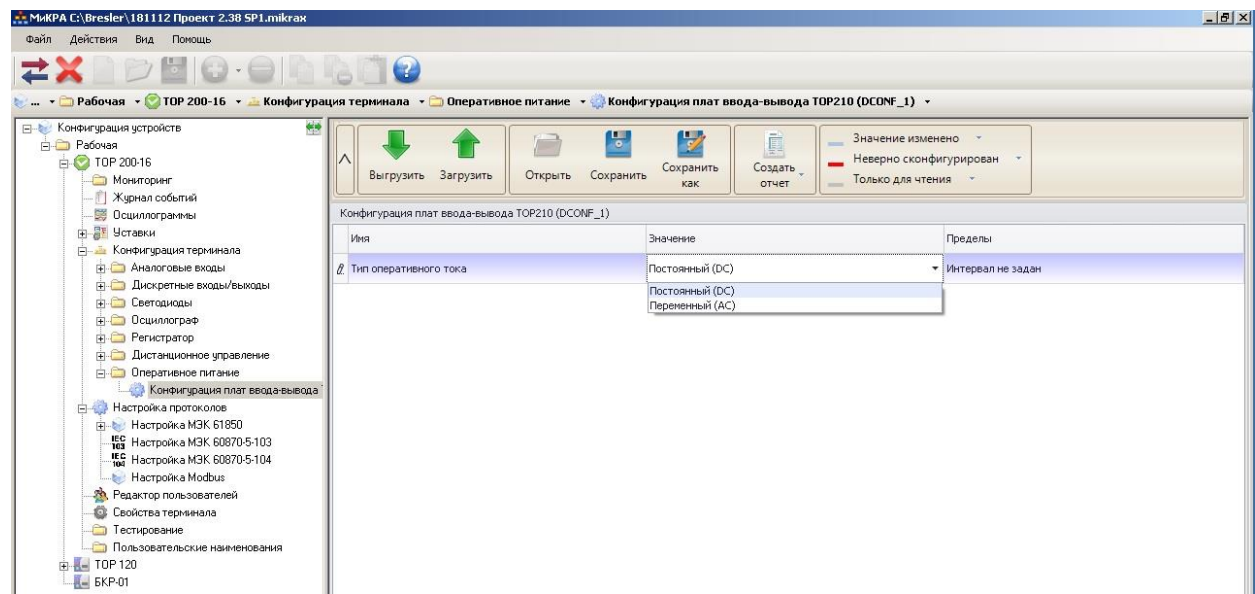


Рисунок 2.1 – Настройка вида оперативного тока

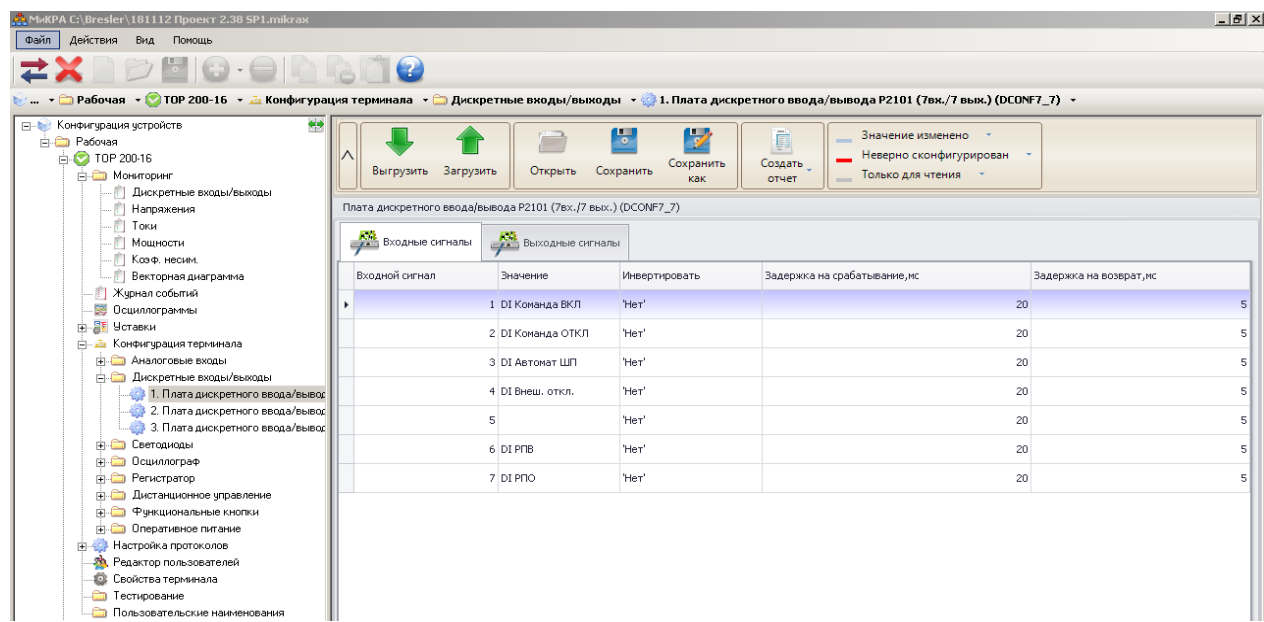


Рисунок 2.2 – Настройка времени срабатывания и возврата дискретных входов

2.2.6.2 При подаче номинального напряжения 220 В (110 В) величина импульса тока составляет не менее 40 мА (20 мА) в течение не менее 5 мс. В дальнейшем дискретный вход устройства потребляет не более 4 мА.

2.2.6.3 Длительно допустимое напряжение дискретного входа с номинальным напряжением 220 В (110 В) составляет 250 В переменного тока и 300 В постоянного тока.

2.2.6.4 При номинальном постоянном напряжении оперативного тока 220 В напряжение срабатывания дискретного находится в пределах от 158 до 170 В, напряжения возврата в пределах от 154 до 132 В.

2.2.6.5 При номинальном постоянном напряжении оперативного тока 110 В напряжение срабатывания дискретного входа находится в пределах от 82 до 88 В, напряжение возврата в пределах от 70 до 80 В.

2.2.6.6 При номинальном переменном напряжении оперативного тока 220 В напряжение срабатывания дискретного входа составляет от 135 до 150 В, напряжение возврата – от 100 до 125 В.

2.2.6.7 Времена срабатывания и возврата каждой входной дискретной цепи регулируются в диапазоне от 0 до 60000 мс с шагом 1 мс с помощью сервисного ПО «МиКРА» в меню Конфигурация терминала/Дискретные входы-выходы/Конфигурация плат ввода-вывода (рисунок 2.2).

Примечание – По умолчанию на всех дискретных входах установлены задержки времени, равные 20 мс на срабатывание и 5 мс на возврат.

2.2.6.8 Дискретный входы с номинальным напряжением постоянного тока не срабатывает при подаче на него напряжения обратной полярности.

## 2.2.7 Характеристики дискретных входов с номинальным напряжением 12 В

2.2.7.1 Входные дискретные цепи с номинальным напряжением 12 В предназначены для работы на постоянном токе.

2.2.7.2 Дискретный вход потребляет не более 7 мА при подаче номинального напряжения 12 В.

2.2.7.3 Длительно допустимое напряжение дискретного входа с номинальным напряжением 12 В составляет 60 В постоянного тока.

2.2.7.4 Напряжение срабатывания дискретного находится в пределах от 6,5 до 7,5 В, напряжения возврата в пределах от 5 до 6 В.

2.2.7.5 Времена срабатывания и возврата каждой входной дискретной цепи регулируются в диапазоне от 0 до 60000 мс с шагом 1 мс с помощью сервисного ПО «МиКРА» в меню Конфигурация терминала/Дискретные входы-выходы/Конфигурация плат ввода-вывода (рисунок 2.2).

Примечание – По умолчанию на всех дискретных входах установлены задержки времени, равные 20 мс на срабатывание и 5 мс на возврат.

## 2.2.8 Характеристики выходных реле

2.2.8.1 Контакты выходных реле управления К1.1 и К1.2 с увеличенным промежутком между контактами 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 длительно 0,03 с, 30 А длительно 0,2 с, 15 А длительно 0,3 с, 10 А длительно 1 с;
- на размыкание 0,25 А.

Максимальное коммутируемое напряжение постоянного тока – 300 В, переменного тока 400 В. Длительно допустимый ток – не более 10 А.

Допускается отключение токов до 1 А напряжением до 230 В постоянного тока, но не более 10 раз с интервалом не менее 1 мин между отключениями при резистивной нагрузке.

Собственные времена срабатывания реле составляют не более 10 мс.

2.2.8.2 Для исполнения с усиленными выходными реле управления К1.1 и К1.2 контакты имеют коммутационную способность в цепях постоянного тока напряжением 220 В с резистивной нагрузкой при числе коммутаций не менее 10000:

- на замыкание 150 А;
- на размыкание 5 А.

Максимальное коммутируемое напряжение постоянного тока – 300 В. Длительно допустимый ток – не более 12 А.

Допускается отключение токов до 10 А напряжением до 250 В постоянного тока, но не более 50 раз с интервалом не менее 1 мин между отключениями при резистивной нагрузке.

Собственные времена срабатывания усиленных реле составляют не более 15 мс.

2.2.8.3 Выходные цепи дешунтирования электромагнитов отключения выдерживают ток величиной 150 А в течение 1 с, ток 10 А длительно, если импеданс катушек отключения

составляет при токе 10 А не более 3 Ом, а при токе 150 А – не более 0,9 Ом. Минимальный ток шунтирования зависит от магнитной системы выключателя, но не более 60% номинального тока электромагнита отключения. Контакты реле дешунтирования К4.5 имеют коммутационную способность не менее 1000 коммутаций.

2.2.8.4 Контакты выходных сигнальных реле имеют коммутационную способность не менее 30 Вт в цепях постоянного тока с постоянной времени 0,02 с при напряжении от 24 до 250 В. Коммутационная износостойкость составляет 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.

Собственные времена срабатывания сигнальных реле составляют не более 10 мс.

2.2.8.5 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 2.3.

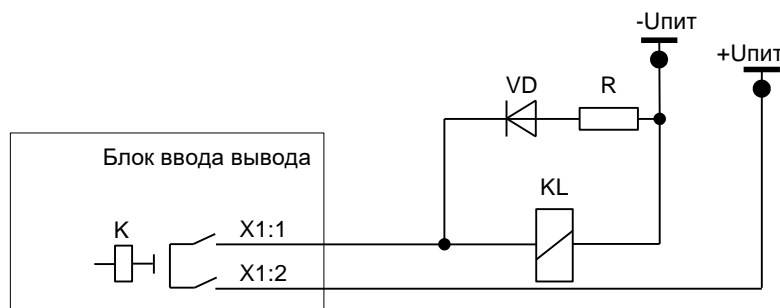


Рисунок 2.3 – Пример подключения промежуточного реле

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

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

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

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

## 2.2.9 Электромагнитная совместимость

2.2.9.1 Устройство сохраняет работоспособность и функционирование без ухудшения качества выполняемых функций при воздействии следующих помех с критерием качества функционирования А.

2.2.9.2 Устройство устойчиво к воздействию электростатического разряда (степень жёсткости – 3) с испытательным напряжением импульса разрядного тока по ГОСТ 30804.4.2-2013:

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

2.2.9.3 Устройство устойчиво к воздействию радиочастотного электромагнитного поля напряженностью 10 В/м (степень жёсткости – 3) по ГОСТ 30804.4.3-2013.



2.2.9.4 Устройство устойчиво к воздействию магнитного поля промышленной частоты напряженностью 100 А/м – непрерывное магнитное поле; 1000 А/м – кратковременное магнитное поле (степень жёсткости – 5) по ГОСТ Р 50648-94.

2.2.9.5 Устройство устойчиво к воздействию импульсного магнитного поля с напряженностью 1000 А/м (степень жёсткости – 5) по ГОСТ 30336-95, возникающего в результате молниевых разрядов или коротких замыканий в первичной сети.

2.2.9.6 Устройство устойчиво к воздействию затухающего колебательного магнитного поля напряженностью 100 А/м (степень жёсткости – 5) по ГОСТ Р 50652-94.

2.2.9.7 Устройство устойчиво к наносекундным импульсным помехам (степень жёсткости – 4) с амплитудой испытательных импульсов 4 кВ, длительностью фронта/длительностью импульса 5/50 нс по ГОСТ 30804.4.4-2013.

2.2.9.8 Устройство устойчиво 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. Амплитуда напряжения испытательного импульса:

- входные аналоговые, входные и выходные дискретные цепи, цепи питания по схеме «провод-земля» – 4 кВ (степень жёсткости – 4), по схеме «провод-провод» – 2 кВ через устройство развязки (степень жёсткости – 3);

- порты связи RS-485, Ethernet на экраны кабелей по схеме «провод-земля» – 1 кВ (степень жёсткости – 1).

2.2.9.9 Устройство устойчиво к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями с уровнем напряжения 10 В по ГОСТ Р 51317.4.6-99 (степень жёсткости – 3).

2.2.9.10 Устройство устойчиво к динамическим изменениям напряжения электропитания в виде провалов напряжения питания, кратковременных перерывов и несимметрии питающего напряжения по ГОСТ 30804.4.11-2013. Значение изменения напряжения составляет не менее 0,2  $U_{пит}$  при длительности провала 5000 мс; не менее 0,3  $U_{пит}$  при 500 мс; не менее 0,6  $U_{пит}$  при 200 мс; не менее  $U_{пит}$  при 20 мс; длительность перерывов напряжения не менее 500 мс.

2.2.9.11 Устройство устойчиво к воздействию одиночных по ГОСТ ИЕС 61000-4-12-2016 и повторяющихся колебательных затухающих помех по ГОСТ ИЕС 61000-4-18-2016. Амплитуда напряжения испытательного импульса одиночных колебательных помех (степень жёсткости – 4) по схеме «провод-земля» – 4 кВ, по схеме «провод-провод» – 2 кВ, повторяющихся колебательных помех (степень жёсткости – 3) по схеме «провод-земля» – 2,5 кВ, по схеме «провод-провод» – 1 кВ.

2.2.9.12 Устройство устойчиво к кондуктивным помехам при частоте 50 Гц с уровнем напряжения 30 В длительно и 100 В кратковременно в течение 1 с (степень жесткости 4) по ГОСТ Р 51317.4.16-2000.

2.2.9.13 Устройство устойчиво к воздействию гармонической составляющей напряжения питания с амплитудой до 15 % по ГОСТ 30804.4.13-2013.

2.2.9.14 Устройство устойчиво к воздействию ступенчатых изменений напряжения питания в пределах  $\pm 20$  % от номинального напряжения питания (степень жесткости – специальная) по ГОСТ Р 51317.4.14-2000.

2.2.9.15 Устройство устойчиво к воздействию пульсаций напряжения питания в пределах  $\pm 15$  % от номинального напряжения питания (степень жесткости – 3) по ГОСТ Р 51317.4.17-2000.

2.2.9.16 Устройство устойчиво к изменению частоты напряжения питания в пределах  $\pm 15$  % от номинальной частоты (степень жесткости – 4) по ГОСТ Р 51317.4.28-2000.

2.2.9.17 Устройство устойчиво 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  $U_{пит}$  при длительности провала 1000 мс; не менее 0,6  $U_{пит}$  при 100 мс; длительность перерывов напряжения не менее 500 мс.

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

## 2.2.10 Надежность

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

2.2.10.2 Средняя наработка на отказ сменного элемента составляет не менее 125 000 ч.

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

2.2.10.4 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.

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

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

2.2.10.7 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 (кассету блочно-унифицированной конструкции), в которую устанавливаются различные блоки. В зависимости от предполагаемого места установки предусмотрены два исполнения с различными способами монтажа: утопленный и навесной.

Утопленный монтаж применяется при размещении терминала на двери релейного отсека ячейки КРУ или на панели шкафа защит с задним подсоединением проводников вторичных цепей.

Исполнение для навесного монтажа состоит из непосредственно терминала и выносного пульта. Терминал размещается на задней стенке релейного отсека ячейки КРУ или шкафа защит, проводники вторичных цепей подключаются спереди. Выносной пульт размещается на двери релейного отсека, панели шкафа или в любом удобном месте и подключается к терминалу при помощи комплектного кабеля.

Габаритно-установочные размеры, масса, внешний вид терминала и расположение элементов управления на лицевой панели приведены в приложении Б. Обозначения контактов подключения к блокам дискретных входов и выходных реле приведены в приложении В. Обозначения контактов портов связи приведены в приложении Г.

2.3.1.2 При заказе терминала для замены SPAC (TOP 200-16S) устройство поставляется в комплекте с блоком монтажным БМ-01. Блок БМ-01 повторяет клеммный ряд терминала SPAC. Блок обеспечивает быструю замену терминала с минимальными трудозатратами на перемонтаж вторичных цепей. Габаритные и установочные размеры терминала с блоком БМ-01 приведены в приложении Б.

2.3.1.3 В состав терминала входят следующие блоки:

- блок(и) трансформаторов;
- блок(и) дискретного ввода/вывода;
- блок логики;
- блок связи;
- блок индикации;
- блок объединительный;
- блок питания от цепей оперативного тока;
- блок питания от токовых цепей;
- блок питания от токовых цепей с реле дешунтирования;
- блок питания от токовых цепей с накопительным конденсатором.

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).

#### 2.3.1.4 На лицевой панели располагаются:

- светодиодные индикаторы;
- алфавитно-цифровой или графический дисплей;
- кнопки управления;
- разъем порта USB type B.

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

2.3.1.5 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 одного или двух одинаковых проводников сечением не более 3 мм<sup>2</sup> и не менее 0,5 мм<sup>2</sup> каждый.

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

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

2.3.1.6 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.

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

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

## 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 от цепей оперативного тока

Блок питания с диапазоном напряжений от 88 до 242 В работает как от источника переменного, так и от источника постоянного тока. Оперативное питание терминала осуществляется через контакты X2:1, X2:3 блока питания.

Блок питания отделен от чувствительных электронных элементов в отдельный отсек, экранированный от электромагнитных помех.

Примечание – Характеристики цепей оперативного тока приведены в 2.2.4.

#### 2.4.1.3 Блоки питания от токовых цепей

В состав устройства может входить один блок питания от токовых цепей с реле дешунтирования (рисунок В.2 б) или без него (рисунок В.2 а), предназначенный для применения на подстанциях с переменным оперативным током для питания терминала от токовых цепей в режиме КЗ при пропадании оперативного питания. Блок имеет два канала питания, по токам фаз А и С. Блок, приведенный на рисунке В.2 б, также содержит полупроводниковые реле дешунтирования для действия на токовые электромагниты

отключения выключателя, работающего по схеме дешунтирования. Характеристики блока приведены в таблице 2.4. Характеристики дискретных входов приведены в 2.2.6, выходных реле и реле дешунтирования в 2.2.8.

Таблица 2.4 – Характеристики блока питания от токовых цепей с реле дешунтирования

Наименование характеристики	Значение
Минимальный ток работы в режиме срабатывания по двум фазам, А: – без выносного пульта – с выносным пультом	1,0 1,6
Минимальный ток работы в режиме срабатывания по одной фазе, А: – без выносного пульта – с выносным пультом	1,6 2,7
Время готовности терминала при подаче скачком тока, не более, мс: – величиной 5,0 А в одну фазу – величиной 2,5 А в две фазы	220 220
Мощность, потребляемая входными цепями переменного тока, при входном токе 5 А, не более, ВА/фазу: – в дежурном режиме – в режиме срабатывания	27,5 30
Термическая стойкость проводников схемы питания от токовых цепей, А: – длительно при токе – в течение 1 с при токе	10 150
Количество дискретных входов, шт.	4
Количество сигнальных реле, шт.	4
Количество полупроводниковых реле дешунтирования, шт.	2
Примечание – В таблице принято, что в режиме срабатывания – режим, при котором сработано 25 % выходных реле и 50 % светодиодов, дежурный режим – режим готовности устройства к срабатыванию.	

#### 2.4.1.4 Блок питания от токовых цепей с накопительным конденсатором

В состав устройства может входить один блок питания от токовых цепей с накопительным конденсатором (рисунок В.2 в), предназначенный для применения на подстанциях с переменным оперативным током для питания терминала от токовых цепей в режиме КЗ при пропадании оперативного питания. Блок содержит накопительные конденсаторы для действия на токовые электромагниты отключения выключателя. Блок имеет два канала питания, по токам фаз А и С. Характеристики блока приведены в таблице 2.5. Характеристики выходных реле приведены в 2.2.8.

Таблица 2.5 – Характеристики блока питания от токовых цепей с накопительным конденсатором

Наименование характеристики	Значение
Минимальный ток работы в режиме срабатывания по двум фазам, А: – без выносного пульта – с выносным пультом	1,1 1,7
Минимальный ток работы в режиме срабатывания по одной фазе, А: – без выносного пульта – с выносным пультом	1,6 2,8
Минимальный ток начала подзаряда конденсаторов при отсутствии оперативного питания, А: – в одну фазу, не менее – в две фазы, не менее	3 1,5
Время готовности терминала при подаче скачком тока, не более, мс: – величиной 5,0 А в одну фазу	220

Наименование характеристики	Значение
– величиной 2,5 А в две фазы	220
Мощность, потребляемая входными цепями переменного тока, при входном токе 5 А, ВА/фазу:	
– в дежурном режиме	25
– в режиме срабатывания	30
Термическая стойкость проводников схемы питания от токовых цепей, А:	
– длительно при токе	10
– в течение 1 с при токе	150
Параметры импульса отключения потенциальных выходов:	
– амплитуда напряжения, не менее, В	330
– начальная энергия, не менее, Дж	10
Время заряда накопительного конденсатора, не более, с:	
– при номинальном напряжении оперативного тока 220 В	2,0
– при номинальном токе	2,0
– при двукратном номинальном токе	1,0
Емкость одного накопительного конденсатора, мкФ	220
Количество сигнальных реле, шт.	2
Примечание – В таблице принято, что в режиме срабатывания – режим, при котором сработано 25 % выходных реле и 50 % светодиодов, дежурный режим – режим готовности устройства к срабатыванию.	

#### 2.4.1.5 Блок дискретного ввода/вывода

Блок дискретного ввода/вывода имеет пять исполнений с номинальным напряжением 220 В (110 В) постоянного или переменного тока и одно исполнение с номинальным напряжением 12 В постоянного тока. Предусмотрены следующие исполнения блока с номинальным напряжением 220 В (110 В):

- для приема семи и выдачи шести дискретных сигналов (рисунок В.1 а), на входных контактах 1 и 2 реализован вход синхронизации (1PPS), используется только для первого блока;

- для приема шести и выдачи восьми дискретных сигналов (рисунок В.1 б);
- для приема восьми и выдачи восьми дискретных сигналов (рисунок В.1 в);
- для приема 14 дискретных сигналов (рисунок В.1 г);
- для выдачи 14 дискретных сигналов (рисунок В.1 д).

Предусмотрено одно исполнение блока с номинальным напряжением 12 В для приема 14 дискретных сигналов (рисунок В.1 г).

Дискретные входы и выходы выведены на разъемы X15-X22.

Примечание – Характеристики дискретных входов с номинальным напряжением 220 В (110 В) приведены в 2.2.6, дискретных входов с номинальным напряжением 12 В – в 2.2.7, выходных реле – в 2.2.8.

Количество блоков дискретного ввода/вывода в терминале зависит от его типоразмера и защищаемого присоединения. Терминал может содержать от одного до четырех блоков (четыре блока размещаются только при установке одного блока трансформаторов (2.4.1.6)).

#### 2.4.1.6 Блок трансформаторов

Блок трансформаторов в зависимости от типоразмера терминала может содержать до восьми промежуточных трансформаторов тока и напряжения в различных комбинациях. Первичные обмотки трансформаторов выведены на разъемы X0.1, X0.2.

Блок трансформаторов содержит аналого-цифровой преобразователь для обработки восьми аналоговых сигналов блока.

Обмотки промежуточных трансформаторов тока предназначены для подключения к измерительным токовым цепям с номинальным значением ( $I_{ном}$ ) 5; 1 и 0,2 А. Обмотки

трансформаторов напряжения предназначены для подключения к цепям с номинальным значением напряжения ( $U_{ном}$ ) 100 В.

Количество блоков трансформаторов в терминале зависит от его типоразмера. При установке двух блоков трансформаторов в терминал может быть установлено не более трех блоков дискретных входов/выходов (2.4.1.5).

Примечание – Характеристики цепей переменного тока и напряжения приведены в 2.2.5.

#### 2.4.1.7 Блок логики

Блок логики является центральным блоком и содержит:

- центральный процессор;
- оперативную память;
- постоянную память;
- часы реального времени;
- порты связи согласно 2.4.1.9.

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 измерительных органов и конфигурация устройства, осциллограммы и события. Хранение данных в энергонезависимой памяти осуществляется в течение всего срока службы устройства независимо от наличия напряжения питания.

По часам реального времени фиксируется время регистрируемых событий. Точность часов реального времени составляет не более 1 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.

#### 2.4.1.8 Блок индикации

Блок индикации содержит светодиоды, индикатор, кнопки управления, которые располагаются на лицевой панели терминала (приложение Б) и образуют ИЧМ.

В состав блока индикации входит алфавитно-цифровой дисплей, содержащий шесть строк по 21 символу, или графический дисплей с разрешением 800х480.

Количество светодиодов, наличие и количество кнопок зависит от типоразмера терминала и приведено в АИПБ.656122.025-XXX РЭ2.

Назначение кнопок управления приведено в 3.5.2.

Порт связи USB описан в 2.4.1.9.

#### 2.4.1.9 Информационные порты

2.4.1.9.1 Перечень поддерживаемых в терминале интерфейсов связи приведен в 2.4.4.

2.4.1.9.2 На лицевой панели находится порт связи с USB (изолированный), который предназначен для подключения компьютера через стандартный кабель USB 2.0 А-В. Через этот порт осуществляется конфигурирование и параметрирование устройства, а также обновление ПО устройства. Кроме того, предусмотрена возможность питания устройства от USB.

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

2.4.1.9.3 На задней панели терминала имеются порты связи (RS-485 или ВОЛС, Ethernet, SPA, TTL), предназначенные для подключения устройства в АСУ ТП. Через порты RS-485, ВОЛС, Ethernet 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.

Порты Ethernet поддерживают работу в режиме резервирования IEC 62439-3 (PRP).

В таблице 2.6 приведены варианты выполнения интерфейса портов связи.

Таблица 2.6 – Обозначения разъемов на задней панели

Обозначение разъема на задней панели	Исполнение интерфейса
XT1	RS-485/ВОЛС (АСУ)/SPA/TTL
XT2	RS-485/ВОЛС (АСУ)
XT5	Ethernet 100 Base-T/ Ethernet 100 Base-F
XT6	Ethernet 100 Base-T/ Ethernet 100 Base-F
Примечание – Порты связи с интерфейсом Ethernet 100 Base-F реализуются по отдельному заказу.	

Скорость передачи составляет для портов с интерфейсом:

- 100 Base-T Ethernet (100 Base-F Ethernet) до 100 Мбит/с;
- RS-485 (ВОЛС) до 0,2 Мбит/с;
- SPA, TTL до 10 Мбит/с.

Обозначения разъемов портов связи приведены в приложении Г.

#### 2.4.1.9.4 Назначение и технические данные портов

##### 2.4.1.9.4.1 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.2 а). Для работы порта требуется питание от цепей оперативного тока. Технические данные порта приведены в таблице 2.7, назначение контактов разъема приведено в таблице 2.8.

Таблица 2.7 – Технические данные порта

Параметр	Значение
Тип разъема	RJ45
Максимальное расстояние передачи	До 100 м

Таблица 2.8 – 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

Рекомендуется:

- подключать промежуточное устройство защиты типа РГ5 или РГ6 для защиты от электромагнитных помех по портам связи терминала Ethernet (витая пара);
- устанавливать фильтр ZCAT 2035-0930 на кабель РГ5 или РГ6 непосредственно перед портом терминала для дополнительной защиты от электромагнитных помех;
- осуществлять прокладку кабелей связи в коробах или экранирующих оболочках;
- применять экранированный кабель витой пары с экранированным разъемом RJ45.

Примечание – Устройства РГ5, РГ6 и фильтр ZCAT 2035-0930 не входят в комплект поставки терминала и реализуются по отдельному заказу.

**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).

##### 2.4.1.9.4.2 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.2 б). Для работы порта требуется питание от цепей оперативного тока. Технические данные порта приведены в таблице 2.10. Исполнение

содержит два коннектора для подключения оптоволоконного кабеля, назначение которых приведено в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Назначение коннекторов

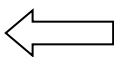
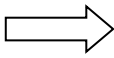
Обозначение на коннекторе	Назначение
	Rx – прием сигналов терминалом
	Tx – передача сигналов терминалом

Таблица 2.10 – 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	- 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).

#### 2.4.1.9.4.3 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 2.11. Технические данные порта приведены в таблице 2.12.

Типовая схема соединения предусматривает параллельное подключение терминалов к линии связи произвольной топологии с учетом ограничений, указанных в таблице 2.12.

Таблица 2.11 – Назначение контактов разъема

Контакт	Сигнал	Назначение
1	Common	Сигнальное заземление
2	DATA B (D+)	Положительный вход/ выход данных
3	DATA A (D-)	Отрицательный вход/ выход данных
4	R	Вывод согласующего резистора

Таблица 2.12 – 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 неза занятой пары кабеля). Кроме того, для уменьшения отражений сигнала и повышения помехоустойчивости, по концам линии связи должны



устанавливаются 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.1 приложения Г. 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.

#### 2.4.1.9.4.4 Встроенный оптический порт ВОЛС

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 2.13.

Таблица 2.13 – Назначение коннекторов

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

Технические данные порта приведены в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Технические данные порта

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

#### 2.4.1.9.4.5 Порты SPA, TTL

Порты SPA, TTL используются для подключения к терминалу внешних преобразователей различных типов, например, оптоэлектрических преобразователей. Внешний преобразователь может монтироваться непосредственно на девятиконтактном/восьмиконтактном разъеме порта, либо располагаться вблизи от устройства и подключаться к нему с помощью экранированного кабеля (рисунок Г.3). Назначение контактов разъема порта SPA приведено в таблице 2.15, а для TTL – в таблице 2.16.

Таблица 2.15 – Назначение контактов разъема порта SPA

Контакт	Сигнал	Назначение
2	Tx	Передача данных устройством
3	Rx	Прием данных устройством
7	GND	Сигнальная земля
8	+5V	Питание для внешнего преобразователя
9	+5V	Питание для внешнего преобразователя

Таблица 2.16 – Назначение контактов разъема порта TTL

Контакт	Сигнал	Назначение
2	Tx	Передача данных устройством
3	Rx	Прием данных устройством
7	GND	Сигнальная земля
8	+5V	Питание для внешнего преобразователя

Технические параметры портов SPA и TTL приведены в таблице 2.17.

Таблица 2.17 – Технические параметры портов SPA и TTL

Параметр	Значение
Тип разъема	Розетка DB-9F (DIN 41652)
Уровни сигналов	TTL-совместимые
Потребление внешнего преобразователя по цепям питания	До 100мА
Длина кабеля связи	До 2 м

Ответная часть разъема порта или кабель связи в комплект поставки устройства не входит и могут поставляться совместно с внешним преобразователем.

К применению рекомендуются преобразователи, имеющие встроенный источник питания, например, преобразователи типа SPA-ZC 17 или аналогичные. Это позволяет использовать петлевую схему соединения преобразователей и обеспечить непрерывность связи при отключении питания одного из устройств в петле.

## 2.4.2 Основные параметры защит и ИО

### 2.4.2.1 Коэффициенты возврата ИО

Значения основных коэффициентов возврата измерительных органов приведены в таблице 2.18.

Таблица 2.18 – Коэффициенты возврата ИО

Параметр	Значение
Коэффициент возврата максимальных ИО тока и напряжения, не менее	0,9
Коэффициент возврата минимальных ИО тока и напряжения, не более	1,1
Коэффициент возврата ИО сопротивления, не более	1,1
Коэффициент возврата дифференциального органа с торможением и максимальных ИО напряжения по третьей гармонике, не менее	0,8

### 2.4.2.2 Времена срабатывания и возврата ИО

Время срабатывания ИО мощности при одновременной подаче синусоидального напряжения  $3 U_{\text{сраб}}$  и тока  $3 I_{\text{сраб}}$  не превышает 35 мс, время возврата – не более 40 мс при одновременном сбросе входных напряжения  $3 U_{\text{сраб}}$  и тока  $3 I_{\text{сраб}}$  до нуля.

Время срабатывания ИО сопротивления при работе на угле максимальной чувствительности, токах КЗ не менее  $3 I_{\text{тр}}$  и скачкообразном уменьшении напряжения на входе ИО от величины, соответствующего сопротивлению на зажимах ИО не менее  $1,2 Z_{\text{сраб}}$ , до напряжения, соответствующего  $0,6 Z_{\text{сраб}}$ , не превышает 25 мс.

Время возврата ИО сопротивления при работе на угле максимальной чувствительности, токах КЗ не менее  $3 I_{\text{тр}}$  и скачкообразном увеличении напряжения на входе ИО от величины, соответствующей сопротивлению на зажимах ИО  $0,1 Z_{\text{сраб}}$  до напряжения, соответствующего  $1,2 Z_{\text{сраб}}$  (но не более 100 В для канала «фаза-фаза» и 57 В – для канала «фаза-земля»), не превышает 50 мс.

Время срабатывания (возврата) максимальных (минимальных) ИО тока и напряжения не превышает 30 мс при подаче соответствующего  $3 I_{\text{сраб}}$  или  $3 U_{\text{сраб}}$  и не превышает 40 мс при подаче  $1,2 I_{\text{сраб}}$ .

Время возврата (срабатывания) максимальных (минимальных) ИО тока и напряжения не превышает 35 мс при сбросе входного тока от  $10 I_{\text{сраб}}$  до нуля или напряжения от  $3 U_{\text{сраб}}$  до нуля.

Время срабатывания токовых ИО УРОВ не превышает 30 мс при подаче  $2 I_{\text{сраб}}$ , время возврата при сбросе входного тока от  $25 I_{\text{ном}}$  до нуля – 25 мс.

Время срабатывания дифференциального органа с торможением при подаче дифференциального тока, превышающего уровень срабатывания в два раза и более, не превышает 50 мс.

Время возврата дифференциального органа с торможением при сбросе десятикратного тока до нуля не превышает 50 мс.

Время срабатывания дифференциального органа при подаче двукратного тока срабатывания не превышает 30 мс, включая время работы выходных реле терминала.

Время срабатывания (возврата) максимальных (минимальных) ИО, реагирующих на изменение частоты, не превышает 120 мс.

Время возврата (срабатывания) всех ИО, реагирующих на скорость изменения частоты, не превышает 150 мс.

Средняя основная относительная погрешность по выдержке времени защит не превышает:

- а)  $\pm 30$  мс при задании выдержки времени меньше 5 с;
- б)  $\pm 1$  % от уставки при задании выдержки времени больше 5 с.

**Внимание!** Значения выдержек времени представляют собой чистые времена, которые не включают времена работы ИО, пуска защиты, работы логической схемы и срабатывания выходного реле.

#### 2.4.2.3 Погрешности измерительных органов

##### 2.4.2.3.1 Реле направления мощности (орган направления мощности)

Средняя основная погрешность РНМ по току и напряжению срабатывания не превышает  $\pm 10$  % от уставки.

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

Дополнительная погрешность РНМ по току и напряжению срабатывания при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур не превышает  $\pm 5$  % от среднего значения, измеренного при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

Дополнительная погрешность РНМ по току и напряжению срабатывания при изменении частоты в диапазоне от 0,9 до  $1,1 f_{\text{ном}}$  не превышает  $\pm 10$  % от среднего значения, измеренного при номинальной частоте.

##### 2.4.2.3.2 Реле сопротивления

Средняя основная погрешность ИО сопротивления по величине сопротивления срабатывания «**Zсраб**» при токе, равном  $I_{\text{ном}}$  (или в зависимости от уставки меньшем токе, исходя из максимального напряжения на зажимах РС, равного 100 В), не превышает  $\pm 3$  % от уставки.

Средняя основная абсолютная погрешность ИО сопротивления по углам наклона характеристики срабатывания «**Фмч**», «**Фнагр**» при токе КЗ, равном  $I_{\text{ном}}$  (или в зависимости от уставки меньшем токе, исходя из максимального напряжения на зажимах РС, равного 100 В), не превышает  $\pm 5^\circ$ .

Дополнительная абсолютная погрешность ИО сопротивления по углам наклона характеристики срабатывания «**Фмч**», «**Фнагр**» при изменении тока КЗ в диапазоне от  $2 I_{\text{тр}}$  до  $30 I_{\text{ном}}$  не превышает  $\pm 7^\circ$  относительно значений, измеренных при  $I_{\text{ном}}$ .

Дополнительная погрешность ИО сопротивления по величине сопротивления срабатывания «**Zсраб**» при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем

диапазоне температур не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, определенного при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

Дополнительная погрешность ИО сопротивления по величине сопротивления срабатывания «Зсраб» при изменении частоты в диапазоне от 0,9 до  $1,1 f_{\text{ном}}$  не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, измеренного при номинальной частоте.

#### 2.4.2.3.3 ИО тока и напряжения

Средняя основная погрешность по току (напряжению) срабатывания токовых ИО (напряжения, кроме ИО напряжения третьей гармоники) не превышает  $\pm 3\%$  от уставки.

Средняя основная погрешность ИО напряжения третьей гармоники не превышает  $\pm 5\%$ .

Дополнительная погрешность по току (напряжению) срабатывания ИО тока (напряжения) при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, измеренного при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

Дополнительная погрешность по току (напряжению) срабатывания ИО тока (напряжения) при изменении частоты в диапазоне от 0,9 до  $1,1 f_{\text{ном}}$  не превышает  $\pm 5\%$  от пределов допускаемой основной погрешности.

#### 2.4.2.3.4 ИО частоты

Средняя основная погрешность порога срабатывания ИО частоты не превышает  $\pm 0,02$  Гц.

Дополнительная погрешность порога срабатывания ИО частоты при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур не превышает  $\pm 0,02$  Гц от среднего значения, измеренного при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

#### 2.4.2.3.5 ИО скорости изменения частоты

Средняя основная погрешность порога срабатывания всех ИО скорости изменения частоты не превышает  $\pm 0,15$  Гц/с.

Дополнительная погрешность порога срабатывания всех ИО скорости изменения частоты при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур не превышает  $\pm 0,15$  Гц/с от среднего значения, измеренного при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

#### 2.4.2.3.6 Дифференциальный токовый орган

Средняя основная погрешность по начальному дифференциальному току срабатывания не превышает  $\pm 10\%$  от уставки.

Средняя основная погрешность по начальным тормозным токам и коэффициентам торможения не превышает  $\pm 5\%$  от уставки.

Дополнительная погрешность по начальному дифференциальному току срабатывания, начальным тормозным токам и коэффициентам торможения при изменении температуры окружающей среды в рабочем диапазоне температур не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, определенного при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

Средняя основная погрешность по уровню блокировки по второй (пятой) гармонике не превышает  $\pm 10\%$  от уставки.

#### 2.4.2.3.7 ИО дифференциального тока КИТЦ

Средняя основная погрешность по току срабатывания ИО дифференциального тока для КИТЦ не превышает  $\pm 10\%$  от уставки.

Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО дифференциального тока для КИТЦ при изменении температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, измеренного при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

Дополнительная погрешность по току срабатывания ИО дифференциального тока для КИТЦ при изменении частоты в диапазоне от 0,9 до  $1,1 f_{\text{ном}}$  не превышает  $\pm 5\%$  от среднего значения, измеренного при номинальной частоте.

### 2.4.3 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.

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.656122.025-XXX РЭ2.

#### 2.4.3.1 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 необходимым набором математических функций 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 описаны в 2.2.5.

#### 2.4.3.2 Функции РЗА

В зависимости от исполнения в устройстве могут быть реализованы различные функции РЗА, описание которых приводится в документе под конкретное исполнение устройства АИПБ.656122.025-XXX РЭ2.

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 и другие объекты энергетики напряжением 6-35 кВ.

Устройства имеют функции РЗА для защиты комплектных трансформаторных подстанций со стороны 0,4 кВ.

#### 2.4.3.3 Дискретные входы

Дискретные входы предназначены для приема и обработки внешних сигналов оперативных цепей. Основные технические данные и характеристики дискретных входов приведены в 2.2.6 и 2.2.7.

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 на возврат.

Входные сигналы		Выходные сигналы	
Значение	Инвертировать	Задержка на срабатывание, мс	Задержка на возврат, мс
1 Дверь шкафа открыта	<input type="checkbox"/>	10	10
2 БМ_Ток1.введен	<input checked="" type="checkbox"/>	10	10
3 БМ_Ток2.введен	<input type="checkbox"/>	10	10
4	<input type="checkbox"/>	10	10
5	<input type="checkbox"/>	10	10

Рисунок 2.4 – Конфигурация дискретных входов

#### 2.4.3.4 Выходные реле

Для выдачи дискретных сигналов во внешнюю цепь предусмотрены выходные электромагнитные реле. Основные технические данные и характеристики выходных реле описаны в 2.2.8.

При помощи сервисного ПО 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).

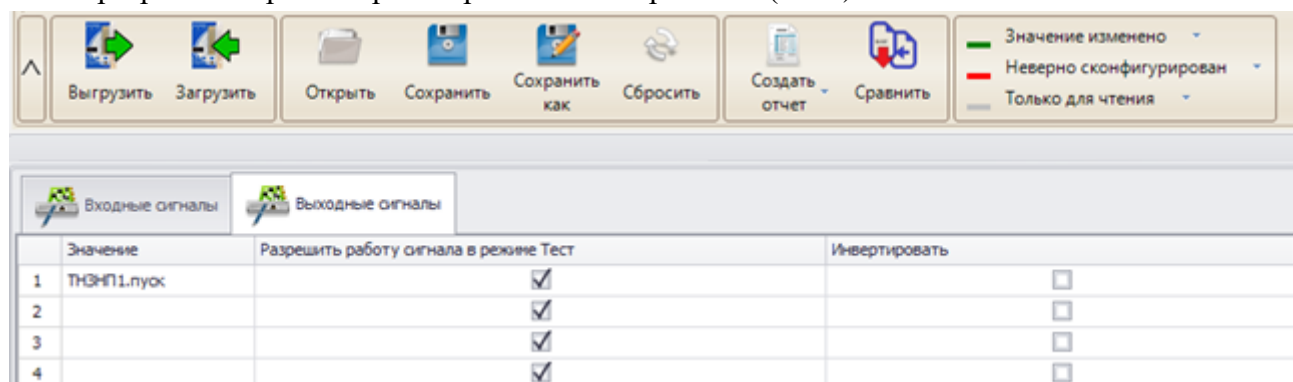


Рисунок 2.5 – Конфигурация дискретных выходов

#### 2.4.3.5 Светодиодная индикация

Для отображения текущего состояния устройства на лицевой панели (приложение Б) предусмотрены:

- три светодиода **РАБОТА**, **ТЕСТ**, **НЕИСПР** с фиксированным назначением;
- 16 или 32 (48 в TOP 200 БЦС) конфигурируемых двухцветных светодиодов общего назначения;
- два светодиода на кнопках **I** и **O** с фиксированным назначением (наличие зависит от исполнения);
- шесть или 13 конфигурируемых двухцветных светодиодов на клавишах **K1**, **K2**, ..., **K6** (**K13**);
- два светодиода на кнопке «**МЕСТ/ДИСТ**» с фиксированным назначением (наличие зависит от исполнения).

Режимы работы светодиодов описаны в таблице 2.19.

Таблица 2.19 – Режимы работы светодиодов

Наименование светодиода	Режим свечения	Режим работы устройства
<b>РАБОТА</b>	зеленый	Подано напряжение питания устройства
<b>ТЕСТ</b>	желтый	Устройство в режиме тестирования согласно 3.6
<b>НЕИСПР</b>	красный	Обнаружена устойчивая внутренняя неисправность системой самодиагностики
<b>O</b> <sup>1)</sup>	зеленый	Коммутационный аппарат отключен
<b>I</b> <sup>1)</sup>	красный	Коммутационный аппарат включен
<b>МЕСТ/ДИСТ</b> <sup>1)</sup>	зеленый	Режим управления коммутационными аппаратами при помощи кнопок <b>I</b> , <b>O</b> : <b>МЕСТ</b> – ручное управление, <b>ДИСТ</b> – дистанционное
<b>K1</b> , <b>K2...K13</b> <sup>2)</sup>	красный зеленый	Режимы работы светодиодов задаются при конфигурировании
Общего назначения <sup>2)</sup>	красный зеленый	Режимы работы светодиодов задаются при конфигурировании

<sup>1)</sup> Светодиоды с возможностью конфигурирования при помощи инструмента графического программирования.

<sup>2)</sup> 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...K13** в двух режимах свечения на различные логические сигналы. На каждый режим свечения светодиода можно завести один логический сигнал (рисунок 2.6).

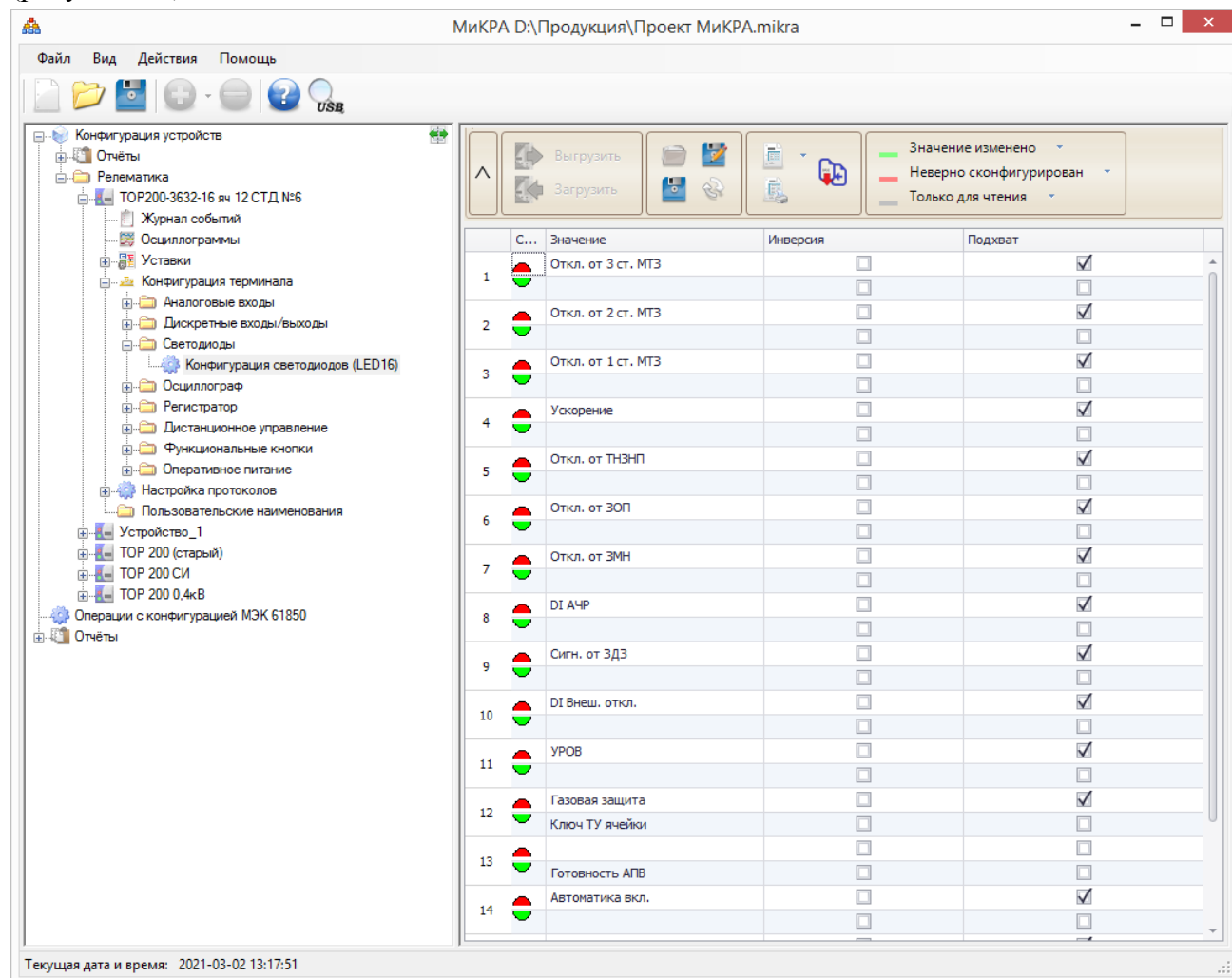


Рисунок 2.6 – Конфигурация светодиодов

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.656122.025-XXX РЭ2.

## 2.4.3.6 Управление терминалом

На лицевой панели (приложение Б) предусмотрены:

- 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**;
- функциональные клавиши **K1...K13** (**K1...K6** в компактном исполнении);
- одна кнопка включения коммутационного аппарата **I** или **ЗС** (наличие зависит от исполнения);
- одна кнопка отключения коммутационного аппарата **О** или **ГС** (наличие зависит от исполнения);
- одна кнопка выбора режима управления **МЕСТ/ДИСТ** (наличие зависит от исполнения).

Подробнее назначение кнопок пользовательского интерфейса описано в 3.5.2.

## 2.4.3.7 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 (МЭК 60255-24-2013) в энергонезависимой внутренней памяти. При помощи сервисного ПО задаются параметры осциллографа, которые приведены в таблице 2.20. Возможна настройка до 29 условий пуска путем выбора пусковых сигналов. Предусмотрено четыре типа режима пуска для каждого из пусковых сигналов, которые приведены в таблице 2.21. Задержка времени пуска от начала аварийного процесса не превышает 10 мс. Устройство фиксирует причины пуска, которые могут быть просмотрены как через пользовательский интерфейс терминала, так и с помощью сервисного ПО.

Таблица 2.20 – 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)	(100-5000) мс шаг 100 мс	Длительность записи послеаварийного режима (после пропадания условия пуска)
Максимальная длительность режима (Макс.длит-ть)	(1000-10000) мс	Максимальная длительность записи осциллограмм. Не может быть меньше суммы параметров «Предрежим» и «Пострежим»
Частота	1000, 2000 Гц	Частота выборок сигнала

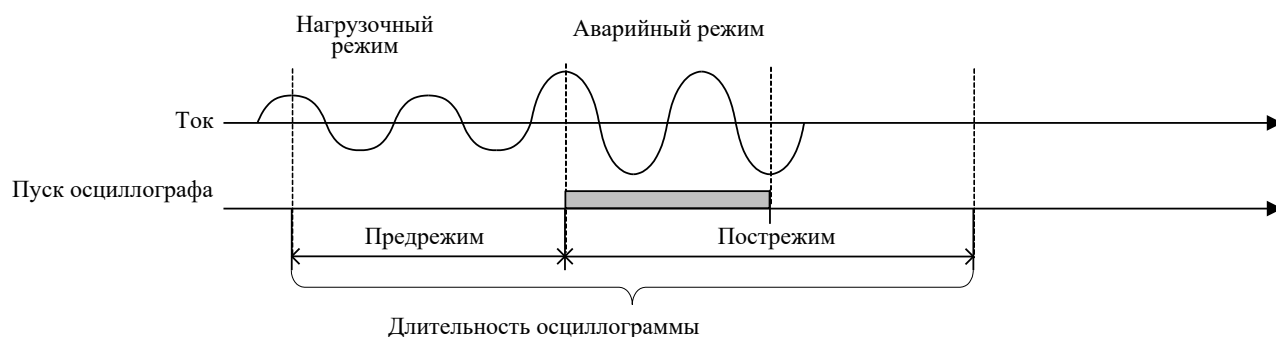
Таблица 2.21 – Режимы пуска осциллографа

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)

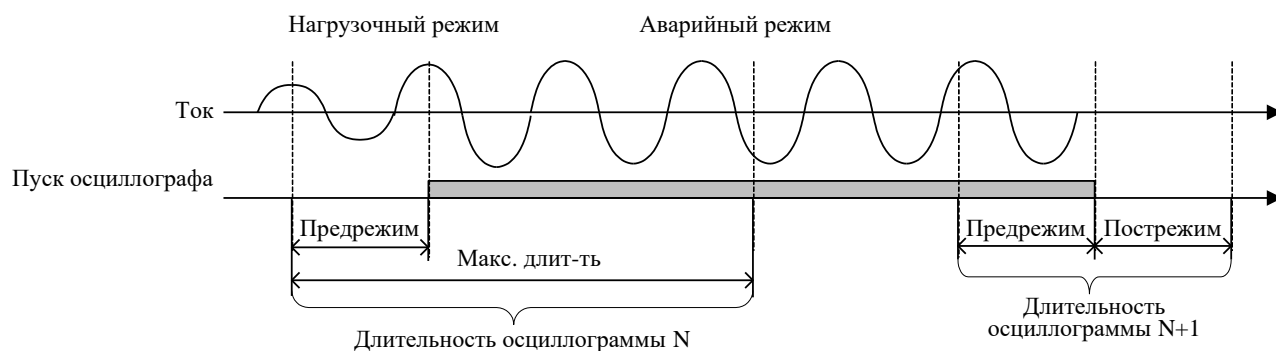


Емкость осциллографа зависит от количества записываемых сигналов. Каждая из осциллограмм может иметь длительность и частоту дискретизации, указанные в таблице 2.20. В осциллографе реализована автоматическая функция архивации. Количество хранимых осциллограмм с длительностью не менее 10 с составляет не менее 30. Максимальное количество хранимых осциллограмм – не более 80. 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 2.2.6.7 и 2.2.7.5. 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.



а) пуск по факту изменения, возникновения, пропадания



б) длительный пуск осциллографа

Рисунок 2.7 – Алгоритм работы осциллографа

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 прошивки терминала 2.16.

Выгрузка записанных осциллограмм осуществляется с помощью АСУ или специализированного ПО, а также по протоколу IEC 61850-8-1 MMS (2.4.5.3.1) и FTP (2.4.4.1).

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.

#### 2.4.3.8 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.

Максимальная емкость регистратора составляет 1500 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.

#### 2.4.3.9 Регистрация аналоговых значений

В составе устройства реализован регистратор аналоговых значений, предназначенный для фиксации аналоговых величин во время КЗ или иных аномальных режимах при пуске и срабатывании функций защит и автоматики.

Предусмотрена возможность регистрации от 1 до 16 различных групп аналоговых сигналов. Допустимое количество сигналов в одной группе – от 1 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.

#### 2.4.4 Интеграция устройства в АСУ ТП

Интеграция в АСУ ТП устройств защиты обеспечивается согласно таблице 2.22.

Таблица 2.22 – Интеграция устройств защиты

Стандарт (протокол передачи данных)	Интерфейс	Порты
ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006	RS-485 или ВОЛС	<b>ХТ1, ХТ2</b>
ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005	RS-485 или ВОЛС	<b>ХТ1, ХТ2</b>
ModBus-RTU	RS-485 или ВОЛС	<b>ХТ1, ХТ2</b>
ModBus-ASCII	RS-485 или ВОЛС	<b>ХТ1, ХТ2</b>
SPA-Bus	RS-485 или ВОЛС SPA, TTL	<b>ХТ1, ХТ2</b>
ModBus-TCP	Ethernet	<b>ХТ5, ХТ6</b>
ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004	Ethernet	<b>ХТ5, ХТ6</b>
IEC 61850-8-1 MMS	Ethernet	<b>ХТ5, ХТ6</b>
IEC 61850-8-1 GOOSE	Ethernet	<b>ХТ5, ХТ6</b>
FTP	Ethernet	<b>ХТ5, ХТ6</b>
BDUBus	USB, Ethernet	<b>USB, ХТ5, ХТ6</b>

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

Технические данные портов приведены в 2.4.1.9.

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. Максимальное число управляющих команд – 32 шт.

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 параметров и 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.656122.025-XXX БЛУ. 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.

##### 2.4.4.1 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.

##### 2.4.4.2 Поддержка резервирования

Пара портов связи **ХТ5, ХТ6** терминала поддерживает следующие режимы резервирования. Задание режима резервирования порта 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 пара портов терминала работает как коммутатор (возможна ретрансляция трафика между **ХТ5** и **ХТ6**) и поддерживает 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 **ХТ5**, порт **ХТ6** (резервный) отключается. Переключение соединения на **ХТ6**, в случае потери соединения на **ХТ5**, 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 порт **ХТ5** должен подключаться к независимой сети PRP A, а порт **ХТ6** – к PRP B. Ретрансляция трафика между портами в этом режиме не производится.

## 2.4.5 Применение на цифровых подстанциях на основе стандарта IEC 61850

### 2.4.5.1 Обзор

Интеграция устройства 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.

Примечание – Возможность интеграции устройства на цифровых подстанциях с применением протоколов МЭК 61850-8-1 (GOOSE) реализована с версии ПО устройства 2.16 и выше.

### 2.4.5.2 Интеграция в ЛВС с помощью сетевых интерфейсов Ethernet

Устройство имеет один сетевой интерфейс Ethernet для интеграции в ЛВС. Интерфейс Ethernet 1 имеет уникальный MAC-адрес, настраиваются его параметры для работы по стеку протоколов TCP/IP (IP-адрес, маска подсети, шлюз), режим работы интерфейса и протоколы резервирования, настройки VLAN. Технические характеристики сетевого интерфейса Ethernet устройства приведены в 2.4.1.9.

Основные возможности устройства по интеграции в ЛВС станции с помощью сетевого интерфейса Ethernet приведены в таблице 2.23.

Таблица 2.23 – Интеграция устройства в ЛВС станции с помощью интерфейсов Ethernet

Сетевой интерфейс	Тип	Протоколы резервирования			Порты подключения к ЛВС (LAN A, LAN B)
		RSTP	PRP	HSR	
Ethernet 1	100Base-T или 100Base-F	да <sup>1</sup>	да	нет	<b>ХТ5, ХТ6</b>
Примечания					
1 Поддержка в качестве конечного устройства.					

#### 2.4.5.2.1 Интеграция в сети с различной топологией

Сетевой интерфейс Ethernet устройства имеет функцию встроенного коммутатора, поддерживает 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/Режим» или в сервисном ПО «МиКРА» в меню «Свойства терминала/Настройки/Ethernet 1/Режим».

Далее приведены примеры интеграции устройства в коммуникационные сети с распространенной топологией. Приводятся рекомендуемые настройки режима работы сетевого интерфейса Ethernet устройства.

#### 2.4.5.2.1.1 Топология одиночной «звезды»

В сети, построенной по топологии типа «звезда» (рисунок 2.8), 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».

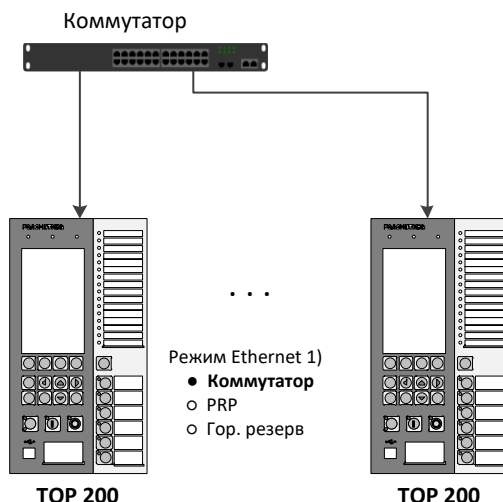


Рисунок 2.8 – Топология «звезда»

#### 2.4.5.2.1.2 Подключение к двум независимым сетям с беспроводным резервированием PRP

Применение двух независимых сетей с резервированием по протоколу PRP (рисунок 2.9) широко используется для шины станции. 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.

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

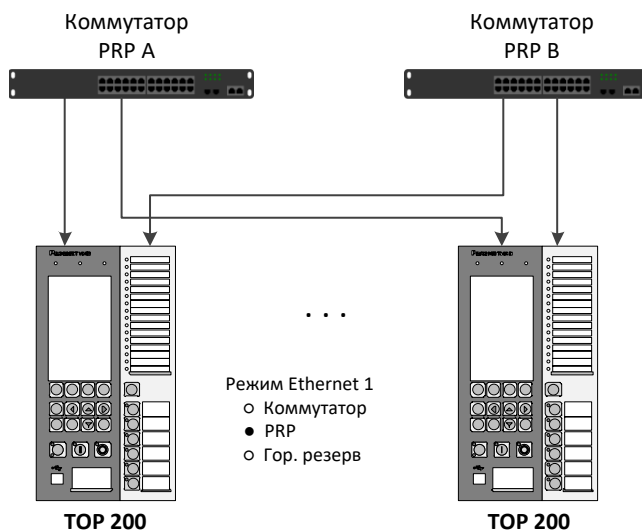


Рисунок 2.9 – Подключение к двум независимым сетям с PRP-резервированием

#### 2.4.5.2.1.3 Топология «кольцо» с резервированием по протоколу RSTP

В сети, построенной по топологии «кольцо» (рисунок 2.10), несколько устройств соединены линиями связи в неразрывное кольцо.

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 использования GOOSE.

Рекомендуемое количество ИЭУ в кольце – не более 12.

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

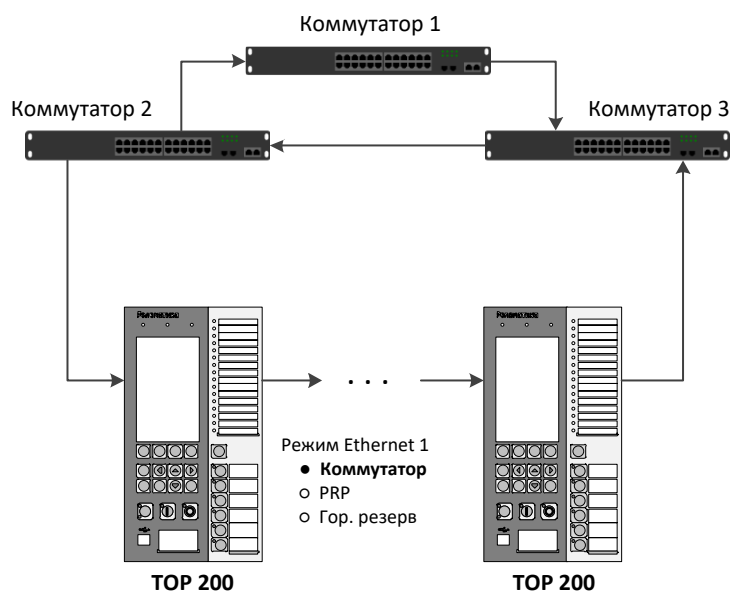


Рисунок 2.10 – Подключение в «кольцо» с резервированием по протоколу RSTP

#### 2.4.5.2.1.4 Топология «кольцо» с горячим резервированием

В сети с топологией «кольцо», с наличием коммутаторов верхнего уровня (рисунок 2.11 а) или без них (рисунок 2.11 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.

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».

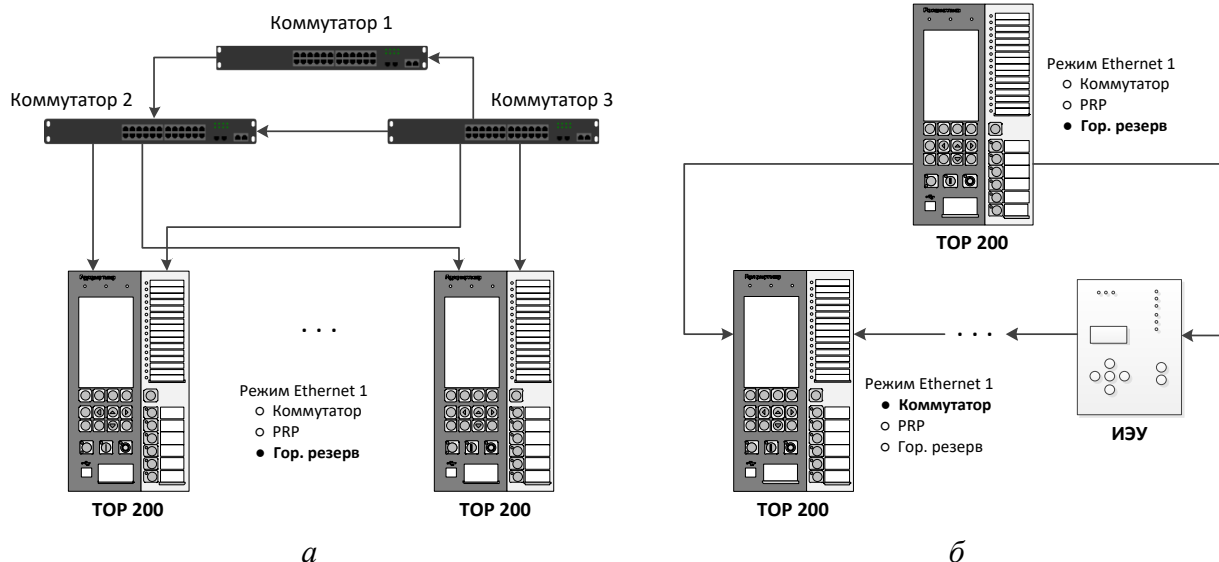


Рисунок 2.11 – Подключение в «кольцо» с горячим резервированием

#### 2.4.5.2.2 Фильтрация трафика с помощью VLAN

Для управления трафиком сетевой интерфейс Ethernet устройства поддерживает работу с виртуальными локальными сетями (VLAN). Допускается задавать до 16 идентификаторов VLAN (VLAN ID).

Включение и отключение VLAN, а также настройка таблицы VLAN ID осуществляется для каждого интерфейса устройства отдельно в соответствующем меню ИЧМ устройства «Настройки/Порты связи/Ethernet 1/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 тег с данным VLAN ID.

По умолчанию фильтрация VLAN выключена.

Как правило, фильтрация трафика с помощью VLAN выполняется на уровне сетевых коммутаторов. Данный подход рекомендуется к применению. В таком случае фильтрацию трафика в ИЭУ можно не выполнять, т.е. задать «Режим» = «Выкл».

#### 2.4.5.3 Поддержка протоколов МЭК 61850

Поддержка протоколов передачи данных МЭК 61850 отражается в карте заказа устройства. Список доступных протоколов для интерфейсов устройства приведен в таблице 2.22.

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

##### 2.4.5.3.1 MMS

Реализована поддержка протокола МЭК 61850-8-1 MMS (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.

Поддерживаемые сервисы для протокола MMS описаны в Е.2.

#### 2.4.5.3.2 GOOSE

Устройство поддерживает протокол МЭК 61850-8-1 GOOSE (интерфейс Ethernet 1). 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.

#### 2.4.5.4 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.5.

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 АСУ ТП о том, что метка времени сигнала может быть недостоверной.

#### 2.4.6 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, NTP/SNTP, NMEA0183, PPS.

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

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 2.4.1.5. Для преобразования оптического сигнала 1PPS в сигнал требуемого уровня используется устройство преобразования РПИ.

Синхронизация посредством NTP/SNTP осуществляется по Ethernet портам **ХТ5** и **ХТ6**, NMEA0183 – по последовательным портам **ХТ1** и **ХТ2**.

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

#### 2.4.8 Сервисное программное обеспечение

##### 2.4.8.1 Программно-технический комплекс «МиКРА» предназначен 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 **ХТ5**, **ХТ6**) возможно одновременное подключение до шести клиентов.

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

## **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 конструкторской документацией и ГОСТ 18620-86 способом, обеспечивающим ее четкость и сохранность в течение всего срока службы, и соответствует требованиям ТР ТС 004/2011.

2.6.2 Каждый терминал на задней панели имеет этикетку, содержащую:

- наименование и товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование и условное обозначение терминала;
- номинальное оперативное напряжение питания;
- напряжение питания дискретных входов;
- дату изготовления (месяц, год);
- заводской номер терминала;
- вид присоединения и тип пульта (при наличии);
- надпись «Сделано в России»;
- единый знак обращения продукции.

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

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

- название подстанции;
- номер шкафа;
- условное обозначение терминала;
- заводской номер терминала.

2.6.5 Конструкция терминала предусматривает пломбирование.

## **2.7 Упаковка**

2.7.1 Упаковка терминала выполнена в соответствии с конструкторской документацией 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, 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 конструкторской документации 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
<b>Требования к условиям эксплуатации</b>	
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 конструкторской документации и с предприятием-изготовителем.	
<b>Требования по установке, подключению и монтажу</b>	
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	2.3.1.7
Запрещается работа с терминалом без проверки сопротивления и прочности изоляции	2.2.3
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 к сильно нагретым частям	+
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	2.3.1.5

Требование (параметр)	Соответствие
Не допускается объединение аналоговых, дискретных цепей, цепей связи в одном жгуте	+
<b>Требования к цепям питания, входным и выходным цепям</b>	
При подаче напряжения оперативного тока не допускается подача напряжения, номинал которого больше указанного в условном обозначении терминала на этикетке	2.2.1.1
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	2.2.9.15
Вход «PPS» (контакты X18:1, X18:2) <b>запрещается использовать</b> как обычный дискретный вход. Его следует 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	2.4.6
При подаче токов и напряжений на аналоговые входы не допускается превышение длительно допустимых и кратковременных предельных значений входов тока и напряжения.	2.2.5.2 – 2.2.5.4
При подаче токов и напряжений на аналоговые входы необходимо соблюдать схему подключения. <b>Внимание!!!</b> Не путать входы тока и напряжения	АИПБ.656122.025-XXX РЭ2
Не допускается превышение предельной коммутируемой мощности контактов выходных реле и количества коммутаций силовых реле при максимальном токе	2.2.8
Не допускается подключение выходных дискретных цепей через внешние промежуточные реле без искрогасящей цепочки	2.2.8.5
<b>Требования к портам связи</b>	
Запрещается заземление экрана кабеля порта RS-485 только с одной стороны	2.4.1.9.4.3
Не рекомендуется работа с интерфейсом Ethernet 100 Base-T без подключения защитного устройства типа PG5 или PG6 между кабелем и портом связи терминала	2.4.1.9.4.1
При работе с интерфейсом Ethernet 100 Base-F не допускается использование любого типа волокна, кроме многомодового	+
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: – более шести подключаемых клиентов по протоколу IEC 61850-8-1 MMS; – более 32 принимаемых сообщений IEC 61850-8-1 GOOSE по шине станции; – более 9 отправляемых сообщений IEC 61850-8-1 GOOSE по шине станции	+

Требование (параметр)	Соответствие
<b>Требования к ПО</b>	
Запрещается применять пакеты обновления ПО без согласования с заводом-изготовителем	+
Следует 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 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 мм<sup>2</sup> 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.656122.025 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.656122.025-XXX РЭ2. Соединение выполнять проводами в соответствии с 2.3.1.5. Подключение терминала через порты связи выполнять в соответствии с 2.4.1.9.

### 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 3.3.

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

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.

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», «Гость»	«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.			

3.3.2.2 Роль «Релематика» может использоваться только специалистами разработчика при выполнении работ по обслуживанию терминала (3.3.4.4). В составе группы, выполняющую 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.

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 «Оперативный 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.

Таблица 3.3 – Права доступа к функциям

Функция управления	РМ	А	С	Р	Г
Сброс светодиодной индикации кнопкой <b>СБРОС</b> (3.5.2)	+	+	+	+	+
Использование кнопок <b>I, O, ЗГ, ГС, МЕСТ/ДИСТ</b> , клавиш <b>(K1 – K13)</b> (3.5.2, 3.5.3)	+	–	+	+/– <sup>1)</sup>	–
Очистка списка событий регистратора событий (3.5.8)	+	–	–	–	–
Очистка отчетов регистратора аналоговых значений (3.5.9)	+	–	–	–	–
Очистка осциллограмм (3.5.11)	+	–	–	–	–
Ручной пуск осциллографа (3.5.11)	+	–	+	+	–
Редактирование/активация/создание/удаление групп уставок (3.5.12)	+	–	+	–	–
Запрет конфигурирования через порт Ethernet (3.3.3) <sup>2)</sup>	+	+	–	–	–
Выбор контрольного выхода (3.5.13)	+	–	+	–	–
Выбор режима <b>Тест/Работа</b> , 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)	+	–	+	–	–
Установка <b>Даты/Времени</b> (3.5.15.2)	+	+	+	+	+
Настройка методов синхронизации (3.5.15.3)	+	–	+	–	–
Ввод, редактирование, удаление учетных записей (3.3.4) <sup>3)</sup>	+	+	–	–	–
Редактирование параметров паролей (3.3.4.5-3.3.4.9) <sup>4)</sup>	+	+	–	–	–
Ввод, редактирование, удаление MAC и IP-адресов (3.3.7) <sup>3)</sup>	+	+	–	–	–
Включение/отключение сервисного режима (3.3.4.4) <sup>4)</sup>	+	+	–	–	–
Доступ для чтения данных журнала аудита (3.3.8) <sup>4)</sup>	+	+	–	–	–
Включение/отключение физической идентификации (3.3.5) <sup>4)</sup>	+	+	–	–	–
Настройка считывателя смарт-карт (3.3.6) <sup>4)</sup>	+	–	+	–	–
Ассоциирование смарт-карты с учетной записью пользователя (3.3.6.4) <sup>3)</sup>	+	+	–	–	–

<sup>1)</sup> Возможно отключение санкционированного доступа согласно 3.5.15.5.

<sup>2)</sup> Управление функцией возможно только при помощи экранного меню ИЧМ.

<sup>3)</sup> Управление функцией возможно только при помощи сервисного ПО «МикРА».

<sup>4)</sup> Управление функцией возможно при помощи экранного меню ИЧМ и сервисного ПО «МикРА».

Примечание – В таблице используются следующие сокращения наименований пользователей: РМ – «Релематика», А – «Администратор», С – «Специалист», Р – «Работник», Г – «Гость».

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» (3.3.4). Сессия текущего пользователя завершается при смене пользователя через ИЧМ (3.5.15.4) или по истечении таймаута неактивности или перезагрузке.

### 3.3.3 Запрет изменения конфигурирования через порт 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 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 (3.3.4.4 – 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 дерево 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 каждой сессии 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 необходимо 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 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 древе 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 виртуальный USB-порт и откорректировать ошибочные записи списка.

3.3.7.3 Для получения списка разрешенных MAC и IP адресов необходимо в древе 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 древе 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.

3.3.8.5 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 (3.5.15.5)	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 (3.5.15.2, 3.5.15.3)	Дата, время и UTC (мировое время часового пояса)

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 <b>Тест</b>
Светодиоды	Количество, назначение, режим свечения
Функциональные клавиши	Количество, назначение
Осциллографирование	Параметры осциллографа, задание условий пуска и режимов работы, задание дискретных и аналоговых сигналов
Регистрация событий	Задание логических сигналов
Регистрация аналоговых значений	Задание аналоговых и логических сигналов
Тестирование	Разрешение регистрации режима ( <b>Разреш. осц./рег., Кол-во пусков</b> ), перевод терминала в режим <b>Тест</b> , задание логического сигнала, действующего на реле K1.6 «Контрольный выход» в режиме тестирования

3.4.3 Конфигурирование параметров, приведенных в таблице 3.5, осуществляется при помощи сервисного ПО. Изменение уставок защит (3.5.12), параметров осциллографа (3.5.11)

и выбор параметров в режиме тестирования (3.5.13) доступно через пользовательский интерфейс терминала.

### 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 светодиоды, количество которых зависит от исполнения. Каждый светодиод имеет наименование на лицевой панели в соответствии с внутренним назначением. Режимы свечения светодиодов приведены в 2.4.3.5.

#### 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.

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

Примечание – Функции кнопок приведены для однократного их нажатия.

Кнопка **I (ЗС)** предназначена для включения коммутационного аппарата, **O (ГС)** – для отключения коммутационного аппарата.

Примечание – Кнопки ЗС, ГС используются в ТОР 200 БЦС.

Кнопки «МЕНЮ», «УСТ», «ИЗМЕР», «МНЕМО» предназначены для удобства навигации и обеспечивают переход в соответствующий раздел ИЧМ.

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 (ЗС)**, **O (ЗС)**. Сигнал от кнопки складывается по схеме ИЛИ с аналогичным входным сигналом выбора режима управления от дискретного входа. Светодиоды кнопки обеспечивают контроль текущего режима управления.

### 3.5.3 Назначение функциональных клавиш

Клавиши **K1 – K13** (**K1 – K6** в компактном исполнении) предназначены для оперативного управления. Доступ к управлению осуществляется через пароль. При однократном нажатии на данные клавиши происходит вызов меню: необходимо нажать **E** для подтверждения, либо **C** для отказа от действия на кнопку. Данные клавиши могут использоваться как оперативные кнопки и как оперативные ключи. В первом случае от клавиши в схему логики поступает короткий импульсный сигнал до тех пор, пока осуществляется нажатие. Во втором случае при каждом нажатии осуществляется изменение состояния программного ключа, сигнал от которого поступает в схему. Информация о состоянии программного ключа хранится в энергонезависимой внутренней памяти. Конфигурирование кнопок производится с помощью ПО «МиКРА» (рисунок 3.1).

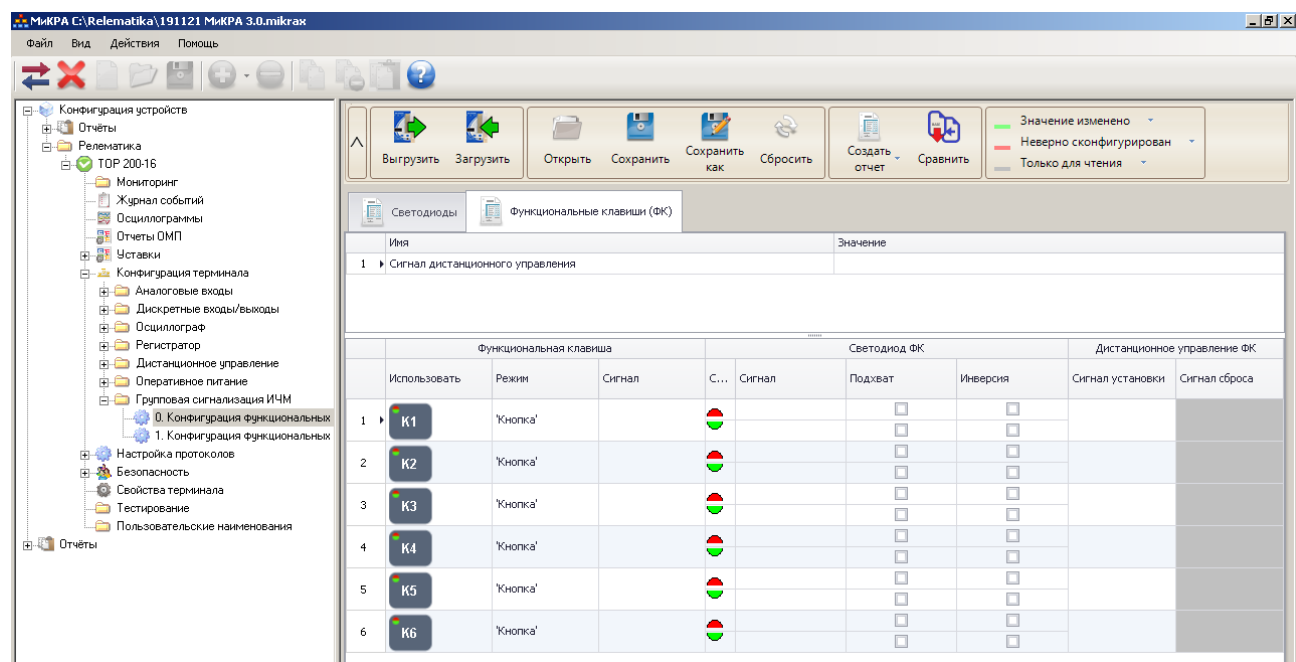


Рисунок 3.1 – Окно конфигурирования кнопок в ПО «МиКРА»

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 по протоколам связи, в том числе по IEC 61850-8-1 MMS. Осуществляется разделение местного и дистанционного управления. Управление (дистанционное или местное) одной и той же функцией РЗА осуществляется следующим образом:

- при выборе местного управления пользователь с соответствующими правами доступа (3.3.2) через ИЧМ терминала с помощью программной накладки вводит/выводит выбранную функцию. При отсутствии накладки ввод/вывод выполняется путем изменения уставки функции, например, задавая максимальное значение уставки исходя из разрядной сетки. Аналогичные действия можно выполнить с помощью специализированного сервисного ПО «МиКРА», поставляемого вместе с устройством защиты. Такое ПО позволяет

редактировать весь файл конфигурации, т.е. выполнить в том числе и ввод/вывод сразу нескольких функций защиты;

- при переводе ключа управления в режим дистанционного управления из системы АСУ ТП и получении прав доступа к уставкам терминала управление функциями РЗА будет аналогично работе сервисного ПО «МикРА».

Предусмотрена возможность индикации результирующих сигналов (включается соответствующий светодиод рядом с функциональной кнопкой) и передачи их в систему АСУ ТП.

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 **МНМО** 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 **Е**, либо отменить действие нажатием кнопки **С**.

### 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: дата и время повреждения, расстояние до места КЗ от места установки терминала, поврежденные фазы, аварийные значения обратной и нулевой последовательности, метод расчета 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. При этом в системе устанавливается пользователь «Гость».

### 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 **Е**.

Главное меню в зависимости от типоисполнения включает следующие пункты:

- текущий режим (3.5.7);
- события (3.5.8);
- аналоговые значения (3.5.9);
- отчеты ОМП (3.5.10);
- осциллограф (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 типоисполнения 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»).

#### 3.5.7.3 Аналоговые сигналы

Наименования меню соответствуют измеряемым величинам и содержат:



- первичные и вторичные фазные токи, фазные и междофазные напряжения, а также их симметричные составляющие;
- первичные активные и реактивные мощности (фазные и суммарные), протекающие в линии (трансформаторе) и коэффициент мощности;
- первичные и вторичные фазные и междофазные 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). 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.

#### 3.5.7.4 Счетчики ОКП

Меню **Счетчики ОКП** предназначено для и содержит:

- Колич. хол – число холодных включений двигателя;
- Колич. гор – число горячих включений двигателя;
- Колич. общ – общее число последовательных включений.

#### 3.5.7.5 Диагностика выключателя

Меню **Диагн. выключателя** предназначено для отображения информации о контролируемом выключателе.

В меню **Время отключения** содержится информация о дате и временах последнего отключения выключателя для каждой фазы (в мс).

В меню **Токи отключения** содержится информация о токах последнего отключения выключателя для каждой фазы (в кА).

В меню **Состояние выкл.** содержится следующая информация:

- **Рес. мех.** – оставшийся механический ресурс выключателя (в процентах);
- **Рес. мех.** – оставшееся количество циклов механической стойкости;
- **N откл.** – количество произведенных отключений;
- **Рес. ком. А** – оставшийся коммутационный ресурс ф. А выключателя (в процентах);
- **Рес. ком. В** – оставшийся коммутационный ресурс ф. В выключателя (в процентах);
- **Рес. ком. С** – оставшийся коммутационный ресурс ф. С выключателя (в процентах);
- **Сбросить состояние** задает состояние выключателя в значения по умолчанию: восстанавливает значения до максимального остаточного ресурса;

- **Проф. ремонт** обнуляет счетчик числа отключений для профилактического ремонта.

Пользователь может скорректировать остаточный коммутационный ресурс выключателя для каждой фазы в отдельности, а также задать остаточный механический ресурс. Выбор нужного параметра кнопкой **Е** переводит пользователя в функцию задания значения параметра. Далее пользователю будет предложено ввести новое значение данного параметра. Подтверждение ввода осуществляется кнопкой **Е**.

В меню **Время включения** содержится информация о дате и времени последнего включения выключателя.

#### 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:CC.ZZZ, где YY – часы, XX – минуты, CC – 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 Аналоговые значения

Данное меню используется для вывода на экран информации об отчетах регистратора аналоговых значений, хранимых в энергонезависимой внутренней памяти.

Меню **Аналоговые значения** содержит следующие пункты:

- **Список** – отображение информации отчетов с аналоговыми значениями;
- **Стереть все** – удаление всех отчетов.

### 3.5.9.1 Просмотр

В меню **Список** пользователю предлагается выбрать отчет для просмотра. На последовательно открывающихся при нажатии кнопки **Е** экранах отображаются сначала даты отчетов (в формате ЧЧ.ММ.ГГГГ), затем времена отчетов. При выборе нужного пункта отображаются дата и время отчета, наименование дискретного сигнала, наименования и значения аналоговых сигналов, длительность отчета.

### 3.5.9.2 Удаление всех отчетов

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 всех отчетов.

Примечание – Данное меню доступно только специалистам предприятия-изготовителя.

### 3.5.10 Отчеты ОМП

Меню **ОМП по ПАР** отображается в терминалах с функцией ОМП по параметрам аварийного режима. Меню содержит следующие пункты:

- **Список отчетов** – отчеты ОМП представлены в виде списка;
- **Отчеты по датам** – отчеты ОМП сгруппированы по месяцам и датам.

Используется только односторонний метод 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. 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**);
- 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 тип 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.

Пример отчета ОМП при КЗ в зоне приведен на рисунке 3.2. Пример отчета при КЗ «впереди» 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**.

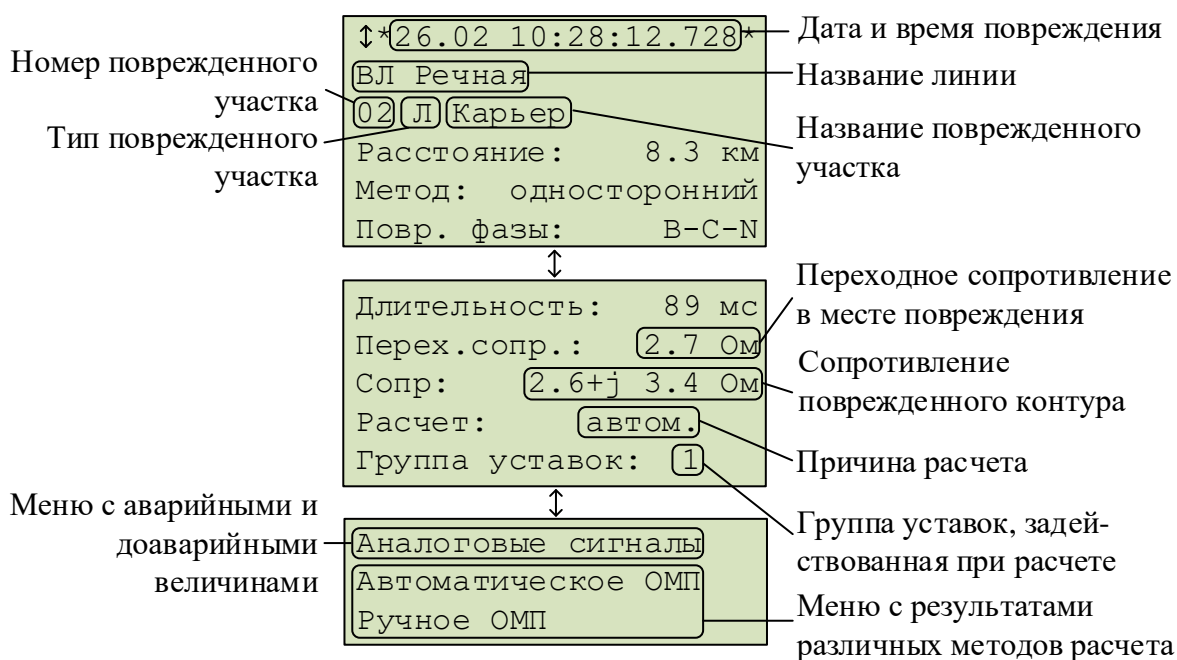


Рисунок 3.2 – Пример отчета ОМП при КЗ в зоне

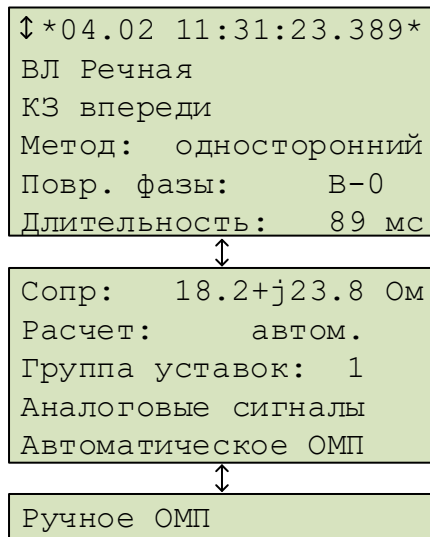


Рисунок 3.3 – Пример отчета ОМП при КЗ впереди

### 3.5.11 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.

#### 3.5.11.1 Просмотр

В меню **Список записей** пользователю предлагается выбрать осциллограмму для просмотра. На экране отображаются номера предыдущей, текущей и следующей осциллограмм в списке, а также время (YY:XX:CC.ZZZ, где YY – часы, XX – минуты, CC – 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).

#### 3.5.11.2 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.

#### 3.5.11.3 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.

#### 3.5.11.4 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.

#### 3.5.12 Уставки

Меню **Уставки** используется для просмотра и редактирования параметров функций защиты, имеющихся в терминале, и выбора режимов его работы. Терминал может иметь до восьми 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.

##### 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 **Е** переводит пользователя в режим изменения значения параметра. Подтверждение ввода осуществляется кнопкой **Е**. 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.

#### 3.5.13 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 3.6.3.

#### 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 процессора, периферийных блоков). При выявлении неисправностей содержит коды ошибок согласно 4.4.3;

- **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 3.6.4;

- **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 XT1, XT2), **Ethernet 1** (разъемы XT5, XT6), 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, Порт 2) используется для просмотра и задания (выбора и настройки) параметров портов связи и содержит:

- **Протокол** – выбор протокола связи МЭК103, ModBus, МЭК101, RFID, SPA-Bus, NMEA0183, BDUBus (специализированный внутренний протокол для связи со средой графического программирования);

- **Параметры связи** – настройка параметров:

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

- б) Биты данных – выбор числа бит данных;

- с) 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;

- д) 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 МЭК103, МЭК101:

- 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:

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

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

- с) 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 BDUBus:

- Адрес – адрес устройства в сети BDUBus.

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

3.5.15.1.2 Меню **Ethernet 1** (разъемы XT5, XT6) 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 XT5 и XT6.

- 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** 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 через порты XT5, XT6. 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;

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 интерфейс BDUBus), Внутр. RTC (часы реального времени), PPS (вход синхронизации), МЭК103, NTP/SNTP, МЭК104/101, MODBUS, NMEA0183, SPA-Bus. 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;

- **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.

3.5.15.4 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 **K1, K2 .... K12** (Упр. ФК) и кнопками управления коммутационными аппаратами **M, I (ЗС), O (ГС)** (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 (3.3.4.4);

- **Запрет Eth конф.** – выбор режима изменения уставок (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, версии аппаратного и программного обеспечения и иных параметрах терминала:

- **ООО Релематика** – наименование производителя терминала;
- наименование электроэнергетического объекта (подстанция, станция);
- наименование защищаемого присоединения;
- наименование модели терминала;
- наименование схемы терминала;
- **Зав.Н** – заводской номер терминала;
- **АО** – версия аппаратного обеспечения;
- **ПО** – версия программного обеспечения;
- **НФ** – версия набора функций;
- **АФ** – версия алгоритма функционирования;
- **Фном** – номинальная частота терминала (50 Гц или 60 Гц).

### 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**)). Также есть возможность включения режима симуляции (пункт **Моделирование**).

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

В строке пунктов **Шина подстанции** 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.

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;
- Error – диагностический код ошибки (таблица 3.6).

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:

- 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.

### 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 2.4.1.9.

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** (желтый).

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.

#### 3.6.2 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.

### 3.6.3 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.

### 3.6.4 Режим тестирования аппаратной части

#### 3.6.4.1 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).

#### 3.6.4.2 Подготовка к тестированию

Перед проведением тестирования необходимо отключить от терминала цепи:

- входных дискретных сигналов;
- входных аналоговых сигналов;
- выходных дискретных 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).

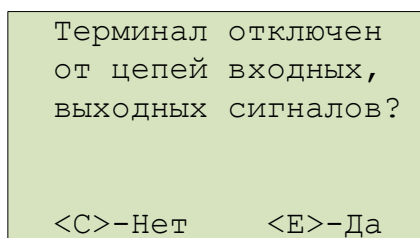


Рисунок 3.4 – Подтверждение отключения цепей

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 (пункт **Тест плат ВВ/ВЫВ**).

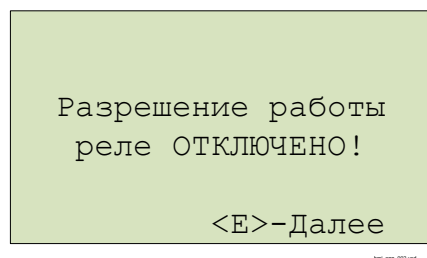


Рисунок 3.5 – Подтверждение блокирования реле

#### 3.6.4.3 Запуск теста

Отображается список тестов пункта меню **Диагностика**:

- Тест экрана;
- Тест кнопок;
- Тест светодиодов;
- Тест платы МП;
- Тест «Неиспр.»;
- Тест плат ВВ/ВЫВ.

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? <С>-Нет <Е>-Да»).

Результат прохождения теста фиксируется на экране напротив пункта меню соответствующего теста («Ok» или «Err»).

#### 3.6.4.4 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.

#### 3.6.4.5 Тест кнопок

В данном тесте проверяется работоспособность кнопок управления и функциональных кнопок.

##### 3.6.4.5.1 Кнопки управления

Проверка осуществляется кратковременным нажатием кнопки, при этом на экране в строке **Кнопки** должно отображаться наименование проверяемой кнопки. С помощью этого теста можно проверить функционирование всех кнопок управления (рисунок 3.6).

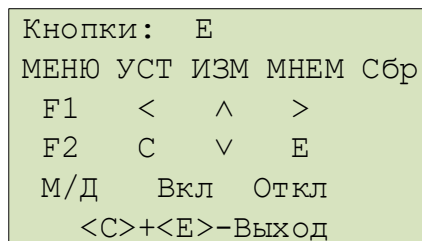


Рисунок 3.6 – Тест кнопок

Выход из режима происходит при одновременном кратковременном нажатии кнопок **Е** и **С** либо после получения соответствующей команды через диагностический порт.

### 3.6.4.5.2 Кнопки функциональные

Проверка осуществляется кратковременным нажатием кнопки, при этом на экране в строке **Гр.1** или **Гр.2** должен отображаться номер кнопки в обратной последовательности.

### 3.6.4.6 Тест светодиодов

После запуска теста осуществляется проверка индикации всех светодиодов.

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.

### 3.6.4.7 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.

```

*      Тест платы МП      *
Дата      30.03.2020
Время    ЧЧ:ММ:СС

Отображ-ся корректно?
<C>-Нет      <E>-Да

```

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, boot, log, oscil);
- общая/свободная память, кБ;
- состояние проверки файловых операций.

```

*      Тест платы МП      *
Устройство:      ram
Память:  26096/6544кВ
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

```

img\_006.png

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.

#### 3.6.4.8 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.

#### 3.6.4.9 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 дискретного входа и/или выхода (например, для входа 4.9, отображается цифра «9», для входа 4.10 – цифра «0», для 4.12 – цифра «2»).

```

*Тест Слот01-Р2103*
7вх/7вых
Входы:   |12-----
>Выходы: |-2-----
N выхода 02

```

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.

#### 3.6.4.10 Аналоговые каналы

Данный пункт меню находится в пункте **Служебное**. 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!

##### 3.6.4.10.1 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.

##### 3.6.4.10.2 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 «**=**» или переменный «**~**» ток), однако для ТОР 150 следует использовать всегда переменный ток «**~**».

##### 3.6.4.10.3 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.

##### 3.6.4.10.4 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 восстановлением, в течение которого выполняются в определенной последовательности виды ТО, предусмотренные вышеуказанными Правилами: проверка (наладка) при новом включении, первый профилактический контроль, профилактический контроль, профилактическое восстановление, проводимые в сроки и в объеме проверок, установленных у потребителя. В процессе эксплуатации объем проверок может быть сокращен, а порядок их проведения изменён в соответствии с внутренними правилами эксплуатации микропроцессорных защит потребителя.

В таблице 4.1 указаны рекомендации предприятия-изготовителя по периодичности проведения ТО устройства в соответствии с типом исполнения 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 200	6	Н	К1	-	К	-	В	-	К	-	К	-	В	-	К	-	К	-	В	-	К	-	К	-	В	-	
<p>Примечания</p> <p>1 Условные обозначения: ТО – техническое обслуживание; Н – проверка (наладка) при включении; К1 – первый профилактический контроль; В – профилактическое восстановление; К – профилактический контроль, О – опробование.</p> <p>2 В таблице указаны обязательные опробования. Кроме того, опробования рекомендуется производить в годы, когда не выполняются другие виды обслуживания. Если при проведении опробования или профилактического контроля выявлен отказ устройства или его элементов, то производится устранение причины, вызвавшей отказ, и при необходимости в зависимости от характера отказа – профилактическое восстановление.</p>																											

### 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 IEC 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» 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

**Внимание!** Устройства могут содержать цепи, действующие на отключение выключателя ввода рабочего или резервного питания (цепи ЛЗШ, УРОВ и др.), поэтому перед началом работ по ТО и проверке защит данного устройства необходимо выполнить мероприятия, исключающие отключение оборудования, не выведенного в ремонт (отключить автоматические выключатели или ключи, вывести накладки). Работы производить при выведенном первичном оборудовании.

В таблице 4.2 приведены виды работ при соответствующих проверках.

Таблица 4.2 – Виды работ при проверке устройства

Виды проверок	Виды работ при проверке
<b>Н, К1, В, К</b>	а) внешний осмотр: отсутствие внешних следов ударов, потеков воды, в том числе высохших, отсутствие налета окислов на металлических поверхностях, отсутствие запыленности, осмотр клемм входных и выходных сигналов, разъемов интерфейса связи в части состояния их контактных поверхностей
<b>Н, К1, В, К</b>	б) измерение сопротивления изоляции независимых цепей (кроме цепей интерфейса связи) по отношению к корпусу и между собой
<b>Н, В</b>	в) испытания электрической прочности изоляции независимых цепей (кроме цепей интерфейса связи) по отношению к корпусу и между собой
<b>Н</b>	г) проверка работоспособности дискретных входов, выходных реле и светодиодов терминала
<b>Н, К1, В</b>	д) задание (или проверка) требуемой конфигурации устройства в соответствии с принятыми проектными решениями и техническими характеристиками (функциями) устройства
<b>Н, К1, В</b>	е) задание (или проверка) уставок устройства в соответствии с заданной конфигурацией
<b>Н, К1, В, О</b>	ж) проверка правильности отображения значений и фазовых углов токов (напряжений), поданных от постороннего источника
<b>Н, К1, В</b>	з) проверка параметров (уставок) срабатывания и коэффициентов возврата каждого ИО при подаче на входы устройства тока (напряжения) от постороннего источника; контроль состояния светодиодов при срабатывании
<b>Н, К1, В</b>	и) проверка времени срабатывания защиты и автоматики на соответствие заданным уставкам по времени
<b>Н</b>	к) проверка отсутствия ложных действий при снятии и подаче напряжения оперативного тока с повторным включением через 0,5 с с подачей тока (напряжения), равного 0,8 тока (напряжения) срабатывания
<b>Н, В, О</b>	л) проверка взаимодействия ИО и логических цепей защиты с контролем состояния всех контактов выходных реле и визуальным контролем состояния светодиодов
<b>Н, К1, В, К</b>	м) проверка управляющих функций защиты с воздействием контактов выходного реле в цепи управления коммутационным аппаратом
<b>Н, В</b>	н) проверка функций регистрации событий, осциллографирования сигналов, отображения параметров защиты
<b>Н, К1, В, К</b>	о) проверка управления коммутационным аппаратом присоединения (включить/отключить)
<b>Н, К1, В</b>	п) проверка взаимодействия с другими устройствами защиты, электроавтоматики, управления и сигнализации с воздействием на коммутационный аппарат
<b>Н, К1, В, К</b>	р) проверка рабочим током

**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.

Порядок и методика проверок, указанных в таблице 4.2, приведены в соответствующем АИПБ.656122.025-ХХ.ХХХ ИМиТО.

#### 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).

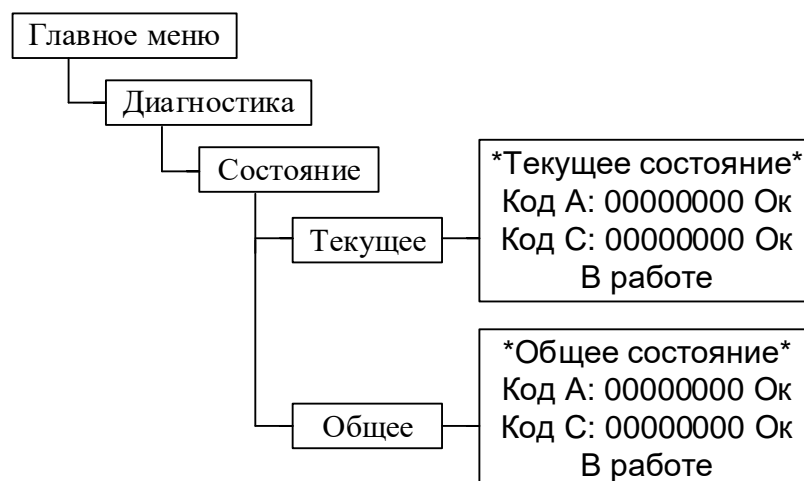
Объем самодиагностики включает в себя контроль следующих важных узлов терминала: блока логики, блока питания и блоков дискретного ввода/вывода. В блоках дискретного ввода/вывода имеется токовый контроль исправности цепей обмоток выходных реле. Информация о самодиагностике поступает от всех контроллеров, работающих в составе терминала, и анализируется в центральном процессоре.

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 два типа кода:

- код А – ошибки, выявленные центральным интерфейсным процессором (ЦП);
- 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 таблице 4.3. 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 4.4). Каждый бит соответствует определенному событию (неисправности), перечень которых представлен в таблице 4.3. 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 ЦПf» (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), 00000A01=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 ЦПf	Ошибка АЦП первого аналогового блока
0x00000002	Ошибка платы ЦПе	Ошибка АЦП второго аналогового блока
0x00000004	Сбой ПО1	Сбой ПО
0x00000008	Ошибка лиц.пл.1	Ошибка лицевой платы
0x00000010	Ошибка платы ЦПЗ	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	Ошибка часов	Сброс данных в памяти часов
0x00000800	Ошибка схемы1	Ошибка платы центрального процессора
0x00001000	Резерв	Резерв
0x00002000	Ошибка прикл.	Ошибка из функциональной схемы
0x00004000	Ошибка прикл. выв.	Ошибка из функциональной схемы с выводом терминала
0x00008000	Неиспр. АЦП	Ошибка диагностики АЦП из функциональной схемы
0x00010000	Ошибка конф.д.вх	Ошибка конфигурации дискретного ввода/вывода: отсутствие блока, несоответствие типа, повторное использование, отсутствие конфигурации, превышение максимального номера платы
0x00020000	–	Ошибка модуля Ethernet
0x00040000	Резерв	Резерв
0x00080000	Резерв	Резерв
0x00100000	Ошибка платы ЦП1	Ошибка платы центрального процессора
0x00200000	Резерв	Резерв
0x00400000	Ошибка конф.АЦП1	Ошибка конфигурации аналоговых входов
0x00800000	Ошибка конф.АЦП2	Ошибка конфигурации аналоговых входов
0x01000000	Нет гр. уставок	Отсутствие группы уставок
0x02000000	Нет калибровки	Терминал не откалиброван
0x04000000	Залипание кнопки	Залипание кнопки
0x08000000	Сбой обмена ИЧМ	Сбой обмена ИЧМ
0x10000000	Сбой ПО5	Сбой ПО

Сообщение на ИЧМ		Описание
код ошибки	текстовое	
0x20000000	Ошибка схемы5	Ошибка из функциональной схемы
0x40000000	Сбой ПО6	Кратковременная перегрузка ЦП, временная нехватка времени для исполнения оперативной задачи
0x80000000	Крит.перегрузка	Критическая перегрузка ЦП, длительная нехватка времени для исполнения оперативной задачи

Таблица 4.4 – 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 4.5.

Таблица 4.5 – Неисправности и методы их устранения

Признак	Возможная причина	Код ошибки	Метод устранения
При включении терминал не запускается, при этом светодиод <b>РАБОТА</b> не горит	Неисправен блок питания	—	Произвести ремонт/замену блока питания
При включении терминал не запускается, но светодиод <b>РАБОТА</b> 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
Сообщение о сбое ПО	Однократный сбой ПО. Возможен сбой платы ЦП	A:0x00000002 A:0x00000004	При неоднократном проявлении ошибки обновить схему защиты с использованием сервисного ПО и перезагрузить терминал кратковременным (на 3 с) снятием питания. 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 не соответствующей его типу схемой защиты	A:0x00000800 A:0x00010000 A:0x00020000 A:0x00400000 A:0x00800000 A: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 4.4.3, дополнительную информацию согласно таблице 4.5 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 (приложение А) относятся к устройствам, подлежащим государственному регулированию обеспечения единства измерений, и подлежат поверке органами Государственной метрологической службы и аккредитованными метрологическими службами.

4.5.2 Поверка терминалов осуществляется в соответствии с методикой поверки ИЦРМ-МП-204-18, утвержденной в ООО «ИЦРМ».

4.5.3 Межповерочный интервал составляет 6 лет.

4.5.4 Результаты поверки удостоверяются знаком поверки в виде голографической наклейки и (или) свидетельством о поверке. Наклейка наклеивается на корпус терминала и (или) паспорт.

## 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.

Таблица 5.1 – Условия транспортирования и хранения

Виды поставок	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(ЖЗ)	2
Внутрироссийские в районы Крайнего Севера и труднодоступные районы по ГОСТ 15846-2002)	С	5(ОЖ4)	3(ЖЗ)	2
Экспортные в районы с умеренным климатом	С	5(ОЖ4)	3(ЖЗ)	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.

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.



## **6 Гарантии изготовителя**

6.1 Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие устройств требованиям ТУ 3433-010-54080722-2006 при соблюдении потребителем правил эксплуатации, транспортирования и хранения.

6.2 Гарантийный срок – 10 лет со дня ввода устройства в эксплуатацию, но не более 10,5 лет со дня отгрузки предприятием-изготовителем или с момента проследования изделия через государственную границу государства-изготовителя при поставках на экспорт.

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**

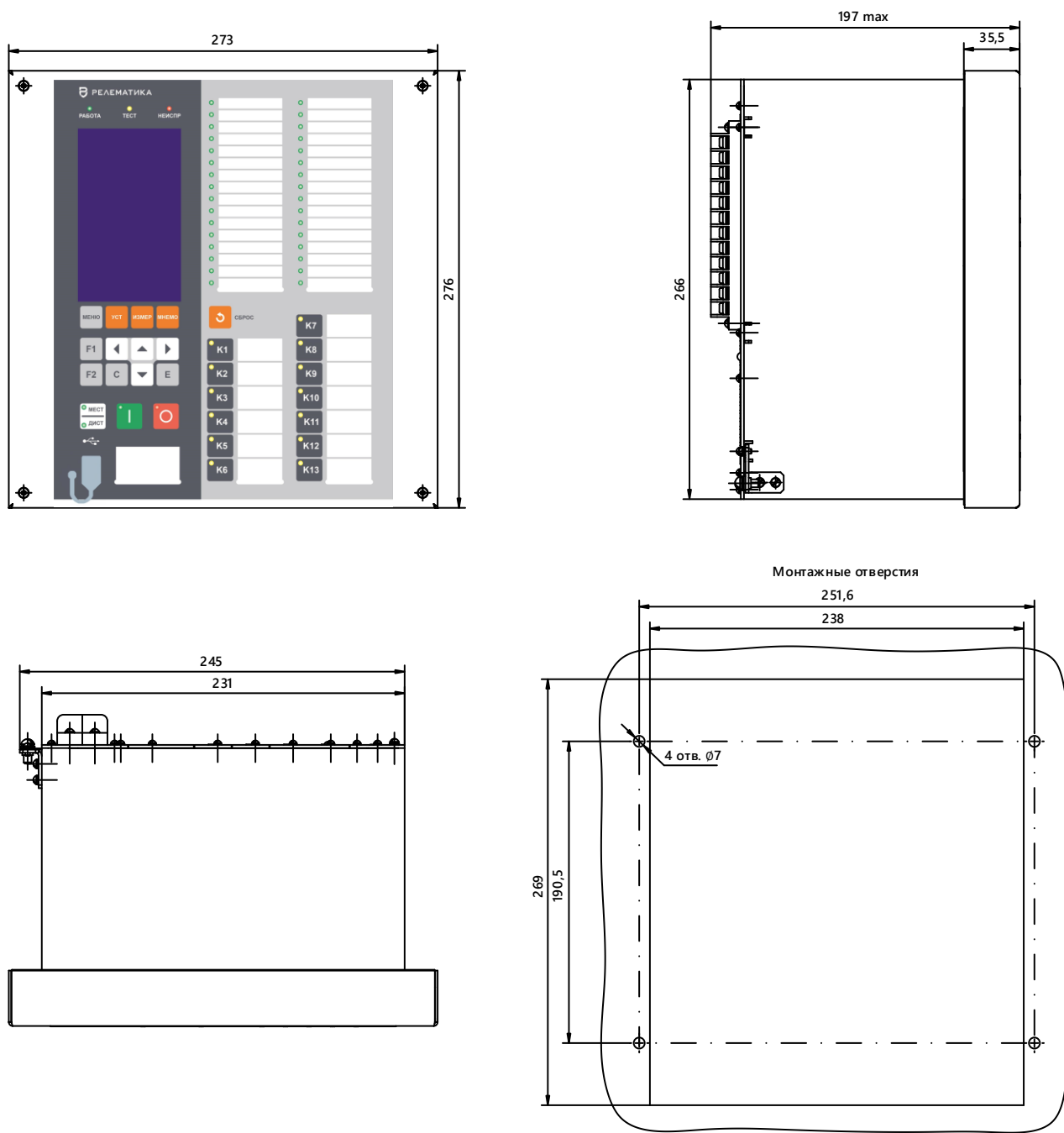


Примечание – Аппаратное исполнение выбирается на предприятии-изготовителе в соответствии с исполнением программы и количеством, и типом аналоговых входов и дискретных входов/выходов, указанных в карте заказа.

Рисунок А.1 – Структура условного обозначения

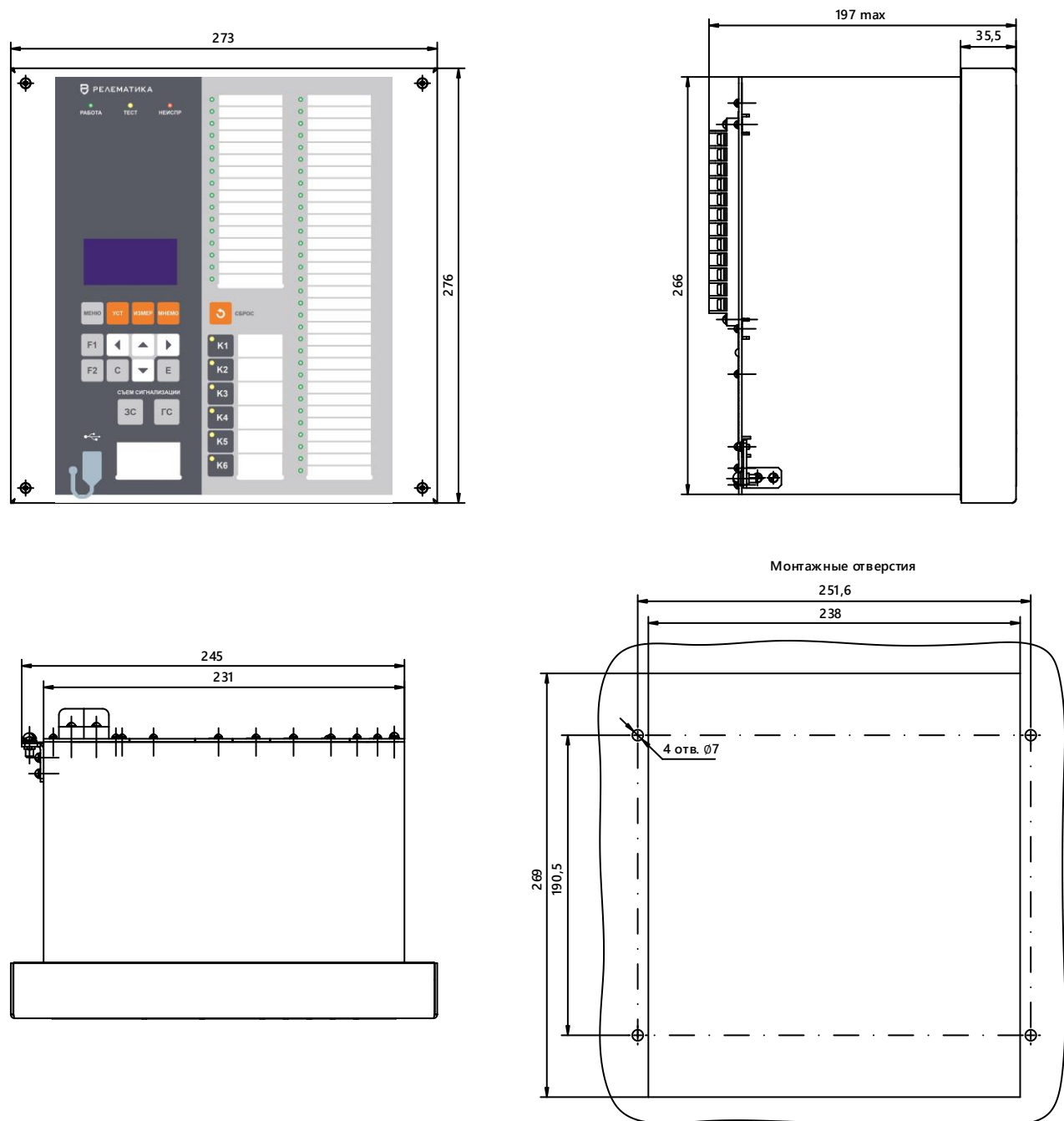
## Приложение Б (обязательное)

### Внешний вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры



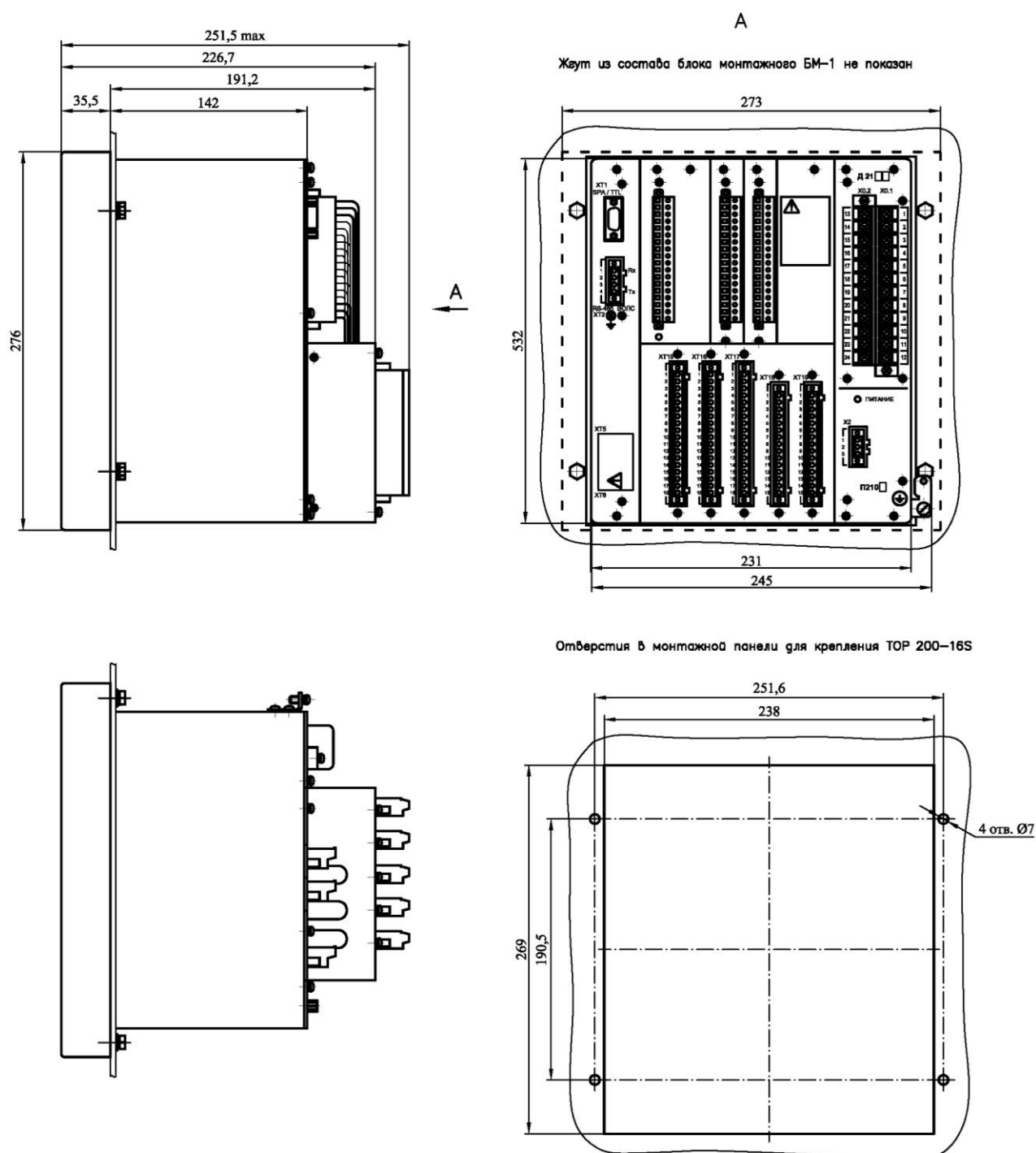
Масса терминала не более 8 кг

Рисунок Б.1 – Габаритные и установочные размеры устройства  
(пример с графическим дисплеем) для утопленного монтажа на дверь ячейки или панель шкафа



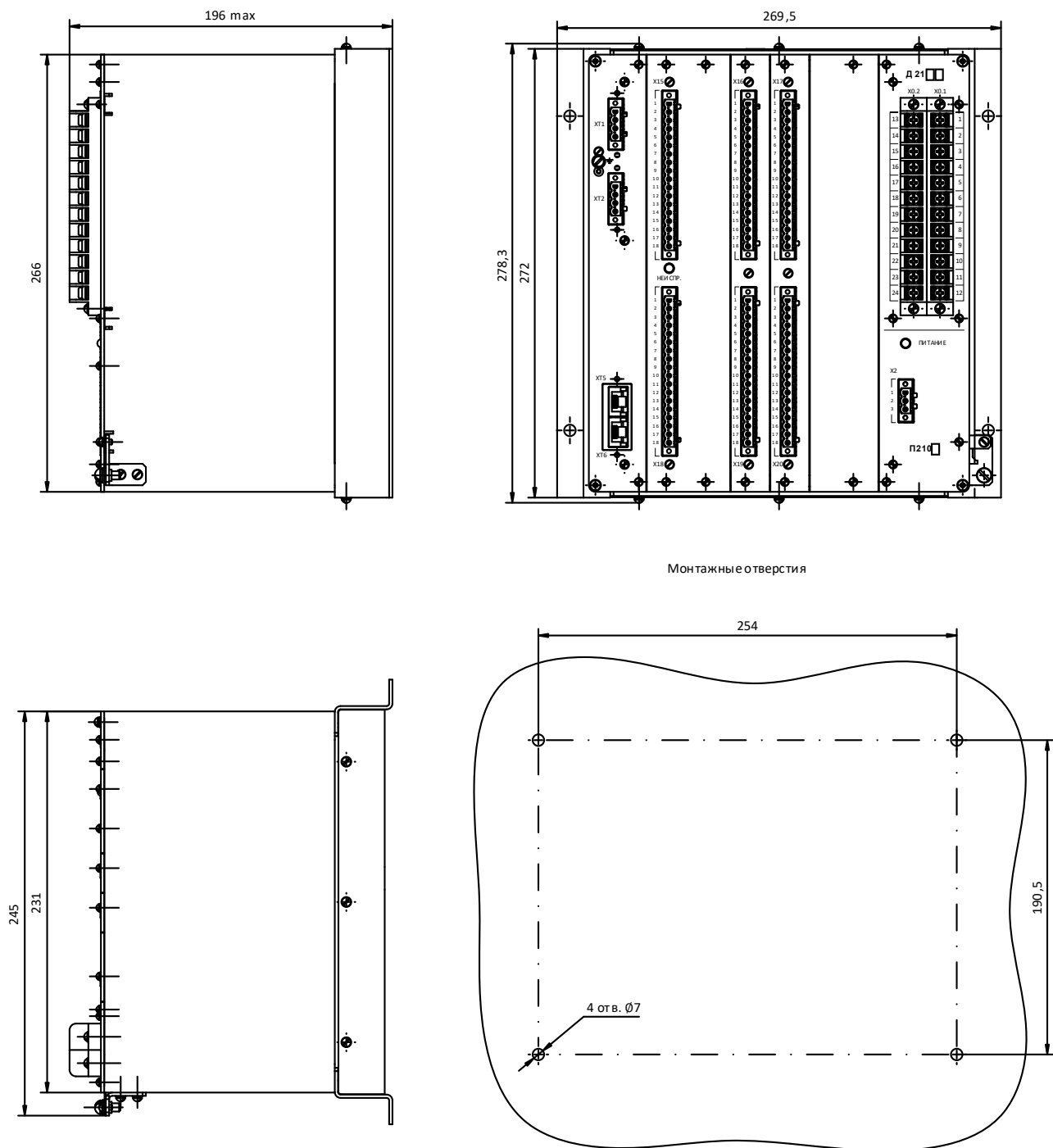
Масса терминала не более 8 кг

Рисунок Б.2 – Габаритные и установочные размеры устройства TOP 200 БЦС (пример с алфавитно-цифровым дисплеем) для утопленного монтажа на дверь ячейки или панель шкафа



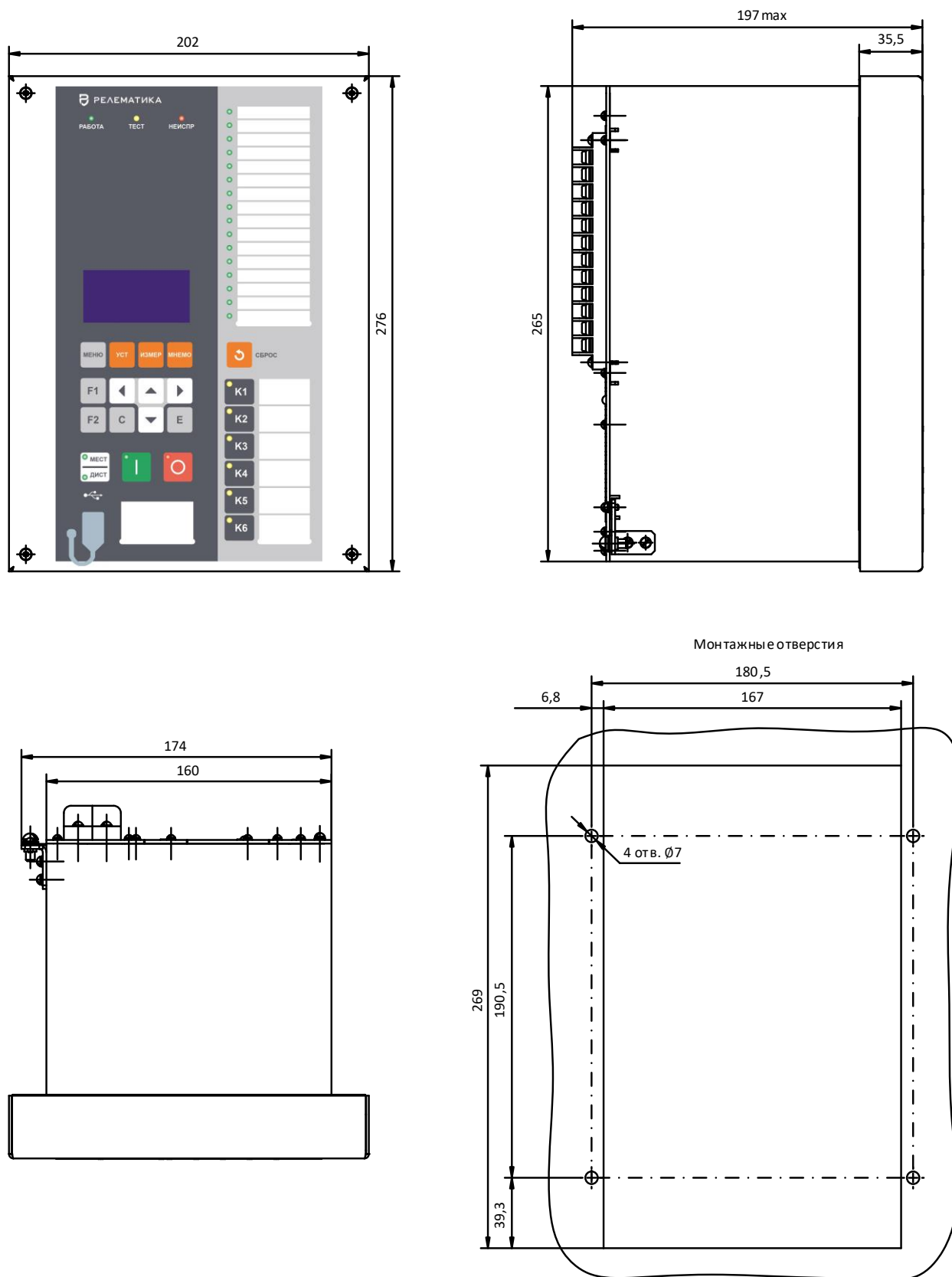
Масса устройства с блоком БМ-01 не более 9,2 кг

Рисунок Б.3 – Габаритные размеры устройства с блоком БМ-01



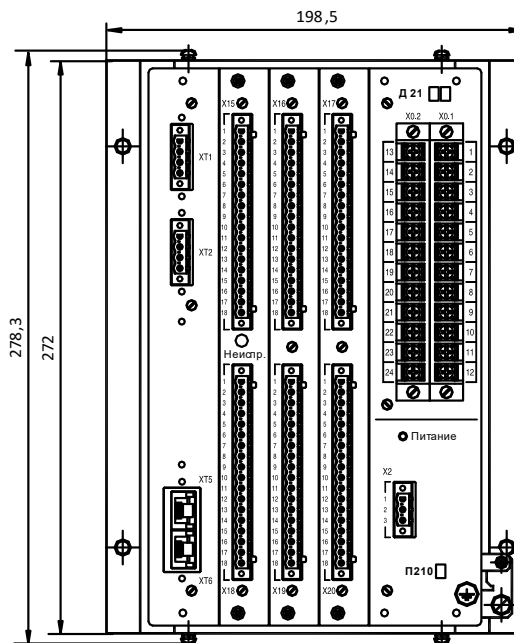
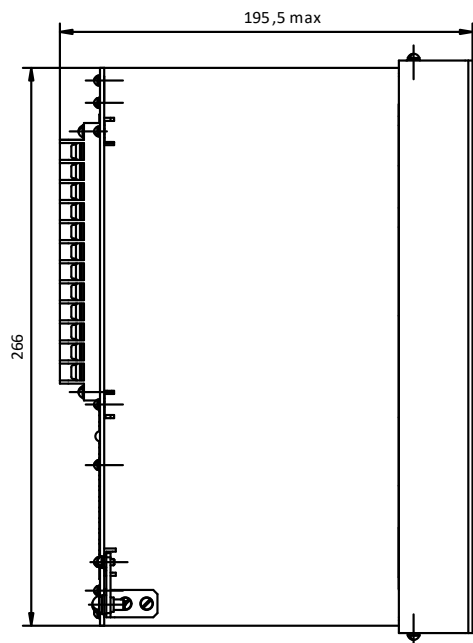
Масса терминала не более 8 кг

Рисунок Б.4 – Габаритные и установочные размеры устройства для навесного монтажа на заднюю стенку ячейки или шкафа

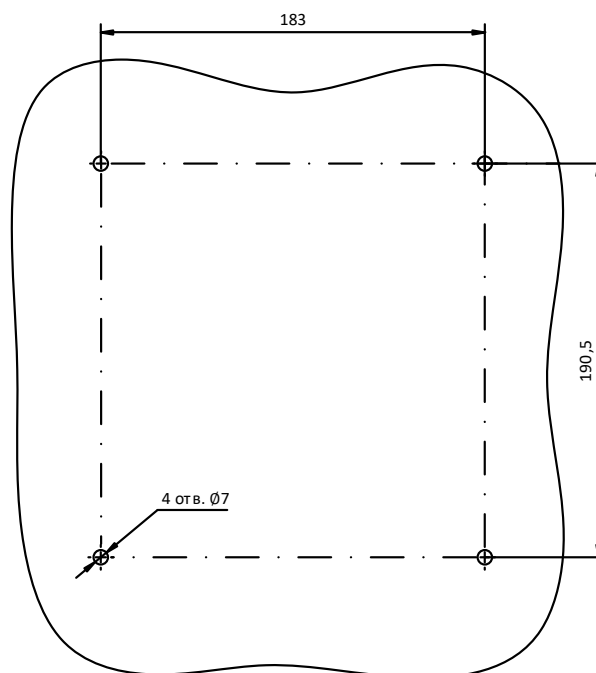
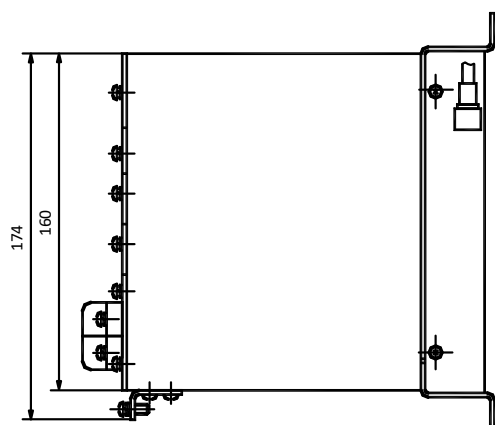


Масса терминала не более 7 кг

Рисунок Б.5 – Габаритные и установочные размеры компактного исполнения устройства (пример с алфавитно-цифровым дисплеем) для утопленного монтажа на дверь ячейки или панель шкафа



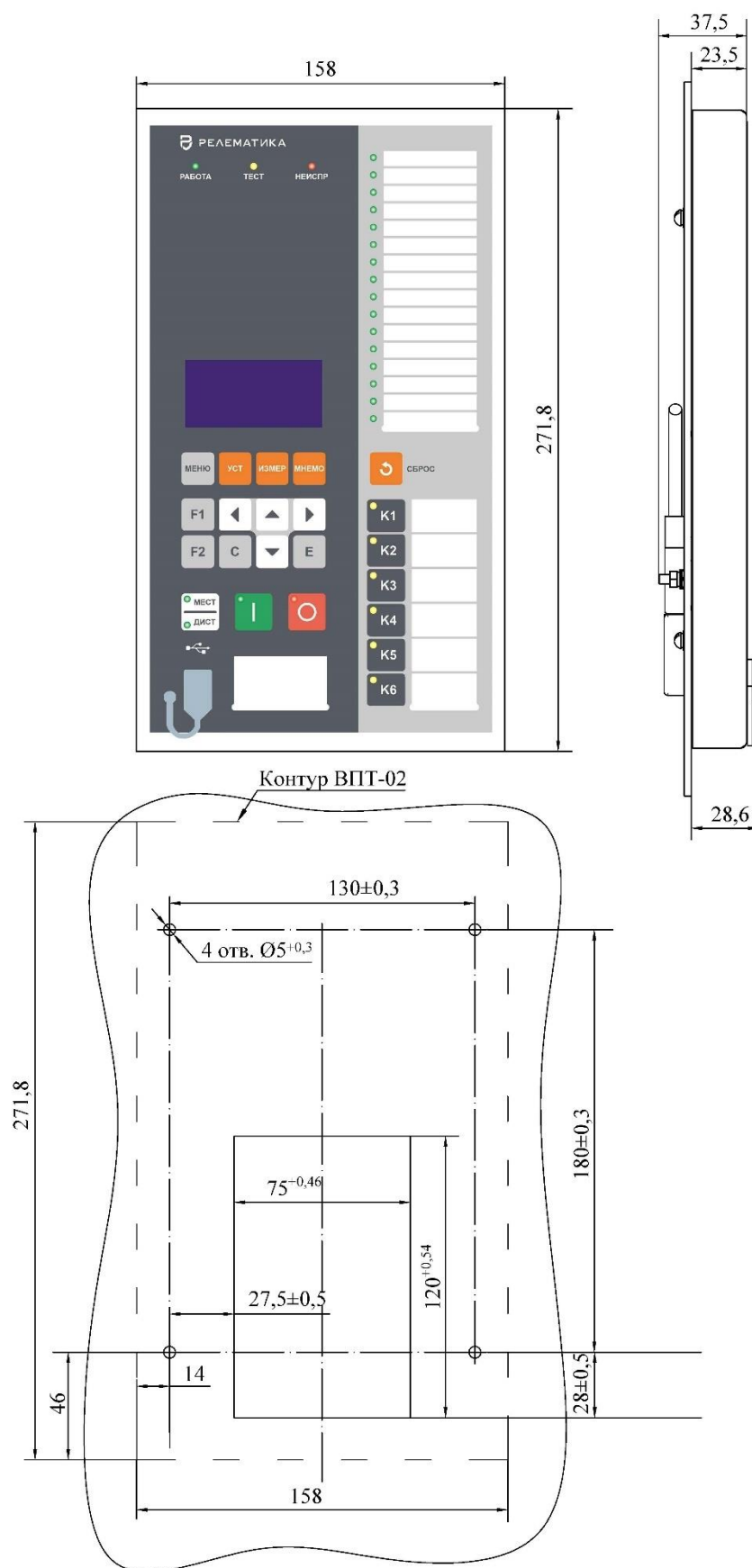
Монтажные отверстия



Масса терминала не более 7 кг

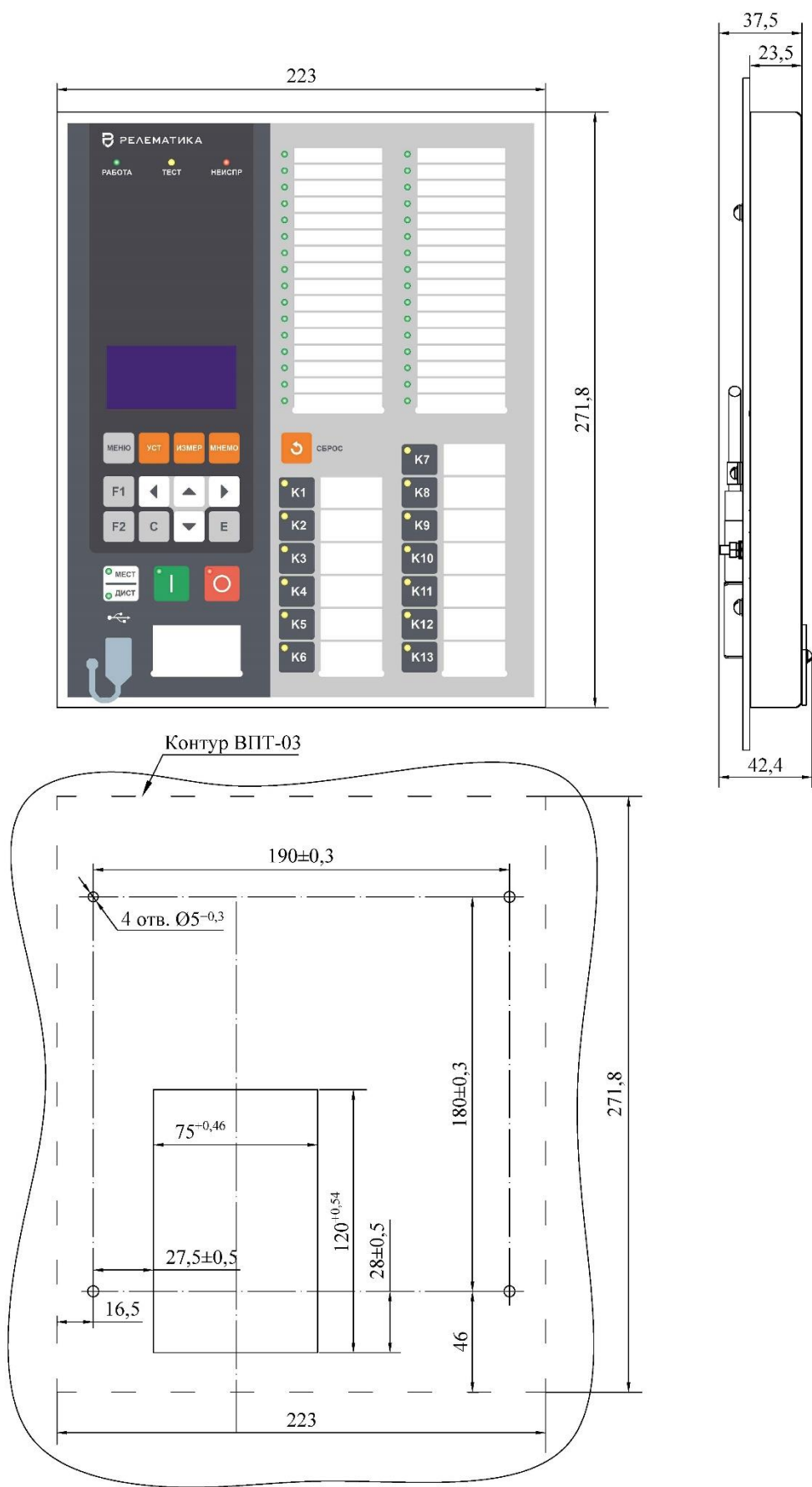
Рисунок Б.6 – Габаритные и установочные размеры компактного исполнения устройства для навесного монтажа на заднюю стенку ячейки или шкафа





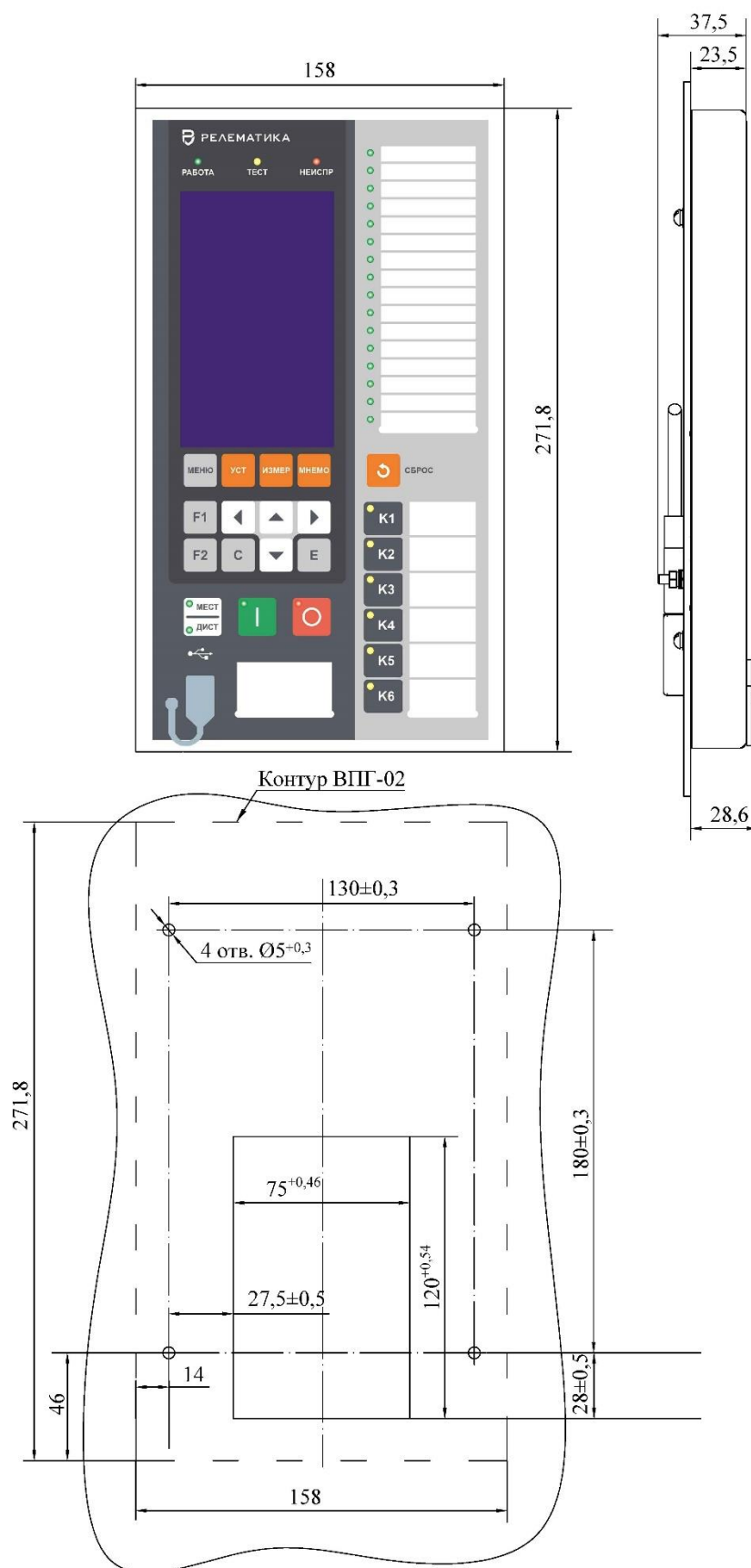
Масса пульта не более 0,65 кг

Рисунок Б.7 – Внешний вид, габаритные и установочные размеры  
выносного пульта ВПТ-02



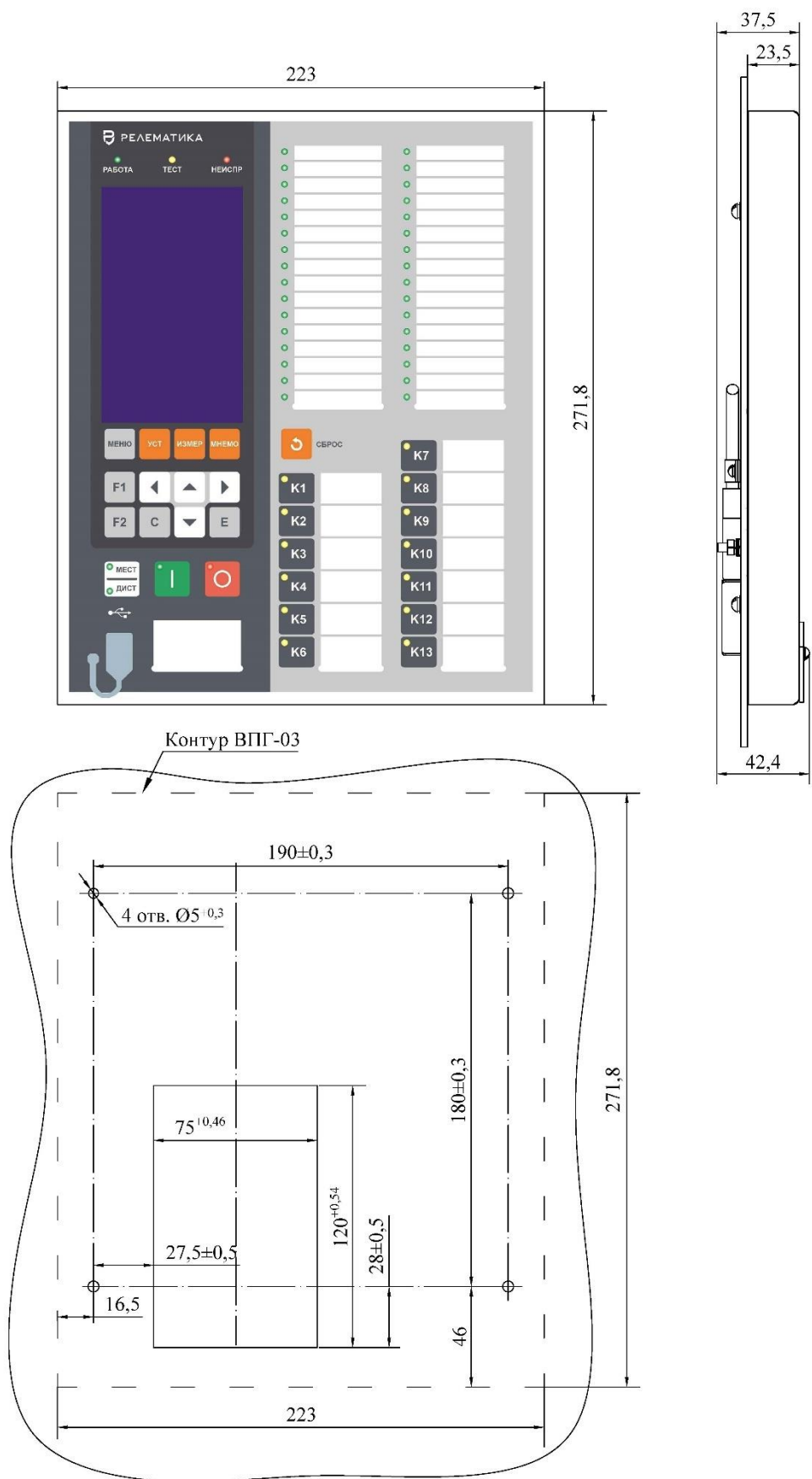
Масса пульта не более 0,85 кг

Рисунок Б.8 – Внешний вид, габаритные и установочные размеры  
выносного пульта ВПТ-03



Масса пульта не более 0,65 кг

Рисунок Б.9 – Внешний вид, габаритные и установочные размеры  
выносного пульта ВПГ-02



Масса пульта не более 0,85 кг

Рисунок Б.10 – Внешний вид, габаритные и установочные размеры выносного пульта ВПГ-03

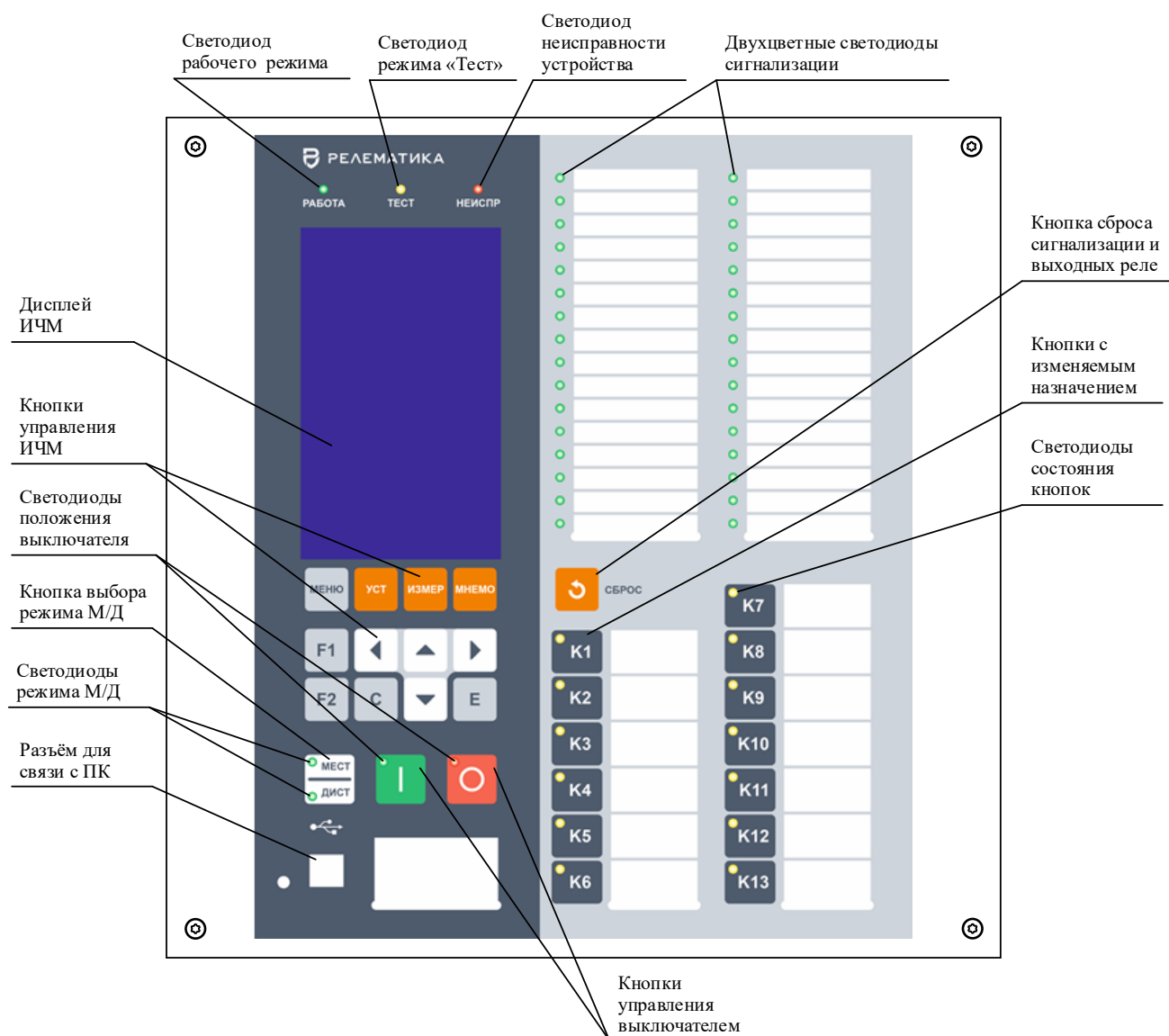


Рисунок Б.11 – Расположение элементов управления и индикации

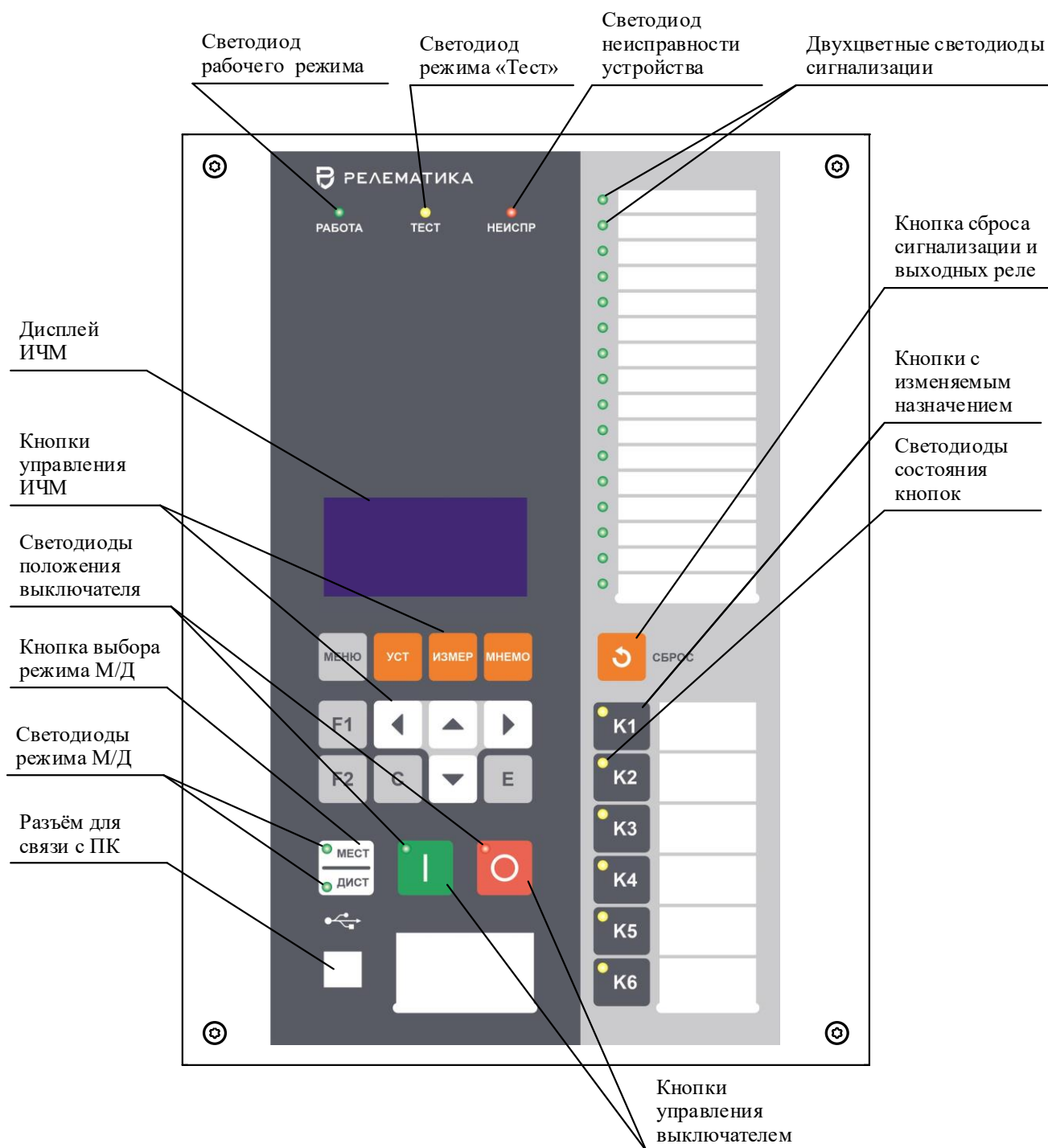


Рисунок Б.12 – Расположение элементов управления и индикации компактного исполнения

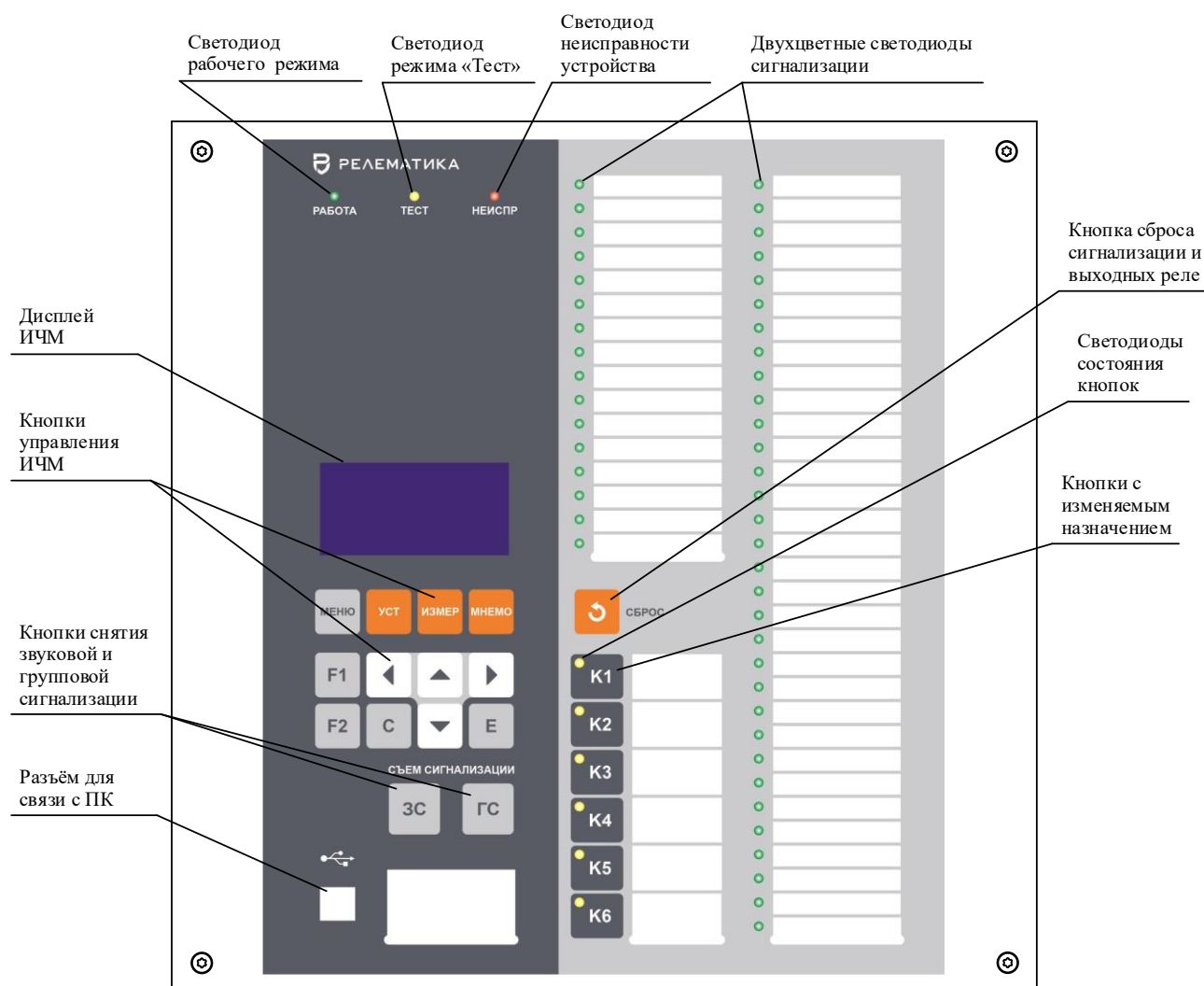
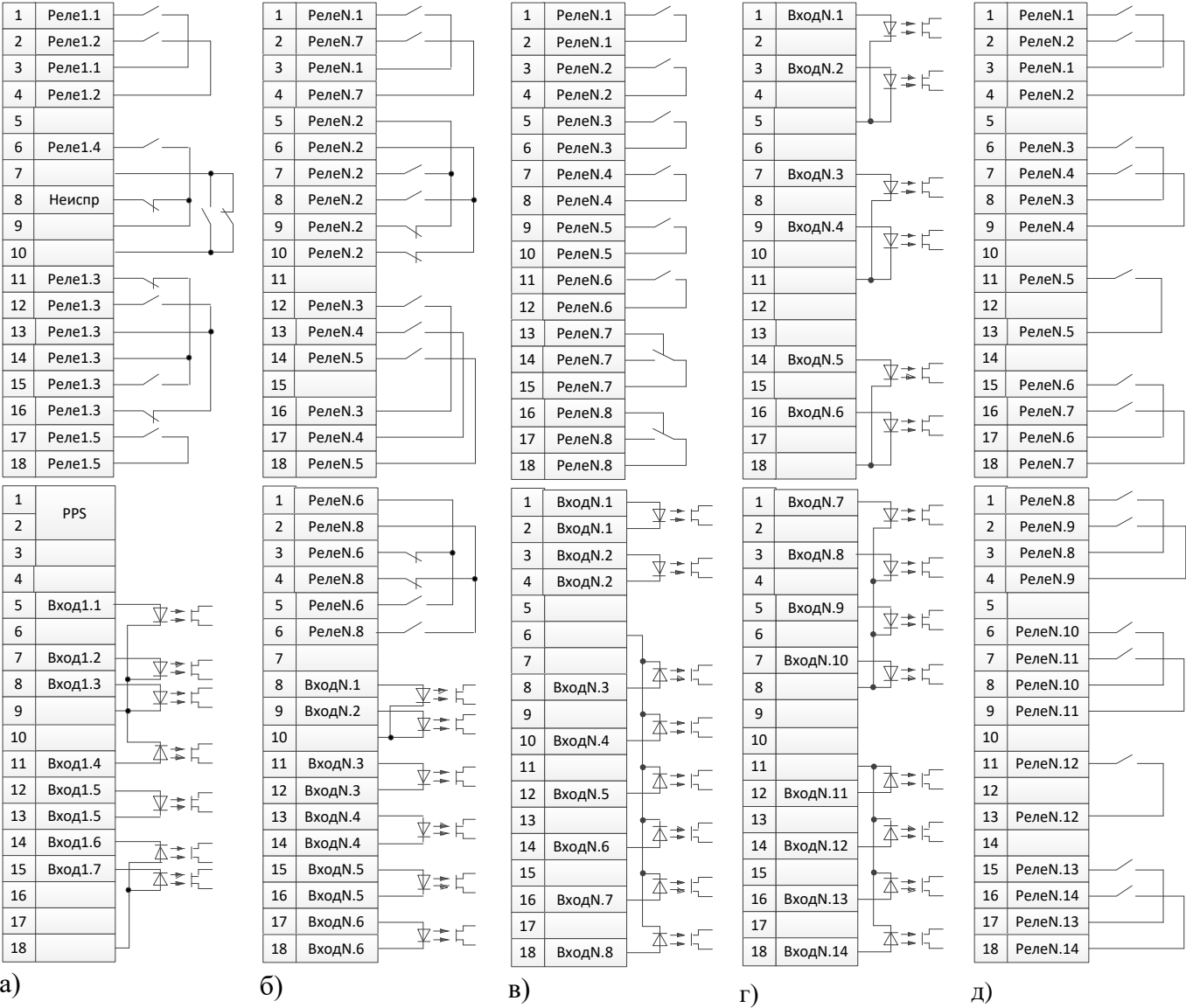


Рисунок Б.13 – Расположение элементов управления и индикации исполнения TOP 200 БЦС

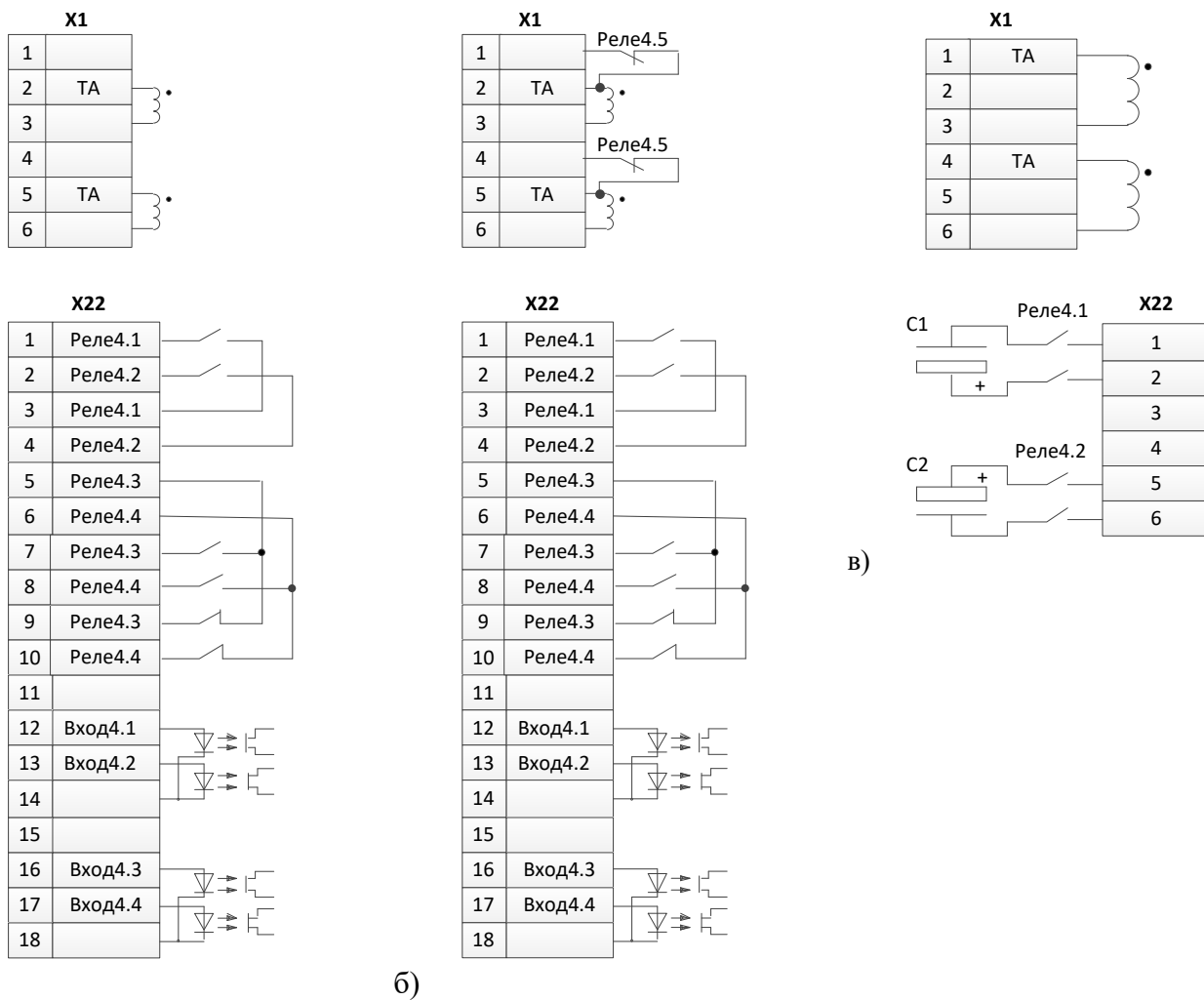
Приложение В  
(обязательное)  
Входы и выходы блоков



N – порядковый номер блока (1 – первый блок)

Рисунок В.1 – Входные и выходные цепи блоков дискретного ввода/вывода  
а) первого блока; б, в, г, д) второго и последующих блоков



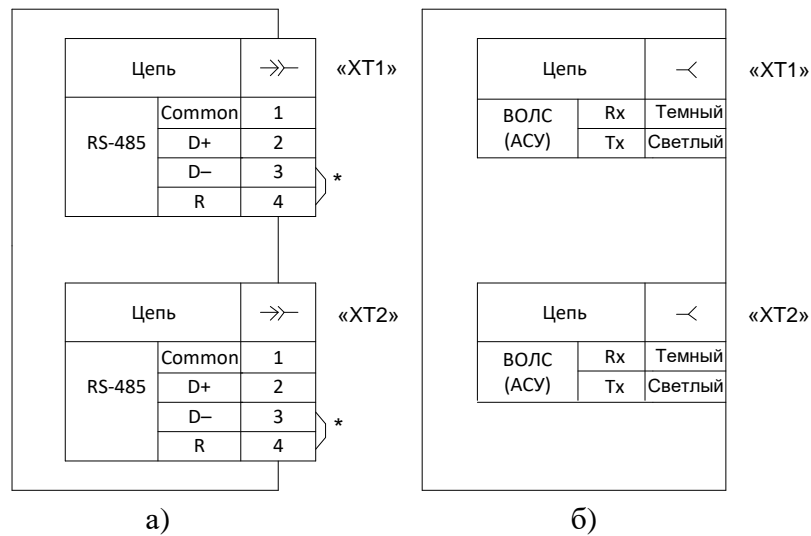


Устанавливаются в качестве четвертого блока.

Рисунок В.2 – Входные и выходные цепи блоков питания  
а) от цепей тока; б) от цепей тока с реле дешунтирования;  
в) от цепей тока с накопительным конденсатором

## Приложение Г (обязательное)

### Обозначение контактов портов связи



\* Перемычки ставятся, если терминал установлен на конце линии. Количество резисторов не должно быть более двух.

Рисунок Г.1 – Порты связи RS-485 и ВОЛС (АСУ)

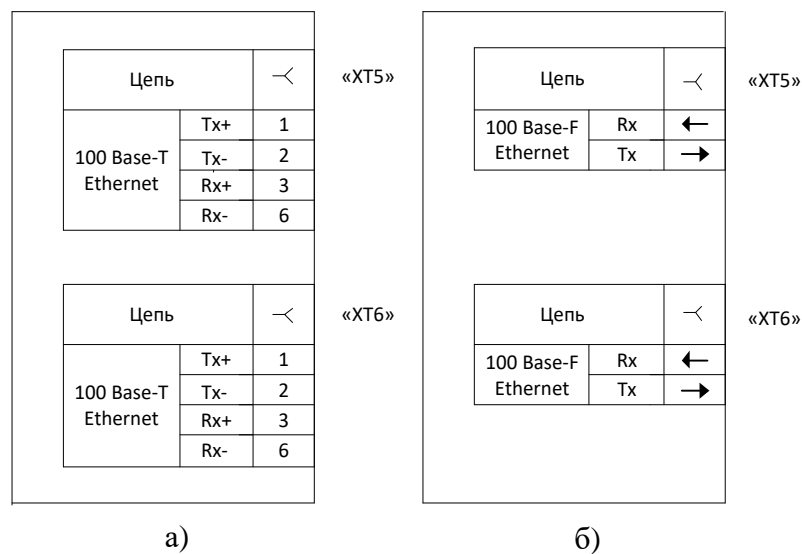


Рисунок Г.2 – Порты связи Ethernet

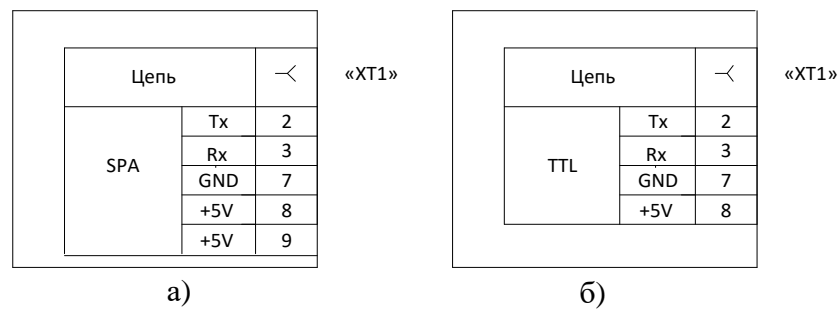


Рисунок Г.3 – Порты связи SPA и TTL

Описание портов связи приведено в таблице Г.4.

Таблица Г.4 – Описание портов связи

Обозначение разъема на задней панели	Рисунок	Порт связи
«ХТ1», «ХТ2»	Г.1 а)	RS-485
	Г.1 б)	БОЛС (АСУ)
«ХТ5», «ХТ6»	Г.2 а)	Ethernet 100 Base-T
	Г.2 б)	Ethernet 100 Base-F
«ХТ1»	Г.3 а)	SPA
	Г.3 б)	TTL

**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	$\pm 0,1 \%$	АРРА-107N, АРРА-109N
Источник питания постоянного тока	(8 – 300) В, (1 – 30) А	$\pm(0,005U_{уст}+0,2В)$ $\pm(0,005I_{уст}+0,02А)$	GPR
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
Установка для проверки электрической безопасности	(100 – 5000) В	$\pm(0,03U+30 В)$	GPT-815
Комплекс программно-технический измерительный	трехфазный режим: (0-135) В, (0-36) А, однофазный режим: (0-405) В, (0-100) А	$\pm(0,004I+0,00004I_{max})$ А $\pm(0,004U+0,00004U_{max})$ В	Ретом-51, Ретом-61, Ретом-71
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
DataTypeTemplates	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 устройства. Она может предоставляться заранее по запросу.

В приложении в АИПБ.656122.025-XXX РЭ2 приводится описание информационной модели устройства в табличной форме с указанием связи с сигналами логики устройства.

ICD-файл содержит секции Header, Communication, IED, DataTypeTemplates.

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.

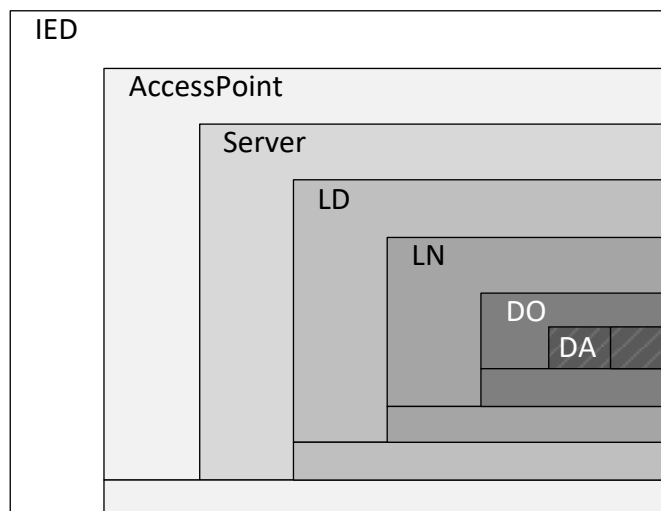


Рисунок Е.1 – Структура описания информационной модели ИЭУ в SCL файле

Устройство содержит одну точку доступа (AccessPoint), которая содержит сервер (Server).

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.

Типы используемых логических узлов (LN), объектов данных (DO), атрибутов данных (DA) и перечислений (Enum) определены в секции DataTypeTemplates в SCL файле.

Таблица Е.2 – Описание логических устройств

Логическое устройство	Описание
SYS <sup>1</sup>	системные функции
DR	регистратор аварийных событий
CTRL	функции управления
PROT	функции РЗА
MEAS	функции измерений
IO (GIO) <sup>2</sup>	дискретные входы и выходы
Примечания	
1 Логическое устройство SYS является корневым (root).	
2 Доступно для пользовательского редактирования (добавление/удаление логических узлов, установление связи атрибутов модели с сигналами логики устройства).	

### 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 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.

Дистанционное управление функциональными клавишами по протоколу MMS, включая кнопку «Сброс», реализуется с помощью управляемых объектов в информационной модели устройства. Описание модели конкретного исполнения устройства приводится в приложении АИПБ.656122.025-XXX РЭ2.

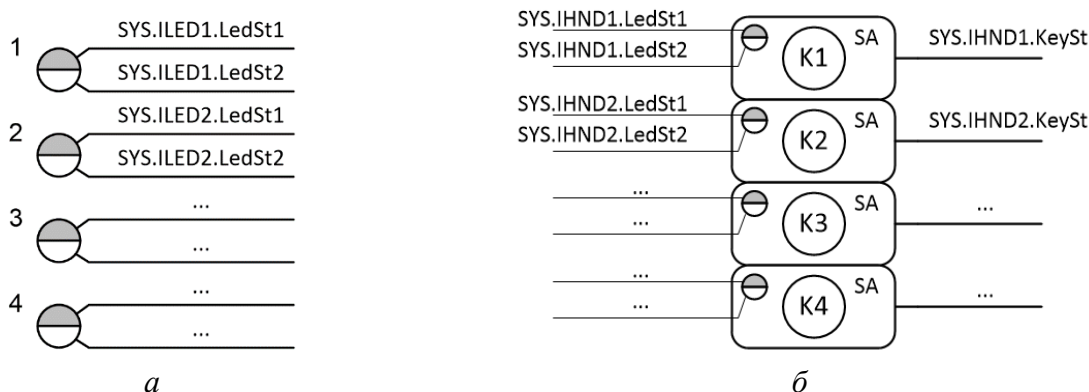


Рисунок Е.2 – Описание светодиодов (а) и функциональных клавиш (б) в модели данных МЭК 61850 устройства начиная с версии ПО 2.16.2

## 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 работы с группами уставок посредством MMS (активация группы уставок, редактирование 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

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 9.

Количество принимаемых GOOSE сообщений – до 32.

Размер набора данных одного GOOSE сообщения: до 24 объектов данных, либо до 24 пар «информационный атрибут + атрибут качества».

Суммарное количество отправляемых по GOOSE пар «информационный атрибут + атрибут качества» – до 200.

Суммарное количество транслируемых пар «информационный атрибут + атрибут качества» из принимаемых GOOSE во внутренние сигналы логики – до 128.

Производительность соответствует классу P1 ( $\leq 3$  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.3.2 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

$$TAL_n = K_{n+1} \cdot T_{n+1} + K_{n+2} \cdot T_{n+2} + \delta,$$

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 <sup>1</sup>	3
Коэффициент n+1	2	2
Коэффициент n+2	0	0
delta	0	0
Примечание 1 Означает двукратное увеличения интервала до тех пор, пока не превышен максимальный интервал повторения T <sub>max</sub> между GOOSE-сообщениями.		

## Е.4 Обработка входящих GOOSE

### Е.4.1 Трансляция в логику устройства

Настройка трансляции информации входящих GOOSE 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 наличию корректного информационного потока, качеству q.validity, контролю режима работы ИЭУ и качеству q.test.

Поддерживается режим работы «Моделирование» для приема смоделированных GOOSE от испытательных комплексов (Е.5.2).

### Е.4.2 Диагностика протоколов передачи данных МЭК 61850

Устройство имеет развитую систему диагностики протоколов передачи данных MMS, GOOSE.

Диагностика предоставляет детальную информацию пользователю о текущем состоянии коммуникаций МЭК 61850, позволяет быстро и адресно определять причины неисправностей. Возможности диагностики МЭК 61850 приведены в п. 3.5.17.

## Е.5 Режимы работы устройства

### Е.5.1 Выбор режима (Mod) и поведение (Beh) ИЭУ

Устройство 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). Разрешение каждого выходного реле устройства в режиме Тест может настраиваться в ПО «МиКРА» (2.4.3.4), 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» (2.4.7). 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.4.

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.

Таблица Е.4 – 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.4.			

### Е.5.2 Режим моделирования

Устройство поддерживает прием и обработку GOOSE 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 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 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 Оп, 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).

## **Е.6 Инжиниринг**

Базовая конфигурация с описанием возможностей устройства содержится в ICD-файле, который может предоставляться по запросу.

Конфигуратором устройства (IED Configurator) является сервисное ПО «МиКРА» (2.4.8.1).

В качестве конфигуратора системы (System Configurator) может использоваться соответствующее ПО сторонних производителей.

Устройство поддерживает инжиниринг системы по схеме top-down (сверху-вниз) 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 предварительно настроенных 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 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.6.1 Изменение модели данных**

При инжиниринге проекта может возникнуть необходимость внести изменения в модель данных МЭК 61850 устройства.

Устройство поддерживает изменение модели данных в логических устройствах IO, GIO с помощью сервисного ПО «МиКРА» (2.4.8.1). Доступно добавление/удаление, редактирование экземпляров логических узлов, изменение связки внутренних сигналов логики устройства с атрибутами модели данных.

## Лист регистрации изменений

[illegible]