



ТЕРМИНАЛЫ ПРИСОЕДИНЕНИЙ

БИМ 1XXX

БИМ 2XXX

БИМ 6XXX

НТЦ "ГОСАН"

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Телефон: (495) 132-19-00

E-mail: gosan@gosan.ru

<http://www.gosan.ru>

ГРВН 343300.250РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

1. Техническое описание.....	2
1.1. Маркировка устройства.....	2
1.2. Конструкция.....	4
1.3. Основные параметры устройства.....	8
1.3.1. Аналоговая часть.....	8
1.3.2. Дискретные входы.....	10
1.3.3. Дискретные выходы.....	11
1.3.4. Питание терминала.....	12
1.3.5. Электрические параметры.....	12
1.4. Интерфейсы и протоколы.....	12
1.4.1. Протокол Vbnet.....	14
1.4.2. Протокол КМО.....	14
1.4.3. Протокол МЭК 61850-8-1.....	15
1.4.4. Протокол МЭК 60870-5-104-2004.....	15
1.5. Условия эксплуатации.....	20
1.6. Базовые функции.....	21
1.6.1. Измерение электрических величин.....	21
1.6.2. Регистрация дискретных событий.....	23
1.6.3. Механизм синхронизации.....	23
1.6.4. Средства самодиагностики.....	24
1.6.5. Журнал системных событий.....	24
1.6.6. Журнал ошибок.....	25
1.6.7. Парольная защита БИМ.....	25
1.6.8. Информация на ЖКИ.....	26
1.6.9. Адрес устройства в СЛВС.....	28
1.6.10. IP адрес терминала при работе в сети Ethernet.....	28
1.6.11. Функциональные клавиши.....	28
1.7. Заказные функции.....	28
1.7.1. Регистратор аварийных событий.....	28
1.7.2. Учёт электроэнергии.....	31
1.7.3. Контроль качества электроэнергии.....	33
1.7.4. Релейная защита и автоматика.....	37
1.7.5. Телеуправление.....	37
2. Монтаж и техническое обслуживание.....	46
2.1. Указания мер безопасности.....	46
2.2. Подготовительные работы.....	46
2.3. Подключение каналов.....	47
2.3.1. Подключение аналоговых шлейфов.....	47
2.3.2. Подключение дискретных входов.....	47
2.3.3. Подключение дискретных выходов.....	47
2.3.4. Подключение дискретных выходов.....	48
2.3.5. Подключение к дискретному терминалу БИМ XX5X.....	48
2.3.6. Подключение внешней сигнализации «Отказ» и «Пуск осциллографа».....	48
2.3.7. Подключение шины PPS.....	49
2.3.8. Монтаж кабеля Vbnet.....	49
2.3.9. Подключение к сети Ethernet.....	49
2.3.10. Подключение к сети КМО.....	49
2.3.11. Подключение к сети RS-485.....	49
2.3.12. Особенности подключения терминала к сети Ethernet.....	50
2.3.13. Особенности подключения терминала по USB.....	50
2.4. Техническое обслуживание.....	50
2.4.1. Контроль работоспособности терминала.....	50
2.4.2. Поверка и калибровка.....	50
2.4.3. Проверка дискретных входов и выходов.....	51
2.4.4. Проверка функций автоматика.....	51
2.4.5. Проверка технического состояния.....	51
2.5. Ремонт и сопровождение.....	52
3. Транспортирование и хранение.....	52
4. Перечень ссылочных документов.....	52

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Терминал присоединения БИМ, далее по тексту устройство, применяется для решения информационных задач и построения средств защит и автоматики в электрической части энергетических объектов.

БИМ является многофункциональным микропроцессорным устройством сопряжения с объектами электротехнического назначения. В нём реализованы функции:

- релейная защита и автоматика РЗА;
- регистратор аварийных событий РАС;
- измерение текущих значений сигналов переменного и постоянного тока;
- телеуправление ТУ;
- учёт количества и контроль качества электрической энергии переменного тока.

Базовое исполнение устройства предусматривает работу в составе специализированной локальной сети «Черный ящик» по сети Ethernet в протоколах МЭК 61850-8-1, МЭК 60870-5-104 и ВВnet.

В конструкцию и программное обеспечение терминала могут быть внесены незначительные изменения не ухудшающие параметры и качество терминала.

1.1. Маркировка устройства

БИМ ABCD.EF.M/N G /K//U/S/P L

<i>Код</i>	<i>Параметр</i>	<i>Варианты</i>
A	конструкция корпуса	1 – стальной корпус для одностороннего монтажа; 2 – стальной корпус двухстороннего обслуживания средний; 6 – стальной корпус двухстороннего обслуживания большой.
B	символьный дисплей	0 – дисплей отсутствует, 3 индикатора; 1 – дисплей с подсветкой, 3 индикатора; 3 – индикация для РЗА;*
C	каналы	0 – аналоговые каналы тока и напряжения; 1 – аналоговые и входные дискретные каналы; 3 – аналоговые, входные дискретные и каналы управления; 4 – исполнение каналов для автономного устройства; 5 – дискретные входные и выходные каналы;
D	тип дискретных входов	0 – потенциальный вход =220 В (150 кОм) 1 – сухой контакт 48 В (внутреннее питание =48 В) 2 – потенциальный вход =110 В 4 – потенциальный вход ~220 В 5 – потенциальный вход =220 В (60 кОм)
E	основной интерфейс/протокол	0 – ВВnet (RG-6) / Bbnet; 8 – USB / ВВnet + Ethernet 100BASE-TX, 100BASE-FX (duplex LC) / bbnet, МЭК 61850-8-1, МЭК 60870-5-104; 9 – Ethernet 100BASE-TX, 100BASE-FX (duplex LC) / bbnet, МЭК 61850-8-1, МЭК 60870-5-104.
F	дополнительный интерфейс/протокол	0 – отсутствует; 1 – RS-232 / GSM;** 2 – RS-485 / ВВnet** 5 – КМО / КМО **; 9 – Ethernet 100BASE-TX, 100BASE-FX (duplex LC) / Bbnet, МЭК 61850-8-1, МЭК 60870-5-104

<i>Код</i>	<i>Параметр</i>	<i>Варианты</i>
М	количество дискретных входов	от 0 до 112 шт. ***
Н	количество дискретных выходов	от 0 до 112 шт. ***
Г	функция	С1 – С4 – наличие функции учёта ЭЭ ****; Д – наличие автоматики и телеуправления; А – аварийный осциллограф; Р – релейная защита (Р00 – Р99); К – функция контроля качества.
К	класс точности	05 – 0,5S *****
І	Номинальный ток	0 – не нормируется; 1 – 1 А через ТТ; 5 – 5 А через ТТ.
U	номинальное напряжение	0 – не нормируется; 100 – 57,7/100 В (ТН); 220 – 230/400 В.
S	управление	0 – управление отсутствует; 8 – 8 А; 01 – 100 мА;
P	напряжение питания	220 – \sim /=220 В 110 – =110 В
L	вид климатического исполнения	УХЛЗ.1 (от -40 до +55 °С);
<p>Примечание:</p> <p>* – Наличие светодиодного символического дисплея с клавиатурой, 20 программируемых индикаторов и 8 клавиш с индикацией для управления режимами.</p> <p>** – Используется только один из вариантов доп. интерфейса при наличии в качестве основного интерфейса Vbnet. Канал межмодульного обмена (КМО) обеспечивает синхронный обмен аналоговой и дискретной информацией между терминалами. Настройка канала выполняется в ПО «Монитор РЗА» [4].</p> <p>*** – Дискретные входы и выходы формируются блоками по 16 каналов. Для дискретных входов с внутренним питанием 48 В – блоки по 15 каналов. Максимальное количество дискретных каналов для БИМ 6Х50 – 112 шт, для БИМ 1Х50/2Х50 – 80 шт.</p> <p>**** – Варианты исполнения функции учета электроэнергии:</p> <p>С1 – Двухнаправленный трехфазный счетчик активной и реактивной энергии трансформаторного включения. Четырехэлементная схема подключения.</p> <p>С3 – Два независимых двухнаправленных трехфазных счетчика активной и реактивной энергии трансформаторного включения. Двухэлементная схема подключения.</p> <p>С4 – До трех двухнаправленных трехфазных счетчика активной и реактивной энергии трансформаторного включения с общими цепями напряжения. Двухэлементная схема подключения.</p> <p>***** – Класс точности указан для функции счетчика учета ЭЭ (справочно)</p>		

1.2. Конструкция

БИМ 1XXX выполнен в стальном корпусе для одностороннего монтажа на лицевой или монтажной сторонах панелей рис. 1.4.

БИМ 2XXX выполнен в стальном корпусе для сквозного монтажа в шкафы и панели с разнесением монтажной части от зоны управления устройством рис. 1.5.

БИМ 6XXX выполнен в стальном корпусе для сквозного монтажа в шкафы и панели с разнесением монтажной части от зоны управления устройством рис. 1.6.

Все перечисленные типы устройств выполнены из одинаковых узлов. Отличия только в конструкции корпусов и количестве используемых узлов.

Модель	Габаритные размеры (ширина/высота/глубина), мм	Масса, кг, не более
БИМ 1XXX	278×257×95	3,8
БИМ 2XXX	193×259×153	3,8
БИМ 6XXX	235×259×167	4,7

Вся информация, связанная с назначением и условиями применения устройства, располагается на лицевой панели. Состав аналоговых каналов с привязкой к клеммным зажимам (таблица 1.1) определён в паспорте на устройство.

Таблица 1.1 Номера зажимов аналоговых каналов

канал 1 – АХ:1, 2
канал 2 – АХ:3, 4
канал 3 – АХ:5, 6
канал 4 – АХ:7, 8
канал 5 – АХ:9, 10
канал 6 – АХ:11, 12
канал 7 – АХ:13, 14
канал 8 – АХ:15, 16
Упит – АХ: 17, 18

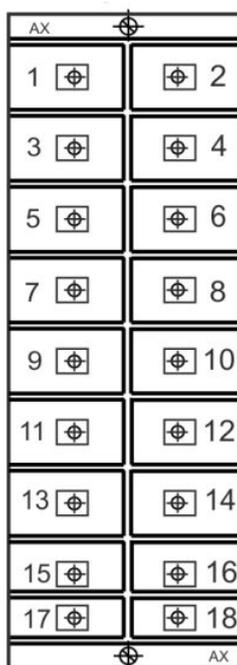


Рисунок. 1.1 Клеммник аналоговых каналов

Клеммы АХ17 и АХ18 предназначены для подключения внешнего источника питания.

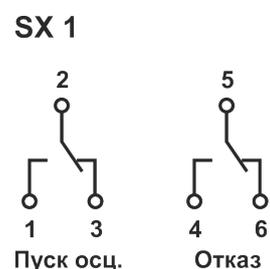


Рисунок. 1.2 Подключение клеммника SX1.

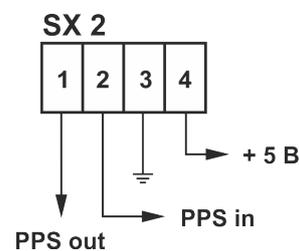


Рисунок. 1.3 Подключение клеммника SX2.

На рисунках 1.4 – 1.6 введены следующие обозначения:

1 – системная сигнализация;	8 – светодиодные индикаторы (программируемые);
2 – символьный дисплей с клавиатурой;	9 – разъём контактов реле «Отказ» и реле «Пуск осц.»;
3 – пломба завода-изготовителя;	10 – разъём сигналов PPS;
4 – клеммные зажимы аналоговых каналов;	11 – разъёмы интерфейса Ethernet;
5 – дискретные каналы;	12 – разъём интерфейса USB;
6 – место заземления устройства;	13 – разъём интерфейса Bbnet;
7 – функциональная клавиатура (накладки);	14 – разъём интерфейсов RS232/RS485/КМО;
	15 – разъём питания 220 В.

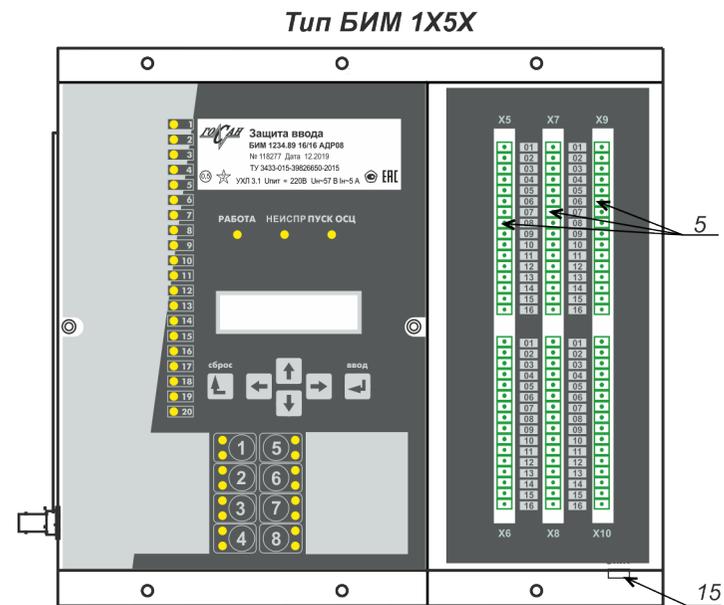
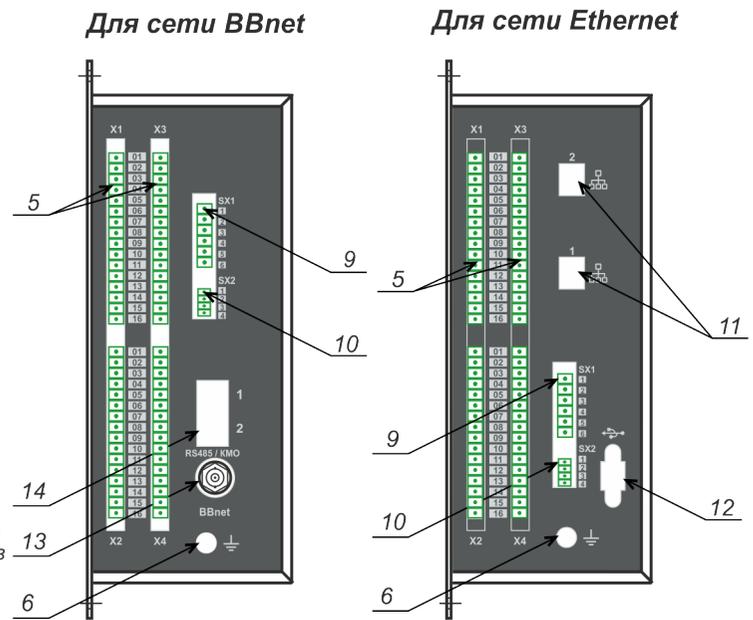
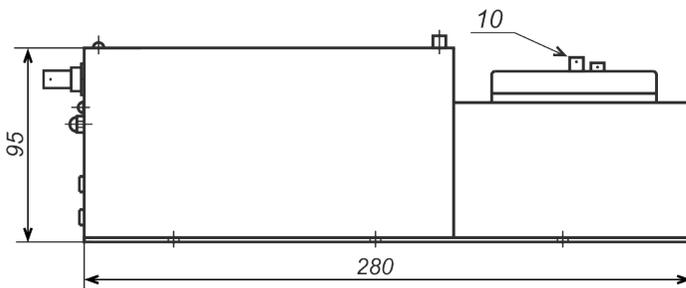
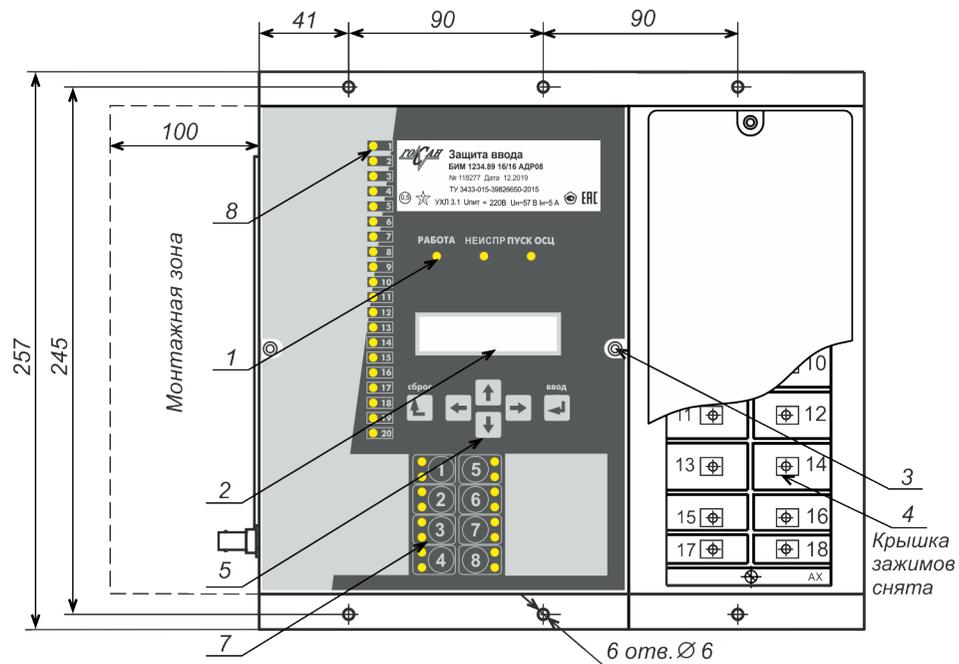


Рисунок. 1.4 Общий вид устройства BIM 1XXX

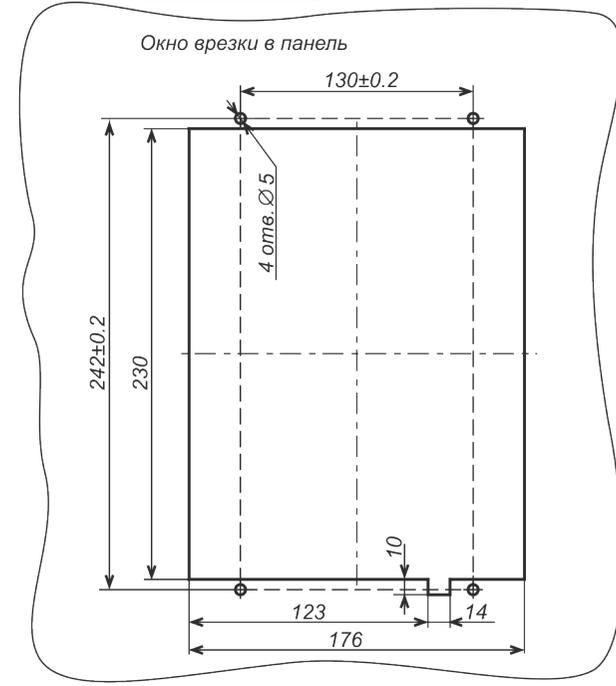
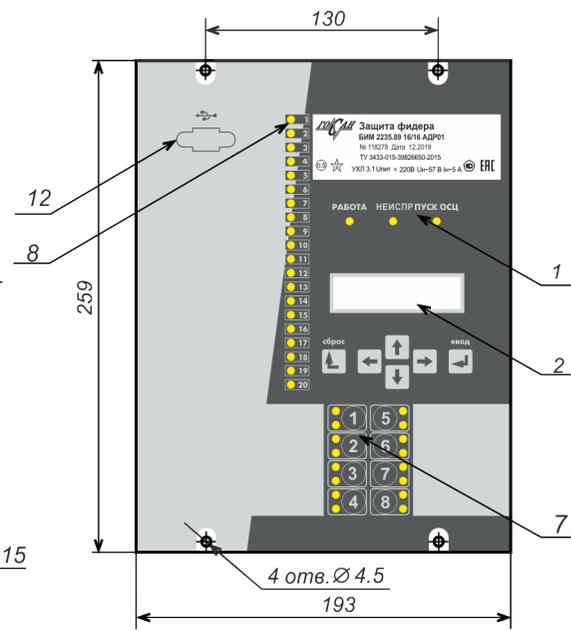
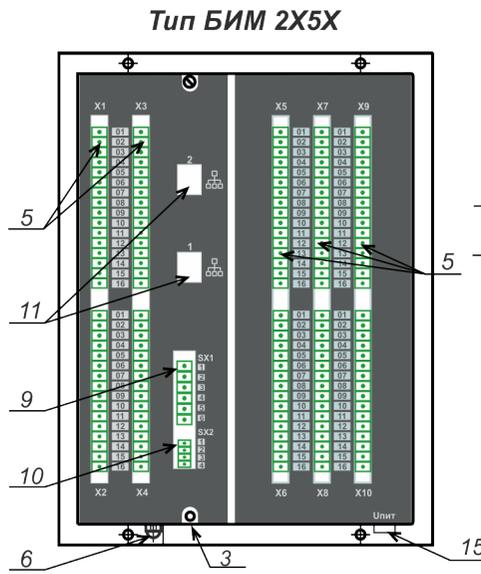
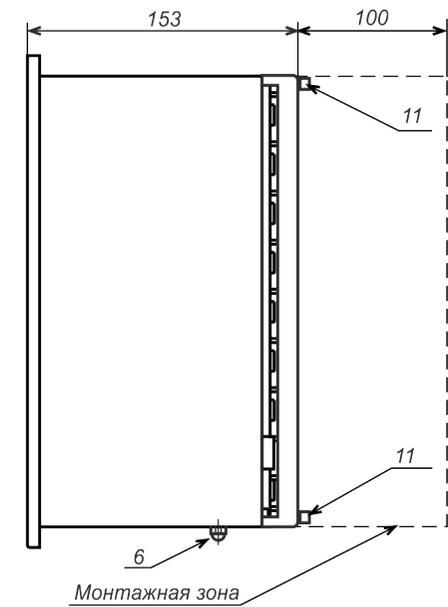
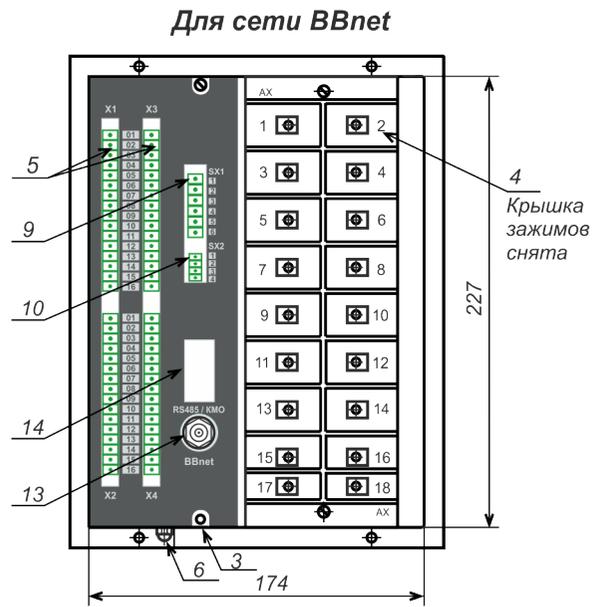
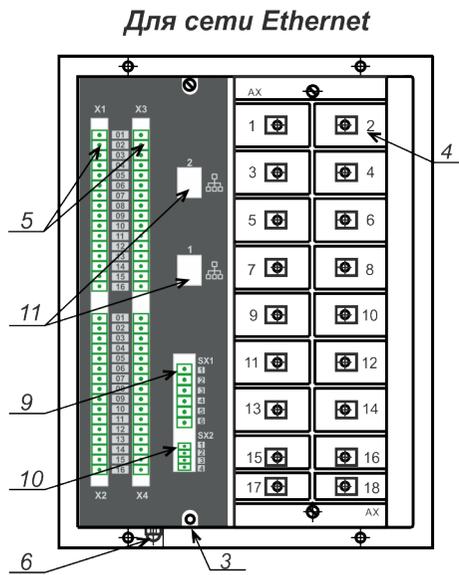


Рисунок. 1.5 Общий вид устройства БИМ 2XXX

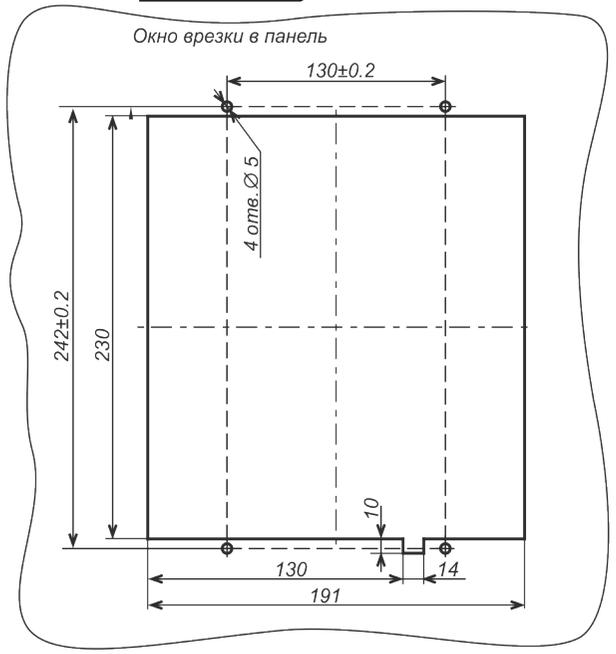
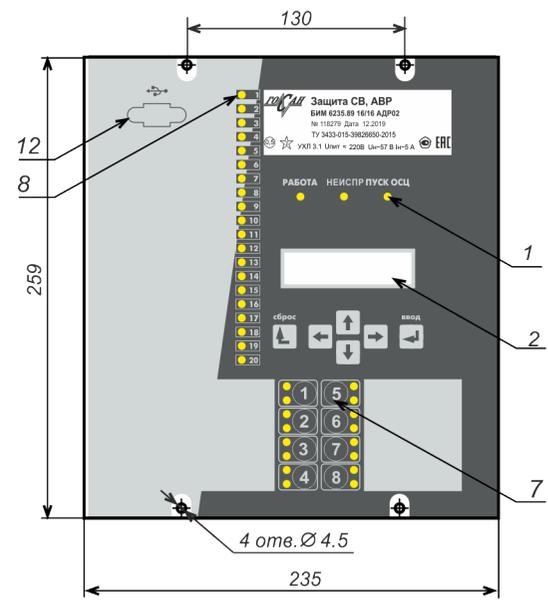
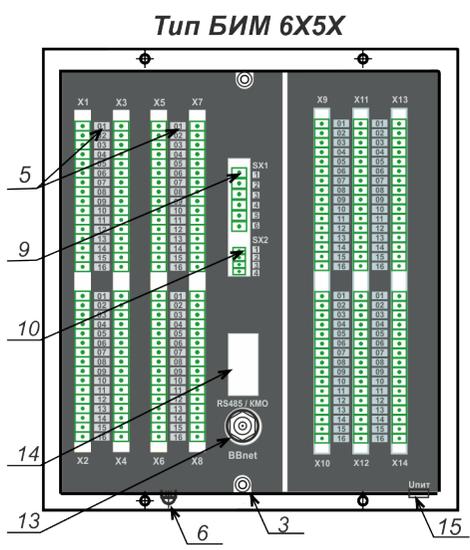
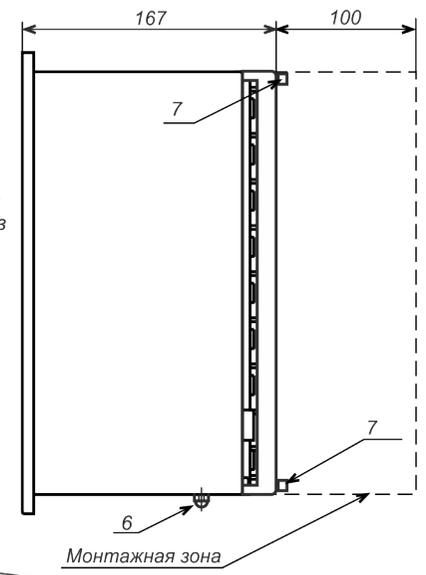
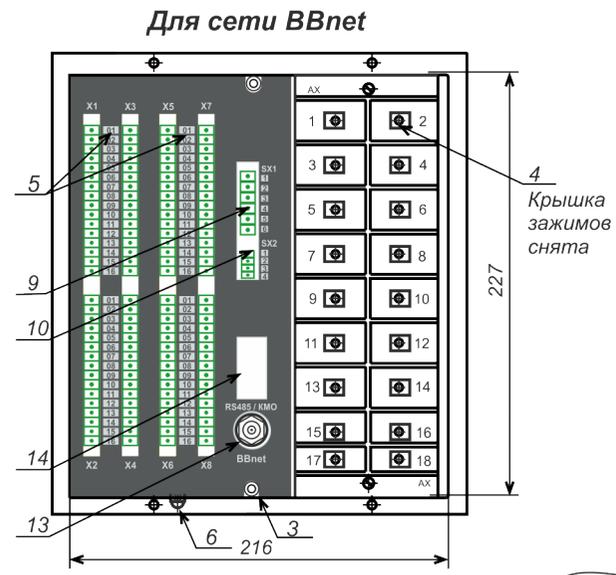
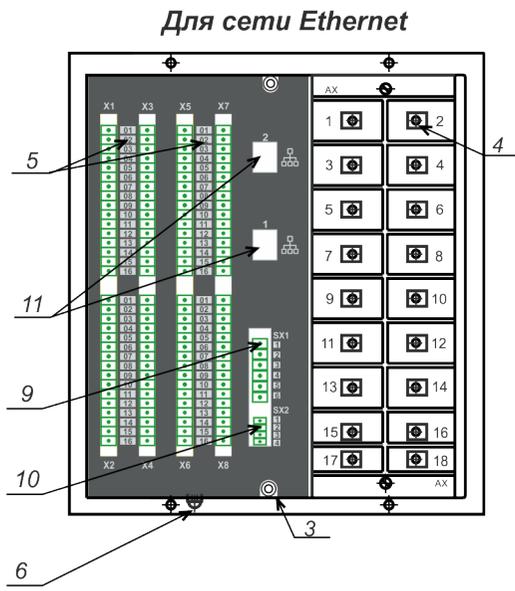


Рисунок. 1.6 Общий вид устройства БИМ 6ХХХ

1.3. Основные параметры устройства

1.3.1. Аналоговая часть

Устройство содержит до 8 входных аналоговых каналов.

Преобразователи (датчики) тока и напряжения выполнены на основе прецизионных трансформаторов с устойчивыми измерительными характеристиками (для цепей переменного тока) или развязывающих усилителей (для цепей постоянного тока).

Комплектация БИМ преобразователями определяется заказной спецификацией (см. паспорт устройства).

Расчет симметричных составляющих тока и напряжения, а также расчет мощностей

Таблица 1.2 Общие параметры

Количество аналоговых каналов, не более	8
Частоты входных сигналов, Гц	0 – 4000
Сопротивление изоляции между независимыми цепями, между независимыми цепями и корпусом, МОм, не менее	100
Гальваническая развязка (цепи передачи информации/аналогового датчика ТН - 500/остальные цепи), кВ, не хуже	~0,5/ ~2,5/ ~2,0

Таблица 1.3 Метрологические характеристики

Наименование измеряемой величины	Величина входного сигнала	Пределы допускаемой основной погрешности	Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной отклонением температуры окружающей среды на каждые 1°С от номинального диапазона от +15 до +25 °С
Действующее значение напряжения переменного тока: – номинальное значение, U_n , В – рабочий диапазон измерений, В – аварийный диапазон измерений, В	100; 400 от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ от $0,05 \cdot U_n$ до $0,8 \cdot U_n$ и от $1,2 \cdot U_n$ до $1,4 \cdot U_n$	$\pm 0,5 \%$ $\pm 0,5 \%$	$\pm 0,03 \%$
Действующее значение силы переменного тока: – номинальное значение, I_n , А – рабочий диапазон измерений, А – аварийный диапазон измерений, А	1; 5 от $0,05 \cdot I_n$ до $2 \cdot I_n$ от $2 \cdot I_n$ до $40 \cdot I_n$	$\pm 0,5 \%$ $\pm 1,0 \%$	$\pm 0,03 \%$
Частота переменного тока: – диапазон измерений, Гц	от 45 до 55	$\pm 0,01$ Гц	$\pm 5 \cdot 10^{-4}$ Гц
Фазовый угол основной гармоники переменного напряжения и тока: – диапазон измерений в рабочем диапазоне напряжения и тока (от $0,8 \cdot U_n$ до $1,2 \cdot U_n$ и от $0,05 \cdot I_n$ до $8 \cdot I_n$) – диапазон измерений в аварийном диапазоне напряжения и тока (от $0,05 \cdot U_n$ до $0,8 \cdot U_n$ и от $1,2 \cdot U_n$ до $1,4 \cdot U_n$; от $8 \cdot I_n$ до $50 \cdot I_n$)	от минус 180° до +180° от минус 180° до +180°	$\pm 0,5^\circ$ $\pm 2^\circ$	$\pm 0,02^\circ$

Напряжение постоянного тока: – номинальное значение, U_n , мВ – рабочий диапазон измерений, мВ – аварийный диапазон измерений, мВ	75 от $0,1 \cdot U_n$ до $2 \cdot U_n$ от $2 \cdot U_n$ до $10 \cdot U_n$	$\pm 0,5$ % прив. $\pm 0,5$ %	$\pm 0,05$ %
Напряжение постоянного тока: – номинальное значение, U_n , В – рабочий диапазон измерений, В – аварийный диапазон измерений, В	10 от $0,1 \cdot U_n$ до $2 \cdot U_n$ от $2 \cdot U_n$ до $6 \cdot U_n$	$\pm 0,5$ % прив. $\pm 0,5$ %	$\pm 0,05$ %
Напряжение постоянного тока: – номинальное значение, U_n , В – рабочий диапазон измерений, В – аварийный диапазон измерений, В	220 от $0,1 \cdot U_n$ до $2 \cdot U_n$ от $2 \cdot U_n$ до $4 \cdot U_n$	$\pm 0,5$ % прив. $\pm 0,5$ %	$\pm 0,05$ %
Мощность трехфазного переменного тока активная при $ \cos\varphi =1,0$, Вт	от $0,04 \cdot P$ до $1,44 \cdot P$	$\pm 0,5$ %	$\pm 0,03$ %
Мощность трехфазного переменного тока активная при $ \cos\varphi =0,5$ (индуктивная нагрузка), $ \cos\varphi =0,8$ (ёмкостная нагрузка), Вт	от $0,04 \cdot P$ до $1,44 \cdot P$	$\pm 0,6$ %	$\pm 0,05$ %
Мощность трехфазного переменного тока реактивная, при $ \sin\varphi =1,0$, вар	от $0,04 \cdot Q$ до $1,44 \cdot Q$	± 1 %	$\pm 0,07$ %
Мощность трехфазного переменного тока реактивная, при $ \sin\varphi =0,5$ (индуктивная или ёмкостная нагрузка), вар	от $0,04 \cdot Q$ до $1,44 \cdot Q$	$\pm 1,5$ %	$\pm 0,07$ %
Мощность трехфазного переменного тока полная, В·А	от $0,04 \cdot S$ до $1,44 \cdot S$	$\pm 0,5$ %	$\pm 0,03$ %
Мощность однофазного переменного тока активная при $ \cos\varphi =1$, Вт	от $0,04 \cdot P$ до $1,44 \cdot P$	$\pm 0,5$ %	$\pm 0,05$ %
Мощность однофазного переменного тока активная при $ \cos\varphi =0,5$ (индуктивная нагрузка), $ \cos\varphi =0,8$ (ёмкостная нагрузка)	от $0,04 \cdot P$ до $1,44 \cdot P$	$\pm 0,6$ %	$\pm 0,05$ %
Мощность однофазного переменного тока реактивная, при $ \sin\varphi =1,0$, вар	от $0,04 \cdot Q$ до $1,44 \cdot Q$	± 1 %	$\pm 0,07$ %
Мощность однофазного переменного тока реактивная, при $ \sin\varphi =0,5$ (индуктивная или ёмкостная нагрузка), вар	от $0,04 \cdot Q$ до $1,44 \cdot Q$	$\pm 1,5$ %	$\pm 0,07$ %
Мощность однофазного переменного тока полная, В·А	от $0,04 \cdot S$ до $1,44 \cdot S$	$\pm 0,5$ %	$\pm 0,03$ %
Синхронизация системного времени терминалов БИМ относительно шкалы времени UTC (SU), при нормальных условиях эксплуатации, мс, не хуже	–	± 1	–

Примечания:

- 1) время измерения силы тока более $8I_n$ А, не должно превышать 1 с
- 2) шкала времени UTC (SU) – национальная шкала времени Российской Федерации, контролирующаяся Государственной службой времени и частоты
- 3) прив. – приведенная погрешность, в качестве нормирующего значения используется диапазон измерений
- 4) P – значение активной электрической мощности трехфазной $P=3 \cdot I_n \cdot U_n \cdot \cos\varphi$ или однофазной $P=I_n \cdot U_n \cdot \cos\varphi$, Вт
- 5) Q – значение реактивной электрической мощности трехфазной $Q=3 \cdot I_n \cdot U_n \cdot \sin\varphi$ или однофазной $Q=I_n \cdot U_n \cdot \sin\varphi$, вар
- 6) S – значение полной электрической мощности трехфазной $S=3 \cdot I_n \cdot U_n$ или однофазной $S=I_n \cdot U_n$, В·А

Таблица 1.4 Назначение преобразователей

Преобразователь	Назначение
ДН-0,15	Для шунтов 75 мВ
ДН-1	Для сигналов ВЧ постов
ДН-16	Для сигналов ВЧ постов
ТН-500	Напряжение цепей переменного тока 100 В и 0,4 кВ
ДН-500	Для контроля цепей =220 В, =110 В
ДТ-40 мА	Внешние датчики и преобразователи
ДТ-150 мА	Внешние датчики и преобразователи
ДТ-1А	Для блока центральной сигнализации
ДТ-5А	Для блока центральной сигнализации
ТТ-1А	Вторичные цепи 1 А
ТТ-5А	Вторичные цепи 5 А
ТТ-50мА	Для устройства КИВ

Таблица 1.5 Характеристики преобразователей аналоговых каналов

Преобразователь	Потребляемая мощность в В·А	Входное сопротивление	Минимальный сигнал	Номинальный сигнал	Максимальный сигнал длительно	Термическая стойкость 1 с
ДН-0,15	$5,6 \cdot 10^{-6}$	1 кОм	0,1 мВ	75 мВ	8 В	10 В
ДН-1	$0,1 \cdot 10^{-3}$	10 кОм	1,12 мВ	1 В	50 В	50 В
ДН-16	0,001	100 кОм	11,2 мВ	10 В	200 В	200 В
ДН-500	0,014	3,5 МОм	0,38 В	220 В	750 В	850 В
ТН-500	0,16	300 кОм	0,38 В	57,7 В/ 100 В/ 220 В	560 В	750 В
ДТ-40 мА	0,01	3,5 Ом	0,03 мА	20 мА	250 мА	400 мА
ДТ-150 мА	0,005	0,5 Ом	0,2 мА	100 мА	750 мА	1,5 А
ДТ-1А	0,01	10 МОм	1,82 мА	1 А	4 А	10 А
ДТ-5А	0,125	5 МОм	7,3 мА	5 А	20 А	50 А
ТТ-1А	0,01	10 МОм	1,82 мА	1 А	8 А	40 А
ТТ-5А	0,125	5 МОм	7,3 мА	5 А	40 А	200 А
ТТ-50мА	0,00138	0,55 Ом	0,008 мА	50 мА	400 мА	2 А

1.3.2. Дискретные входы

Терминалы модификаций БИМ 1ХХХ и БИМ 2ХХХ имеют до 80 дискретных входов, модификация БИМ 6ХХХ – до 112 дискретных входов.

Таблица 1.6 Физические характеристики дискретных входов

Номинальное напряжение	=220 В РЗА	=220 В РАС	~220 В РАС	=110 В РАС	=48 В РАС
Напряжение срабатывания, В	158 – 170	132 – 143	161 – 167	81 – 83	36 – 37
Напряжение возврата, В	132 – 154	99 – 121	155 – 158	81 – 83	36 – 37
Входное сопротивление, кОм, не более	60	60	–	–	6,8
Значение тока после срабатывания входа	30 мА/10 мс	30 мА/10 мс	–	–	–
Входной ток удержания, мА	–	–	3	–	–

Таблица 1.7 Обработка дискретных входов

Регистрирующая часть	Постоянный ток	Переменный ток
Период опроса каналов, мс	1	
Разрешающая способность по времени, мс	1	
Точность фиксации событий по времени, мс	±1	±10
Униполярность (отсутствие срабатывания ДВ при подведении напряжения обратной полярности)	есть	нет
Фильтр защиты от помех настраиваемый длительностью, мс	0 – 20	12 – 60

1.3.3. Дискретные выходы

БИМ 1XXX и БИМ 2XXX имеет до 80 дискретных выходов, модификации БИМ 6XXX – до 112 дискретных выходов. Дискретные выходы выполнены на электромеханических реле (2 контактные группы — нормально открытые (НО), нормально замкнутые (НЗ)), или на твердотельных реле, которые имеют замыкающие контакты.

Таблица 1.8 Характеристики дискретных выходов

Типы выходных реле	Электромеханические	Твёрдотельные
Максимальное рабочее напряжение, В	250	=250
Пиковое напряжение, В	400	=400
Максимальный рабочий ток, А	8	0,1
Ток замыкания, А: в течение 1 с в течение 0,2 с в течение 0,03 с	10 30 40	–
Ток размыкания при постоянном напряжении =220 В индуктивной нагрузки L/R=50 мс, мА, не более	250	140
Ток размыкания при постоянном напряжении =220 В резистивной нагрузки, мА, не более	350	140
Максимальная коммутируемая мощность, Вт	~2000 / =60	≈50
Время срабатывания, мс, не более	8	2
Время отпускания, мс, не более	15	0,5
Сопротивление замкнутых контактов, Ом, не более	0,1	30
Количество электрических циклов срабатывания	2,0×10 ⁵	не ограничено
Гальваническая развязка, В, не менее	~ 2000	
Тип контакта	«сухой контакт»	
Сопротивление изоляции между независимыми цепями, между независимыми цепями и корпусом, МОм, не менее	100	

1.3.4. Питание терминала

Таблица 1.9 Параметры блока питания

Параметр	Переменный ток выпрямленный ток	Постоянный ток
Диапазоны входных напряжений: 220 В	110 – 260 В	110 – 350 В
Допустимая длительность провалов напряжения, с, не более: до 30 % до 60 %	Не ограничено 5	Не ограничено 1
Допустимая длительность прерывания напряжения, с, не более:	1	0,5
Потребляемая мощность, В·А, не более	15	
Пиковый потребляемый ток при включении, не более	5 А/5 мс	
Сопротивление изоляции между независимыми цепями, между независимыми цепями и корпусом, МОм, не менее	100	
Гальваническая развязка относительно корпуса, В	~2000	

1.3.5. Электрические параметры

Влияние напряжения питания

Относительная погрешность контролируемых устройством параметров при изменении напряжения питания на $\pm 12\%$ от номинального значения не превышает значений, указанных в таблице 1.3.

Устройство не повреждается и не срабатывает ложно при включении и (или) отключении оперативного тока, а также при замыканиях на землю одного из полюсов напряжения постоянного оперативного тока выводов любого из дискретных входов и выходов.

Устройство нечувствительно к полярности подключения напряжения питания постоянным оперативным током.

После перерывов питания любой длительности устройство сохраняет заданные алгоритмы работы и следующие параметры:

- заданные уставки;
- записи регистратора событий;
- сигнализацию работы защит и автоматики.

Время готовности при включении

Устройство в нормальных условиях, при подаче номинального уровня напряжения оперативного тока, включается и выполняет аварийную процедуру отключения в течение 0,25 с.

Время работы после исчезновения питания

Устройство в нормальных условиях при исчезновении оперативного напряжения питания сохраняет работоспособность в течение 0,5 с при постоянном напряжении питания, 1 с при переменном напряжении питания.

Влияние частоты сигналов

Устройство работоспособно при изменении частоты входных сигналов тока и напряжения от 45 до 55 Гц.

1.4. Интерфейсы и протоколы

Устройство может иметь до двух интерфейсов – Bbnet, Ethernet, КМО, RS485, RS232. Для связи устройств между собой используются интерфейсы КМО или Ethernet.

Использование интерфейсов Bbnet и КМО предусматривает работу по протоколам Bbnet и КМО соответственно.

По Ethernet работают одновременно как протокол Bbnet, так и протоколы стандарта МЭК 61850-8-1 (MMS, GOOSE), МЭК 60870-5-104, протоколы синхронизации времени SNTP.

Таблица 1.10 Интерфейсы

Интерфейс Vbnet		
Протокол обмена	Vbnet	
Количество интерфейсов в устройстве	1	
Логическая архитектура сети	Звезда	
Физическая архитектура сети	общая шина	
Среда передачи	Коаксиальный кабель/ ВОЛС	
Стык с ПК	Контроллер СЛВС ЧЯ	Преобразователь VVnet/all
Скорость обмена, не менее, кбит/с	375	115
Максимальная длина кабеля (до ретранслятора), не более, м	800	200
Количество устройств на одной линии, не более	20	15
Максимальное удаление от управляющего центра (с ретрансляцией), не более, м	2400	
Количество устройств в сети на один контроллер	до 125	
Сопrotивление изоляции между независимыми цепями, между независимыми цепями и корпусом, МОм, не менее	100	
Гальваническая развязка, В, не хуже	~500	
Интерфейс Ethernet 100BASE-TX, 100BASE-FX		
Скорость обмена, Мбит/с	100	
Количество интерфейсов в устройстве	2	
Среда обмена	витая пара UTP-4, одномодовое, многомодовое оптическое волокно (duplex LC)	
Протокол обмена	Vbnet, МЭК 61850-8-1, МЭК 60870-5-104, SNTP	
Максимальное удаление устройства от коммутатора, м	100BASE-TX – 120 / 100BASE-FX – 5000	
Гальваническая развязка, В, не хуже	~500	
Канал межмодульного обмена (КМО)		
Скорость обмена, Мбит/с	2	
Количество интерфейсов в устройстве	2	
Электрический интерфейс	RS-485	
Среда передачи	витая пара UTP-4	
Протокол передачи	Кадры: каждый → всем	
Скорость передачи информации между устройствами, Кбайт/с, не менее	32	
Максимальная задержка доставки информации (16 устройств), мс	5	
Максимальная суммарная длина кабеля связи, м	250	
Количество устройств в сети, не более	32	
Сопrotивление изоляции между независимыми цепями, между независимыми цепями и корпусом, МОм, не менее	100	
Гальваническая развязка, В, не хуже	~500	

Интерфейсы RS232/485		
Электрический интерфейс	RS-232	RS-485
Скорость обмена, бит/с	19200	57600
Количество интерфейсов в устройстве	1	2
Среда передачи	3-х проводный кабель	Витая пара UTP-4
Протокол передачи	АТ набор команд модема	Bbnet
Сопrotивление изоляции между независимыми цепями, между независимыми цепями и корпусом, МОм, не менее	100	
Гальваническая развязка, В, не хуже	~500	
Интерфейс USB (спецификация 2.0)		
Вид разъема	Тип В	
Максимальная длина кабеля	5 м	
Количество интерфейсов в устройстве	1	
Протокол обмена	Bbnet	
Поддерживаемые скорости передачи данных	от 300 до 921600 бит/сек	
Поддерживаемые форматы данных:	Режим UART, RS485	
Максимальный размер пакета данных	576 байт	
Управление направлением передачи	сигнал CTS	

1.4.1. Протокол Bbnet

Все вышеперечисленные измеряемые и вычисляемые значения доступны по цифровым интерфейсам устройства. Значения амплитуды и фазы, а также производные от них величины, предварительно усредняются на интервале 80 мс для повышения точности и стабильности представления. Значения частоты усредняются на интервале 160 мс.

Скорость получения измерений управляющим центром – от 500 аналоговых каналов в секунду.

Кроме этого через ЛВС доступна выборка текущих аналоговых сигналов с равномерной частотой дискретизации 3200 Гц, разрешением 16 бит и объемом до 300 мс. При выполнении выборки из нескольких устройств комплекса работает механизм, выполняющий точную синхронизацию выборок между всеми БИМ ЛВС.

Для дискретных каналов доступна следующая информация:

- Текущее состояние любого физического и виртуального дискретного канала;
- Текущие показания счетчиков импульсов;
- Выборка из архива событий за любой имеющийся там период времени;
- Управление дискретными выходами напрямую или через логические входы (в БИМ с функцией релейной защиты).

1.4.2. Протокол КМО

Протокол КМО (канал межмодульного обмена) используется для объединения нескольких терминалов в единую функциональную группу. КМО позволяет создать канал обмена информацией (аналоговыми и дискретными сигналами) между 32 терминалами. По архитектуре КМО строится как общая шина между всеми устройствами канала.

Наличие в терминалах канала межмодульного обмена позволяет организовать синхронизированный механизм передачи/приема значений аналоговых величин, дискретных команд и сигналов для работы защит, автоматики и сигнализации.

Настройка КМО производится с помощью программы «Монитор РЗА» [1].

1.4.3. Протокол МЭК 61850-8-1.

Адресация устройства по TCP/IP и MAC адресу производится согласно его адреса в СЛВС ЧЯ – последний байт IP и MAC адреса равен адресу СЛВС ЧЯ.

Подготовленная в БИМ информация представлена в логических узлах:

- Логический класс ВІМрXXX_CPU/ММХU00 осуществляет доступ к аналоговым измерениям. XXX в названии логического узла подразумевает три цифры адреса БИМ (т. е. для БИМ с 72 адресом в СЛВС ЧЯ логический класс аналоговых измерений будет ВІМр072_CPU/ММХU00).
- Доступ к дискретным каналам терминала БИМ осуществляется через логические классы ВІМрXXX_CPU/GGIO.
- Класс GGIO00 отвечает за физические дискретные входы, GGIO01 – за логические дискретные входы, GGIO02 – за физические дискретные выходы и GGIO03 – за логические дискретные выходы (программные блинкера).
- Выполняется доступ к блоку журнала событий ВІМрXXX_CPU/LLN0.LG.LOG.

Терминал БИМ имеет реализацию службы передачи файлов в соответствии с МЭК 61850-7-2, разд. 20 (File transfer), которая отображена по связи в соответствии с МЭК 61850-8-1, разд. 23. Основное назначение службы – доступ к аварийным событиям БИМ, который реализован на базе службы передачи файлов

Файлы с осциллограммами доступны для передачи по протоколу МЭК 61850 в формате COMTRADE 2013

Полное описание используемых в устройстве логических узлов представлено в документе [3].

1.4.4. Протокол МЭК 60870-5-104-2004.

При реализации протокола МЭК 60870-5-104 (далее МЭК 104) устройство играет роль контролируемой станции (КП). Адресом эмулируемого КП является адрес БИМ в СЛВС ЧЯ. Устройство поддерживает циклическую и спорадическую передачу данных, общий опрос данных со стороны ПУ, прием команд телеуправления с предварительным выбором. Кроме того, БИМ имеет возможность в рамках протокола МЭК 104 передавать файлы осциллограмм в формате COMTRADE (если БИМ имеет функцию цифрового осциллографа).

Основные параметры связи для протокола МЭК 104 в терминале имеют следующие значения:

- Сокет связи – 2404
- Размер общего ASDU адреса – 2 байта.
- Размер поля адреса элементов информации – 3 байта.
- Размер поля причины передачи – 2 байта.
- Максимальный размер блока APDU – 253 байта
- Режим передачи многобайтных чисел для данных прикладного уровня – младший байт передается первым (режим 1 по п. 4.10 ГОСТ Р МЭК 60870-5-4).
- Максимальное количество каналов для одновременного соединения – 4.
- Интервал времени циклического опроса – 1 с.

БИМ поддерживает следующие типы передаваемой информации:

<1> – одноэлементная информация без метки времени;

<13> – значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой без метки времени;

<30> – одноэлементная информация с меткой времени 7 байт;

<33> – строка из 32 бит с меткой времени 7 байт;

<36> – значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой с меткой времени 7 байт;

<45> – команда однопозиционного телеуправления;

<120><121><122><123><124><125><126> - передача файлов.

По умолчанию в терминале настроена максимальная таблица передачи данных, с помощью программы АРМ ЧЯ [5] имеется возможность сконфигурировать состав передаваемой информации и адресацию. Кроме того регулируется интервал времени циклического опроса.

Таблица 1.11 Данные, передаваемые по МЭК 60870-5-104-2004

Адрес	Название	Циклич. передача	Спорадич. передача	Опрос	Телеупр.
1 – 128	Состояние физических дискретных входов с 1 по 128	<1>	<30>	<1>	
129 – 256	Состояние логических дискретных входов с 1 по 128	<1>	<30>	<1>	
257 – 384	Состояние физических дискретных выходов с 1 по 128	<1>	<30>	<1>	
385 – 512	Состояние логических дискретных выходов с 1 по 128	<1>	<30>	<1>	
512 – 544	Состояние дискретных каналов в сжатом виде по 16 каналов в посылке (16 бит состояния, 16 бит достоверности)	<33>	<33>	<33>	
545 – 999	Резерв				
1000	Частота	<13>	<36>	<13>	
1001	Амплитуда канала 1	<13>	<36>	<13>	
1002	Фаза канала 1	<13>	<36>	<13>	
1003	Амплитуда канала 2	<13>	<36>	<13>	
1004	Фаза канала 2	<13>	<36>	<13>	
1005	Амплитуда канала 3	<13>	<36>	<13>	
1006	Фаза канала 3	<13>	<36>	<13>	
1007	Амплитуда канала 4	<13>	<36>	<13>	
1008	Фаза канала 4	<13>	<36>	<13>	
1009	Амплитуда канала 5	<13>	<36>	<13>	
1010	Фаза канала 5	<13>	<36>	<13>	
1011	Амплитуда канала 6	<13>	<36>	<13>	
1012	Фаза канала 6	<13>	<36>	<13>	
1013	Амплитуда канала 7	<13>	<36>	<13>	
1014	Фаза канала 7	<13>	<36>	<13>	
1015	Амплитуда канала 8	<13>	<36>	<13>	
1016	Фаза канала 8	<13>	<36>	<13>	
1017	Активная мощность фазы А сч 1	<13>	<36>	<13>	
1018	Реактивная мощность фазы А сч. 1	<13>	<36>	<13>	
1019	Полная мощность фазы А сч. 1	<13>	<36>	<13>	
1020	Активная мощность фазы В сч 1	<13>	<36>	<13>	
1021	Реактивная мощность фазы В сч. 1	<13>	<36>	<13>	
1022	Полная мощность фазы В сч. 1	<13>	<36>	<13>	
1023	Активная мощность фазы С сч 1	<13>	<36>	<13>	
1024	Реактивная мощность фазы С сч. 1	<13>	<36>	<13>	
1025	Полная мощность фазы С сч. 1	<13>	<36>	<13>	
1026	Активная мощность сч 1	<13>	<36>	<13>	

Адрес	Название	Циклич. передача	Спорадич. передача	Опрос	Телеупр.
1027	Реактивная мощность сч. 1	<13>	<36>	<13>	
1028	Полная мощность сч. 1	<13>	<36>	<13>	
1029	Активная мощность фазы А сч 2	<13>	<36>	<13>	
1030	Реактивная мощность фазы А сч. 2	<13>	<36>	<13>	
1031	Полная мощность фазы А сч. 2	<13>	<36>	<13>	
1032	Активная мощность фазы В сч 2	<13>	<36>	<13>	
1033	Реактивная мощность фазы В сч. 2	<13>	<36>	<13>	
1034	Полная мощность фазы В сч. 2	<13>	<36>	<13>	
1035	Активная мощность фазы С сч 2	<13>	<36>	<13>	
1036	Реактивная мощность фазы С сч. 2	<13>	<36>	<13>	
1037	Полная мощность фазы С сч. 2	<13>	<36>	<13>	
1038	Активная мощность сч 2	<13>	<36>	<13>	
1039	Реактивная мощность сч. 2	<13>	<36>	<13>	
1040	Полная мощность сч. 2	<13>	<36>	<13>	
1041	Активная мощность фазы А сч 3	<13>	<36>	<13>	
1042	Реактивная мощность фазы А сч. 3	<13>	<36>	<13>	
1043	Полная мощность фазы А сч. 3	<13>	<36>	<13>	
1044	Активная мощность фазы В сч 3	<13>	<36>	<13>	
1045	Реактивная мощность фазы В сч. 3	<13>	<36>	<13>	
1046	Полная мощность фазы В сч. 3	<13>	<36>	<13>	
1047	Активная мощность фазы С сч 3	<13>	<36>	<13>	
1048	Реактивная мощность фазы С сч. 3	<13>	<36>	<13>	
1049	Полная мощность фазы С сч. 3	<13>	<36>	<13>	
1050	Активная мощность сч 3	<13>	<36>	<13>	
1051	Реактивная мощность сч. 3	<13>	<36>	<13>	
1052	Полная мощность сч. 3	<13>	<36>	<13>	
1053 – 1999	Резерв				
2000	Команда телеуправления 1				<45>
2001	Команда телеуправления 2				<45>
2002	Команда телеуправления 3				<45>
2003	Команда телеуправления 4				<45>
2004	Команда телеуправления 5				<45>
2005	Команда телеуправления 6				<45>
2006	Команда телеуправления 7				<45>
2007	Команда телеуправления 8				<45>

В случае, если расчет каких-либо мощностей невозможен из-за неподходящей конфигурации аналоговых каналов устройства (1.6.1) – при циклической передаче и общем опросе данное значение будет передано нулевым и с флагом недостоверности.

Механизм передачи файлов осциллограмм

Устройство может содержать на своем встроенном носителе информации не более 16384 аварийных события. После переполнения архива новые поступающие события начинают затирать самые старые. Каждое событие нумеруется по порядку его появления от 1 до 17280 и передается службе передачи файлов устройства.

Одно аварийное событие в формате COMTRADE передаётся из устройства в виде трех файлов с одинаковыми именами и разными расширениями – *.hdr, *.cfg и *.dat.

Адреса файлов имеют следующий порядок:

- 3000: директория аварий
- 3001: авария № 1 заголовочный файл аварии
- 3002: авария № 1, конфигурационный файл аварии
- 3003: авария № 1, файл данных аварии
- 3004: авария № 2, заголовочный файл аварии
- 3005: авария № 2, конфигурационный файл аварии
- 3006: авария № 2, файл данных аварии
- ...
- 3001+n*3-2: авария № n, заголовочный файл аварии
- 3001+n*3-1: авария № n, конфигурационный файл аварии
- 3001+n*3: авария № n, файл данных аварии

Доступ к содержимому файлов осуществляется только посредством запросов причины передачи <13> (File Transfer), получение перечня файлов (директории) – <5> (Data Request), удаление файлов – <6> (Act) – <7> (Act-Con).

Устройство имеет возможность полной очистки хранилища аварий одной командой без возможности удаления отдельно выбранной аварии. Поэтому невозможно удалить отдельный файл аварии. Очистка хранилища аварий возможна запросом на удаление директории аварии. При этом происходит удаление всех файлов, а директория остается.

С момента, когда файл выбран, до момента, когда файл подтверждается, файл резервируется для доступа от других процессов, запрашивающих файл, либо проводящих манипуляции с файлами.

Все файлы имеют имя файла 1 (прозрачный файл).

При разрыве соединения, файлы, которые были зарезервированы по этому соединению, подтверждаются (освобождаются от резерва). После подтверждения файлы не удаляются.

Размер секции равен 1 Мбайт.

Файлы не имеют возможности «докачки», то есть если была выдана некоторая порция файла, то прочитать ее в следующий раз возможно, лишь закрыв файл и открыв его вновь. Это конкретно означает, что:

- после выбора файла можно запросить секцию только с именем 1;
- когда секция вычитана, далее номер секции, доступной для следующей передачи, увеличивается на 1, то есть невозможен возврат к предыдущим секциям, либо чтение некоторых следующих;
- после того как файл полностью вычитан его можно только подтвердить.

Максимальный размер сегмента файла равен допустимому для передачи в одном ASDU протокола и составляет 236 байт.

При передаче секции файла буфер неподтвержденной передачи ограничен размером 4 кбайт. Это означает, что следует отправлять подтверждающие последовательности (например, АРСІ типа S). В противном случае будет производиться остановка сегментирования и повторная передача пакетов.

Команды телеуправления

Команда телеуправления выполняется в две стадии: предварительная (команда с параметром 80/81) и исполнительная (команда с параметром 00/01). На первой стадии проверяется существование объекта телеуправления с заданным адресом и следует отражение команды 45 с положительным (COT=7, FC=8), либо отрицательным признаком (COT=47, FC=1). На второй стадии проверяется наличие первой стадии и вырабатывается импульс управления на соответствующий логический вход длительностью 40 мсек.

Таблица 1.12 - Связь команд телеуправления и логических Входов

Команда телеуправления			Логический дискретный вход, на который поступает импульс	
Номер	Адрес	Значение	Номер	Адрес
1	2000	1	1	65
		0	2	66
2	2001	1	3	67
		0	4	68
3	2002	1	5	69
		0	6	70
4	2003	1	7	71
		0	8	72
5	2004	1	9	73
		0	10	74
6	2005	1	11	75
		0	12	76
7	2006	1	13	77
		0	14	78
8	2007	1	15	79
		0	16	80

Терминал может отказать в выполнении команды по условиям состояния (например: отключается уже отключенный выключатель) и наличием внешних блокировок. При отказе отсылается отрицательное отражение (COT=47, FC=1). Положительный ответ (COT=7, FC=8) говорит только о попытке устройства выполнить телеуправление. Реальное подтверждение о переключении объекта следует принимать по изменению состояния соответствующих сигналов ТС.

1.5. Условия эксплуатации

Таблица 1.13 Условия эксплуатации

Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150	УХЛЗ.1 (от -40 до +55 °С)
Температура хранения	от -60 °С до +70 °С
Относительная влажность (не конденсируемая)	до 98% (при 25 °С)
Атмосферное давление, кПа	60 – 107
Защита от пыли и влаги по ГОСТ 14254-2017 (лицевая панель БИМ 2XXX/ БИМ 6XXX)	IP21 (IP54)
Устойчивость к вибрации и ударам по ГОСТ 17516.1-90 и ГОСТ 30631-99	группа М43 и М41
Сейсмостойкость по ГОСТ 30546.1-98.	9 баллов
Требования пожарной безопасности	по ГОСТ 12.1.004-91
Устойчивость к воздействию электростатического разряда по ГОСТ 30804.4.2-2013 с испытательным напряжением импульса разрядного тока: контактный разряд – 6 кВ воздушный разряд – 8 кВ	степень жесткости 3
Устойчивость к воздействию электромагнитного поля напряженностью 10 В/м с полосой частот от 80 до 2000 МГц по ГОСТ 30804.4.3-2013	степень жесткости 3
Устойчивость к воздействию наносекундных импульсных помех по ГОСТ 30804.4.4-2013 с заданной амплитудой испытательных импульсов 4 кВ, 5 кГц (порт электропитания защитного заземления/остальные порты).	степень жесткости 4
Устойчивость к воздействию микросекундных импульсных помех большой энергии по ГОСТ Р 51317.4.5-99 длительностью 1/50 и 6,4/16 мкс: цепи выше 40 В по схеме «линия-земля» – 4 кВ цепи выше 40 В по схеме «линия-линия» – 2 кВ цепи цифровых каналов – 1 кВ	степень жесткости 4 степень жесткости 3 степень жесткости 1
Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями при воздействии напряжением 10 В с полосой частот от 150 кГц до 80 МГц по ГОСТ Р 51317.4.6-99	степень жесткости 3
Устойчивость к провалам и перерывам питания переменным напряжением по ГОСТ 30804.4.11-2011. Остаточное напряжение не менее: 70 % 40 % 0 %	неограниченно 5 с 1 с
Устойчивость к звенящей волне по ГОСТ IEC 61000-4-12 напряжение «линия-земля» – 4 кВ напряжение «линия-линия» – 2 кВ	степень жесткости 4
Устойчивость к затухающей колебательной волне ГОСТ IEC 61000-4-18: частота колебаний – 1 МГц по схеме «провод-провод» – 1 кВ по схеме «провод-земля» – 2,5 кВ	степень жесткости 3
Устойчивость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 до 150 кГц по ГОСТ Р 51317.4.16-2000: длительная помеха, испытательное напряжение 30 В кратковременная помеха, испытательное напряжение 100 В	степень жесткости 4
Устойчивость к пульсациям ±12% от номинальной величины напряжения питания согласно ГОСТ Р 51317.4.17-99	степень жесткости 3
Устойчивость к провалам и перерывам питания постоянным напряжением по ГОСТ Р 51317.6.5-2006, не более: до 30 % до 60 % до 100 %	неограниченно 1 с 0,5 с

Устойчивость к воздействию магнитного поля промышленной частоты по ГОСТ Р 50648-94: непрерывного напряжённостью 100 А/м кратковременного (1 с) напряжённостью 1000 А/м	степень жесткости 5
Устойчивость к воздействию импульсного магнитного поля с напряжённостью 300 А/м (молниевые разряды или короткие замыкания в первичной сети) по ГОСТ Р 50649-94	степень жесткости 4
Эмиссия радиопомех по ГОСТ 30805.22, порт электропитания: – класс устройства – полоса частот порт корпуса: – класс устройства – полоса частот	А 0,15-30 МГц А 30 МГц – 1 ГГц, 1 – 6 ГГц
Длительные отклонения частоты напряжения питания по ГОСТ Р 51317.4.28 - 2000 в пределах от минус 4 % до +6 %.	степень жесткости 3
Устойчивость к затухающему колебательному магнитному полю по ГОСТ Р 50652-94 при напряженности магнитного поля 100 А/м.	степень жесткости 5
Срок службы терминала, лет	25

1.6. Базовые функции

1.6.1. Измерение электрических величин

Для каждого аналогового канала (независимо от типа датчика) в качестве исходных величин вычисляются действующие значения и параметры вектора основной гармоники (амплитуда и фаза). По каналу, имеющему максимальную амплитуду 50 Гц сигнала, вычисляется частота основной гармоники.

Из исходных величин вычисляются дополнительные значения: относительные углы фаз основной гармоники, симметричные составляющие и мощности основной гармоники.

Симметричные составляющие

Для вычислений симметричных составляющих (СС) требуется 2 или 3 фазы трехфазного сигнала, включенные в определенном порядке. Вычисления производятся из ранее рассчитанных векторов основной гармоники. Если используются 2 фазы, рассчитываются только прямая и обратная последовательности. Нулевая последовательность полагается равной 0. (Как дополнительное уравнение для вычисления трех значений по двум переменным). Типы преобразователей, принадлежащие к одной группе цепей, должны совпадать.

Таблица 1.14 Схемы подключения групп симметричных составляющих

Подключение	Кол-во групп СС	Канал 1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	Канал 5	Канал 6	Канал 7	Канал 8
ABC	2	Ua/Ia 1	Ub/Ib 1	Uc/Ic 1		Ua/Ia 2	Ub/Ib 2	Uc/Ic 2	
ACB	2	Ua/Ia 1	Uc/Ic 1	Ub/Ib 1		Ua/Ia 2	Uc/Ic 2	Ub/Ib 2	
AB, CB	4	Uab/Ia 1	Ucb/Ic 1	Uab/Ia 2	Ucb/Ic 2	Uab/Ia 3	Ucb/Ic 3	Uab/Ia 4	Ucb/Ic 4
AC, BC	4	Uac/Ia 1	Ubc/Ib 1	Uac/Ia 2	Ubc/Ib 2	Uac/Ia 3	Ubc/Ib 3	Uac/Ia 4	Ubc/Ib 4

Схема подключения групп симметричных составляющих выбирается на этапе проектной привязки. Если часть каналов группы используется по другому назначению, показания группы будут недостоверными.

Мощность и энергия

Для вычислений мощности трехфазной цепи требуется наличие трех или двух фаз напряжения и трех или двух фаз соответствующего им тока. Из амплитуд и фаз основной гармоники БИМ вычисляются:

$$\text{Активная мощность каждой фазы } P_x = U'_x \cdot I'_x \cdot \cos(\varphi_{Ix} - \varphi_{Ux});$$

$$\text{Реактивная мощность каждой фазы } Q_x = U'_x \cdot I'_x \cdot \sin(\varphi_{Ix} - \varphi_{Ux});$$

$$\text{Полная мощность каждой фазы } S_x = U'_x \cdot I'_x;$$

Суммарная активная мощность трехфазной цепи $P = \sum P_x$;

Суммарная реактивная мощность трехфазной цепи $Q = \sum Q_x$

Суммарная полная мощность трехфазной цепи $S = \sum S_x$

При вычислении суммарных мощностей производится суммирование двух или трех фаз в зависимости от схемы подключения. Возможные схемы подключения приведены в таблице 1.15.

Таблица 1.15 Схемы подключения для вычисления суммарных мощностей

Подключени е	Кол-во Групп мощности	Канал1	Канал 2	Канал 3	Канал 4	Канал 5	Канал 6	Канал 7	Канал 8	обозначе ние	
Uabc; Iabc		1	Ua	Ub	Uc		Ia	Ib	Ic		C1
Uacb; Iacb		1	Ua	Uc	Ub		Ia	Ic	Ib		C1
2×(Uab,cb; Ia,c)		2	Uab 1	Ucb 1	Ia 1	Ic 1	Uab 2	Ucb 2	Ia 2	Ic 2	C3
2×(Uac,bc; Ia,b)		2	Uac 1	Ubc 1	Ia 1	Ib 1	Uac 2	Ubc 2	Ia 2	Ib 2	C3
Uab,cb; 1×(Ia,c)		2	Uab	Ucb					Ia 2	Ic 2	C4.1
Uac,bc; 2×(Ia,b)		2	Uac	Ubc					Ia 2	Ib 2	C4.1
Uab,cb; 2×(Ia,c)		2	Uab	Ucb			Ia 1	Ic 1	Ia 2	Ic 2	C4.2
Uac,bc; 2×(Ia,b)		2	Uac	Ubc			Ia 1	Ib 1	Ia 2	Ib 2	C4.2
Uab,cb; 3×(Ia,c)		3	Uab	Ucb	Ia 1	Ic 1	Ia 2	Ic 2	Ia 3	Ic 3	C4
Uac,bc; 3×(Ia,b)	3	Uac	Ubc	Ia 1	Ib 1	Ia 2	Ib 2	Ia 3	Ib 3	C4	

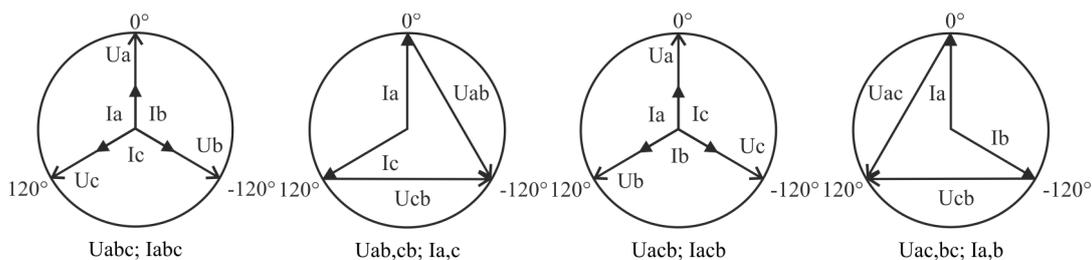


Рисунок 1.7 Векторные диаграммы мощности

Нормальные векторные диаграммы мощности (при $\cos \varphi = 1$) для различных схем подключения показаны на рис. 1.7. Углы фаз относительно канала Ua (Uab, Uac), наблюдаемые при этом на индикаторе БИМ приведены в таблице 1.16.

Таблица 1.16 Углы фаз

Подключение	Ua (Uab, Uac)	Ub (Ubc)	Uc (Ucb)	Ia	Ib	Ic
Uabc; Iabc	0°	-120°	120°	0	-120°	120°
Uacb; Iacb	0°	120°	-120°	0°	120°	-120°
Uab,cb; Ia,c	0°		60°	-30°		90°
Uac,bc; Ia,b	0°	-60°		30°	-90°	

1.6.2. Регистрация дискретных событий

Изменение состояния любого дискретного канала фиксируется в циклическом архиве событий с меткой времени. Архив событий хранится в энергонезависимом ОЗУ и способен сохранять информацию при отключении питания до семи суток. Неисправность данной памяти не приводит к потере работоспособности терминала и не влияет на выполнение им функций защиты и автоматики. Емкость архива – 16384 событий. После переполнения архива новые поступающие события начинают затирать самые старые. Каждое событие содержит метку реального времени, с разрешающей способностью 1 мс и состояние каждого канала. Таким образом, одновременное изменение сигналов одного типа формирует одно событие в архиве.

Виртуальные дискретные каналы

В дополнение к физическим каналам, устройство с функцией релейной защиты и автоматики эмулирует две группы логических каналов для взаимодействия с другими функциями устройства:

- До 128 логических входов. Позволяют через интерфейс устройства выставлять запросы к функциям автоматики (например отключение выключателя) или осуществлять квитирование (например сброс блинкера) различных внутренних сигналов и состояний. Назначение каждого логического входа целиком определяется составом установленных функций автоматики.
- До 128 логических выходов (блинкеров). Служат для сигнализации состояния функций автоматики посредством интерфейса устройства.

Текущее состояние всех дискретных сигналов выводится на ЖКИ устройства.

1.6.3. Механизм синхронизации

Все измерения в устройстве синхронизируются со шкалой точного времени UTC (SU).

Синхронизация времени осуществляется:

- по протоколу Bbnet устройство получает широковещательные команды синхронизации от сервера комплекса «Черный ящик», содержащие шестибайтный линейный счетчик миллисекунд. За ноль принят момент 05 часов 00 минут 00,000 секунд 1 января 1990 года по Гринвичу (универсальное координатное время или UTC). Для получения синхронизации до 1мс необходимо выполнить любое из следующих условий:

- на специализированный вход PPS, завести сигнал с шины PPS. Характеристики входов PPS и соединяющих кабелей приведены в таблице 1.17.
- на специализированный вход внешнего контроллера USB/LAN завести сигнал с GPS антенны в протоколе NMEA-0183+PPS.
- на вход RS232 сервера ЧЯ подключить устройство синхронизации времени UCSB-3 совместно с сигналом PPS.
 - по протоколу SNTP для терминалов, имеющих интерфейс связи Ethernet, настройка выполняется средствами протокола МЭК 61850-8-1.

При восстановлении питания терминала после перерыва в его работе любой длительности при наличии сигнала точного времени происходит автоматическое восстановление синхронизации времени. Также терминал автоматически синхронизируется после появления внешнего источника синхронизации (системы синхронизации времени или синхронизации от АСУ ТП).

Для работы с терминалами устройство синхронизации времени (UCSB-3) должно быть установлено и подключено согласно его руководства по эксплуатации.

Таблица 1.17 Технические параметры входа PPS

Параметр	Значение
Напряжение срабатывания входа PPS, В	от +3 до +15
Ток потребления входа PPS, не более, мА	15
Количество терминалов, которые можно подключить на один выход PPS устройства синхронизации времени	до 36 шт
Максимально допустимое расстояние от устройства синхронизации времени до последнего терминала, м	200

Устройство выдаёт собственный сигнал PPS, который используется для поверки точности синхронизации. Терминал считается синхронизированным, если он получил хотя бы одну посылку с абсолютным значением времени (по протоколу Bbnet или SNTP) или видит на входе сигнал PPS. Терминал оценивает качество уровня синхронизации по источнику точного времени и имеет 5 уровней качества.

Таблица 1.18 Уровни качества синхронизации.

0	Отсутствует источник синхронизации
1	Терминал синхронизирован по энергонезависимым RTC при 10 ppm (уход 0,87 с в сутки)
2	Терминал синхронизирован по удаленному источнику NTP, либо по Bbnet
3	Терминал синхронизирован по локальному источнику NTP
4	Терминал синхронизирован по локальному источнику РТР
5	Терминал синхронизирован по источнику не хуже 2 и дополнительно по импульсу PPS

При повышении уровня синхронизации либо при получении нового штампа времени терминал фиксирует это в своем журнале системных событий. Пример записи:

26-Мар-2021 17:15:00.761 Коррекция времени до уровня точности 5, было: 26-Мар-2021 17:15:06.504

Снижение уровня синхронизации фиксируется в журнале ошибок терминала. Пример записи:

15-Фев-2021 10:15:49.120 Ошибка: рассинхронизация службы времени с уровня 5 до уровня 2

1.6.4. Средства самодиагностики

После включения питания устройство проводит полную диагностику своих подсистем и при неисправности одной из них зажигает индикатор «Неисправность» и изменяет состояние контактов «Отказ» на клеммнике SX1. О возникшей ошибке делается запись в журнале ошибок устройства.

В процессе работы устройство производит постоянную самодиагностику, контролируя исправность аналогового тракта и АЦП, процессора, энергонезависимого ОЗУ и FLASH, целостность записываемых данных. При неисправности одной из указанных подсистем, БИМ зажигает индикатор «Неисправность» и перекидывает контакты выхода «Отказ». О возникшей ошибке делается запись в журнале ошибок устройства.

Показания измерителей с горящим индикатором «Неисправность» нельзя считать достоверными. Устройство должно быть выведено из работы и отправлено в ремонт.

Кратковременные вспышки индикатора «Неисправность» свидетельствуют о наличии помех на аналоговых цепях устройства. Каждая вспышка – это однократный исправимый сбой АЦП. Небольшое количество вспышек (1 – 2 в минуту) допустимо и не влияет на работу устройства. Более частые вспышки свидетельствуют либо о недопустимо большом уровне помех (выше уровня, заложенного в требованиях на ЭМС) на аналоговых входах, либо о неисправности самого устройства. Большой уровень помех может также наблюдаться при плохом заземлении корпуса БИМ.

1.6.5. Журнал системных событий

Устройство ведет в энергонезависимой памяти журнал системных событий, – циклический архив размером 64 записи, куда заносятся следующие события:

- Запуск или рестарт программы БИМ с указанием состава аппаратуры и функций устройства; Здесь же отмечается откуда была загружена программа (ОЗУ или FLASH);
- Пропадание внешнего питания. Фиксируется отсутствие напряжение на входе БП БИМ. Реальное отключение устройства происходит через 1 – 3 с (или не происходит, если питание восстанавливается);
- Перезапуск программы БИМ по команде СЛВС;
- Перезапись программы во FLASH устройства;
- Изменение таблицы калибровки в ОЗУ устройства;
- Изменение таблицы калибровки во FLASH платы АЦП;
- Повышение уровня качества синхронизации;
- Очистка журнала событий или ошибок.

Журнал системных событий доступен через интерфейс СЛВС, для его просмотра в командной строке на сервере необходимо написать команду:

```
bblan /1-125(адрес БИМа) log
```

Пример:

```
bblan /1 log
```

Для сохранения журнала системных событий в отдельном файле необходимо в командной строке написать команду:

```
bblan /1-125(адрес БИМа) log >*(имя файла).txt
```

Пример:

```
bblan /1 log >БИМ1.txt
```

Также журнал системных событий доступен для просмотра и сохранения в текстовом виде в программе VVadmin [5].

1.6.6. Журнал ошибок

В энергонезависимом ОЗУ также располагается журнал ошибок устройства, размером 64 записи, куда заносятся следующие ошибки:

- «КС ПЗУ» – нарушение контрольной суммы ПЗУ, тестируется при включении устройства. Ошибка говорит о разрушении программы во FLASH;
- «Разрушение контекста» – разрушение контекста процессора. Внутренняя ошибка, возникающая при неисправности ПО или очень высоком уровне помех. При возникновении производится рестарт программы;
- «ОЗУ» – ошибки ОЗУ, возникающие в ходе тестирования при включении питания или постоянного тестирования;
- «Записи во FLASH» – ошибки записи данных в системную FLASH при ведении архива счетчика, обновлении уставок защиты или смены программы;
- «Записи таблицы калибровки» – ошибки записи во FLASH платы АЦП при обновлении Таблицы калибровки;
- «АЦП помехи» – ошибка лишних преобразований АЦП. Возникает при высоком уровне помех на аналоговых входах;
- «АЦП сбой частоты преобразования» – ошибка синтезатора частоты АЦП. Фиксируется при выходе периода дискретизации за заданные пределы. Делается попытка исправления путем перепрограммирования синтезатора;
- «АЦП отказ аналогового тракта» – фиксируется в процессе тестирования значений поступающих с АЦП;
- Изменение уровня качества синхронизации терминала в худшую сторону.

Ошибки фиксируются однократно за сеанс работы устройства, повторное занесение ошибки одного типа производится после рестарта программы или очистки журнала ошибок.

Журнал ошибок доступен через интерфейс СЛВС, для его просмотра в командной строке на сервере необходимо написать команду:

```
bblan /1-125(адрес БИМа) error
```

Пример:

```
bblan /1 error
```

Для сохранения журнала ошибок в отдельном файле необходимо в командной строке написать команду:

```
bblan /1-125(адрес БИМа) error >*(имя файла).txt
```

Пример:

```
bblan /1 error >БИМ1.txt
```

Также журнал ошибок доступен для просмотра и сохранения в текстовом виде в программе VVadmin [5].

1.6.7. Парольная защита БИМ

В ПО БИМ добавлены функции парольной защиты устройства от перепрограммирования и изменения настроек. В алгоритм устройства заложены пароли четырех типов:

1. **Системный** – пароль ограничивает изменение ПО терминала (перешивку программы, рестарт) и очистку его журналов событий и ошибок.
2. **Метрологический** – пароль защищает данные таблицы калибровки аналоговой части, типы датчиков, параметры счетчика и коэффициенты поправок задачи ККЭ.
3. **Счетчик** – пароль защищает пользовательские настройки функции учета: текущие показания и архив показаний, а также запрещает несанкционированный перевод в тестовый режим.
4. **РЗА** – пароль защищает таблицы защиты и автоматики по записи, а также сброс их в исходное состояние.

Пароль представляет собой четырехзначное шестнадцатеричные числа в интервале от 0000 до FFFF. С каждым паролем также связан счетчик попыток ввода. Изначально закладывается по пять попыток ввода пароля. Каждая неверная попытка уменьшает счетчик попыток на единицу. После пяти неудачных попыток ввода, пароль данного типа блокируется и требует для разблокирования ввода мастер-кода – восьмиразрядного

шестнадцатеричного числа, уникального для каждого БИМ. Значение мастер-кода запрашивается у производителя или его регионального представителя.

Каждый пароль может находиться в одном из четырех состояний:

1. Отключен – пароль со значением 0000 считается отключенным и не требует ввода. Все защищаемые им функции доступны для использования. Отключенный пароль можно перевести в состояние «Активен» путем задания нового (ненулевого) значения.
2. Активен – пароль с ненулевым значением, по умолчанию находится в активном состоянии и требует перевода в состояние «Открыт», путем явного ввода пользователем. Ввод пароля можно произвести с клавиатуры терминала или через интерфейс BBNET. При активном пароле, защищаемые им функции недоступны для использования.
3. Открыт – после ввода пароль переводится в открытое состояние на 15 минут или до рестарта устройства. В открытом состоянии защищаемыми функциями можно пользоваться. Также можно изменить значение пароля, в том числе (при вводе значения 0000) перевести его в отключенное состояние.
4. Блокирован – при вводе пароля алгоритм допускает 5 попыток ввода кода. Количество оставшихся попыток отображается на ЖКИ. Если все попытки ввода пароля исчерпаны – пароль переводится в состояние «блокирован». Отменить блокированные пароли можно только вводом мастер кода. Его ввод переводит соответствующий пароль в исходное состояние: все пароли, кроме системного, переводятся в «отключен» (равны 0000), системный – в «активен» и равен 9999.

По умолчанию, устройство поставляется заказчику с активным паролем «Системный» (значение уникально для каждого БИМ, предоставляется по запросу) и «Метролог» (значение по умолчанию FFFF). Остальные два пароля имеют значение 0000 и считаются отключенными.

Меню ЖКИ, имеющее начальный заголовок «Пароли и защита» позволяет увидеть состояние всех 4-х паролей. Листание паролей осуществляется клавишами  и .

При нажатии клавиши **ВВОД** для активного пароля предлагается ввести его значение и перевести в открытое состояние. Это действие озаглавлено «Введите пароль?» При вводе пароля слева отображается количество оставшихся попыток ввода. Ввод пароля осуществляется посимвольно, последовательным перебором цифр от 0 до F, с помощью клавиш  и . Позиция ввода выделяется миганием символа. Клавиши  и  позволяют менять позицию ввода. Ввод пароля завершается клавишей **ВВОД**. Отказ от ввода – клавиша **СБРОС**. Если пароль введен неправильно, количество попыток уменьшается – и пользователь предлагается повторить ввод.

Для пароля в состоянии «Отключен» нажатие клавиши **ВВОД** вызывает меню ввода нового пароля «Новый пароль», правила ввода которого аналогичны вышеизложенным.

Задать новый пароль для пароля в состоянии «Открыт» можно, предварительно повторив ввод пароля. Новое значение равно 0000 переводит пароль в состояние «Отключен».

При нажатии кнопки «Ввод» для пароля в состоянии «Блокирован», появляется меню ввода мастер кода.

1.6.8. Информация на ЖКИ

В некоторых модификациях устройства символьный дисплей и клавиатура могут отсутствовать. Однако при доступе через СЛВС, программное обеспечение комплекса «Черный ящик» предоставляет виртуальный модуль индикации, дублирующий работу символьного дисплея, клавиатуры и индикаторов на экране.

После включения питания, устройство демонстрирует на дисплее начальную заставку, где указан производитель, номер версии встроенного ПО и адрес станции, а затем переходит в нормальный режим работы, сопровождающийся постоянным свечением индикатора «РАБОТА».

НТЦ ГОСАН 2020
БИМ vA6.0D A= XXX

vA6.0D – номер версии программного обеспечения терминала
XXX – представляет адрес терминала в СЛВС

В процессе работы устройства на символьном дисплее выводятся текущие значения измеряемых параметров и информация о работе терминала. Выбор типа информации выполняется клавишами  и . Перебор показаний (каналов) внутри типа осуществляется клавишами  и .

Символьный дисплей при отсутствии нажатий на клавиши в течении 120 сек переходит в спящий режим, отключается или гасит подсветку. Нажатие на любую клавишу выводит его из спящего режима.

Скорость обновления информации на дисплее 2 раза в секунду.

Набор пунктов меню устройства зависит от имеющегося набора функций, часть пунктов являются общими. Примеры изображений показаны ниже. Пункты даны в последовательности перебора.

Базовый состав меню ЖКИ

МОЩНОСТЬ P1 0.418 Вт.	Мощность основной гармоники. Выводятся значения активной, реактивной и полной мощности. Результат выдается в Вт, вар и ВА, как для каждой пары фаз UI, так и в виде суммы по трем (двум) фазам. В правом верхнем углу дисплея выдается обозначение параметра в виде PfX или QfX, где f – фаза (если нужно), X – номер соответствующей группы расчета мощности.
ДЕЙСТВ. ЗНАЧ. K1 85.0000 В	Действующие значения сигналов на аналоговых входах. K1 – K8 – отражает номер аналогового канала, по которому выдается результат. «В» или «А» – единицы измерения.
СИММ. СОСТ. U0 150.1712 В	Действующие значения групп симметричных составляющих основной гармоники. Действующие значения нулевой (xU0/xI0), прямой (xU1/xI1) и обратной (xU2/xI2) составляющих, где x – номер группы. При двух фазном подключении нулевая составляющая равна 0.
ФАЗА K1 -020.00 ГРАД	Относительные фазы сигналов. Фаза основной гармоники канала Kx относительно первого канала. Представляется в угловых градусах от минус 180 до +179,99.
ЧАСТОТА СЕТИ 50.002 Гц	Частота сети основной гармоники. Частота сети основной гармоники в Гц. Для вычисления частоты используется канал с максимальной амплитудой основной гармоники. Если значимого сигнала ни на одном входе нет, на индикаторе отображается «??.???».
ДИСКРЕТНЫЕ ВХОДЫ ...3.....G	Состояние дискретных каналов. Отображается текущее состояние дискретных каналов группами по 16. Включенный (замкнутый) канал отражается своим номером (1–9) или буквой (A–G) по аналогии с шестнадцатеричной системой счисления. Отключенный канал обозначается точкой. Группы каналов: «дискретные входы», «логические входы», перебираются клавишами:  и  .
СЧЕТНЫЙ ВХОД 1 232323	Состояние счетно-импульсных входов. Счетно-импульсные входы организованы на входных дискретных каналах. Его значение увеличиваются на 1 при переходе входа из состояние «0» (отключен) в состояние «1» (включен). Каждый счетчик отражается 10 разрядным десятичным числом и может принимать значения от 0 до 2 ³² .
ДИСКРЕТН. ВЫХ. 1 1...5...9.....G	Состояние дискретных выходов. Меню «Дискретные выходы» отображает до восьми групп дискретных выходов. Внутри меню группы по 16 каналов перебираются клавишами:  и  .
ЛОГИЧЕСКИЕ ВХ. 1	Состояние логических дискретных входов. Меню «Логические входы» отображает до восьми групп логических входов. Внутри меню группы по 16 каналов перебираются клавишами:  и  .
ПРОГ. БЛИНКЕРА1 1.....B...FG	Состояние программных блинкеров (логических дискретных выходов). Меню «Программные блинкера» отображает до восьми групп программных блинкеров. Внутри меню группы по 16 каналов перебираются клавишами:  и  .
ДАТА Р Л ВРЕМЯ 23 окт 09 04:38:55	Текущие дата и время На символьном дисплее выводятся дата и время, отсчитываемое по часам устройства. При работе в составе СЛВС, источником времени служит сервер, периодически синхронизирующий время в устройствах.
Тип: АДР01 Номер: 00148436	Серийный номер устройства Каждое устройство имеет уникальный серийный номер. Дополнительно отображается тип программного обеспечения. Клавишами:  и  можно перейти в пункт меню отображающий версию программного обеспечения.
Версия ПО: АЗ ЦИПО: 7F861E06	Отображается номер версии программного обеспечения терминала и его цифровой идентификатор программного обеспечения (ЦИПО).
СЛВС ЧЯ: XXXXXX Адрес=XXX	Адрес устройства в СЛВС при работе по последовательному интерфейсу VVnet. Отображается текущий адрес терминала в СЛВС и скорость обмена информацией между сервером (ПК) и терминалом по сети.
СЛВС ЧЯ: ЕМАС Адрес= 11 (апп)	Адрес устройства в СЛВС при работе по интерфейсу Ethernet Отображается текущий адрес терминала в СЛВС. С помощью клавиши  можно перейти в раздел IP адреса терминала и других настроек связи по Ethernet См. п. 1.6.10.

1.6.9. Адрес устройства в СЛВС

Изменение адреса устройства доступно из программы Vbadmin [5] из контекстного меню. После изменения адрес прописывается в энергонезависимую память. Для того, чтобы БИМ появился в сети под новым адресом, его следует перезагрузить.

1.6.10. IP адрес терминала при работе в сети Ethernet

По умолчанию IP адрес терминала имеет значение 192.168.1.XXX, где XXX — это адрес терминала в сети СЛВС ЧЯ (например, для терминала с адресом в сети СЛВС 35 IP адрес по умолчанию 192.168.1.035).

Настройка IP адреса и других параметров сети Ethernet может быть произведена из программы Vbadmin [5].

СЛВС ЧЯ: ЕМАС Адрес= 11 (апп)	Адрес станции в СЛВС при работе по интерфейсу Ethernet Отображается текущий адрес терминала в СЛВС. С помощью клавиши  можно перейти в раздел просмотра IP адреса терминала и других настроек связи по Ethernet
IP-адрес 192.168.001.011	IP адрес терминала.
Маска подсети 255.255.254.000	Маска подсети соединения в сети Ethernet. Определяет подсеть IP-адресов терминалов.
Шлюз 192.168.001.253	Шлюз соединения в сети Ethernet для передачи Ethernet пакетов в другую подсеть.

Также настройка параметров сети Ethernet может быть произведена в программе Vbadmin [5], в разделе настройки параметров Ethernet.

1.6.11. Функциональные клавиши

Устройство может иметь на лицевой панели 8 функциональных клавиш (ФК). ФК предназначены для выполнения местного управления встроенными функциями. В основном ФК применяются в терминалах с функциями РЗА. Рядом с каждой ФК расположены 2 светодиодных индикатора, которые предназначены для отображения текущего состояния функции.

Управление с помощью ФК осуществляется нажатием на клавишу длительностью не менее 1 сек, повторное нажатие на клавишу обрабатывается через 1 секунду после завершения предыдущего, во избежание излишнего срабатывания. В случае если символьный дисплей терминала находится в спящем режиме (погашен), первое нажатие на ФК выводит дисплей из спящего режима, а управление производится со второго нажатия.

ФК может работать в одном из двух режимов – «Кнопка» или «Накладка». Режим «Кнопка» предназначен для подачи кратковременных команд с помощью ФК (сигнал формируется на время 1 с). В режиме «Накладка» каждое нажатие клавиши переключает состояние на противоположное.

Функциональное назначение, режим работы и настройки светодиодов приведены в эксплуатационных документах на конкретные типы устройств релейной защиты. Все настройки ФК производятся с помощью программы «Монитор РЗА»[1].

1.7. Заказные функции

1.7.1. Регистратор аварийных событий

Терминал с функцией автономного РАС предназначен для регистрации переходных и аварийных процессов в электрических цепях переменного и постоянного тока. Осциллограммы аналоговых и дискретных сигналов, записанные устройством, считываются, обрабатываются и анализируются с помощью программного обеспечения сторонних производителей или ПО «Черный ящик» на персональном компьютере. Пусковые органы РАС позволяют выполнять пуск по амплитуде любого канала, симметричным составляющим трехфазной цепи, дискретным каналам, частоте и по внешней команде с использованием интерфейсов. Терминалы присоединения БИМ с функцией РАС, объединённые в локальную сеть Ethernet, могут формировать независимые группы по пусковым процедурам с передачей осциллограмм по протоколам МЭК 61850-8-1 (MMS), МЭК 60870-5-104 в формате COMTRADE-2013 и по протоколу Vbnet.

Характеристики**Таблица 1.19 Характеристики регистратора аварийных событий**

Аналоговые сигналы	
Количество каналов	8
Частота дискретизации, Гц	3200
Пределы основной допускаемой относительной погрешности осциллографирования силы переменного тока в диапазоне амплитуд 0,01 – 40 I _{ном} и частот 0 – 800 Гц, не хуже	±1,0 %
Допустимая разрешающая способность токовых входов, не хуже	0,01 I _{ном}
Пределы основной допускаемой относительной погрешности регистрации амплитуды переменного напряжения в диапазоне 0,05 – 1,4 U _{ном}	±0,5 %
Допустимая разрешающая способность входов напряжения переменного тока, В, не хуже	0,25
Разрешающая способность измерений по фазе, эл. град., не более	1
Пределы основной допускаемой приведенной погрешности регистрации амплитуды напряжения постоянного тока в диапазоне 0,05 – 4 U _{ном}	±0,5 %
Допустимая разрешающая способность входов напряжения постоянного тока, В, не хуже	0,5 (для =220 В) 0,02 (для =16В)
Диапазон показаний частоты электрического тока, Гц	4 – 75
Дискретные сигналы	
<ul style="list-style-type: none"> • Количество сигналов не более: • дискретные входы • логические входы (телеуправление) • физические выходы • логические выходы (блинкера) 	112 (для БИМ 6X5X) 128 112 (для БИМ 6X5X) 128
Разрешающая способность по времени, мс	1
Осциллограммы	
Длительность предыстории в составе осциллограммы, с.	0,1 – 1,2
Длительность записи аварийного режима	длительность существования условий пуска, но не более времени блокировки от длительного пуска
Блокировка от длительного пуска, с	4 – 12
Длительность послеаварийного режима, с, не менее	0,5
Суммарная длительность одновременно хранимых в энергонезависимой памяти осциллограмм, мин, не менее	240
Абсолютная погрешность синхронизации часов с астрономическим временем, мс, не более	1
Время хранения осциллограмм и уставок при отключении питания	не ограничено
Пусковые органы	
Виды запуска по аналоговым сигналам	по факту достижения действующими значениями, симметричными составляющими и частоты заданных параметров
Виды запуска по дискретным сигналам	изменение состояния любого сигнала
Другие виды запуска	по команде протоколов, с клавиатуры
Минимальная длительность нарушения уставок по аналоговым сигналам, мс	10

Принцип действия

Сигналы с аналоговых каналов устройства постоянно преобразуются (квантуются по амплитуде и по времени) АЦП в цифровые значения, и после обработки помещаются в кольцевой буфер предыстории.

Выполняется контроль уставок РАС путем сравнения рассчитанных величин действующих амплитуд и симметричных составляющих сигналов с их пороговыми значениями.

Сигнал «Требование пуска» вырабатывается механизмом контроля уставок, когда обнаруживается нарушение пороговых значений (уставок), и рассылается по сети другим терминалам. Сигнал «Окончание пуска» рассылается при исчезновении условий пуска или по истечении времени блокировки от длительного пуска. По появлению сигнала «Требование пуска» кольцевой буфер предыстории сохраняется и продолжается запись осциллограммы до появления сигнала «Окончание пуска». Затем запись продолжается еще на время послеаварийного режима.

Если уставки остаются нарушенными дольше времени блокировки от длительного пуска, уставка, вызвавшая появление сигнала «Требование пуска» блокируется до момента возврата сигнала к нормальному уровню.

В конце процедуры окончательно формируется заголовок осциллограммы, и счетчик осциллограмм увеличивается на единицу. В заголовок осциллограммы заносится метка времени, причина запуска осциллографа и положение осциллограммы в памяти.

При заполнении памяти терминала аварийными осциллограммами, запись новых осциллограмм производится путем замещения самых старых.

Пусковые органы

Все устройства, объединенные информационной сетью и содержащие цифровой осциллограф, рассматриваются как единое устройство записи. Нарушение любой уставки в любом устройстве вызывает запуск записи осциллограмм в других БИМ одновременно.

Уставки срабатывания осциллографа вводятся в БИМ через интерфейс с использованием ПО «Черный ящик». Таблицы уставок хранятся в энергонезависимой памяти терминала.

По амплитуде сигнала

По амплитуде может быть задан верхний предел действующего значения амплитуды, нижний предел действующего значения амплитуды или оба предела. По результатам сравнения сигнала с пределами формируется 6 логических переменных: 1 – если сигнал данного канала удовлетворяет уставкам, 0 – в противном случае. Сравнение амплитуды с уставками производится только для каналов находящихся в рабочем диапазоне работы. Уставки каналов находящихся в аварийном диапазоне считаются нарушенными.

По симметричным составляющим основной гармоники

По симметричным составляющим каждой группы сигналов задаются пороги для действующего значения нулевой U_0/I_0 , прямой U_1/I_1 и обратной U_2/I_2 последовательностей. Все пороги, за исключением U_1 , сравниваются с сигналом по критерию не более. U_1 – по критерию не менее. Каждый порог может быть включен или отключен. Группа считается симметричной, если все включенные пороги удовлетворяют условиям сравнения, и несимметричной, если хотя бы одна из уставок не выполняется. По результатам сравнения формируется до четырех логических переменных.

По частоте сигнала

Частота сети в терминале вычисляется по каналу, имеющему приемлемую амплитуду 50 Гц сигнала. Значение частоты единое на весь терминал, для которого может быть задана уставка осциллографирования. Уставка по частоте задается также, как и уставка по амплитуде. Диапазон задания уставки 45-55 Гц.

Механизм групп

Для сложных комплексов, содержащих в одной СЛВС несколько десятков устройств, подключенных к разным группам оборудования, одновременный запуск всех осциллографов может оказаться избыточным. В этом случае используется механизм групп. Существует 16 независимых групп. Они обозначаются латинскими буквами от «А» до «Р». Каждый БИМ может принадлежать к одной или нескольким группам и хранить в своей памяти маску принадлежности к группам. Когда устройство выставляет в сети флаг «Требование пуска» принимающие сигнал другие терминалы определяют свою принадлежность к группе терминала инициатора пуска. Таким образом, БИМ по нарушению своих уставок будет запускать все устройства принадлежащие заданным группам и, в свою очередь, пускаться от них.

Дополнительно к механизму групп, существует механизм блокировки срабатывания группы по дискретному сигналу. Для каждой группы может быть задан один дискретный канал (принадлежащий любому устройству), запрещающий запуск группы при нахождении в заданном состоянии. Последовательно проверяется состояние заданных для блокировки каналов, и сбрасываются соответствующие биты итоговой маски. Если все группы требующие запуска оказываются заблокированными, вместо команды «Пуск осциллограммы» выдается команда «Отмена пуска».

Меню осциллографа на дисплее БИМ.

На ЖКИ устройства, содержащего функцию осциллографа присутствует пункт «ЗАПИСИ», позволяющий просмотреть дату и время записанных осциллограмм, выполнить ручной пуск осциллограммы (только своего осциллографа) или сбросить накопленные осциллограммы.

Информация о записях осциллографа

ЗАПИСИ (перв)
12 апр 18 16:45:20

На дисплей выводятся дата и время последней и первой записей РАС . При отсутствии записей выводится сообщение «Записей нет».

ЗАПИСИ (посл)
17 авг 18 13:25:18

Ручной пуск.

ЗАПИСИ ЗАПУСТИТЬ?

Ручной пуск осциллографа можно выполнить из меню "записи" нажатием клавиши **ВВОД** , на что выдается запрос
Инициация пуска производится клавишей **ВВОД**

1.7.2. Учёт электроэнергии

Учёт электроэнергии выполняется на основе расчёта активной и реактивной мощностей пофазно и в трёхфазном режиме по двум направлениям.

Функция учета электроэнергии работает в терминале параллельно с другими программными функциями устройства, такими как регистратор аварийных событий, релейная защита и автоматика, разделяя с ними общие цепи сигнала и передачи информации. В одном устройстве могут находиться несколько независимых, или с общими цепями напряжения, счетчиков электроэнергии.

Таблица 1.20 Типы исполнения функции учета электроэнергии

C1	Двунаправленный трехфазный счетчик активной и реактивной энергии трансформаторного включения.
C3	Два независимых двунаправленных трехфазных счетчика активной и реактивной энергии трансформаторного включения.
C4, C4.1, C4.2	До трех двунаправленных трехфазных счетчика активной и реактивной энергии трансформаторного включения с общими цепями напряжения.

Таблица 1.21 Параметры учёта

Хранение и представление информации	
Минимальная единица представления энергии на индикаторе по СЛВС	1 Вт·ч (вар·ч) 1 импульс
Максимальное показание индикатора	999999,999
Интервал записи значений профиля нагрузки в архив стандартный по выбору	30 мин 1 мин – 12 час
Глубина хранения профиля нагрузки с получасовым интервалом, не менее	45 суток
Сохранность данных учета при отключении питания, не менее	30 лет
Регистрация включений/отключений питания	до 64 событий

Схемы подключения устройства с функцией учёта

Двухэлементное подключение U_{ab} , U_{cb} , I_a , I_c (фаза В заземлена) или подключение U_{ac} , U_{bc} , I_a , I_c (фаза С заземлена). Для показаний учета выбор подключения значения не имеет, однако оно учитывается измерителями симметричных составляющих и мощности.

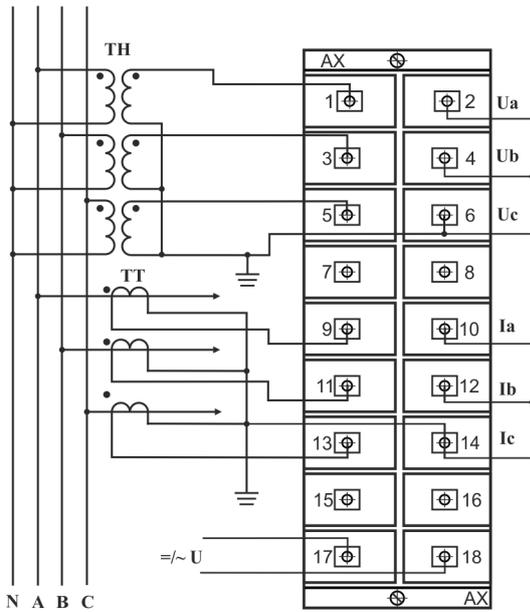


Рисунок. 1.8 C1 – трехэлементный трехфазный счетчик.

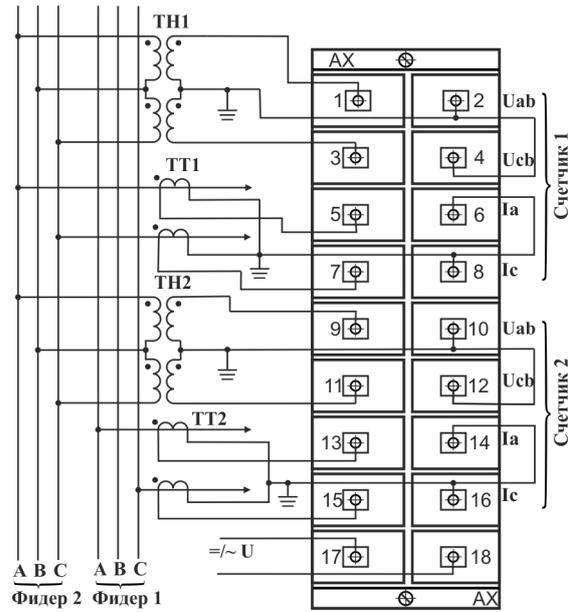


Рисунок. 1.9 C3 – два независимых двухэлементных трехфазных счетчика

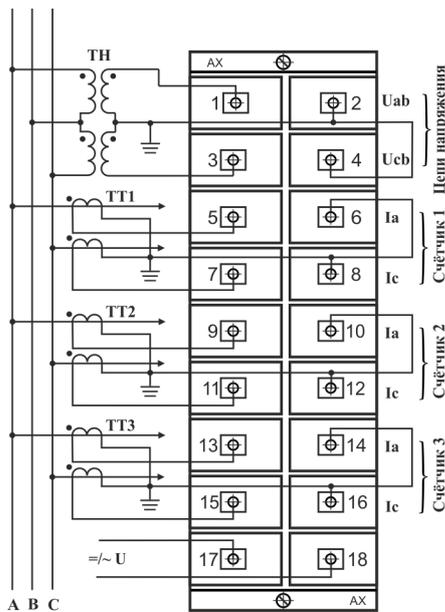


Рисунок. 1.10 C4 – три двухэлементных трехфазных счетчика с общими цепями напряжения.

СЧЕТЧИК +Er1
0.000 кВтч

Время работы
0.000 ч

Активная выданная энергия отображается как +ErX (где X – номер счетчика). Активная принятая –ErX. Реактивная выданная энергия (первый и четвертый квадранты, индуктивная нагрузка) обозначается как +EqX. Реактивная принятая (емкостная нагрузка, второй и третий квадранты), как –EqX. Значения энергии в рабочем режиме вводятся в кВт·ч и вар·ч соответственно. В тестовом режиме (на верхней строчке мигает слово «ТЕСТ») выводится количество импульсов, согласно постоянной счетчика. В тестовом режиме счет всегда начинается с нуля и счетчики могут быть сброшены в ноль клавишей **СБРОС** (сброс).

Отображается общее время работы счетчиков от момента сброса в часах.

1.7.3. Контроль качества электроэнергии

Терминал с функцией контроля качества электроэнергии (ККЭ) при поддержке соответствующего программного обеспечения обеспечивают:

- измерение параметров качества электроэнергии (ПКЭ) в соответствии с методами ГОСТ 30804.4.30-2013 (класс характеристик процесса измерений В);
- ведение архива изменений всех ПКЭ объемом до 1 месяца с разрешающей способностью до 1 мин;
- определение соответствия ПКЭ нормам качества электроэнергии, установленным ГОСТ 32144-2013, согласно заданным уставкам контроля качества (КК) и ведение архива результатов КК за период до 1 месяца;

Измерение ПКЭ производится в трехфазных электрических цепях с номиналом напряжения 100 В или 380 В. Дополнительно к параметрам определенным в ГОСТ 30804.4.30-2013 производится измерение трех дополнительных ПКЭ по каналам тока в трехфазных цепях с номиналом 1 А и 5 А. К исследуемым цепям терминал с функцией ККЭ подключается звездой, через 3 или 6 аналоговых каналов.

Взаимодействие аппаратных и программных средств в задаче ККЭ

Непосредственными измерителями ПКЭ являются терминалы присоединения с алгоритмами ККЭ. Один БИМ может измерять ПКЭ одного полного трехфазного присоединения (3 напряжения + 3 тока) или одного шлейфа напряжения (3 канала). Свободные аналоговые каналы терминала (2 или 5 шт.) могут быть подключены к сигналам произвольного назначения. Помимо алгоритмов ККЭ в программное обеспечение (ПО) БИМ могут входить алгоритмы релейной защиты и автоматики, цифрового осциллографа, счетчика электроэнергии. Схема подключения БИМ к измеряемым цепям приведена на рис. 1.8.

Для поддержки задачи контроля качества на сервере ЧЯ (промышленный или персональный компьютер, управляющий комплексом) работает приложение “Сервер КК”, выполняющее следующие функции:

- Управление БИМ, содержащими алгоритмы ККЭ: ввод уставок, прием текущей и накопленной информации;
- Расчет показателей колебания напряжения и дозы фликера;
- Непрерывный мониторинг текущих ПКЭ и ведение архива ПКЭ с минутным разрешением глубиной до 1-го месяца;
- Считывание результатов ККЭ за последний 30 мин интервал наблюдения и ведения архива результатов глубиной до 1-го месяца;
- Доступ программ клиентов к текущим и архивным данным через протокол QAPI (на базе интерфейса сокетов протокола TCP/IP);

Для просмотра текущих ПКЭ и результатов ККЭ в составе комплекса имеется программа QMView. Работая на любом ПК ЛВС, программа QMView позволяет:

- наблюдать текущие ПКЭ в табличном и графическом виде;
- просматривать архивы ПКЭ в табличном и графическом виде;
- просматривать архивы результатов ККЭ в табличном виде;
- создавать и редактировать уставки ККЭ;
- экспортировать любые таблицы КЭ в формат HTML;
- распечатывать текущие и архивные данные на принтере в табличной и графической форме;
- управлять серверами КК;
- Программа QMView имеет многооконный режим работы и позволяет одновременно анализировать данные КЭ по нескольким присоединениям.

Алгоритмы работы БИМ и сервера КК

Программное обеспечение задачи ККЭ, является дополнением базового программного обеспечения БИМ. Часть показателей качества электроэнергии (ПКЭ) вычисляется на основе измерений реализованных в базовом программном обеспечении, часть измеряется по дополнительным алгоритмам.

АЦП БИМ оцифровывает мгновенные значения напряжения и тока по 8-ми аналоговым каналам с равномерной частотой дискретизации. Все измеряемые величины являются результатом математической обработки этих мгновенных значений по алгоритмам, хранящимся в постоянной памяти БИМ. Основные измерения ПКЭ выполняются по трем аналоговым каналам, подключенным к цепям трехфазного напряжения контролируемого присоединения.

Базовым понятием задачи ККЭ является интервал наблюдения. Это интервал времени, за который производится как вычисление самих ПКЭ, так и проверка на их соответствие нормам КЭ. Согласно ГОСТ 32144-2013, минимальный интервал наблюдения КЭ по присоединению составляет 1 неделю. Но, так как алгоритмы БИМ работают совместно с алгоритмами ПК (программы сервера КК), интервал наблюдения для БИМ обычно выбирается равным 30 мин, а вычисление показателей за сутки, неделю, месяц и т. п., ведется на ПК. Это дает возможность более полного анализа изменений ПКЭ, рассматривая их независимо в разное время суток и разные дни недели. БИМ накапливает показания за текущий интервал наблюдения и хранит показания за предыдущий интервал.

Таблица 1.22 Метрологические характеристики измерений ПКЭ

Показатель	Обозначение	Диапазон измерения	Основная погрешность		Дополнительная температурная погрешность %/°С
			Абсолютная	Относительная	
Основные показатели					
Установившееся отклонение напряжения основной гармоники, %	δU_y	± 30	0,5		0,03
Отрицательное и положительное отклонение напряжения, %	$\delta U_{t(-)}$ $\delta U_{t(+)}$	От 0 до 10	0,5		0,03
Доза фликера (кратковременная и длительная), %	Pst и Plt	От 0 до 10	0,5 прив.		0,03
Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения, %	Ku	От 0,1 до 25	0,1 при Ku < 1 %	10 при Ku > 1%	0,05
Коэффициент n-й (2 – 40) гармонической составляющей напряжения, %	Ku(n)	От 0,05 до 25	0,05 при Ku(n) < 1 %	5 при Ku(n) < 1 %	0,05
Коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности, %	K2u	От 0 до 30	0,3		0,03
Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности, %	K0u	От 0 до 30	0,5		0,03
Отклонение частоты, Гц	Δf	± 5	0,01		0,002
Длительность провала напряжения, сек	$\Delta t_{пр}$	От 0,02 до 600	0,02		0,002
Коэффициент временного перенапряжения, отн. ед.	Kпер U	От 1,1 до 1,5		10	0,03
Глубина провала напряжения, %	$\delta U_{п}$	От 10 до 100		10	0,03
Длительность временного перенапряжения, сек	$\Delta t_{пер U}$	От 0,01 до 600	0,02		0,002
Основные показатели					
Установившееся отклонение напряжения основной гармоники, %	δU_y	± 30	0,5		0,03
Коэффициент n-ой (2 – 40) гармонической составляющей тока в диапазоне тока, % *: от 0,2 до 1,5 In от 0,02 до 0,2 In	Ki (n)	от 0,5 до 25 от 2 до 50	при Ki(n) < 1 % 0,25 1	при Ki(n) > 1 % 20 100	0,1
Угол мощности n-ой (2 – 40) гармонической составляющей в диапазоне тока, эл. град.: от 0,05 до 1,5 In	Pf (n)	± 180	при Ku(n) и Ki(n) > 1 % 15		0,1

Показатели искажений синусоидальности

Из выборки сигналов (трех фаз напряжения и трех фаз тока), производимых АЦП с частотой 12800 Гц в первичном буфере, отфильтровываются сигналы со спектром от 0 до 2000 Гц и помещаются в буфер дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Длительность выборки накапливаемой в буфере – 333 мс.

Три раза в секунду, выполняется алгоритм ДПФ, вычисляющий вектора 40 первых гармонических составляющих для каждой фазы напряжения и тока. Результат последнего ДПФ доступен через интерфейс СЛВС и используется для вычисления направления источников помех программным обеспечением сервера КК.

По каждой гармонической составляющей ($n = 2 - 40$) вычисляется значение коэффициента n -ой гармонической составляющей по формуле:

$$Ku_{(n)i} = \frac{U_{(n)i}}{U_{(1)i}} \cdot 100\%$$

Коэффициенты гармонических составляющих напряжения усредняются на интервале 10 мин по формуле:

$$Ku_{(n)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N Ku_{(n)i}^2}{N}}$$

Суммарный коэффициент гармонических составляющих (для каждой фазы) вычисляется из коэффициентов гармонических составляющих по формуле:

$$Ku_i = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{40} U_{(n)i}^2}}{U_{(1)i}} \cdot 100\%$$

и усредняется на интервале 10 минут по формуле:

$$Ku = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N Ku_i^2}{N}}$$

Полученные коэффициенты сравниваются с пороговыми значениями (уставками), как по каждой составляющей, так и по совокупному коэффициенту искажения синусоидальности. Для каждой величины контролируется превышение двух видов уставок: допустимых и предельных. Превышение каждым параметром каждого вида уставки за десятиминутный интервал фиксируется счетчиками нарушения уставок. Всего, таким образом, имеется 240 счетчиков инкрементируемых на протяжении интервала наблюдения. По окончании текущего интервала наблюдения, значения счетчиков переносятся в буфер предыдущего интервала наблюдений, а сами счетчики обнуляются для начала нового интервала. На основании показаний счетчиков, доступных через СЛВС, программное обеспечение сервера КК вычисляет относительное время нарушения уставок искажений синусоидальности на интервале наблюдения.

При отклонении фазного напряжения свыше 30 % от номинала, расчет искажений синусоидальности по данной фазе не производится.

Для получения статистических данных по гармоникам за интервал наблюдения, накапливается также среднее значение всех гармонических составляющих на интервале.

Показатели отклонения напряжения

Вычисляются на основе действующих значений напряжения основной гармоники сигналов фаз U_x и действующего значения прямой последовательности основной гармоники U_1 . Исходные данные за каждый период (20 мс) поставляются базовыми алгоритмами БИМ.

Среднее действующее значения напряжений за 60 сек вычисляются по формуле:

$$U_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N U_i^2}{N}}$$

Отклонение напряжения в % вычисляется по формуле

$$\delta U_y = \frac{U_y - U_{ном}}{U_{ном}} \cdot 100\%$$

На основе сравнения отклонений с уставками, счетчиками вычисляется относительное время выхода напряжение за допустимые и предельные отклонения за интервал наблюдения. Дополнительно алгоритм БИМ вычисляет основные статистические показатели: среднее, минимальное и максимальное значения отклонения напряжения за интервал наблюдения.

Колебания напряжения и доза фликера

В циклическом буфере колебаний напряжения хранятся действующие значения 3-х фаз напряжения за каждый период основной частоты. Объем буфера охватывает последние 10 мин работы устройства. На основании этих данных алгоритм сервера КК вычисляет показатели колебаний напряжения.

Размах изменения напряжения, частота повторений изменений напряжения и интервал изменений напряжения вычисляются по алгоритмам ГОСТ 51317.4.15-2012.

Спектр колебаний напряжения за интервал вычисляется на основе алгоритма ДПФ над данными буфера. Кратковременная доза фликера в процентах вычисляется по формуле:

$$P_{St} = \frac{\sqrt{\sum (g_f^2 \cdot U_f^2)}}{U_{ном}} \cdot 100\% \quad , \text{ где}$$

U_f – гармонические составляющие (размахи) разложения массива действующих значений в ряд Фурье;

g_f – коэффициенты приведения действительных размахов изменений напряжения к эквивалентным в соответствии с Таблицей 1 ГОСТ 30804.4.30-2013.

Длительная доза фликера P_{Lt} (за 120 мин) вычисляется из кратковременных доз P_{St} по формуле:

$$P_{Lt} = \sqrt[3]{\frac{1}{12} \sum_{k=1}^{12} (P_{Stk})^3}$$

При отклонении фазного напряжения свыше 30 % от номинала, расчет колебаний напряжения и дозы фликера по данной фазе производится.

Провалы и перенапряжения

Провалы фиксируются для каждой фазы напряжения по действующим значениям напряжения на каждом 20 мс интервале.

Провалом считается понижение напряжения более чем на 10 % от $U_{ном}$ (превышающее предельную уставку отклонения напряжения).

Перенапряжения фиксируются для каждой фазы по мгновенным значениям сигнала (берется максимальное значение) на каждом 10 мс интервале по данным буфера.

Перенапряжением считается повышение напряжения более чем на 10 % от $U_{ном}$ (превышающее предельную уставку отклонения напряжения) длительность свыше 40 мс.

Для провалов фиксируется общая длительность провала на интервале наблюдения, длительность самого долгого провала и максимальная глубина провала в %. Для перенапряжений фиксируются совокупная длительность перенапряжений на интервале наблюдения, длительность самого долгого перенапряжения и коэффициент максимального перенапряжения.

Для более полного анализа провалов и перенапряжений может использоваться запоминающий осциллограф аварийных процессов, входящий в состав БИМ. Осциллограф позволяет зарегистрировать каждый провал или перенапряжение в виде развития процесса во времени.

Несимметрия напряжения

Действующие величины несимметрии напряжения по нулевой U_0 и обратной U_2 последовательностям основной гармоники вычисляются базовыми алгоритмами БИМ методом симметричных составляющих за каждый период (20 мс).

Коэффициенты несимметрии напряжения по нулевой и обратной последовательностям вычисляются по формулам:

$$K_{0Ui} = \frac{U_{0(1)i}}{U_{1(1)i}} \cdot 100\% \quad ; \quad K_{2Ui} = \frac{U_{2(1)i}}{U_{1(1)i}} \cdot 100\%$$

Оба показателя несимметрии усредняются на интервале 10 минут по формулам:

$$K_{0U} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N K_{0Ui}^2}{N}} \quad ; \quad K_{2U} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N K_{2Ui}^2}{N}}$$

Результаты усреднения сравниваются с уставками и, при превышения допустимого или предельного значения, увеличивают значения соответствующих счетчиков. Что позволяет вычислить относительное время превышения порогов этими показателями на интервале наблюдения. Дополнительно алгоритм БИМ вычисляет основные статистические показатели: среднее, минимальное и максимальное значения показателей U_0 и U_2 за интервал наблюдения.

Отклонение частоты

Величина текущей частоты f_i основной гармоники вычисляется базовыми алгоритмами БИМ. Средняя частота вычисляется на интервале 20 сек по формуле:

$$f_y = \frac{\sum_{i=1}^N f_i}{N}$$

Отклонение частоты ($\Delta f = f_y - f_{ном}$) в Гц сравнивается с уставками и, при превышении, увеличивает счетчики допустимого и предельного отклонений. Дополнительно алгоритм БИМ вычисляет основные статистические показатели: среднее, минимальное и максимальное значения частоты за интервал наблюдения.

Вывод информации на символьный дисплей

Большая часть текущих ПКЭ отображается на символьном дисплее БИМ в виде следующих дополнительных пунктов меню.

Коэффициенты несимметрии напряжения

Коэф.несимметрии 00.0 00.0 %

На дисплей выводятся коэффициенты несимметрии по нулевой (первое значение) и обратной (второе значение) последовательностям напряжения в процентах..

Отклонение напряжения

Отклонен. Напряж. -3.27 %

Коэффициент отклонения прямой последовательности напряжения от номинала в процентах.

Отклонение частоты

Отклонение част. 0.012 Гц

Отображается отклонение частоты от номинального значения в Гц.

Коэффициенты искажения синусоидальности тока

Коэф.гарм. %Iсум 1.25 2.09 1.98

На первом экране пофазно (a,b,c) отображаются коэффициенты искажения синусоидальности кривых тока в %. С помощью клавиш  и , можно посмотреть коэффициенты составляющих искажения синусоидальности тока со 2-й по 40-ю гармоники.

Коэффициенты искажения синусоидальности напряжения

Коэф.гарм. %U27 0.07 0.06 0.09

На первом экране пофазно (a,b,c) отображаются коэффициенты искажения синусоидальности кривых напряжения в %. С помощью клавиш  и , можно посмотреть коэффициенты составляющих искажения синусоидальности напряжения со 2-й по 40-ю гармоники.

1.7.4. Релейная защита и автоматика

Терминал присоединения с функциями защиты и автоматики предназначен для выявления повреждений в ненормальных режимах работы электрооборудования, а также для предотвращения развития нарушений и быстрого восстановления нормального режима электроснабжения потребителей.

Программное обеспечение, реализующее функционирование алгоритмов РЗА, работает в устройстве автономно и не зависит от других дополнительных функциональных элементов.

Подробная информация по функциям РЗА изложена в эксплуатационных документах на конкретные типы устройств релейной защиты.

Допускается применение любого устройства как в составе АСУТП, так и в автономном режиме с возможностью управления и настройки непосредственно от компьютера.

Для настройки режимов автоматики, коррекции уставок, просмотра регистратора работы защит, согласования внутренних логических переменных с дискретными входными и выходными каналами применяется программа «Монитор РЗА».

1.7.5. Телеуправление

Функции телеуправления в устройствах с функцией РЗА описаны в руководствах по эксплуатации на соответствующий тип устройства.

Функция телеуправления для всех остальных устройств изменяет состояние дискретных выходов БИМ в соответствии с командами внешних комплексов телемеханики и текущими настройками.

Функция ТУ оперирует независимыми группами управления (далее объектами ТУ). Количество объектов ТУ зависит от количества выделенных выходных дискретных каналов в БИМ и от алгоритма ТУ.

На программном уровне разрешены одновременные манипуляции только с одним объектом ТУ. Все платы дискретных выходов, применяемых для ТУ, имеют аппаратные ограничения в количестве одновременно включаемых реле.

Управление выключателем производится командами «Упр. к Q... ВКЛ» и «Упр. к Q... ОТКЛ» по сигналам телеуправления (ТУ) «ОТКЛ. Q... ТУ» и «ВКЛ. Q... ТУ».

При управлении выключателями команды к выключателю будут поданы при соблюдении следующих условий:

- «Упр. к Q... ВКЛ» – при наличии внешнего сигнала «РПО Q...», отсутствии команды управления на отключение «Упр. к Q... ОТКЛ», и при отсутствии сигнала неисправности цепей выключателя;
- «Упр. к Q... ОТКЛ» – при отсутствии внешнего сигнала «РПВ Q...», отсутствии команды управления на включение «Упр. к Q... ВКЛ», и при отсутствии сигнала неисправности цепей выключателя.

После возникновения команд управления выключателем (включить-отключить), сброс этих команд производится следующими способами, в зависимости от выбранного режима:

- «Упр. к Q... ВКЛ» – при появлении внешнего сигнала «РПВ Q...» (если режим «Контр. соленоид» включен), или при пропадании сигнала «РПО Q...», или при исчезновении внешнего сигнала «РКТС Q...», или по истечении выдержки времени;
- «Упр. к Q... ОТКЛ» – при появлении внешнего сигнала «РПО Q...», или исчезновении сигнала «РКТС Q...», или по истечении выдержки времени.

Управление выключателем может быть заблокировано в следующих случаях

- наличие внешнего сигнала «Блокировка упр.» (блокируется управление всех групп управления терминала);
- не завершено управление другим выключателем;
- цепи выключателя неисправны.

Контроль исправности цепей выключателя описан ниже в разделе «Контроль цепей выключателя».

РКТС применяется для сброса команд включения и отключения у выключателя, блок-контакты соленоида отключения которого собираются до размыкания блок-контактов соленоида включения (и аналогично при отключении выключателя).

При включении или отключении выключателя, через катушку РКТС текут токи питания соленоидов включения и отключения, и контакт РКТС замкнут. После завершения коммутации, выключатель разрывает цепи включения-отключения своими контактами КСА и также обесточивает катушку РКТС. Контакт реле контроля тока соленоидов размыкается, и, после исчезновения сигнала «РКТС Q...», команда управления выключателем сбрасывается.

В одном БИМ может содержаться средств управления несколькими (см. таблица 1.23) объектами ТУ, в зависимости от типа и дополнительных функций.

Таблица 1.23 Количество объектов ТУ

Тип БИМ	Максимальное количество объектов ТУ
БИМ 1ХХ0 0/16 Д/ БИМ 2ХХ0 0/16 Д	8
БИМ 1ХХ0 0/32 Д/ БИМ 2ХХ0 0/32 Д	16
БИМ 1Х50 0/80 Д/ БИМ 2Х50 0/80 Д	24

Контроль цепей выключателя

Для выявления неисправностей в цепях управления и приводе выключателя, предусмотрен контроль цепей выключателя. Включается режимом «Контр. соленоидов» для всех объектов ТУ терминала и действует только в режиме синхронизации по положению РПО

Контроль цепей выключателя производится по двум направлениям:

- по оценке времени одновременного наличия или одновременного отсутствия внешних сигналов «РПО Q...» и «РПВ Q...»;
- по оценке длительности наличия команд «Упр. к Q... ВКЛ», «Упр. к Q... ОТКЛ», при выборе метода снятия команды управления по сигналу РПО или РКТС .

При превышении времени контроля подаётся сигнал «Q...неиспр.». Время контроля определяется суммой времен «Пауза зам ШУ(с)», «Пауза раз ШУ(с)» и «Пауза исп ... (с)».

Регистрация работы телеуправления

Регистратор является внутренней функцией алгоритма телеуправления. При отображении в программе «Монитор» на странице «Регистратор», представляет собой таблицу, в которой отображаются фиксируемые параметры. В качестве заголовка каждого столбца используется дата регистрации данных параметров.

Регистратор представляет собой кольцевой буфер, рассчитанный на 20 записей. По заполнении всего буфера регистратора, следующая новая запись затирает самую раннюю по времени запись.

Регистрируются все команды включения и отключения, любая команда управления выключателем инициируют регистрацию. В графе команд управления терминала, выданная команда отображается «1», остальные элементы – «0». При регистрации команды на отключение выключателя (по любой причине) столбец записи параметров момента отключения окрашивается в розовый цвет.

Подключение

Оперативные цепи

Питание терминала выполняется непосредственно от шин питания постоянного или переменного тока через отдельный автомат или предохранитель с уставкой по току 2 А.

При использовании постоянного оперативного тока для питания терминала и входных дискретных каналов, полярность при подключении значения не имеет.

Контакты электромеханических реле каналов управления рассчитаны на номинальный ток 8 А. Максимальный постоянный ток разрыва индуктивной нагрузки с постоянной времени 50 мс, на который рассчитаны контакты реле, составляет 250 мА. При необходимости разрыва токов большей величины необходимо использовать промежуточное реле с более мощной контактной системой. При выборе метода снятия команд управления по положению выключателя, разрыва токов соленоидов и катушек включения-отключения контактами реле не происходит.

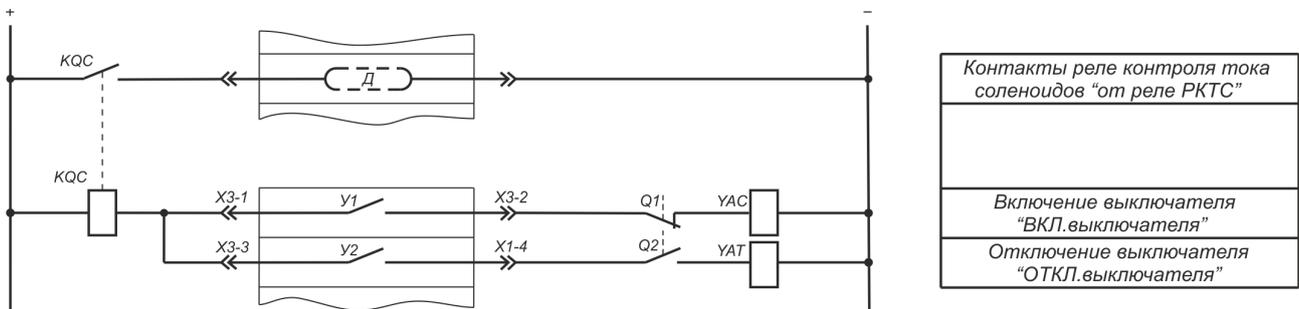


Рисунок 1.11 Схема подключения реле контроля тока (PKTC)

Варианты подключения

Алгоритм телеуправления позволяет организовать несколько вариантов схем управления.

Прямое управление

Контакты «Упр. к Q... ОТКЛ» и «Упр. к Q... ВКЛ» напрямую коммутируют оперативный ток на соленоиды управления выключателем. (см рис 1.12)

Общее включение опертока

Замыкание контактов «Упр. ШУ» подает питание на все контакты данного терминала. (см рис 1.13)

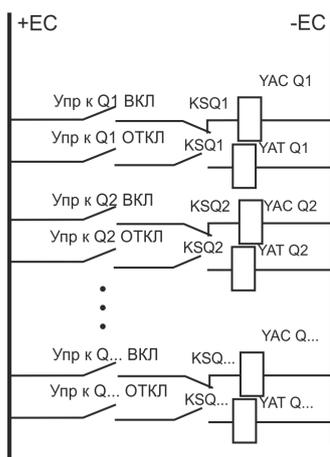


Рисунок. 1.12 Схема прямого управления

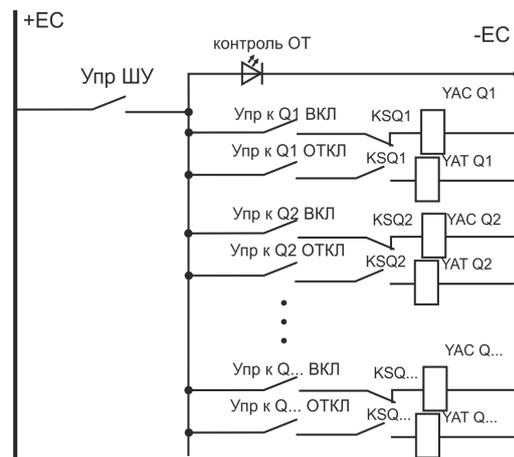


Рисунок. 1.13 Схема управления с общим включением опертока

Индивидуальная коммутация опертока

В данной схеме (см. рис 1.14) подключения контакт «Питания об. ...» может быть использован как от собственной группы управления, так и от другой группы управления данного терминала или другого терминала телеуправления. В случае использования «чужого» контакта, связь между командами управления настраивается в конвертере протокола на уровне сервера. При управлении на выключатель сначала подается команда управления, замыкающая контакт «Упр. к Q... ОТКЛ» (или «Упр. к Q... ВКЛ»). Если команда выполнена и терминал вернул серверу квитанцию выполнения, то автоматически подается команда на замыкание контакта «Питания об. ...». Для чего настраивается отдельная группа управления. Метод снятия команды для обеих групп управления должен быть настроен одинаково.

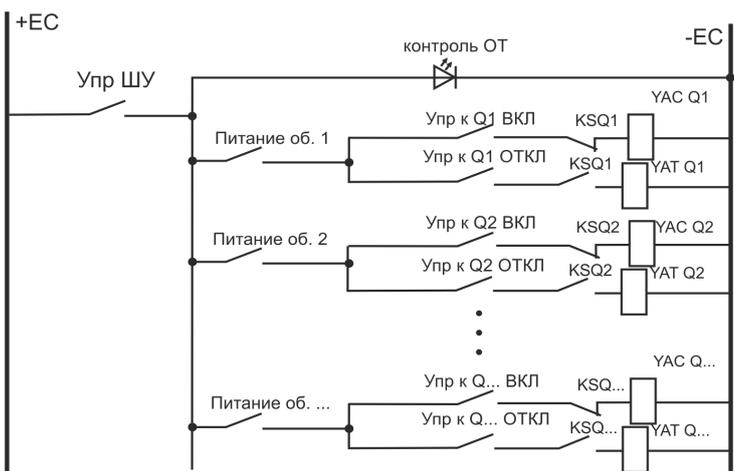


Рисунок. 1.14 Схема управления с индивидуальной коммутацией опертока.

Назначение переменных по умолчанию

В качестве примера, в таблице 1.24 определено назначение по умолчанию логических переменных дискретным входам и выходам (на странице «Таблица связей») терминалу с семью группами управления. Неиспользуемые дискретные входы и выходы, выделенные в резерв, имеют назначение «Резерв». Переопределение переменных выполняется с помощью программы «Монитор РЗА».

Программные блинкеры служат для передачи квитанций исполнения команд системе телемеханики. Квитанция исполнения команды выдается по принципу J-триггера, то есть каждая выполненная команда телеуправления изменяет состояние программного блинкера на противоположное. Состояние программных блинкеров отображается только на символьном дисплее терминала, в системе телемеханики или в системе осциллографирования.

Таблица 1.24 Переменные на странице «Таблица связей» терминала ТУ

Наименование дискретного сигнала	Номер канала	Номера клемм	Наименование канала управления	Номер канала	Номера клемм
РПО Q1	К1	X1:1,2	Упр к Q1 ВКЛ	У1	X3:1,2
РПО Q2	К2	X1:3,4	Упр к Q1 ОТКЛ	У2	X3:3,4
РПО Q3	К3	X1:5,6	Упр к Q2 ВКЛ	У3	X3:5,6
РПО Q4	К4	X1:7,8	Упр к Q2 ОТКЛ	У4	X3:7,8
РПО Q5	К5	X1:9,10	Упр к Q3 ВКЛ	У5	X3:9,10
РПО Q6	К6	X1:11,12	Упр к Q3 ОТКЛ	У6	X3:11,12
РПО Q7	К7	X1:13,14	Упр к Q4 ВКЛ	У7	X3:13,14
РПО Q8	К8	X1:15,16	Упр к Q4 ОТКЛ	У8	X3:15,16
Резерв	К9	X2:1,2	Упр к Q5 ВКЛ	У9	X4:1,2
Резерв	К10	X2:3,4	Упр к Q5 ОТКЛ	У10	X4:3,4
Резерв	К11	X2:5,6	Упр к Q6 ВКЛ	У11	X4:5,6
Резерв	К12	X2:7,8	Упр к Q6 ОТКЛ	У12	X4:7,8
Резерв	К13	X2:9,10	Упр к Q7 ВКЛ	У13	X4:9,10
Резерв	К14	X2:11,12	Упр к Q7 ОТКЛ	У14	X4:11,12
Резерв	К15	X2:13,14	Упр к Q8 ВКЛ	У15	X4:13,14
Резерв	К16	X2:15,16	Упр к Q8 ОТКЛ	У16	X4:15,16

Наименование сигнала ТУ	Номер канала		Наименование локальной сигнализации	Номер канала	
ВКЛ. Q1 по ТУ	ТУ1		Q1 ВКЛ	C1	
ОТКЛ. Q1 по ТУ	ТУ2		Q2 ВКЛ	C2	
ВКЛ. Q2 по ТУ	ТУ3		Q3 ВКЛ	C3	
ОТКЛ. Q2 по ТУ	ТУ4		Q4 ВКЛ	C4	
ВКЛ. Q3 по ТУ	ТУ5		Q5 ВКЛ	C5	
ОТКЛ. Q3 по ТУ	ТУ6		Q6 ВКЛ	C6	
ВКЛ. Q4 по ТУ	ТУ7		Q7 ВКЛ	C7	
ОТКЛ. Q4 по ТУ	ТУ8		Резерв	C8	
ВКЛ. Q5 по ТУ	ТУ9		
ОТКЛ. Q5 по ТУ	ТУ10		Резерв	C21	
ВКЛ. Q6 по ТУ	ТУ11		Программные блинкера	Номер канала	
ОТКЛ. Q6 по ТУ	ТУ12		ВКЛ Q1 блинкер	1	
ВКЛ. Q7 по ТУ	ТУ13		ОТКЛ Q1 блинкер	2	
ОТКЛ. Q7 по ТУ	ТУ14		ВКЛ Q2 блинкер	3	
ВКЛ. Q8 по ТУ	ТУ15		ОТКЛ Q2 блинкер	4	
ОТКЛ. Q8 по ТУ	ТУ16		ВКЛ Q3 блинкер	5	
			ОТКЛ Q3 блинкер	6	
			ВКЛ Q4 блинкер	7	
			ОТКЛ Q4 блинкер	8	
			ВКЛ Q5 блинкер	9	
			ОТКЛ Q5 блинкер	10	
			ВКЛ Q6 блинкер	11	
			ОТКЛ Q6 блинкер	12	
			ВКЛ Q7 блинкер	13	
			ОТКЛ Q7 блинкер	14	
			ВКЛ Q8 блинкер	15	
			ОТКЛ Q8 блинкер	16	

Работа в программе «Монитор»

Настройка опций телеуправления: разрешение работы группы управления, выбор принципа синхронизации, назначение и переназначение дискретных и логических входов и выходов, индикации лицевой панели терминала выполняется с помощью программы «Монитор РЗА».

Терминал должен быть подключен к серверу в составе локальной вычислительной сети. На сервере (ПК) должно быть установлено базовое ПО «Черный ящик 2000»

После запуска программы «Monitor» и выбора прямого доступа к серверу на экране возникает панель (см. рис. 1.15), представляющая собой список всех терминалов подключённых к серверу (ПК).

В столбце «Терминал» указан физический адрес терминала в СЛВС, в столбце «Тип РЗ» – тип опций терминала, в столбце «Название» – название алгоритма терминала.

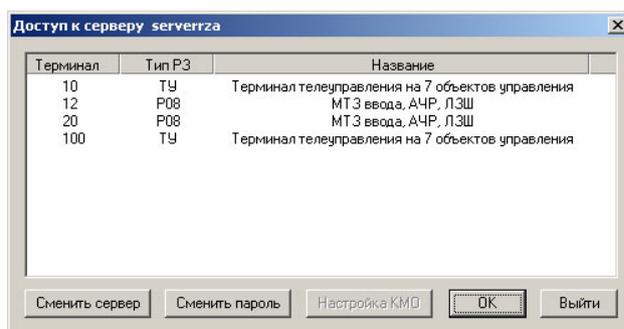


Рисунок. 1.15 Панель доступа к серверу

Просмотр и редактирование режимов и параметров производится в редакторе настроек. Открывается редактор нажатием кнопки «ОК» на панели списка после выделения строки с названием защиты редактируемого терминала или двойным щелчком левой кнопки мыши.

Редактор настроек защит и автоматики состоит из трех страниц: «Настройки», «Регистратор», «Таблица связей».

На странице «Настройки» производится разрешение работы объектов ТУ, выбор принципа синхронизации и настройка времен синхронизации. На странице «Таблица связей» настраиваются дискретные входы и выходы для взаимодействия терминала с внешними устройствами управления, сигнализации, блокировки, а также с другими терминалами. На странице «Регистратор» отображается информация регистратора событий, который настройки не требует (см. раздел «Регистрация работы телеуправления»).

После ввода или изменения настроек необходимо выполнить занесение новых данных в память терминала. Для этого нужно нажать кнопку с пиктограммой «Сохранение уставок», расположенную на панели инструментов программы «Монитор РЗА». Независимо от метода доступа к терминалу формируется файл уставок с уникальным именем, в котором отражается информация о порядковом номере терминала и дате текущей коррекции. Файл передается в терминал по локальной сети, или по удаленному доступу в сформированном запросе. Файлы уставок располагаются в папке %BLACKBOX%\%BBREGION%\%BBOBJECT%\RZA.

Запись новых настроек в терминал выполняется при полной остановке работы алгоритма телеуправления. После возобновления работы обновленные параметры переписываются в энергонезависимую память терминала. Запись параметров видна по миганию индикатора «РАБОТА» на лицевой панели терминала.

Страница «Настройки»

- На странице «Настройки» приведена таблица защит и режимов, которая имеет два поля (рис. 1.16):
- «Название» – индивидуальное название уставки и режима;
- «Значение» – имеет три состояния: «отключено» – при выведенных из работы объектах управления, «введено» – при введенных в работу объектах управления, пустое поле для настроек режима управления ШУ.



Рисунок. 1.16 Страница «Настройки»

Для раскрытия настроек объекта ТУ необходимо два раза щёлкнуть левой кнопкой мыши на названии группы. Введение в работу или отключение из работы необходимых параметров производится выставлением галочки напротив соответствующего названия. Введение значений времен производится с помощью клавиатуры сервера или компьютера (ПК).

Группа всех настроек режимов управления одним выключателем приведена в таблице 1.25. Полный список всех настроек режимов содержит по одной группе для объекта ТУ, которые различаются между собой нумерацией элементов.

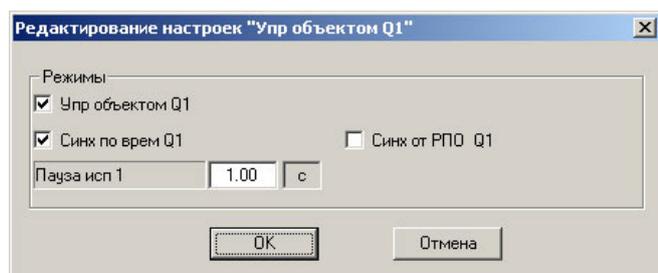


Рисунок. 1.17

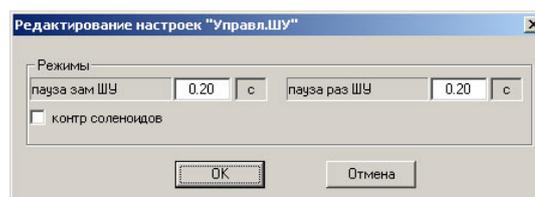


Рисунок. 1.18

Таблица 1.25 Список настроек на странице «Режимы»

Режим	Принимаемые значения	Описание
Управл.ШУ		
Пауза зам ШУ(с)	0,2 – 200 с шаг 0,1 с	Устанавливает длительность, в секундах, паузы от замыкания контактов реле управления до момента замыкания контактов реле коммутации опертока (настраивается один раз для всех объектов управления).
Пауза раз ШУ(с)	0,2 – 200 с шаг 0,1 с	Устанавливает длительность, в секундах, паузы от момента размыкания контактов реле коммутации опертока до размыкания контактов реле управления (настраивается один раз для всех объектов управления).
Контр соленоидов	вкл.\откл.	Включает контроль исправности цепей выключателя (для всех объектов управления одновременно).
Упр. объектом Q1		
Упр. объектом Q1	вкл.\откл.	Разрешает управление выключателем Q1.
Синх по врем Q1	вкл.\откл.	Определяет метод сброса команд управления по времени или по положению выключателя.
Синх от РПО Q1	вкл.\откл.	Определяется метод сброса команд управления выключателем «Упр к Q1 ВКЛ» и «Упр к Q1 ОТКЛ» (от РПО (РПО-РПВ при включенном режиме «контр соленоидов») или от РКТС). При включенном режиме – от РПО-РПВ (вкл.).
Пауза исп. Q1 (с)	0,1 – 3200 с шаг 0,1 с	устанавливает длительность, в секундах, паузы до момента сброса команд управления выключателя Q1.

Страница «Таблица связей»

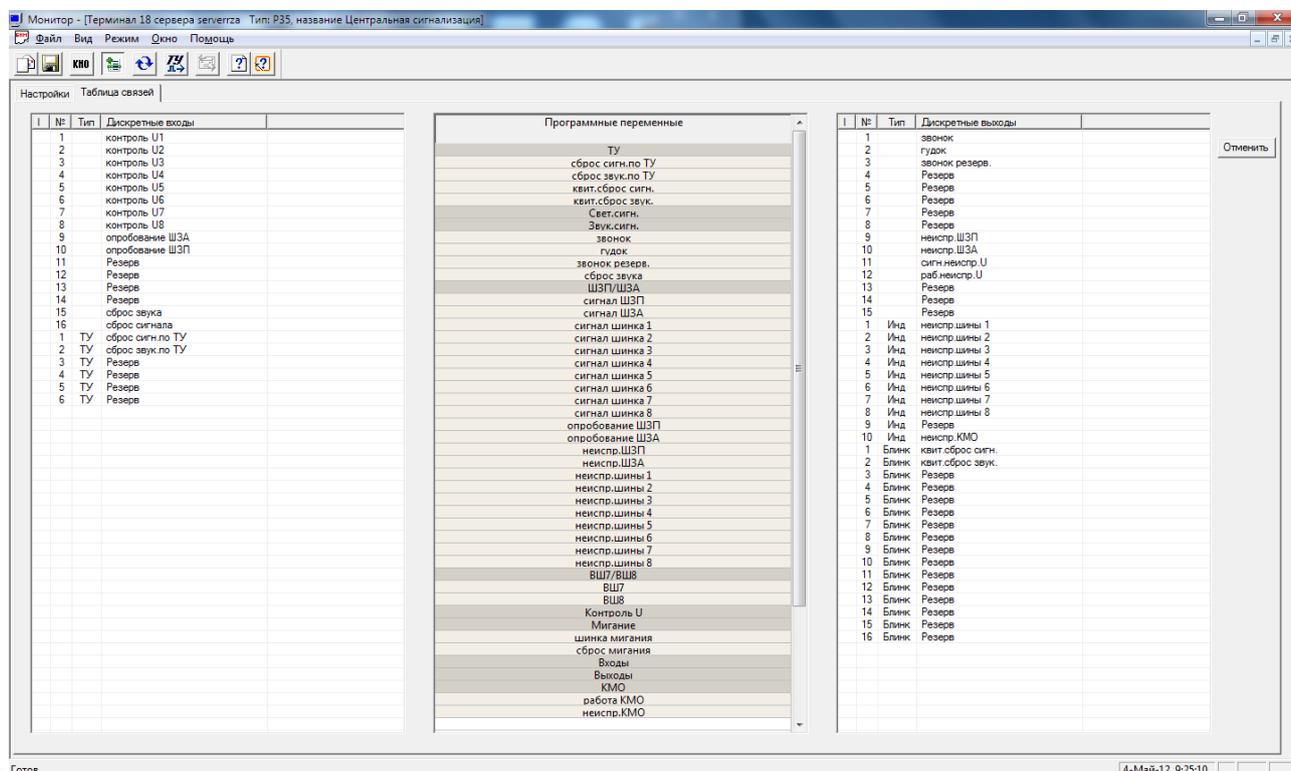


Рисунок. 1.19 Страница «Таблица связей»

Страница «Таблица связей» (рис. 1.19) предназначена для настройки связи между физическими и логическими каналами терминала и внутренними программными переменными. К физическим каналам терминала относятся входные дискретные каналы, выходные каналы управления и каналы индикации на лицевой панели, к логическим – каналы телеуправления и программные бликера.

В левом столбце таблицы связей отображаются физические и логические входные каналы, в правом – выходные каналы терминала. Все каналы пронумерованы в соответствии с их физическим расположением.

В этих столбцах таблицы приняты следующие обозначения:

- ТУ – логические входные каналы (каналы телеуправления);
- Блинок – логические выходные каналы (программные блинкера);
- Инд – каналы световой индикации на лицевой панели терминала;
- ✓ – состояние физического канала будет инвертировано при присвоении.

В центральном столбце показан список названий всех программных переменных, предназначенных для присвоения физическим и логическим входам и выходам. Переменные сгруппированы объектам ТУ.

Настройка входных и выходных дискретных переменных

- выбор переменной, которая будет присвоена входному или выходному каналу производится двойным щелчком левой кнопки мыши на названии переменной;
- для инвертирования каналов необходимо дважды щелкнуть правой кнопкой мыши на названии канала.

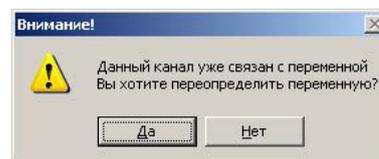


Рисунок. 1.20

Запрещается инвертировать каналы телеуправления!

Чтобы освободить вход или выход от логической переменной (сделать его пустым, резервным) ему необходимо присвоить переменную значением «Резерв», находящуюся в конце списка предлагаемых программных переменных. Имеется возможность быстрого сброса значения переменной: щелчком левой кнопки мыши на строке входа (выхода) при нажатой клавише «Ctrl» – вход (выход) переводится в состояние «Резерв».

Имеется возможность присвоить одну программную переменную нескольким входам (выходам). При этом терминал будет воспринимать дискретные входы по схеме «ИЛИ», а управлять выходами с дублированием друг друга.

При назначении одной переменной на несколько входных дискретных каналов, инверсия либо назначается на все каналы одной переменной, либо не назначается ни на один из каналов. Выходные каналы управления, сигнализации и блинкера при назначении одной переменной на несколько каналов, могут инвертироваться независимо друг от друга.

В таблице 1.26 отображена группа логических переменных, обеспечивающая связь с функциональными элементами управления одним выключателем. Количество таких групп в терминале телеуправления зависит от модификации терминала (см. таблицу 1.23). Группы полностью независимы друг от друга, различаются между собой нумерацией элементов. Общими для всех групп являются элементы первой группы – «Упр.ШУ».

Таблица 1.26 Список логических переменных

Наименование логической переменной	Назначение логической переменной	Тип назначаемого канала
Упр.ШУ		
Упр ШУ	Команда управления включением опертока	Вых.
Блокировка упр	Блокировка управления выключателями.	Вх.
контр ОТ	Сигнал наличия оперативного напряжения на контактах управления.	Вх.
Объект ...		
РПО Q ...	Сигнал от реле положения отключено выключателя Q... .	Вх.
РПВ Q ...	Сигнал от реле положения включено выключателя Q....	Вх.
РКТС Q ...	Сигнал от реле контроля тока соленоида выключателя Q... .	Вх.
ВКЛ Q... по ТУ	Внешняя команда по цифровым каналам для ВКЛ выключателя Q.... Команды управления передаются терминалу по сети СЛВС ЧЯ от сервера или через СОМ порт и представляют собой импульсные посылки длительностью 20 мс.	ТУ
ОТКЛ Q... по ТУ	Внешняя команда по цифровым каналам для ОТКЛ выключателя Q....	ТУ
ВКЛ Q... блинкер	Квитанция подтверждения исполнения терминалом команды телеуправления на включение выключателя Q....	Блинок.

Наименование логической переменной	Назначение логической переменной	Тип назначаемого канала
ОТКЛ Q... блинкер	Квитанция подтверждения исполнения терминалом команды телеуправления на отключение выключателя Q....	Блинк.
Упр. к Q... ВКЛ	Команда включения к выключателю Q....	Вых.
Упр. к Q... ОТКЛ	Команда отключения к выключателю Q....	Вых.
Питание об. Q...	Команда управления питанием объекта. Замыкается при подаче любой команды управления выключателем и используется в схемах с индивидуальной коммутацией опертока.	Вых,
Q... ВКЛ	Сигнализация положения "ВКЛЮЧЕНО" выключателя Q.... Сигнализация фиксирует положение выключателя по последней выполненной команде управления.	Вых, Инд.
Q... неисправ	Сигнализация неисправности выключателя	Вых, Инд
<i>(несгруппированные переменные)</i>		
Резерв	Переменная для вывода входа или выхода в резерв.	Вх, ТУ, Вых, Инд, Блинк, КМО

Настройка параметров телеуправления

Внимание: после каждого ввода или изменения параметров и режимов телеуправления необходимо сохранять изменения в устройстве с помощью кнопки «Сохранение уставок», располагающейся на панели инструментов. Эта процедура отправляет в память модуля новые значения, и, если этого не сделать, изменения в настройках останутся только на экране монитора.

Управление всеми выключателями настраивается одинаково.

Страница «Режимы»

На странице «Режимы» производится ввод необходимых параметров:

- «пауза зам ШУ(с)» – задается время, по истечении которого, после замыкания контактов «Упр. к Q... ОТКЛ» (или «Упр. к Q... ВКЛ»), замыкаются контакты управления опертоком. В случае если контакт «Упр. ШУ» не используется это значение задается нулем.
- «пауза раз ШУ(с)» – задается время, по истечении которого размыкаются контакты управления опертоком. В случае если контакт «Упр. ШУ» не используется, задается нулевое значение.
- «контр соленоидов» – разрешается контроль соленоидов, для выключателей для которых выбран метод снятия команды управления от РПО. Контроль производится по оценке времени одновременного наличия или одновременного отсутствия внешних сигналов - «РПО Q...», «РПВ Q...»;
- «Упр. объектом Q...» – разрешается управление данным выключателем;
- «Синх по врем Q...» – выбирается метод снятия команды управления через заданное время;
- «Синх от РПО Q...» – выбирается метод снятия команды управления по положению РПО (в положении ВКЛ) или по сигналу РКТС (в положении ОТКЛ). Действует если не выбрана синхронизация по времени;
- «Пауза исп. Q... (с)» – выставляется время, по истечении которого снимается команда управления при синхронизации по выдержке времени.

Страница «Таблица связей»

На странице «Таблица связей» присваиваются каналам необходимые переменные:

- дискретным - «РПО Q...», «РПВ Q...», «РКТС Q...», «блокировка упр», «контроль ОТ»;
- каналам управления, программным блинкерам и индикации – «Упр. ШУ», «Упр. к Q... ВКЛ», «Упр. к Q... ОТКЛ», «Питание об. ...», «Q... ВКЛ», «Q...неиспр.», «Вкл Q... блинкер», «Откл Q... блинкер».

Для предупреждения аварийных ситуаций, вызванных неисправностями в работе терминала или его отдельных элементов, необходимо проводить периодические испытания и проверки технического состояния терминала.

2. МОНТАЖ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

2.1. Указания мер безопасности

Для настройки и подключения устройства допускается персонал, имеющий соответствующую квалификацию и группу по электробезопасности не ниже третьей.

В части требований техники безопасности устройство соответствует нормам ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.6-75 и ГОСТ 12.2.007.7-75.

По способу защиты человека от поражения электрическим током устройство соответствует классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Перед подключением терминала необходимо произвести внешний осмотр на предмет механических повреждений.

Корпус устройства перед подключением должен быть надёжно заземлён через специальную клемму заземления медным проводником сечением не менее 2,5 мм²!

Запрещается производить монтаж и снимать крышку корпуса устройства при включенном питании!

2.2. Подготовительные работы

Перед установкой устройства необходимо выполнить проверку его работоспособности. Для этого необходимо снять с аналогового клеммника изолирующую крышку зажимов и, проверив качество изоляции кабеля питания, подключить питающие провода к клеммам питания АХ - 17, АХ - 18 (см. рис 2.1). При подаче напряжения питания постоянного тока полярность произвольная. После включения питания БИМ проводит полную диагностику своих подсистем. При неисправности одной из подсистем устройство зажигает индикатор «отказ». После подачи питания должна стартовать программа, записанная в устройстве, что подтверждается равномерным горением индикатора «РАБОТА» и выводом сообщения на экран символьного дисплея (если есть в поставке).

Перед установкой устройства на панели или в шкафу необходимо засверлить минимально четыре отверстия диаметром 5 мм, а для БИМ 2XXX и БИМ 6XXX вырезать окно в панели или дверце шкафа. Установочные размеры соответствуют (рис. 1.4 – рис. 1.6) крайним отверстиям.

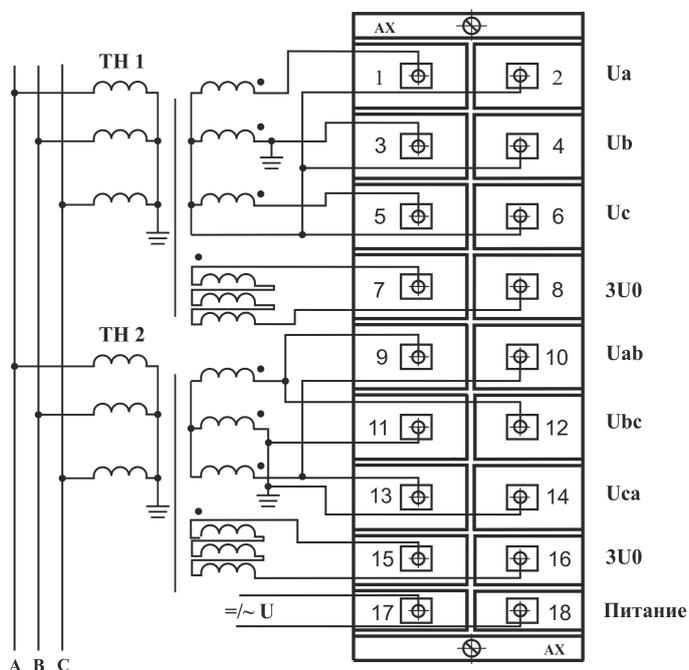


Рисунок. 2.1 Пример подключения цепей напряжения («звезда» и «треугольник») к БИМ

2.3. Подключение каналов

Подключение аналоговых каналов, дискретных входов и выходов терминалов с функциями РЗА описаны в руководствах по эксплуатации на соответствующий тип РЗА.

В терминале имеется до 7 дискретных блоков по 2 клеммных зажима в каждом (X1 — X14) по 16 контактов (рис. 2.2), предназначенных для подключения дискретных каналов. В каждом блоке может быть до 6 входов (15 при внутреннем питании 48 В) или 16 выходов. На рис. 2.3 показан пример для терминала с двумя блоками дискретных входов и двумя блоками дискретных выходов (32 входа и 32 выхода).

Каналы входов и выходов нумеруются отдельно последовательно по мере роста номера клеммного ряда и номера клемм (см. рис. 2.3).

Терминалы БИМ 1XXX и БИМ 2XXX могут иметь до двух модулей дискретных каналов, а при отсутствии модуля аналоговых каналов – до пяти. Терминал БИМ 6XXX при наличии модуля аналоговых каналов может иметь до четырех модулей дискретных каналов, а при отсутствии аналоговых каналов – до семи.

2.3.1. Подключение аналоговых шлейфов

Состав аналоговых каналов с привязкой к клеммным зажимам определен в паспорте на устройство. Полюсный вход цепи каждого аналогового канала монтируется на клеммы АХ- 1, АХ- 3, АХ- 5, АХ- 7, АХ- 9, АХ-11, АХ- 13, АХ- 15 (пример подключения рис. 2.1). Монтаж выполняется проводом сечением до 4 мм² под винт М4.

2.3.2. Подключение дискретных входов

Дискретные входы изолированы друг от друга.

Блоки дискретных входов на 48 В (БИМ XXX1) имеют выход внутреннего источника соответствующего напряжения. Выход внутреннего источника занимает место 16-го входа (для второго и последующих модулей соответственно 32-го, 48-го и т. д.) На рис. 2.4 представлена схема включения для случая применения внутреннего источника питания терминала БИМ XXX1 15/16 при подключении сухих контактов общим количеством до 15. 16 канал используется для вывода напряжения 48 В на внешние цепи.

В модификации БИМ XXX0 в качестве входного дискретного сигнала применяется потенциальный вход. При этом каждый канал имеет независимое двухпроводное подключение. В данном варианте допускается подключение до 16 каналов.

Монтаж клеммников проводится проводом сечением до 2,5 мм².

2.3.3. Подключение дискретных выходов

В устройстве, в качестве исполнительных элементов, применяются электромеханические или твердотельные реле. Электромеханические реле по умолчанию поставляются нормально разомкнутыми, но при необходимости могут быть выполнены и перекидывающимися, что отображается в паспорте.

Количество и тип коммутационных элементов дискретных выходов определяются в паспорте или руководстве по эксплуатации конкретного устройства РЗА.

Монтаж клеммников проводится проводом сечением до 2,5 мм².



Рисунок. 2.2 Внешний вид дискретного разъема кабельной части.

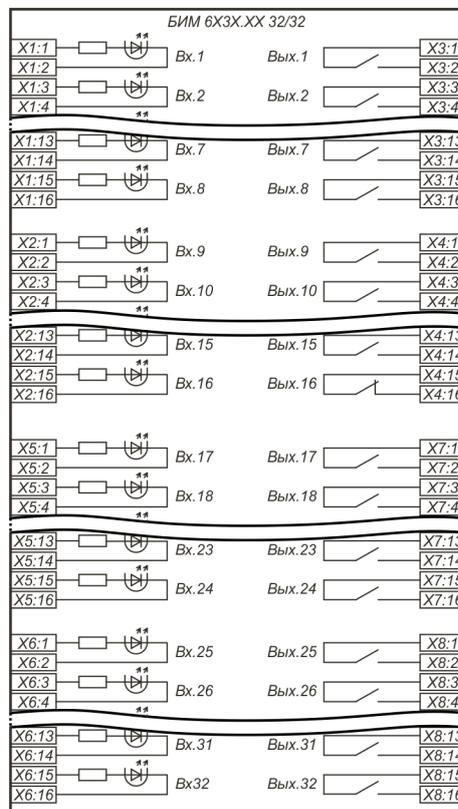


Рисунок. 2.3 Пример подключения дискретных каналов

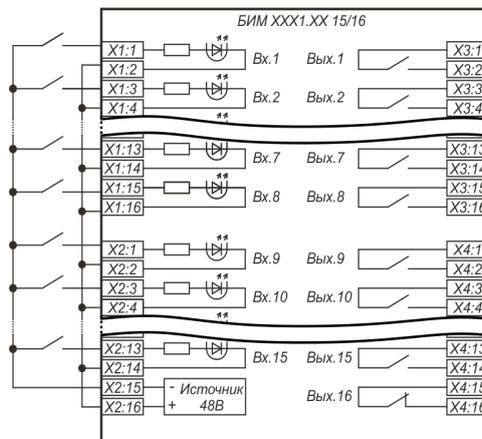


Рисунок. 2.4 Схема подключения дискретных входов и $U_n=48 В$

2.3.4. Подключение дискретных выходов

В устройстве, в качестве исполнительных элементов, применяются электромеханические или твердотельные реле. Электромеханические реле по умолчанию поставляются нормально разомкнутыми, но при необходимости могут быть выполнены и перекидывающимися, что отображается в паспорте.

Количество и тип коммутационных элементов дискретных выходов определяются в паспорте или руководстве по эксплуатации конкретного устройства РЗА.

Монтаж клеммников проводится проводом сечением до 2,5 мм².

2.3.5. Подключение к дискретному терминалу БИМ ХХ5Х.

Терминалы типа БИМ ХХ5Х не имеют в своем составе аналоговых каналов и на их месте может быть размещено до трех блоков дискретных каналов.

Данное подключение выполняется только на модификациях БИМ ХХ5Х с дополнительными блоками входов и выходов. Состав блоков определяется заказной документацией и отображается в маркировке.

Дискретные каналы представлены блоками по 16 каналов. Для дискретных входов нумерация каналов последовательная, начиная, с 1. Для дискретных выходов нумерация последовательная, начинается с 1. Нумерация каналов производится сверху вниз и слева направо.

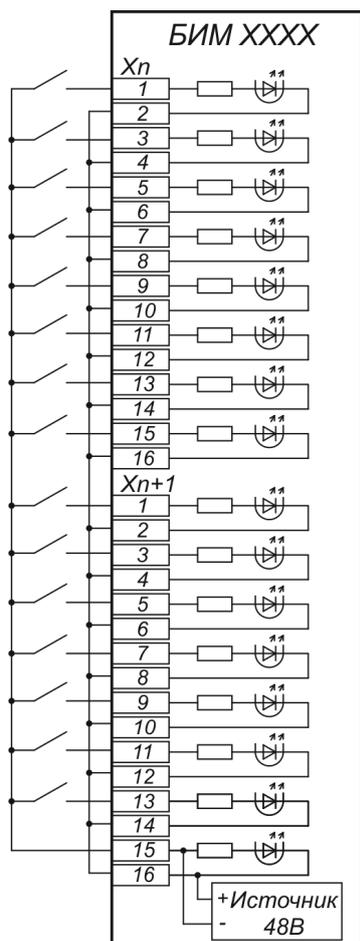


Рисунок. 2.5

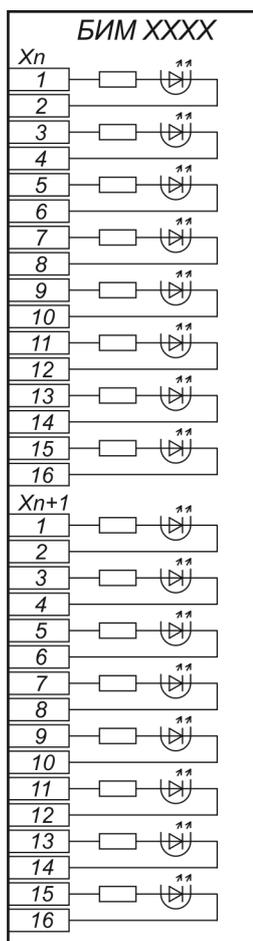


Рисунок. 2.6

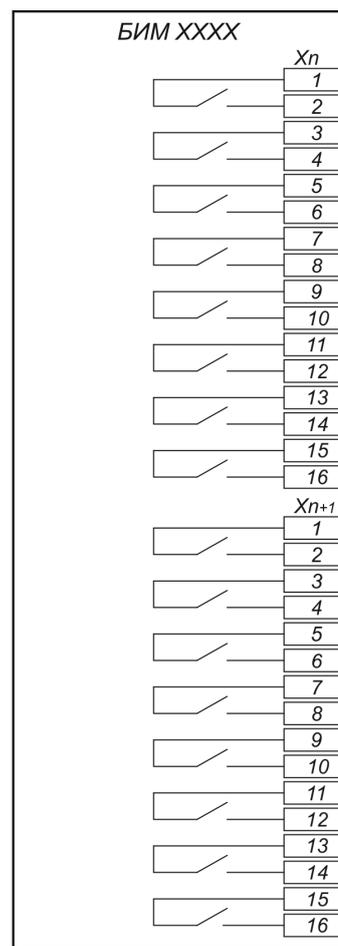


Рисунок. 2.7

На рис. 2.5 представлены схемы блоков дискретных входов с использованием 48 В для питания внешних сухих контактов. В этом случае канал 16 не является информационным и будут иметь всегда состояние логической 1. На рис. 2.6 показана схема дискретных входов для подключения контактов с внешним питанием.

Блок дискретных выходов на рис. 2.7 имеет все нормально разомкнутые контакты.

2.3.6. Подключение внешней сигнализации «Отказ» и «Пуск осциллографа»

Сигнализация «Отказ» и «Пуск осциллографа» в терминале выполнена на реле с переключающимися контактами (рис. 1.2). Подключение выполняется к клеммнику SX1. Нормально замкнутые контакты реле «Отказ» повторяют состояние светодиода «Неисправность» на лицевой панели БИМ. Нормально разомкнутые контакты реле «Пуск осциллографа» повторяют состояние светодиода «Пуск» на лицевой панели БИМ.

Контакты обеспечивают коммутацию напряжения переменного тока 230 В, 8 А.

2.3.7. Подключение шины PPS

Подключение шины PPS к терминалу для получения секундных импульсов синхронизации производится к клеммнику SX2 (п. 10 на рис. 1.4 – 1.6). Сигнал PPS от GPS антенны или другого устройства синхронизации времени заводится на клемму SX2:2, земля подключается на клемму SX2:3.

Для проверки точности синхронизации терминал через выход PPS out выдает импульсы, фронт которых привязан к началу каждой секунды по внутренним часам терминала. Генерация импульсов PPS включается с ЖКИ на кадре с отображением текущей даты и времени. Кнопка «Ввод» запускает, а кнопка «Сброс» останавливает генерацию. Изображение «*» на индикаторе сигнализирует, что генерация сигнала PPS out запущена. Импульсы PPS out снимаются с клеммы SX2:1, для этого надо подвести питание +5 В на клемму SX2:4 (потребление не более 1 Вт).

Подключение к шине PPS выполняется проводом сечением не менее 0,5 мм².

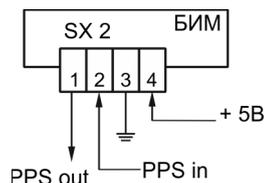


Рисунок. 2.8 Подключение клеммника SX2.

2.3.8. Монтаж кабеля BVnet

При монтаже кабеля с разъемами BNC, необходимо выполнить следующее (рис. 2.9):

- Разрезать магистральный кабель RG-6 (1) в месте присоединения к терминалу.
- Зачистить каждый конец кабеля по требованиям зачистки для BNC.
- Обжать кабельные разъемы BNC (2) на каждом конце кабеля при помощи специального инструмента для обжимки BNC.
- Вставить обжатые концы кабеля в Т-образный тройник BNC (3), защелкнуть разъемы в тройнике.
- Вставить тройник BNC в соответствующий разъем с надписью «Bbnet» в устройство.
- На последнем приборе в линии одно гнездо Т-образного тройника остается свободным или может использоваться для согласования параметров кабеля при помощи специальной заглушки.

Не допускается обжимка разъемов BNC неисправным или не соответствующим для данного типа разъемов инструментом. Для обжимки разъемов рекомендуется использовать клещи для обжимки разъемов на RG-6 марки НТ-336i.

Перед подключением разъемов к устройствам, необходимо проверить качество обжимки, а так же выполнить проверку сигнальной жилы и экрана на обрыв и замыкание между собой.

При использовании волоконно-оптического кабеля, выполнение прокладки и разделки кабеля следует проводить согласно техническим условиям для данного типа кабеля.

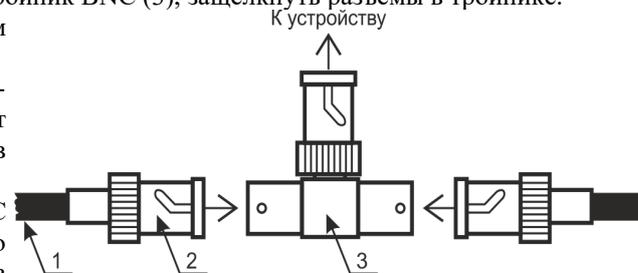


Рисунок. 2.9 Подключение разъемов BNC.

На рисунке введены обозначения:
1 – кабель RG-6; 2 – BNC разъем на кабель;
3 – Т-образный тройник;

2.3.9. Подключение к сети Ethernet

Для подключения используется кабель типа UTP4 или UTP5. На применяемый кабель монтируются разъемы типа TPS-8P8C согласно рисунку 2.10 с использованием специальной оснастки. Для подключения оптических кабелей используются готовые патч-корды необходимой длины с соответствующими коннекторами.

2.3.10. Подключение к сети КМО

Для подключения используется кабель типа UTP4 или UTP5. На применяемый кабель монтируются разъемы типа TPS-8P8C согласно рисунку 2.10 с использованием специальной оснастки.

Интерфейс КМО в устройстве имеет два разъема 8P8C. Благодаря им устройства объединяются кабелями в непрерывную цепочку. На крайние устройства устанавливаются согласующие заглушки (в составе поставки).

2.3.11. Подключение к сети RS-485

Интерфейс RS-485 имеет два разъема 8P8C. Благодаря двум разъемам устройства объединяются кабелями в непрерывную цепочку. На крайние устройства устанавливаются согласующие заглушки (в составе поставки).

На применяемый кабель UTP5 монтируются разъемы TPS-8P8C. В устройстве к контакту 4 подключена линия А, к контакту 5 — линия В. Контакты 3 и 6 подключаются к шине G.

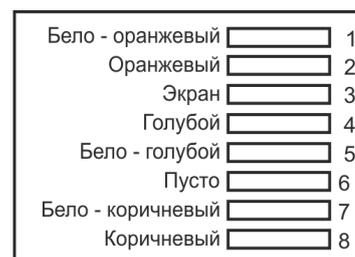


Рисунок. 2.10 Разделка кабеля на разъем TPS-8P8C (контактами к себе)

2.3.12. Особенности подключения терминала к сети Ethernet

Для создания комплекса в сети Ethernet применяются терминалы с интерфейсом Ethernet 100BASE-TX, 100BASE-FX (duplex LC). Сеть строится по традиционным правилам построения сетей Ethernet с применением разрешенного оборудования связи.

Управляющим центром системы является сервер любого производителя с базовым программным обеспечением ЧЯ и с поддержкой протоколов Vbnet и ГОСТ Р (МЭК) 61850-8-1, МЭК 60870-5-104. Для внешней сигнализации «Отказ» локальной сети и «Пуск» осциллографа применяется блок сигнализации VBs, подключаемый к USB порту сервера. Количество обслуживаемых терминалов ограничивается пропускной способностью сети и производительностью сервера.

2.3.13. Особенности подключения терминала по USB

Подключение по USB используется для местного подключения переносного компьютера к терминалу. Подключение осуществляется с помощью стандартного USB A-B кабеля, со стороны терминала используется разъем типа USB-B. Обмен с терминалом осуществляется по протоколу Vbnet. На переносном компьютере должно быть установлено базовое программное обеспечение ЧЯ с поддержкой протокола Vbnet. Порт для подключения терминала определяется в диспетчере устройств как «STMicroelectronics Virtual COM Port»

Подключение по USB используется для местного подключения переносного компьютера к терминалу. Подключение осуществляется с помощью стандартного USB кабеля, со стороны терминала используется разъем типа USB-B. Обмен с терминалом осуществляется по протоколу Vbnet. На переносном компьютере должно быть установлено базовое программное обеспечение ЧЯ с поддержкой протокола Vbnet. Порт для подключения терминала определяется в диспетчере устройств как «STMicroelectronics Virtual COM Port»

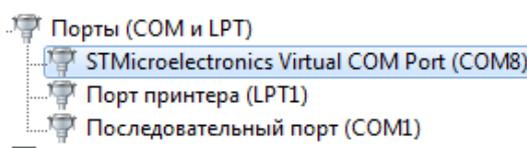


Рисунок. 2.11 Отображение подключения терминала в диспетчере устройств системы Windows

2.4. Техническое обслуживание

2.4.1. Контроль работоспособности терминала

Нормальное функционирование терминала определяется визуально по индикаторам лицевой панели терминала:

- свечение зеленого индикатора «РАБОТА»;
- отсутствие свечения красного индикатора «НЕИСПР».

Постоянно выполняется внутренняя диагностика общего измерительного тракта, которая захватывает проверкой все аналоговые усилители, аналоговый коммутатор и АЦП. Проверка реализована путем периодического подключения к тестовым каналам встроенного в терминал эталонного постоянного напряжения с амплитудой, перекрывающей весь динамический диапазон измерений. При превышении разности между замеренным и эталонным сигналами установленного значения, а так же при потере синхронизации между АЦП и процессором, срабатывает сигнализация неисправности терминала.

При кратковременных вспышках индикатора «НЕИСПР» фиксируются исправимые сбои АЦП. Сбои могут возникать при помехах на аналоговых входах терминалов (в цепях переменного тока) или при коммутации выходными реле терминалов катушек промежуточных реле и соленоидов управления выключателем (при постоянном оперативном токе). Параллельно катушкам промежуточных реле, в этом случае, должны быть установлены варисторы, рассчитанные на напряжение $U_{\text{пост}}=330-430$ В с энергией поглощения не менее 50 Дж, (например типа TVR-12 391). Небольшое количество вспышек: 1-2 в минуту, допустимо и не влияет на работу терминала, если не происходит срабатывания дискретного выхода «неиспр.терминала».

При возникновении неисправности терминала производится блокирование любых команд к дискретным выходам, т.е. управляющие реле остаются в том положении, в котором они находились до возникновения неисправности. Разблокирование дискретных выходов происходит автоматически после восстановления работоспособности терминала.

При возникновении сбоев в терминале загорается индикатор «НЕИСПР» на лицевой панели и замыкаются размыкающие контакты реле дискретного выхода «неиспр.терминала». Дискретный выход «неиспр.терминала» так же срабатывает при исчезновении питания.

Эксплуатация терминала с горящим индикатором «НЕИСПР» и замкнутыми контактами дискретного вы

2.4.2. Проверка и калибровка

Устройство поставляется предприятием-изготовителем поверенным, что подтверждается отметкой представителя Госстандарта в паспорте на устройство.

Все аналоговые каналы подлежат периодической проверке и, при необходимости, калибровке в соответствии с методикой РТ-МП-3483-551-2016 «ГСИ. Терминалы присоединений БИМ 1XXX, БИМ 2XXX, БИМ 6XXX. Методика поверки».

Межповерочный интервал – 8 лет.

2.4.3. Проверка дискретных входов и выходов

При периодических проверках или после перекоммутации клеммных разъемов дискретных входов или выходов, необходимо проводить проверку работоспособности дискретных входов (выходов) и целостность контактных соединений разъемов.

Проверяется замыкание контактов реле неисправности при отключении питания терминала.

Для устройств с функциями телеуправления проверяются срабатывания реле дискретных выходов при управлении включением и отключением выключателя присоединения по каналам ТУ (по удалённому доступу или из программы «Монитор»). Проверка проводится при выводе присоединения в ремонт.

Проверяется срабатывание дискретных входов внешними сигналами. Срабатывание дискретных входов наблюдается на символьном дисплее лицевой панели устройства или на виртуальной панели, отображаемой программой VAdmin, в строке «Дискретные входы».

Проверка дискретных входов и выходов проводится при первом включении, через один год после ввода в эксплуатацию и при периодических проверках, не реже одного раза в два года.

2.4.4. Проверка функций автоматики

Проверка проводится для определения правильности работы алгоритмов автоматики по выставленным параметрам, и управляющего действия дискретных выходов.

Проверка работы автоматики производится с помощью устройства проверки защиты (УПЗ) типа У5053, У5003, «Ретом – 41М», «Ретом – 51», или аналогичные. Все приборы и устройства, используемые при работе, должны быть испытаны и поверены. Класс точности применяемых измерительных приборов – не ниже 0,5.

Работа автоматики отслеживается по сигнализации и по отключающему воздействию на встроенные силовые реле или внешние коммутационные аппараты, в зависимости от модификации устройства.

Проверка автоматики проводится только при первом включении.

2.4.5. Проверка технического состояния

Техническое обслуживание (проверка технического состояния) терминала включает в себя:

- проверку (наладку) при первом включении – Н;
- первый профилактический контроль – К1;
- профилактическое восстановление – В;
- профилактический контроль – К.

В процессе работы терминал производит постоянную самодиагностику (см. 1.6.3).

Периодичность проведения технического обслуживания

Вид проверки	Количество лет эксплуатации																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Вид проверки	Н	К1	-	К	-	-	В	-	-	К	-	-	В	-	-	К	-

Н, К1, В, К а) внешний осмотр: отсутствие внешних следов ударов, потеков воды, в том числе высохших, отсутствие налета окислов на металлических поверхностях, отсутствие запыленности, осмотр рядов зажимов входных и выходных сигналов, разъемов интерфейса связи в части состояния их контактных поверхностей, осмотр элементов управления на отсутствие механических повреждений;

Н, К1, В, К б) измерение сопротивления изоляции независимых цепей (кроме цепей интерфейса связи) по отношению к корпусу и между собой:

- входных цепей тока;
- входных цепей напряжения;
- цепей питания оперативным током;
- входных цепей дискретных сигналов;
- выходных цепей дискретных сигналов от контактов выходных реле.
- Измерения производятся мегаомметром на 1000 В, сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм;

Н, В в) испытания электрической прочности изоляции независимых цепей (кроме цепей интерфейса связи) по отношению к корпусу и между собой.

- Изоляция цепей устройства защиты испытывается переменным напряжением 1000 В, частоты 50 Гц в течение 1 мин. (При В допускается применение мегаомметра на напряжение 2500 В);

Н, К1, В г) задание (или проверка) требуемой конфигурации устройства в соответствии с принятыми проектными решениями и техническими характеристиками (функциями) устройства;

Н, К1, В д) задание (или проверка) уставок устройства РАС в соответствии с заданной конфигурацией;

Н, К1, В е) проверка правильности отображения значений и фазовых углов токов (напряжений), поданных от постороннего источника;

- Н, К1, В ж)** проверка параметров (уставок) РАС каждого измерительного органа при подаче на входы устройства тока (напряжения) от постороннего источника; контроль состояния светодиода при срабатывании;
- Н, К1, В з)** проверка уровня логического «0» и логической «1» для дискретных входов терминала с помощью простороннего источника напряжения;
- Н и)** проверка отсутствия ложных действий при снятии и подаче напряжения оперативного тока с повторным включением через 0,5 с при минимальном значении диапазона уставок с подачей тока (напряжения), равного 0,8 тока (напряжения) срабатывания;
- Н к)** проверка записи осциллограмм на рабочих уставках и определение изменения параметров записи при напряжении оперативного тока, равном 0,8и 1,1Uном;
- Н, К1, В, К л)** проверка связи с терминалом по всем протоколам, заявленным для конкретного терминала;
- Н, К1, В, К м)** проверка синхронизации;
- Н, К1, К, В н)** проверка рабочим током:
 - проверка правильности подключения цепей тока и напряжения к терминалу с использованием устройства отображения входных значений;
 - проверка поведения устройства при отключении цепей напряжения;
 - контроль конфигурации и значений уставок;
 - контроль значений текущих параметров и состояния устройства по дисплею и сигнальным элементам.

2.5. Ремонт и сопровождение

Ремонт устройства и его составляющих элементов осуществляется предприятием-изготовителем и аккредитованными представителями в регионах по гарантийным обязательствам.

Послегарантийный ремонт оценивается и выполняется после осмотра изделия представителем предприятия-изготовителя на месте применения или в сервисном центре.

3. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

Устройства должны транспортироваться в упаковке предприятия-изготовителя в закрытом транспорте в условиях хранения 5 по ГОСТ 15150-69 или условиях хранения 3 при морских перевозках.

При такелажных операциях упакованные устройства не должны подвергаться ударам и воздействию атмосферных осадков. Хранение и транспортировка упакованных устройств допускается только в один ряд. Условия хранения по группе 5 ГОСТ 15150-69. Перед распаковкой после продолжительного хранения при отрицательной температуре устройство необходимо выдержать в течение 6 часов в условиях хранения 1 по ГОСТ 15150-69.

4. ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОЧНЫХ ДОКУМЕНТОВ

- [1] Программа «Монитор РЗА». Руководство пользователя. НТЦ «ГОСАН». ГРВН 343300.430РП.
- [2] Сервер комплекса «Черный ящик». Руководство по эксплуатации. ГРВН 422231.030РЭ.
- [3] Реализация протокола МЭК 61850-8-1 в терминалах БИМ типа 1. Руководство пользователя. НТЦ «ГОСАН». ГРВН 343300.425РП.
- [4] РТ-МП-3483-551-2016 «ГСИ. Терминалы присоединений БИМ 1XXX, БИМ 2XXX, БИМ 6XXX. Методика поверки»
- [5] Программное обеспечение VVadmin. Руководство пользователя. ГРВН 422231.408РП