⑥ ~~ОКП 42 2190~~
ОКПД 26.51.43

УТВЕРЖДАЮ
Технический директор
ОАО «Электроприбор»

А.В. Долженков
04. 10. 2016 г.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
серии Е

Руководство по эксплуатации
0ПЧ.140.338 РЭ

СОГЛАСОВАНО
Начальник ООТ и ТБ
И.Н. Иванова
30. 09 2016 г

Начальник МС – главный метролог
А.Н. Никифоров
30. 09. 2016 г

Начальник ОТК и УК
С.Н. Воротилов
03. 10. 2016 г

Главный технолог
Д.П. Салова
03.10. 2016 г.

Выполнил
Т.Н. Сукотнова
29. 09. 2016 г.

Проверил
В.И. Никитин
29. 09. 2016 г.

Нормоконтроль
А.Л. Федорова
04. 10. 2016 г.

2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1 Описание 3
1.1 Назначение 3
1.2 Технические характеристики 12
1.3 Дополнительные параметры и характеристики преобразователей, предназначенных для эксплуатации на морских судах 27
1.4 Дополнительные параметры и характеристики преобразователей, предназначенных для эксплуатации на ОИАЭ..... 30
1.5 Устройство и принцип работы 31
1.6 Маркировка 34
2 Средства измерений, инструменты и принадлежности 35
3 Использование по назначению 36
3.1 Меры безопасности 36
3.2 Подготовка к работе 36
3.3 Режимы работы 40
3.4 Порядок работы 42
3.5 Работа интерфейса 43
3.6 Работа дискретных входов..... 45
3.7 Работа дискретных выходов 45
3.8 Калибровка 47
3.9 Конфигурирование 48
3.10 Настройка и подключение контроллера ЭЛКТ 61
4 Транспортирование и правила хранения 75
5 Гарантии изготовителя 76
6 Сведения о рекламациях 77
7 Утилизация 77
Приложение А (обязательное) Общий вид, габаритные и установочные размеры преобразователей 78
Приложение Б (обязательное) Схема подключения преобразователей..... 80
Приложение В (обязательное) Схемы структурные преобразователей..... 87
Приложение Г (справочное) Схема реализации меню преобразователей 88
Приложение Д (обязательное) Протоколы обмена данными по интерфейсу..... 92
Приложение Е (обязательное) Работа дискретных выходов 106
Приложение Ж (обязательное) Значения входных сигналов и допускаемые значения измеряемых параметров в контрольных точках 107
Приложение И (обязательное) Декларации соответствия модуля ЭЛКТ-МЭК 61850 (PICS & MICS)..... 113
Приложение К (рекомендуемое) Описание объектов информации для преобразователя с модулем ЭЛКТ..... 117
Приложение Л (рекомендуемое) Описание команд и регистров доступа к модулю ЭЛКТпо протоколу Modbus TCP..... 118
Приложение М (рекомендуемое) Описание программы, реализующей выполнение локальных алгоритмов работы АСУ ТП для преобразователя с модулем ЭЛКТ..... 120

Данное руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с техническими характеристиками, устройством и принципом работы преобразователей измерительных серии Е в объеме, необходимом для эксплуатации.

В связи с постоянной работой по совершенствованию преобразователей, в конструкцию и программное обеспечение могут быть внесены изменения, не влияющие на его технические и метрологические характеристики и не отраженные в настоящем документе[1].

1 ОПИСАНИЕ

1.1 Назначение

1.1.1 Преобразователи измерительные серии Е (в дальнейшем – преобразователи) предназначены для преобразования электрических параметров в однофазных двухпроводных, трехфазных трехпроводных и трехфазных четырехпроводных электрических сетях переменного тока в цифровой код для передачи данных по интерфейсам RS485, Ethernet и в унифицированный выходной аналоговый сигнал постоянного тока.

1.1.2 Преобразователи применяются для контроля электрических параметров на объектах энергетики, для комплексной автоматизации объектов электроэнергетики, АСУ ТП энергоемких объектов различных отраслей промышленности.

1.1.3 Преобразователи не предназначены для установки и эксплуатации во взрывоопасных и пожароопасных зонах по ПУЭ («Правила установки электроустановок»).

1.1.4 Преобразователи имеют встроенный основной интерфейс RS485 и возможность опционального исполнения с дополнительными интерфейсами RS485, Ethernet. Возможность обмена информацией по интерфейсу RS485 и Ethernet позволяют использовать преобразователи в автоматизированных системах различного назначения.

Преобразователи, по заказу, могут иметь опциональное исполнение с беспроводным интерфейсом Bluetooth.

1 Руководство по эксплуатации 0ПЧ.140.338 РЭ, ред. 11.2022

Для обеспечения синхронизации времени преобразователи могут комплектоваться модулем GPS/ГЛОНАСС (антенна и кабель в комплект поставки не входят).

По заказу преобразователи могут комплектоваться датчиком температуры. Датчик температуры измеряет температуру окружающей среды в диапазоне от минус 50 °С до плюс 70 °С.

Беспроводной интерфейс Bluetooth, модуль синхронизации времени GPS/ГЛОНАСС и датчик температуры применяются только для преобразователей, имеющих специальное исполнение «L».

1.1.5 Преобразователи обеспечивают измерение, преобразование и передачу по интерфейсам последовательной связи (в зависимости от исполнения):

- параметров режима электрической сети: среднеквадратические значения переменного тока и напряжения, активной, реактивной и полной мощностей;

- параметров режима электрической сети на основе токов и напряжений основной гармоники: действующие значения переменного тока, напряжения, активной, реактивной и полной мощностей;

- коэффициента мощности cosφ (общего и фазных);

- частоты сети, отклонения частоты;

- глубины и длительности провала напряжения;

- длительности прерывания напряжения и временного перенапряжения;

- передачу значений параметров по гальванически развязанным цифровым интерфейсам RS485, Ethernet в автоматизированные системы диспетчерского управления и учета;

- отдельных параметров качества электроэнергии;

-технический учет: измерение и регистрация активной и реактивной электрической энергии за установленные интервалы времени в трехфазных сетях переменного тока;

- температуры окружающей среды (при наличии датчика температуры).

1.1.6 Преобразователи обеспечивают передачу состояния входов дискретных сигналов (телесигнализация) по цифровым интерфейсам.

Преобразователи могут иметь исполнение с дискретными выходами гальванически разделенными от остальных цепей.

1.1.7 Преобразователи имеют гальваническую развязку по цепям питания и по последовательным/параллельным входным и выходным цепям.

1.1.8 Преобразователи имеют возможность программирования диапазона показаний (преобразователи с номинальными токами 1 А, 5 А и напряжением 100 В), а так же имеют возможность перепрограммирования значений выходных аналоговых сигналов.

1.1.9 Преобразователи относятся к изделиям ГСП третьего порядка по ГОСТ Р 52931-2008.

1.1.10 Преобразователи изготавливаются для эксплуатации в условиях умеренно-холодного климата (климатическое исполнение УХЛ3.1 по ГОСТ 15150-69), по устойчивости к воздействию климатических факторов относятся к группе С4 по ГОСТ Р 52931-2008 и предназначены для работы при температуре от минус 40 °С до плюс 70 ºС и относительной влажности воздуха не более 98 % при температуре плюс 35 ºС (базовое исполнение).

Преобразователи с жидкокристаллическим дисплеем (далее по тексту – преобразователи с ЖК-дисплеем) изготавливаются для эксплуатации в общеклиматических условиях (климатическое исполнение О4.1 по ГОСТ 15150-69), по устойчивости к воздействию климатических факторов относятся к группе 4 по ГОСТ 22261-94 и предназначены для работы при температуре от минус 20 °С до плюс 70 °С и относительной влажности воздуха не более 90 % при температуре плюс 30 °С (опциональное исполнение).

1.1.11 Преобразователи являются устойчивыми к воздействию атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа (630 – 795 мм рт.ст.), группа Р1 по ГОСТ Р 52931-2008.

1.1.12 По механическим воздействиям преобразователи относятся к виброустойчивым и вибропрочным, группа N1 по ГОСТ Р 52931-2008.

1.1.13 Преобразователи могут применяться для работы в составе технических средств атомных станций (ТС АС) в соответствии с классами безопасности 2, 3 и 4 по НП-001-2015.

1.1.14 Преобразователи могут применяться для работы на морских судах, предназначенных для неограниченного района плавания.

Преобразователи, предназначенные для эксплуатации на морских судах, соответствуют требованиям «Правилам классификации и постройки морских судов» Российского морского регистра судоходства, «Правилам технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов» (Приложение 13, 14, р.10, ч.IV Пр. РС/ТН).

Преобразователи, предназначенные для эксплуатации на морских судах, относятся к климатическому исполнению ОМ, категория размещения 2, для работы при температуре от минус 40 °С до плюс 55 ºС и относительной влажности 95 % при температуре плюс 25 ºС.

1.1.15 Преобразователи имеют корпус со степенью защиты IP30 по ГОСТ 14254-2015.

1.1.16 По степени защиты от поражения электрическим током преобразователи соответствуют классу защиты II по ГОСТ 12.2.007.0-75.

1.1.17 По пожарной безопасности преобразователи соответствуют требованиям ГОСТ 12.1.004-91, требования обеспечиваются схемотехническими решениями, применением соответствующих материалов и конструкцией и поверке не подлежат.

1.1.18 Преобразователи выполнены в едином корпусе и предназначены для навесного монтажа на DIN-рейку.

1.1.19 Преобразователи являются многофункциональными, взаимозаменяемыми, восстанавливаемыми, ремонтируемыми изделиями.

1.1.20 Информация об исполнении устройства содержится в коде полного условного обозначения:

Ea – b – c – d – e – f – g – h – i – j – k, где

a – исполнение преобразователя в зависимости от функциональных возможностей

849ЭЛ – преобразователь измерительный мощности;

900ЭЛ – преобразователь измерительный многофункциональный;

b – номинальное напряжение:

100 В, 380 В, 400 В– линейное напряжение;

U/100 – коэффициент трансформации по напряжению (номинальное напряжение вторичной обмотки **100 В**);

c – номинальный ток:

1,0 А; 5,0 А – фазный ток**;**

I/1; I/5 – коэффициент трансформации по току (номинальный ток вторичной обмотки **1 А** и **5 А**);

d – условное обозначение напряжения питания:

24ВН – питание постоянного тока напряжением (24 +12/-6) В;

220ВУ – универсальное питание: напряжение питания от 85 до 305 В переменного тока частотой 50 Гц или от 110 до 430 В постоянного тока, или от измерительной цепи в диапазоне от 85 до 305 В;

e – условное обозначение наличия интерфейсов RS485, дополнительных интерфейсов, модулей синхронизации и датчика температуры:

1RS – наличие основного интерфейса RS485;

2RS – наличие основного и дополнительного интерфейсов RS485;

1RS,Temp - наличие основного интерфейса RS485 и датчика температуры;

1RS,BLE – наличие основного интерфейса RS485 и беспроводного интерфейса Bluetooth;

1RS,BLE,Temp – наличие основного интерфейса RS485, беспроводного интерфейса Bluetooth, датчика температуры;

1RS,GPS – наличие основного интерфейса RS485 и модуля синхронизации времени GPS/ГЛОНАСС;

1RS,GPS,Temp – наличие основного интерфейса RS485, модуля синхронизации времени GPS/ ГЛОНАСС, датчика температуры;

Примечание - беспроводной интерфейс Bluetooth, модуль синхронизации времени GPS/ГЛОНАСС и датчик температуры применяются только для преобразователей, имеющих специальное исполнение «L».

f – условное обозначение наличия интерфейсов Ethernet и наличие протокола МЭК 61850-8-1 (MMS):

x – указывается при отсутствии;

1RE – наличие одного интерфейса Ethernet;

2RE – наличие двух интерфейсов Ethernet;

1RE(IEC) – наличие одного интерфейса Ethernet с протоколом МЭК 61850-8-1 (MMS);

2RE(IEC) – наличие двух интерфейсов Ethernet и протокола МЭК 61850-8-1 (MMS);

Примечания:

1 При наличии двух интерфейсов (f = 2RE(IEC)), только 1 интерфейс (Ethernet 1) имеет протокол МЭК 61850-8-1 (MMS).

2 При наличии протокола МЭК 61850-8-1 (MMS) (**f = 1RE(IEC), f = 2RE(IEC)**) для преобразователей с габаритными размерами 108×91×57 мм отсутствует исполнение с аналоговыми выходами (**h = x; 01; 02; 03; 04**).

g – условное обозначение 8 дискретных входов:

x – указывается при отсутствии;

DI – наличие 8 дискретных входов напряжением 24 В;

DI220 – наличие 8 дискретных входов напряжением 220 В;

Примечание - дискретные входы напряжением 220 В (**g = DI220**) применяются только для преобразователей, имеющих специальное исполнение **«L».**

h – условное обозначение выходных сигналов

x – указывается при отсутствии;

01– один дискретный выход без аналоговых выходов;

02– два дискретных выхода без аналоговых выходов;

03 – три дискретных выхода без аналоговых выходов;

04 – четыре дискретных выхода без аналоговых выходов;

10(a) – один аналоговый выход без дискретных выходов;

11(a) – один аналоговый и один дискретный выход;

12(a) – один аналоговый и два дискретных выхода;

13(a) – один аналоговый и три дискретных выхода;

14(a) – один аналоговый и четыре дискретных выхода;

20(a,b) – два аналоговых выхода без дискретных выходов;

21(a,b) – два аналоговых и один дискретный выход;

22(a,b) – два аналоговых и два дискретных выхода;

23(a,b) – два аналоговых и три дискретных выхода;

24(a,b) – два аналоговых и четыре дискретных выхода;

30(a,b,c) – три аналоговых выхода без дискретных выходов;

31(a,b,c) – три аналоговых и один дискретный выход;

32(a,b,c) – три аналоговых и два дискретных выхода;

33(a,b,c) – три аналоговых и три дискретных выхода;

34(a,b,c) – три аналоговых и четыре дискретных выхода;

где **a,b,c** – условные обозначения диапазонов измерения выходных аналоговых сигналов (A = 0…5 мА; B = 4… 20 мА; C = 0…20 мА; AP = 0…2,5…5 мА; BP = 4…12…20 мА; CP = 0…10…20 мА; EP = -5…0…5 мА)

(**Пример:** (**04**; **12**(A); **21**(B,B)**; 33**(C,A,B); **30**(C, B, C));

Примечание – для преобразователей со специальным исполнением «L» (габ. размер 162×91×61 мм) исполнение с 4 дискретными выходами отсутствует.

i – вид индикации

x – указывается при отсутствии (базовое исполнение);

LCD – цветной жидкокристаллический;

j – эксплуатационное исполнение:

x – для преобразователей общепромышленного назначения (базовое исполнение);

OM2 – для эксплуатации на морских судах (кроме исполнения с ЖК-дисплеем);

A(X) – преобразователь для объектов использования атомной энергии,
где **X** - класс безопасности, классификационное обозначение по НП-001 (4 класс безопасности);

k – специальное исполнение:

- для преобразователя Е849ЭЛ (габ. размер 108×91×57 мм)**:**

P – измерение активной мощности;

Q – измерение реактивной мощности;

PQ – измерение активной и реактивной мощности;

- для преобразователя Е849ЭЛ (габ. размер 162×91×61 мм)**:**

P,L – измерение активной мощности;

Q,L – измерение реактивной мощности;

PQ,L– измерение активной и реактивной мощности;

- для преобразователя Е900ЭЛ (габ. размер 162×91×61 мм)

L – многофункциональный преобразователь;

- **для преобразователя Е900ЭЛ** (габ. размер 108×91×57 мм) параметр не указывается.

Таблица вариантов исполнений преобразователей

Исполнение преобразователя	**Параметр кода полного условного обозначения**									
	Номинальное значение или коэффициент трансформации		Напряжение питания	Наличие интерфейса	Наличие интерфейса Ethernet	Наличие дискретных входов	Условное обозначение выходных сигналов*	Индикация	Эксплуатационное исполнение**	Специсполнение
	b	**c**	**d**	**e**	**f**	**g**	**h**	**i**	**j**	**k**
Е849ЭЛ	U, U/100	I, I/1; I/5	220ВУ, 24ВН	1RS, 2RS	×, 1RE, 2RE, 1RE(IEC), 2RE(IEC)	×, DI	+ x, 01, 02, 03, 04	×, LCD	+	P, Q, PQ
				1RS; 2RS; 1RS, BLE; 1RS, BLE, Temp; 1RS,Temp; 1RS, GPS; 1RS, GPS, Temp	×, 1RE, 2RE, 1RE(IEC), 2RE(IEC)	×, DI, DI220	+			P,L; Q,L; PQ,L
Е900ЭЛ	U, U/100	I, I/1; I/5	220ВУ, 24ВН	1RS, 2RS	×, 1RE, 2RE 1RE(IEC), 2RE(IEC)	×, DI	+ x, 01, 02, 03, 04	×, LCD	+	×
				1RS; 2RS; 1RS, BLE; 1RS, BLE, Temp; 1RS,Temp; 1RS, GPS; 1RS, GPS, Temp	×, 1RE, 2RE, 1RE(IEC), 2RE(IEC)	×, DI, DI220	+			L
* - для преобразователей со специальным исполнением «L» (габ. размер 162×91×61 мм) исполнение с 4 дискретными выходами отсутствует. ** ОМ2 – для эксплуатации на морских судах (кроме исполнения с ЖК-дисплеем) Примечания Знак «×» означает отсутствие параметра в формуле заказа. Знак «+» означает наличие всех возможных вариантов параметра в формуле заказа. Для Е900ЭЛ (габ. размер 108×91×57 мм) неиспользуемый параметр k не указывают.										

Пример записи обозначения преобразователей при их заказе:

- для преобразователя мощности, имеющего следующие характеристики: номинальное напряжение 100 В, номинальный ток 1 А, питание постоянного тока напряжением (24 +12/-6) В, основной интерфейс RS485, наличие Ethernet, дискретные входа с напряжением 24 В, аналоговый выход 0…5 мА, два дискретных выхода, эксплуатация на морских судах, измерение активной и реактивной мощности:

Е849ЭЛ – 100В – 1А– 24ВН – 1RS – 1RE – DI – 12(А) – x – ОМ2 – PQ

ТУ 25-7504.232-2016

- для преобразователя мощности, имеющего следующие характеристики: номинальное напряжение 400 В, номинальный ток 5 А, напряжение питания от 85 до 305 В переменного тока частотой 50 Гц или от 110 до 430 В постоянного тока, основной интерфейс RS485, беспроводной интерфейс Bluetooth, датчик температуры, наличие Ethernet, дискретные входа напряжением 220 В, аналоговый выход 0…5 мА, два дискретных выхода, эксплуатация на атомных станциях по 4 классу безопасности, измерение активной и реактивной мощности, габаритный размер 162×91×61 мм:

Е849ЭЛ – 400В – 5А– 220ВУ – 1RS,BLE,Temp – 1RE – DI220 – 12(А) – х – А(4) – PQ,L

ТУ 25-7504.232-2016

- для многофункционального преобразователя, имеющего следующие характеристики: коэффициент трансформации по напряжению $к_{тн}$= 10000/100, коэффициент трансформации по току $к_{тт}$ = 600/5, напряжение питания (24+12/-6) В постоянного тока, основной и дополнительный интерфейс RS485, один дискретный выход, ЖК-дисплей, габаритный размер 162×91×61 мм:

Е900ЭЛ – 10000/100 – 600/5 – 24ВН – 2RS – х – х – 01 – LCD – х – L

ТУ 25-7504.232-2016

- для многофункционального модернизированного преобразователя, имеющего следующие характеристики: номинальное напряжение 400 В, номинальный ток 5 А, напряжение питания от 85 до 305 В переменного тока частотой 50 Гц или от 110 до 430 В постоянного тока, основной интерфейс RS485, наличие двух интерфейсов Ethernet и протокол МЭК 61850-8-1, дискретные входа с напряжением 24В, четыре дискретных выхода:

Е900ЭЛ – 400В – 5А– 220ВУ – 1RS – 2RE(IEC) – DI – 04 – х

ТУ 25-7504.232-2016

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Преобразователь Е900ЭЛ обеспечивает измерение параметров режима трехпроводных и четырехпроводных электрических сетей переменного тока в соответствии с таблицей 1. Преобразователь Е900ЭЛ обеспечивает отображение (для исполнения с ЖК-дисплеем) и передачу по интерфейсам RS485, Ethernet результата измерения в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

Параметр	Обозначение	Измерение в соответствии со схемой измерения *		Отображение на ЖК-дисплее **	Передача по интерфейсу**
		3П	4П		
Действующее значение фазного напряжения	U_A U_B U_C	- - -	+ + +	-/+ -/+ -/+	-/+ -/+ -/+
Среднее действующее значение фазного напряжения	$U_{ср.ф.}$	-	+	-/+	-/+
Действующее значение междуфазного напряжения	U_{AB} U_{BC} U_{CA}	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +
Среднее действующее значение междуфазного напряжения	$U_{ср.л}$	+	+	+	+
Действующее значение напряжения нулевой последовательности	U_0	-	+	-/+	-/+
Действующее значение фазного тока	I_A I_B I_C	+ - +	+ + +	+ -/+ +	+ -/+ +
Среднее действующее значение фазного тока	$I_{ср}$	+	+	+	+
Действующее значение силы тока нулевой последовательности	I_0	-	+	-/+	-/+
Активная мощность фазы нагрузки	P_A P_B P_C	- - -	+ + +	-/+ -/+ -/+	-/+ -/+ -/+
Суммарная активная мощность	P	+	+	+	+
Реактивная мощность фазы нагрузки	Q_A Q_B Q_C	- - -	+ + +	-/+ -/+ -/+	-/+ -/+ -/+
Суммарная реактивная мощность	Q	+	+	+	+
Полная мощность фазы нагрузки	SA SB SC	- - -	+ + +	-/+ -/+ -/+	-/+ -/+ -/+
Суммарная полная мощность	S	+	+	+	+
Коэффициент мощности в каждой фазе	cosφA cosφB cosφC	- - -	+ + +	-/+ -/+ -/+	-/+ -/+ -/+
Общий коэффициент мощности	cosφ	+	+	+	+
Длительность провала напряжения	Δtп	-	+	-/+	-/+
Глубина провала напряжения	δUп	-	+	-/+	-/+
Длительность прерывания напряжения	Δtпрер	-	+	-/+	-/+
Длительность временного перенапряжения	Δtпер.	-	+	-/+	-/+

Окончание таблицы 1

Параметр	Обозначение	Измерение в соответствии со схемой измерения *		Отображение на ЖК-дисплее**	Передача по интерфейсу**
		3П	4П		
Частота сети	F	+	+	+	+
Отклонение частоты	Δf	+	+	-/+	-/+
Активная энергия прямого направления	W_{p+}	+	+	+	+
Активная энергия обратного направления	W_{p-}	+	+	+	+
Реактивная энергия прямого направления	W_{q+}	+	+	+	+
Реактивная энергия обратного направления	W_{q-}	+	+	+	+

* Тип схемы (трехпроводная/четырехпроводная) выбирается при помощи программы-конфигуратора.

** Возможность отображения определенных параметров на ЖК-дисплее и передача значений по интерфейсам зависит от схемы измерения.

Примечания:

1 Знак «+» или «-» означает измеряется или не измеряется данный параметр для указанной схемы подключения.

2 Под средним действующим значением фазного тока (фазного и междуфазного напряжений) понимается среднеарифметическое значение суммы действующих значений фазных токов (фазных и междуфазных напряжений).

1.2.2 Преобразователь Е849ЭЛ обеспечивает измерение параметров режима трехпроводных и четырехпроводных электрических сетей переменного тока в соответствии с таблицей 2. Преобразователь Е849ЭЛ обеспечивает отображение (для исполнения с ЖК-дисплеем) и передачу по интерфейсам RS485, Ethernet результата измерения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2

Параметр	Обозначение	Измерение в соответствии со схемой измерения *		Отображение на ЖК-дисплее**	Передача по интерфейсам**
		3П	4П		
Активная мощность фазы нагрузки	P_A P_B P_C	- - -	+ + +	-/+ -/+ -/+	-/+ -/+ -/+
Суммарная активная мощность	P	+	+	+	+
Реактивная мощность фазы нагрузки	QA QB QC	- - -	+ + +	-/+ -/+ -/+	-/+ -/+ -/+
Суммарная реактивная мощность	Q	+	+	+	+
Полная мощность фазы нагрузки	S_A S_B S_C	- - -	+ + +	-/+ -/+ -/+	-/+ -/+ -/+
Суммарная полная мощность	S	+	+	+	+
Коэффициент мощности в каждой фазе	$\cos\varphi_A$ $\cos\varphi_B$ $\cos\varphi_C$	- - -	+ + +	-/+ -/+ -/+	-/+ -/+ -/+

Окончание таблицы 2

Параметр	Обозначение	Измерение в соответствии со схемой измерения *		Отображение на ЖК-дисплее**	Передача по интерфейсам**
		3П	4П		
Общий коэффициент мощности	cosφ	+	+	+	+
Длительность провала напряжения	$\Delta t_п$	-	+	-/+	-/+
Глубина провала напряжения	$\delta U_п$	-	+	-/+	-/+
Длительность прерывания напряжения	$\Delta t_{прер}$	-	+	-/+	-/+
Длительность временного перенапряжения	$\Delta t_{пер.}$	-	+	-/+	-/+
Частота сети	F	+	+	+	+
Отклонение частоты	Δf	+	+	-/+	+
Активная энергия прямого направления	W_{p+}	+	+	+	+
Активная энергия обратного направления	W_{p-}	+	+	+	+
Реактивная энергия прямого направления	W_{q+}	+	+	+	+
Реактивная энергия обратного направления	W_{q-}	+	+	+	+
* Тип схемы (трехпроводная/четырехпроводная) выбирается при помощи программы-конфигуратора. ** Возможность отображения определенных параметров на ЖК-дисплее и передача значений по интерфейсам зависит от схемы измерения. Примечание - Знак «+» или «-» означает измеряется или не измеряется данный параметр для указанной схемы подключения					

1.2.3 Номинальные значения входных токов и напряжений, измеряемых мощностей соответствуют значениям, указанным в таблице 3. Номинальное значение коэффициента активной мощности $\cos\varphi_{ном}=1$, коэффициента реактивной мощности $\sin\varphi_{ном}=1$. Номинальное значение частоты измеряемых сигналов 50 Гц.

Номинальное выходное значение активной (реактивной) мощности N на входах измерительных трансформаторов в трехфазных цепях при симметричной системе токов, напряжений и значении коэффициентов мощности, равном единице соответствует формуле

$$N = \sqrt{3} \cdot к_{тт} \cdot I_н \cdot к_{тн} \cdot U_н, \quad (1)$$

где $к_{тт}$ – коэффициент трансформации измерительных трансформаторов по току в соответствии с ГОСТ 7746-2015;

$к_{тн}$ – коэффициент трансформации измерительных трансформаторов по напряжению в соответствии с ГОСТ 1983-2015;

$I_н$, $U_н$ – номинальные значения тока и напряжения, подаваемые на вход преобразователя.

Таблица 3

Схема измерения*	Напряжение фазное, В		Напряжение линейное (междуфазное), В		Номинальный (фазный) ток, А	Номинальная мощность (активная, реактивная, полная), Вт, вар, В·А	
	Номинальное значение	Предел измерения	Номинальное значение	Предел измерения		Фазная	Трехфазная (суммарная)
Трехпроводная (3П)	-	-	100	120	1,0 5,0	-	173,2 866,0
	-	-	380	456	1,0 5,0	-	658,2 3290,9
	-	-	400	480	1,0 5,0	-	692,8 3464,1
Четырехпроводная (4П)	57,73 (57,7**)	69,27	100	120	1,0 5,0	57,7 288,6	173,2 866,0
	219,39 (220**)	263,27	380	456	1,0 5,0	219,4 1097,0	658,2 3290,9
	230,94 (230**)	277,13	400	480	1,0 5,0	230,9 1154,7	692,8 3464,1
* Тип схемы (трехпроводная/четырехпроводная) выбирается при помощи программы-конфигуратора. ** Условное обозначение номинального фазного напряжения.							

1.2.4 Диапазоны измерения входных сигналов соответствуют значениям, указанным в таблице 4.

Таблица 4

Входной сигнал	Диапазон измерения
Ток, А	от 0 до 2,0·$I_{ном}$ *
Напряжение, В	от 0 до 1,2 $U_{ном}$ **
Частота, Гц	от 45 до 55
Коэффициент активной мощности cosφ	±(0 … 1 … 0)
Коэффициент реактивной мощности sinφ***	±(0 …1… 0) – для четырехпроводной схемы измерения; ±(0,5 … 1 … 0,5) – для трехпроводной схемы измерения
Коэффициент искажения синусоидальности входного напряжения, %	не более 20
Коэффициент искажения синусоидальности входного тока, %	не более 20
* $I_{ном}$ – номинальное значение тока. ** $U_{ном}$ – номинальное значение напряжения ***Диапазон изменения sinφ при измерении реактивной мощности.	

1.2.5 Преобразователи имеют возможность настройки диапазона показаний с учетом коэффициентов трансформации по напряжению (для внешних трансформаторов напряжения с номинальным напряжением вторичной обмотки

100 В) и по току (для внешних трансформаторов тока с номинальным током вторичной обмотки 1 А и 5 А) через цифровые интерфейсы RS485, Ethernet и/или с помощью кнопок на передней панели (для исполнения с ЖК-дисплеем).

1.2.6 Напряжение питания преобразователей соответствует значениям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5

Условное обозначение напряжения питания (параметр **d** *)	Напряжение питания
24ВН	(24+12/-6) В постоянного тока
220ВУ	от 85 до 305 В переменного тока частотой (50 ± 0,5) Гц или от 110 до 430 В постоянного тока; от измерительной цепи в диапазоне от 85 до 305 В переменного тока частотой (50 ± 0,5) Гц
* Параметр кода условного обозначения Ea – b – c – **d** – e – f – g – h – i – j – k	

1.2.7 Мощность, потребляемая преобразователями по цепи питания при номинальных значениях входных сигналов, не более 8 В·А.

1.2.8 Полная мощность, потребляемая каждой последовательной цепью при номинальном значении силы тока и номинальном значении частоты, не более 0,1 В·А.

Полная мощность, потребляемая каждой параллельной цепью при номинальном значении напряжения и номинальном значении частоты, не более 0,05 В·А

1.2.9 Входное сопротивление для каждой параллельной цепи не менее 1 МОм.

Напряжение нагрузки для каждой последовательной цепи при номинальном входном сигнале не более 20 мВ.

1.2.10 Время установления рабочего режима не более 30 мин. Преобразователи рассчитаны на непрерывную круглосуточную работу.

1.2.11 Время преобразования (измерения) не более 0,1 с. Параметр является расчетным, соблюдение данного требования обеспечивается схемотехническим решением и внутренним программным обеспечением при разработке изделий.

1.2.12 Время установления выходного аналогового сигнала преобразователей при скачкообразном изменении входного сигнала по

последовательной цепи от нулевого значения до любого в пределах диапазона измерений не более 0,5 с.

1.2.13 Пульсация выходного аналогового сигнала на максимальной нагрузке не более 90 мВ для преобразователей с диапазоном изменений выходного сигнала от 0 до 5 мА, -5...0...+5 мА, 0...2,5...5 мА и не более 60 мВ для преобразователей с диапазоном изменений выходного сигнала от 4 до 20 мА, 4...12...20 мА, 0…20 В, 0…10…20 В.

1.2.14 Преобразователи обеспечивают передачу измеренных и вычисляемых параметров в соответствии с таблицами 1, 2 по цифровым интерфейсам RS485, Ethernet, Bluetooth.

Поддерживаемые интерфейсы и протоколы обмена:

- RS485:

а) ModBus RTU, скорость обмена 9600-57600 бит/сек;

б) ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006;

- Ethernet:

а) ModBus TCP;

б) ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004;

в) IEC 61850-8-1 (MMS);

- Bluetooth:

а) ModBus RTU (Максимальный размер пакета 60 Байт)

1.2.15 Преобразователи, имеющие исполнение с интерфейсом (-ами) Ethernet, имеют функцию «Часы реального времени» с поддержкой синхронизации от внешнего сервера по протоколу S(NTP). Точность отсчета времени часов составляет не более 10 мс.

При отсутствии синхронизации часов преобразователя от внешнего источника уход времени не превышает 0,3 с в сутки.

Модуль GPS/ГЛОНАСС обеспечивает точность синхронизации времени преобразователя не более 0,1 мс.

1.2.16 Преобразователи сохраняют во встроенной памяти различные журналы:

- журнал событий по дискретным входам и релейным выходам;

- журнал событий по измеряемым параметрам;
- журнал включения/выключения преобразователя;
- журнал показателей качества электрической энергии.

Примечание – при возникновении записи в журнале событий (в части параметров качества электроэнергии (ПКЭ)) на панели преобразователя светится диод «!», светодиод гаснет при очистке журнала событий.

Преобразователь записывает в журнал не более 280 событий, при достижении максимума происходит перезапись более ранних событий. Коды журнала событий представлены в таблице 5а.

1.2.17 Преобразователи имеют возможность выбора вида отображаемых на экране текущих параметров (приставка к единицам СИ) при помощи кнопок управления на передней панели и/или через цифровые интерфейсы RS485, Ethernet с помощью программы конфигуратора.

Таблица 5а - Коды журнала событий

Код события	Расшифровка	Примечание
0	Нет события	
1	Включение	
2	Выключение	
3	Провал напряжения: начало	
4	Провал напряжения: завершение	значение напряжения в %
5	Прерывание напряжения: начало	
6	Прерывание напряжения: завершение	
7	Перенапряжение: начало	
8	Перенапряжение: завершение	
9	Отклонение частоты: начало	
10	Отклонение частоты: завершение	значение частоты в Гц
11	Ошибка чередования фаз: начало	
12	Ошибка чередования фаз: завершение	
13	Включение дискретного входа	номер дискретного входа
14	Выключение дискретного входа	номер дискретного входа
15	Включение дискретного выхода	номер дискретного выхода
16	Выключение дискретного выхода	номер дискретного выхода

1.2.18 Преобразователи имеют единичные светодиодные индикаторы для указания дополнительной информации о текущих параметрах.

Дополнительно преобразователи имеют опциональную возможность подключения датчика температуры (тип DS18B20). Датчик температуры измеряет температуру окружающей среды в диапазоне от минус 50 °С до плюс 70 °С, передает ее по цифровым интерфейсам на внешние устройства и/или отображает на ЖК-дисплее (при наличии данного исполнения).

Предел допускаемой погрешности преобразования температуры равен:

1) ± 1 °С в диапазоне измерения температуры от минус 20 °С до плюс 70 °С;

2) ± 2 °С в диапазоне измерения температуры от минус 50 °С до минус 20 °С.

1.2.19 Преобразователи имеют возможность оперативного изменения яркости свечения индикации (ЖК-дисплея, единичных светодиодных индикаторов) через цифровые интерфейсы RS485, Ethernet с помощью программы конфигуратора и/или от кнопок управления на передней панели.

1.2.20 Преобразователи могут иметь дискретные входа в соответствии с таблицей 6. Состояние дискретных входов должно передаваться по интерфейсам RS485, Ethernet.

Таблица 6

Параметр **g** *	Вид и параметры дискретных входов
x	Дискретные входы отсутствуют
DI	**8** дискретных входов с видом входного сигнала «сухой контакт» с максимальным током в цепях сигнализации 10 мА (Rлинии = 0 Ом), напряжением на разомкнутых клеммах: 24 В, защитой от дребезга - фильтрация дребезга - 10 мс (определение методом трех выборок по 5 мс), с гальваническим разделением от остальных цепей
DI220	**8** дискретных входов, требующий внешнего «смачивания» (источник постоянного тока напряжением 220 В) с входным сопротивление одного дискретного входа, не менее 0,8 МОм, напряжением на разомкнутых клеммах: 220 В, защитой от дребезга - фильтрация дребезга - 10 мс (определение методом трех выборок по 5 мс), с гальваническим разделением от остальных цепей
* Параметр кода условного обозначения Ea – b – c – d – e – f – **g** – h – i – j – k	

1.2.21 Преобразователи могут иметь исполнение с дискретными выходами гальванически разделенным от остальных цепей с коммутацией постоянного напряжения до 30 В и током до 5 А, 220 В током до 0,3 А или переменного напряжения до 250 В и током до 5А по каждому выходу.

1.2.22 Преобразователи могут иметь исполнение с выходными аналоговыми сигналами. Диапазон изменений выходного аналогового сигнала должен соответствовать таблице 7.

1.2.23 Электрическое сопротивление изоляции между цепями, указанными в таблице 8, в нормальных условиях не менее 40 МОм.

Таблица 7

Условное обозначение аналогового выхода (параметр **h** *)	Диапазон изменений выходного аналогового сигнала, мА	Нормирующее значение выходного аналогового сигнала, мА
A	от 0 до 5	5
B	от 4 до 20	20
C	от 0 до 20	20
AP	0...2,5...5	5
BP	4...12...20	20
EP	-5...0...+5	5
CP	0…10…20	20
* Параметр кода условного обозначения Ea – b – c – d – e – f – g – **h** – i – j – k		

1.2.24 Электрическая изоляция различных цепей преобразователей между собой и по отношению к корпусу выдерживает при нормальных условиях в течение 1 мин действие испытательного напряжения переменного тока практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц с действующим значением в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

Исполнение преобразователя	Испытательное напряжение, В, между цепями									
	Корпус			Цепи U			Цепи I		Цепь питания	Аналоговый выход
	Цепи U, цепи I	Цепь питания	Дискретный вход, дискретный/аналоговый выход, интерфейсы	Цепи I	Цепь питания	Дискретный вход, дискретный/аналоговый выход, интерфейсы	Цепь питания	Дискретный вход, дискретный/аналоговый выход, интерфейсы	Дискретный вход, дискретный/аналоговый выход, интерфейсы	Интерфейс
Ea-100B-c-220BУ-e-f-g-h-i-j-k	2200	2200	2200	820	1350	820	1350	820	1350	500
Ea-400B(380B) -c-220BУ-e-f-g-h-i-j-k	2200	2200	2200	2200	2200	1350	2200	2200	1350	500
Ea-100B-c-24BH-e-f-g-h-i-j-k	2200	2200	2200	820	820	820	820	820	1350	500
Ea-400B(380B)-c-24BH-e-f-g-h-i-j-k	2200	2200	2200	2200	1350	1350	2200	2200	1350	500

1.2.25 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности γ_x преобразователей по измеряемому или вычисляемому параметру X не превышают значений, указанных в таблице 9.

Таблица 9

Измеряемый параметр	γ_X, %	ΔX	Нормирующее
Действующее значение фазного напряжения $0{,}02U_{ном} \le U \le 1{,}2\ U_{ном}$	±0,2	-	$U_{ф.ном}$
Действующее значение линейного напряжения $0{,}02U_{ном} \le U \le 1{,}2\ U_{ном}$	±0,2		$U_{л.ном}$
Действующее значение фазного тока $0{,}02_{ном} \le I \le 2{,}0\ I_{ном}$	±0,2		$I_{ф.ном}$
Активная мощность фазы нагрузки	±0,5		$P_{ф.ном}$
Суммарная активная мощность			$P_{ном}$
Реактивная мощность фазы нагрузки			$Q_{ф.ном}$
Суммарная реактивная мощность			$Q_{ном}$
Полная мощность фазы нагрузки			$S_{ф.ном}$
Суммарная полная мощность			$S_{ном}$
Частота сети, Гц*	-	±0,01	-
* Нормальная область значений входного сигнала должна быть от 40 % номинального значения (нижнее значение входного сигнала) до 200 % номинального значения (верхнее значение входного сигнала)			

1.2.26 Пределы допускаемой основной приведенной погрешности в нормальных условиях применения при измерении выходных аналоговых сигналов равны ± 0,5 %.

Предел допускаемой основной погрешности выражен в виде приведенной погрешности. Нормирующие значения выходного аналогового сигнала и показаний приведены в таблице 7.

Погрешность преобразователя нормируется без учета погрешностей трансформаторов напряжения и тока.

1.2.27 Пределы допускаемой основной погрешности измерений (преобразований) показателей КЭ соответствуют значениям, приведенным в таблице 10.

Таблица 10

Параметр	Диапазон измерений	Предел погрешности измерений *
Частота (f), Гц	(45…55) Гц	Δ = ±0,01
Отклонение частоты (Δf), Гц	(-5…5) Гц	Δ = ±0,01
Длительность провала напряжения ($\Delta t_п$), с	(0,02…60) с	Δ = ±0,02
Глубина провала напряжения ($\delta U_п$), %	(10…95) %	Δ = ±0,2
Длительность прерывания напряжения ($\Delta t_{прер}$), с	(0,02…60) с	Δ = ±0,02
Длительность временного перенапряжения ($\Delta t_{пер.}$), с	(0,02…60) с	Δ = ±0,02
* Обозначение погрешности: Δ – абсолютная		

1.2.28 Основная погрешность преобразователей при изменении напряжения питания в пределах, указанных в таблице 5, не превышает пределов допускаемой основной погрешности, указанных в таблицах 9, 10 и в 1.2.26.

1.2.29 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей измерений, вызванных изменением влияющих величин от нормальных значений, равны значениям, приведенным в таблице 11.

1.2.30 Преобразователи являются тепло- и холодоустойчивыми в диапазоне температур от минус 40 (минус 20) до плюс 70 °С, при этом пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной (20 ± 10) °С до любой температуры в рабочем диапазоне температур, не превышают значений, указанных в таблице 11.

Таблица 11

Наименование влияющей величины	Диапазон значений влияющей величины	Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений/преобразования
Изменение температуры окружающего воздуха от нормальной	Для климатического исполнения УХЛ3.1: от –40 до +10 °С; от +30 до +70 °С Для климатического исполнения О4.1: от –20 до +10 °С; от +30 до +50 °С	0,5 предела допускаемых основных погрешностей*
Изменение относительной влажности воздуха от нормальной	Для климатического исполнения УХЛ3.1: от 80 до 98 % (при температуре +35 °С) Для климатического исполнения О4.1: от 80 до 90 % (при температуре +30 °С)	0,5 предела допускаемых основных погрешностей
Примечание – * суммарное значение дополнительной погрешности во всем диапазоне значения влияющей величины		

1.2.31 При изменении температуры окружающего воздуха от (20 ± 10) ºС до минус 40 °С (минус 20 °С) и плюс 70 ºС пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений КЭ не превышают 0,5 предела допускаемой основной погрешности измерения соответствующего параметра (таблица 10) отклонения температуры окружающей среды от температуры нормальных условий применения.

1.2.32 При изменении относительной влажности воздуха от нормальной (30–80) до 90 % при температуре 30 °С пределы допускаемой дополнительной

погрешности измерений КЭ не превышают величины предела допускаемой основной погрешности измерения соответствующего параметра (таблица 10).

1.2.33 Преобразователи выдерживают кратковременные перегрузки входным сигналом с кратностью от номинального значения сигнала в соответствии с таблицей 12.

1.2.34 Преобразователи устойчивы:

– к разрыву нагрузки на аналоговом выходе при номинальном значении входного сигнала;

– к заземлению любого выходного зажима аналогового выхода.

Величина напряжения на разомкнутых выходных зажимах при этом не превышает 30 В.

При заземлении выходного зажима преобразователи должны соответствовать требованиям 1.2.25, 1.2.26, 1.2.27.

Таблица 12

Наименование цепей	Кратность		Число перегрузок	Длительность каждой перегрузки, с	Интервал между двумя перегрузками, с
	тока	напряжения			
Последовательные цепи (тока)	2	-	10	10	10
	7	-	2	15	60
	10	-	5	3	2,5
	20	-	2	0,5	0,5
Параллельные цепи (напряжения)	-	1,5	9	0,5	15

1.2.35 По устойчивости к механическим воздействиям преобразователи являются виброустойчивыми и вибропрочными, группа N1 по ГОСТ Р 52931-2008, т.е. преобразователи устойчивы и прочны к воздействию синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 10 до 55 Гц при амплитуде смещения 0,15 мм.

1.2.36 Преобразователи являются ударопрочными, т.е. сохраняют свои характеристики при воздействии:

- механических ударов одиночного действия: максимальное ускорение 300 м/с^2, длительность импульса 6 мс, число ударов по каждому направлению воздействия 3;

- механических ударов многократного действия: число ударов в минуту от 10 до 50, максимальное ускорение 100 м/с^2, длительность импульса 16 мс, число ударов по каждому направлению воздействия – 1000.

1.2.37 Преобразователи являются тепло-, холодо-, влагопрочными, т. е. сохраняют свои характеристики после воздействия на них температуры от минус 50 до плюс 70 °С и относительной влажности воздуха не более 98 % при температуре плюс 35 °С, соответствующих предельным условиям транспортирования

1.2.38 Преобразователи в транспортной таре обладают прочностью при транспортировании, т. е. выдерживают без повреждений в течение 1 часа транспортную тряску с ускорением 30 м/с^2 , частотой от 80 до 120 ударов в минуту.

1.2.39 По защищенности от воздействия твердых тел преобразователи соответствуют коду IP30 по ГОСТ 14254-2015.

1.2.40 Требования к электромагнитной совместимости

1.2.40.1 Преобразователи удовлетворяют требованиям, предъявляемым по электромагнитной совместимости в соответствии с ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014 для оборудования класса А. Помехоустойчивость удовлетворяет критерию качества функционирования «А» по ГОСТ Р МЭК 61326-1-2014.

1.2.40.2 Уровень индустриальных помех при работе преобразователей не превышает значений, установленных ГОСТ 30805.22-2013 для оборудования класса А.

1.2.40.3 Преобразователи устойчивы к электростатическим разрядам по степени жесткости 3, по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ 30804.4.2-2013.

1.2.40.4 Преобразователи устойчивы к наносекундным импульсным помехам по степени жесткости 3 для цепей интерфейса, по степени жесткости 4 для цепей измерения, по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ 30804.4.4-2013.

1.2.40.5 Преобразователи устойчивы к микросекундным импульсным помехам большой энергии по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.5-99:

- по степени жесткости 3 при воздействии помехи по цепи питания («провод – провод»), по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.5-99;

- по степени жесткости 2 при воздействии помехи по цепи питания («провод – земля»), по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.5-99;

- по степени жесткости 3 при воздействии помехи по цепям интерфейса, сигнальным цепям и дискретным входам, по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.5-99.

1.2.40.6 Преобразователи устойчивы к динамическим изменениям в цепях электропитания:

- при провалах напряжения 30 % от $U_{ном}$ (1 период); 60 % от $U_{ном}$ (50 периодов) по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ 30804.4.11-2013;

- при прерывании напряжения 50 % от $U_{ном}$ (1 период) по критерию качества функционирования А; 100 % от $U_{ном}$ (50 периодов) по критерию качества функционирования В согласно ГОСТ 30804.4.11-2013.

1.2.40.7 Преобразователи устойчивы к воздействию радиочастотного электромагнитного поля по степени жесткости 3, по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ 30804.4.3-2013.

1.2.40.8 Преобразователи устойчивы к кондуктивным помехам наведенными радиочастотными электромагнитными полями по степени жесткости 3, по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.6-99.

1.2.40.9 Преобразователи устойчивы к колебательным затухающим помехам по степени жесткости 3, по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ IEC 61000-4-12-2016.

1.2.40.10 Преобразователи устойчивы к кондуктивным помехам промышленной частоты по степени жесткости 4, по критерию качества функционирования А согласно ГОСТ Р 51317.4.16-2000.

1.2.40.11 Преобразователи устойчивы к влиянию несинусоидальности напряжения (влияние гармоник) согласно ГОСТ 32144-2013.

1.2.41 Требования к конструкции

1.2.41.1 Габаритные размеры преобразователей в зависимости от исполнений могут быть, не более:

а) 108×91×57 мм – базовое исполнение.

а) 162×91×61 мм – специальное исполнение «L»,

1.2.41.2 Масса преобразователей не более 0,6 кг.

1.2.41.3 Подключение осуществляется клеммными соединителями «под винт» для проводов сечением 2,5 мм^2 (для преобразователей, имеющих специальное исполнение «L»).

Для базового исполнения преобразователей подключение осуществляется клеммными соединителями «под винт»:

- для цепей дискретного входа, цепей интерфейсов RS485 проводники имеют:

а) сечение жесткого провода от 0,14 мм² до 0,5 мм²;

б) сечение гибкого провода от 0,2 мм² до 0,5 мм².

- для аналоговых и дискретных выходов проводники имеют:

а) сечение жесткого провода от 0,2 мм² до 1,5 мм²;

б) сечение гибкого провода от 0,2 мм² до 1,5 мм²;

в) сечение гибкого проводника с кабельным наконечником, без пластмассовой втулки от 0,25 мм² до 1 мм²;

г) сечение гибкого проводника с кабельным наконечником и изолирующим хомутом от 0,25 мм² до 0,5 мм²

1.2.42 Требования к надежности

1.2.42.1 Средняя наработка на отказ для преобразователей, не имеющих исполнения с ЖК-дисплеем, не менее 250000 ч. Средняя наработка на отказ для преобразователей, имеющих исполнения с ЖК-дисплеем, не менее 150000 ч.

1.2.42.2 Преобразователи относятся к восстанавливаемым, ремонтируемым изделиям. Среднее время восстановления работоспособного состояния преобразователей не более 2 ч.

1.2.42.3 Средний срок службы преобразователей, не имеющих исполнения с ЖК-дисплеем, не менее 20 лет. Средний срок службы преобразователей, имеющих исполнения с ЖК-дисплеем, не менее 15 лет.

1.3 Дополнительные параметры и характеристики преобразователей, предназначенных для эксплуатации на морских судах

1.3.1 Преобразователи по климатическим воздействиям являются:

- теплоустойчивыми при температуре плюс 55 °С;

- холодоустойчивыми при температуре минус 40 °С.

Пределы допускаемой дополнительной погрешности на каждые 10 °С, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в интервале рабочих температур от нормальной (20 ± 2)°С до любой в пределах от минус 40 до плюс 55 °С, не превышают 0,5 пределов допускаемой основной погрешности.

1.3.2 Преобразователи являются влагоустойчивыми (п. 10.5.4.4, ч.IV Пр. РС/ТН). Пределы допускаемой дополнительной погрешности при изменении относительной влажности от нормальной (30-80) % при температуре (20 ± 2) °С до (95 ± 3) % при температуре (55 ± 3) °С не превышают пределов допускаемой основной погрешности.

1.3.3 Преобразователи являются виброустойчивыми при воздействии вибрации с частотами от 2 до 100 Гц: при частотах от 2 до 13,2 Гц – с амплитудой перемещений ± 1 мм и при частотах от 13,2 до 100 Гц – с ускорением 7 м/с^2 (0,7 g) (п. 10.5.3.1.4, 10.5.3.2, ч.IV Пр. РС/ТН).

1.3.4 Преобразователи являются вибропрочными при воздействии вибрации с частотами, указанными в таблице 14.

Таблица 14

Поддиапазон частот, Гц	Длительные испытания*		Кратковременные испытания*	
	Амплитуда, мм	Время, ч	Амплитуда, мм	Время, ч
2 – 8	1,4	450	2,5	9
8 – 16	0,7	220	1,3	4,5
16 – 31,5	0,35	110	0,7	2,2
31,5 – 63	0,2	55	0,35	1,1
63 – 80	0,12	25	0,2	0,5
* Метод длительного или кратковременного испытания выбирается по согласованию с Регистром (по умолчанию – кратковременные испытания).				

1.3.5 Преобразователи являются удароустойчивыми при воздействии ударов поочередно в каждом из трех взаимно перпендикулярных направлений с ускорением 50 м/с^2 (5 g), длительностью от 10 до 15 мс, числом ударов в каждом

направлении – 20, частота следования ударов от 40 до 80 мин (п. 10.5.3.3, ч.IV Пр. РС/ТН).

1.3.6 Преобразователи испытываются на обнаружение резонансных частот (п. 10.5.3.1.4, 10.5.3.2, ч.IV Пр. РС/ТН).

1.3.7 Преобразователи устойчивы к воздействию соляного (морского) тумана (п. 10.5.4.6, ч.IV Пр. РС/ТН).

1.3.8 Преобразователи устойчивы к нагреванию.

1.3.9 Требования по устойчивости к радиопомехам (п. 10.5.3.1.4, 10.5.3.2, ч.IV Пр. РС/ТН)

1.3.9.1 Для преобразователя, размещаемого в машинных и других закрытых помещениях судна уровни напряжения радиопомех, создаваемых в цепях питания и ввода-вывода, не превышают следующих значений в диапазонах частот:

- от 10 до 150 кГц – от 120 до 69 дБ (мкВ/м);
- от 150 до 500 кГц – 79 дБ (мкВ/м);
- от 500 кГц до 30 МГц – 73 дБ (мкВ/м).

Для измерения уровня радиопомех должен использоваться эквивалент сети и квазипиковый приемник. Ширина полосы пропускания приемника при измерениях в частотном диапазоне от 10 до 150 кГц должна быть 200 Гц, а в частотном диапазоне от 150 кГц до 30МГц – 9 кГц.

1.3.9.2 Для преобразователя, размещаемого в машинных и других закрытых помещениях уровни создаваемого электромагнитного поля радиопомех на расстоянии 3 м от изделия не превышают следующих значений в диапазонах частот:

- от 150 кГц до 30 МГц – от 80 до 50 дБ (мкВ/м);
- от 30 МГц до 100 МГц – от 60 до 54 дБ (мкВ/м);
- от 100 до 1000 Мгц – 54 дБ (мкВ/м);
- от 1000 до 6000 МГц – 54 дБ (мкВ/м), за исключением диапазона от 156 до 165 МГц, где устанавливается 24 дБ (мкВ/м).

Для измерений должен использоваться квазипиковый измерительный приемник. Ширина полосы пропускания приемника в диапазоне частот от

150 кГц до 30 МГц и от 156 до 165 МГц должна быть 9кГц, а в диапазоне частот от 30 до 156 МГц и от 165 МГц до 1 ГГц – 120 кГц.

1.3.10 Преобразователи сохраняют работоспособность при воздействии электростатических разрядов (п. 12.6.15.5 ч. IV Пр РС/ТН):

- с амплитудой 6 кВ для контактного разряда;

- с амплитудой 2 кВ, 4кВ, 8 кВ для воздушного разряда;

- количество разрядов: 10 разрядов для каждой положительной и отрицательной полярности разрядов.

Примечание – в случае успешного прохождения испытаний напряжением 8 кВ для воздушного разряда, испытания воздушным разрядом напряжением 2 кВ и 4 кВ могут не проводиться.

1.3.11 Преобразователи для обеспечения электромагнитной совместимости в части воздействия постоянного и переменного (50 Гц) магнитного поля соответствуют классу 2 оборудования в соответствии с требованиями пункта 2.2.1 части XI Правил классификации и постройки морских судов.

Преобразователи в нормальных условиях применения обладают устойчивостью к внешним электромагнитным помехам по критерию функционирования А (пп. 10.6.4, 12.5.15, ч.IV Пр. РС/ТН), т.е. преобразователи продолжают работать во время и после испытаний на воздействие внешних электромагнитных помех без ухудшения работоспособности или потери функциональности.

1.3.12 Преобразователи обладают грибостойкостью (п. 10.5.4.7, ч. IV Пр. РС/ТН).

1.3.13 По защищенности от воздействия твердых тел преобразователи соответствуют коду IP30 по ГОСТ 14254-2015 (п. 10.5.5, ч. IV Пр. РС/ТН).

1.3.14 Преобразователи не предназначены для установки на ходовом мостике, вблизи радионавигационных приборов.

1.4 Дополнительные параметры и характеристики преобразователей, предназначенных для эксплуатации на АЭС

1.4.1 Преобразователи обеспечивают устойчивость к механическим воздействиям в соответствии с группой М38, сейсмостойкость 8 баллов по ГОСТ 17516.1-90.

Преобразователи относятся к I, II категории сейсмостойкости в соответствии с НП-031-01.

1.4.2 Преобразователи являются виброустойчивыми.

1.4.2.1 Преобразователи работоспособны при воздействии синусоидальной вибрации с параметрами, указанными в таблице 16 (сейсмическая нагрузка).

Таблица 16

Наименование параметра	Значение параметра для диапазона частот, Гц			
	от 2 до 10	от 10 до 15	от 15 до 30	от 30 до 100
Шаг по частоте, Гц	1,0	1,0	2,0	10,0
Ускорение, м/с^2 (g)				
в горизонтальном направлении	5 (0,5)	3,5 (0,35)	1,2 (0,12)	1,2 (0,12)
в вертикальном направлении	3,5 (0,35)	2,5 (0,25)	1,2 (0,12)	1,2 (0,12)
Время выдержки на каждой частоте, с	60,0			

1.4.2.2 Преобразователи работоспособны при воздействии по трем взаимно-перпендикулярным осям синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 0,5 до 100 Гц с ускорением 40 м/с^2 (4 g) и временем воздействия не менее 80 с по каждой оси (эксплуатационная синусоидальная вибрация).

1.4.2.3 Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной воздействием вибрации, не превышают пределов допускаемой основной приведенной погрешности.

1.4.3 Преобразователи являются вибропрочными по трем взаимно-перпендикулярным осям при воздействии синусоидальной вибрации с параметрами (эксплуатационная синусоидальная вибрация):

– диапазон частот от 0,5 до 100 Гц;

– ускорение 80 м/с^2 (8 g);

– время суммарного воздействия по трем осям не менее 6 ч.

1.4.4 Преобразователи являются ударопрочными по трем взаимно-перпенди-кулярным осям в шести направлениях при воздействии многократных

ударов с параметрами (многократные удары, имитирующие транспортные нагрузки в составе оборудования АЭС):

– ускорение 140 м/с^2 (14g);

– длительность импульса ускорения от 2 до 20 мс;

– суммарное количество ударов по шести направлениям не менее 6000±10.

1.4.5 Преобразователи являются сейсмостойкими и обеспечивают работоспособность, сохраняя свои характеристики при сейсмических воздействиях интенсивностью 9 баллов по шкале MSK-64 при уровне установки на высоте до 10 м над нулевой отметкой и 8 баллов по шкале MSK-64 при уровне установки на высоте до 25 м над нулевой отметкой.

1.4.6 Преобразователи удовлетворяют требованиям по электромагнитной совместимости в соответствии с ГОСТ 32137-2013, предъявляемым к III группе ТС АС (технические средства, поставляемые на атомные станции и/или радиационно-опасные объекты).

Помехоустойчивость преобразователей удовлетворяет критерию качества функционирования А по ГОСТ 32137-2013.

1.5 Устройство и принцип работы

1.5.1 Конструкция

1.5.1.1 Конструктивно преобразователи выполнены в корпусе для установки на DIN-рейку. Общий вид, габаритные и установочные размеры приведены в приложении А.

Преобразователь состоит из корпуса и крышки, выполненных из пластмассы.

На крышку преобразователя наклеена пленка с обозначением всех необходимых технических данных и назначением клемм разъемов.

1.5.1.2 Все компоненты расположены на соединенных между собой печатных платах и вставляются со стороны крышки в корпус по направляющим. Количество плат зависит от исполнения преобразователя (минимальное количество печатных плат – три, максимальное – восемь плат).

1.5.1.3 На корпусе расположены разъемы для подключения преобразователя к измерительным цепям, к цепи питания, цепям интерфейсов,

цепям дискретных входов и выходов, к цепям аналоговых выходов. Преобразователь имеет возможность подключения датчика температуры.

1.5.1.4 В углубление верхней части корпуса устанавливается лицевая панель с прозрачным окном (для исполнения с ЖК-дисплеем), через который просматриваются жидкокристаллический дисплей, предназначенный для отображения значений измеряемых параметров электрической сети, и маленькими окошками, через которые подсветкой единичными индикаторами отображается работа опций преобразователя.

1.5.1.5 Назначение ЖК-дисплея (для преобразователей, имеющих данное исполнение)

Цветной жидкокристаллический дисплей позволяет отображать основные параметры измерений. Работа пользователя с ЖК-дисплеем осуществляется с помощью кнопок, расположенных на панели преобразователя. В нижней области дисплея отображаются подсказки для кнопок (какая кнопка за что отвечает).

1.5.1.6 Внешние соединения преобразователей

Подключение к преобразователю внешних устройств определяется назначением контактов разъемов. Схема подключения приведена в приложении Б.

Источники входных сигналов – параллельные и последовательные цепи сети подключаются к контактам «Ua», «Ub», «Uc», «Un», «Ia*», «Ia», «Ib*», «Ib», «Ic*», «Ic».

Контакты «Питание L(+)», «Питание N(–)» служат для подключения напряжения питания от 85 до 305 В переменного тока или от 110 до 430 В постоянного тока или напряжения питания (24+12/-6) В. Контакт « ⏚ » – контакт защитного заземления.

К контактам «RS485 A1» и «RS485 B1» подключаются соответственно линия А и линия В интерфейсной линии связи, к контактам «RS485 A2» и «RS485 B2» подключаются линия А и линия В дополнительной интерфейсной линии связи.

К контактам «T» и «GND2» подключается датчик температуры (при наличии датчика в заказе).

К контактам выходов подключаются каналы аналоговых/дискретных выходов соблюдая полярность.

Разъемы Ethernet 1 и Ethernet 2 служат для подключения одноименных интерфейсных линий связи.

Разъем «GNSS» служит для подключения модуля синхронизации GPS/ГЛОНАСС (при наличии данного исполнения).

1.5.2 Принцип работы

Структурные схемы преобразователей приведены на рисунках В.1, В.2, В.3.

Входные цепи напряжения ВЦН предназначены для формирования низкого значения напряжения и представляют собой резистивный делитель и определяют входное сопротивление по напряжению. Входные цепи по току ВЦТ представляют собой приборный измерительный трансформатор, который обеспечивает гальваническую развязку между собой и цепями ВЦН. Усиленные сигналы от ВЦН и ВЦТ, приведенные к номинальным значениям, поступают на вход встроенного в микроконтроллер АЦП (аналого-цифровой преобразователь). Необходимое смещение при измерении переменных сигналов обеспечивается цепями смещения и источником опорного напряжения ИОН.

Встроенный АЦП производит последовательные измерения значений преобразуемых сигналов с необходимой для обеспечения метрологических характеристик точностью.

Процессор обеспечивает математическую обработку результатов измерений, вычисляет цифровые значения параметров сети.

Для питания основных и гальванически изолированных цепей служат преобразователи напряжения ПН1 – ПН6, которые преобразуют внешнее напряжение питания до необходимых уровней.

Процессор дополнительно осуществляет прием и передачу сигналов последовательного интерфейса через узел интерфейса УИ1, УИ2 в соответствии с установленным сетевым адресом и скоростью обмена данными и циклическую передачу данных. Узлы интерфейса обеспечивают гальваническое разделение и сопряжение по уровням электрических сигналов процессора и интерфейсной линии связи. Узлы интерфейса УИ3, УИ4 преобразуют сигналы интерфейса MII в сигналы Ethernet. В соответствии с установленным IP адресом, маской подсети и основным шлюзом.

Программируемые аналоговые выходы АВ1, АВ2 являются источниками унифицированных сигналов постоянного тока, пропорциональных значениям текущих измерений входных и/или отображаемых на ЖК экране сигналов.

Дискретные входы ДВ1 – ДВ8 предназначены для определения состояния внешних контролируемых цепей сигнализирующих устройств сети. Состояния дискретных входов передаются по запросам интерфейсной линии связи.

1.5.3 В преобразователях применены универсальные импульсные источники питания, имеющие большой пусковой ток (при $U_{пит}$ = 220 V до 20 $I_{ном}$ с дли-

тельностью до 2 ms). При применении автоматических выключателей следует применить выключатели с электромагнитным расцепителем класса D (до 20 А).

При питании преобразователей от силовой линии, имеющей значительную индуктивность (магнитные пускатели, реле, катушки индуктивности) или броски тока в момент включения (асинхронные двигатели, емкостная нагрузка) необходимо применить токоограничивающие резисторы с мощностью не менее 10 Вт и с номинальным значением 50-100 Ом в цепи питания или сетевые фильтры. При групповом питании можно применить стабилизатор напряжения.

1.6 Маркировка

1.6.1 На преобразователе имеется этикетка, содержащая следующую информацию:

– тип преобразователя;

– товарный знак завода-изготовителя;

– знак утверждения типа средств измерений;

– порядковый номер преобразователя по системе нумерации предприятия-изготовителя;

– коэффициенты трансформации внешних измерительных трансформаторов тока или напряжения;

– номинальная частота измеряемых сигналов;

– обозначение напряжения питания;

– значение основной приведенной погрешности (для Е849ЭЛ);

– значение испытательного напряжения;

– маркировка, определяющая назначение клемм для внешних соединений.

1.6.2 Дата выпуска указывается на корпусе преобразователя.

1.6.3 Преобразователи, прошедшие приемо-сдаточные испытания и первичную поверку предприятия-изготовителя, имеют знак поверки и клеймо отдела технического контроля.

1.6.4 При переконфигурировании преобразователя, связанного с изменением диапазонов показаний, выходных сигналов, разрешается изменять значения соответствующих коэффициентов трансформации путем корректировки этикетки на панели и внесения необходимых записей в паспорт преобразователя.

При изменении установленных значений необходимо на этикетке и в паспорте производить отметку, содержащую дату изменения, должность и подпись ответственного исполнителя.

2 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

2.1 Для контроля, регулирования (настройки), выполнения работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту должны применяться следующие технические средства:

– установка универсальная пробойная УПУ-10;

– мегаомметр М4100/3;

– установка поверочная универсальная «УППУ-МЭ 3.1 К»;

– лабораторный автотрансформатор регулировочный ЛАТР-1М;

– преобразователь интерфейса ПИ-3 RS232/RS485;

– барометр-анероид метрологический БАММ-1;

– гигрометр психометрический ВИТ-2;

– ПЭВМ операционная система Windows 98/2000/NT/XP.

Примечания

1 Допускается использовать другие средства для задания входных сигналов, если погрешность задания не превышает 1/5 предела основной погрешности преобразователя.

2 Допускается использовать средства измерений с погрешностью задания сигналов, не превышающей 1/3 предела основной погрешности преобразователя, с введением контрольного допуска, равного 0,8 от предела основной погрешности преобразователя.

3 При эксплуатации преобразователей выполнение работ по техническому обслуживанию не требуется.

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

3.1 Меры безопасности

3.1.1 К работам по обслуживанию и эксплуатации преобразователей допускаются специально подготовленные работники, прошедшие проверку знаний в объеме, обязательном для данной работы, и имеющие группу по электробезопасности, предусмотренную действующими правилами охраны труда при эксплуатации электроустановок (напряжением до 1000 В) и изучившие настоящее руководство по эксплуатации.

3.1.2 При работе с преобразователями необходимо пользоваться только исправным инструментом и оборудованием.

3.1.3 Запрещается:

– эксплуатировать преобразователи в режимах, отличающихся от указанных в настоящем руководстве;

– производить внешние соединения, не сняв все напряжения, подаваемые на преобразователи.

3.1.4 При подключении питающего напряжения требуется соблюдать полярность подводящих проводов, а контакты защитного заземления преобразователей подключать к элементу заземления.

3.2 Подготовка к работе

3.2.1 Преобразователь распаковать и убедиться в отсутствии механических повреждений. Ознакомиться с паспортом на преобразователь и проверить комплектность.

3.2.2 Приступая к работе с преобразователем, необходимо внимательно изучить все разделы настоящего руководства.

3.2.3 Порядок установки

3.2.3.1 Установить преобразователь на DIN-рейку. Крепление должно быть произведено тщательно, без перекосов.

3.2.3.2 Подключить внешние измерительные и питающие цепи в соответствии с назначением зажимов (контактов) соединительных разъемов. Схема расположения клеммных соединителей и их назначение приведена в приложении Б.

3.2.3.3 При подключении напряжения питания постоянного тока к контактам «Питание +(L)», «Питание –(N)» необходимо соблюдать полярность.

При подключении напряжения питания переменного тока от 85 до 305 В к контакту «Питание +(L)» подключить фазный провод, к контакту «Питание -(N)» - «нулевой» провод.

3.2.3.4 Подключение проводов осуществляется клеммными соединителями «под винт» для проводов сечением до 2,5 мм^2 (см. 1.2.41.3). Схемы внешних подключений преобразователей приведены в приложении Б.

При подключении измерительных и питающих цепей необходимо соблюдать меры безопасности, изложенные в подразделе 3.1 настоящего руководства.

3.2.3.5 Перед подключением преобразователя с помощью фазоуказателя необходимо проверить порядок чередования фаз напряжений измерительных цепей.

В зависимости от вида трехфазной сети (трех/четырехпроводная) рекомендуется использовать трех/четырехпроводный кабель или три/четыре однопроводных кабеля. Для четырехпроводной сети подключение необходимо производить к четырем клеммным зажимам с маркировкой фаз A, B, C, N; для трехпроводной – к трем клеммным зажимам с маркировкой фаз A, B, C.

3.2.3.6 Обязательным требованием при подключении измерительных цепей является соблюдение полярности токовых цепей и соответствие их своему напряжению, а так же порядок чередования фаз напряжений ABC. Изменение порядка чередования фаз приводит к некорректных показаниям. Изменение направления тока в токовой цепи преобразователя равноценно изменению угла фазового сдвига на 180 градусов.

При прокладке измерительных линий следует выделять их в самостоятельную трассу (или несколько трасс) и располагать отдельно от силовых и других кабелей, создающих высокочастотные и импульсные помехи.

3.2.3.7 Питание к преобразователям рекомендуется подводить проводами минимальной длины. При питании преобразователей от сети переменного тока подключение цепей питания следует производить к линии, не связанной с питанием мощного силового оборудования. Напряжение питания, измеренное на контактах соединительного разъема преобразователей, должно соответствовать значению, указанному в таблице 5.

Рекомендуется устанавливать фильтры сетевых помех в линиях питания преобразователей.

3.2.3.8 Включить напряжение на участке цепи передачи электроэнергии, к которой произведено подключение преобразователя. Проверить правильность измерения параметров.

Примечание – при ошибочном подключении фаз (неправильная очередность, нарушение порядка чередования фаз) на панели преобразователя светится диод «АВС» (ошибка чередования фаз), диод гаснет после устранения неисправности.

3.2.4 Порядок снятия/замены

3.2.4.1 Отключить напряжение на участке цепи передачи электроэнергии, к которой подключен преобразователь.

3.2.4.2 Отсоединить все подключенные провода от преобразователя.

3.2.4.3 Снять преобразователь со щита предварительно убрав крепление. В случае замены установить новый преобразователь согласно 3.2.3.

3.2.5 Подключение преобразователей к линиям интерфейса RS485

Подключить провода линий А1, В1 (А2, В2) интерфейса RS485 в соответствии с назначением контактов. При необходимости провести согласование линии связи подключением согласующего резистора, руководствуясь рекомендациями по применению интерфейса RS485.

Необходимые параметры интерфейса (сетевой адрес и скорость обмена) должны быть настроены до установки преобразователя на DIN-рейку.

На щите может быть проведен контроль установленных параметров или редактирование их с помощью программы конфигурирования в случае, когда преобразователь подключен к соответствующей сети.

3.2.6 Подключение преобразователей к линиям интерфейса Ethernet

Подключить провода в соответствии с назначением контактов.

Необходимые параметры интерфейса (адрес, скорость обмена) должны быть настроены до установки изделий на щит. На щите может быть проведен контроль установленных параметров или редактирование их с помощью программы конфигурирования в случае, когда изделие подключено к соответствующей сети.

Примечание – Для сигналов, полученных по интерфейсу, но не отображаемых на ЖК-дисплее, проконтролировать значения расчетным путем.

3.2.7 Подключение преобразователей к линиям аналоговых и дискретных выходов

Подключить провода в соответствии с назначением контактов, соблюдая полярность. Необходимые параметры аналоговых выходов (диапазон выходного тока) и дискретных выходов (диапазон срабатывания реле) должны быть настроены до установки преобразователей на щит. На щите может быть проведен контроль установленных параметров или редактирование их с помощью программы конфигурирования в случае, когда преобразователь подключен к соответствующей сети.

3.2.8 К цепям сигнализации входы ТС подключать к блок-контактам или выходным контактам реле положения коммутационных аппаратов, в случае значительной удаленности цепей сигнализации от преобразователя использовать оптические модули гальванической развязки для ввода сигналов ТС с напряжения (220 ± 22) В.

3.2.9 Подключение к модулю GPS/Глонасс

К данному модулю подключаются антенны со следующими параметрами:

- тип антенны: GPS/Глонасс;
- входной импеданс: 50 Ом;
- тип разъема, подключаемый к преобразователю: SMA-M;
- диапазон частот: 1,575/1602 МГц;
- напряжение питания: 3,3 В.

Антенна размещается неподвижно снаружи здания на уровне кровли таким образом, чтобы в диапазоне от горизонта антенны до угла 10° по всем направлениям не было бы препятствий (например: здания, радиомачты, и т.п.). Допускается установка антенны с использованием антенных мачт, при соблюдении условия неподвижности, ее ориентирования и горизонтирования.

Место установки антенны должно быть удалено от объектов, отражающих сигналы от спутников (решётки, протяженные металлические поверхности и т.д.). Кроме того, по соображениям грозозащиты, антенну не следует устанавливать выше размещенных на крыше заземлённых металлических конструкций (антенных мачт, вытяжных труб, молниеотводов и т.д.).

Для кабеля антенны должны выполняться следующие требования:

- входной импеданс: 50 Ом;

- длина кабеля должна быть минимальной (предельно допустимая длина рассчитывается исходя из характеристик усиления антенны и затухания в кабеле), не допускается излом кабеля.

Для защиты антенного входа GNSS рекомендуется использовать устройства защиты от импульсных перенапряжений типа DGA G SMA (DEHN) или его аналоги.

3.2.10 Подключение датчика температуры осуществляется проводами в соответствии с назначением контактов, соблюдая полярность. Длина кабеля датчика температуры входящего в комплект поставки - 3 метра.

3.2.11 Для подключения к преобразователю через беспроводной интерфейс Bluetooth с помощью программы-конфигуратора, устройства должны обладать следующими требованиями:

- версия Bluetooth не ниже 2.1+ EDR класс 2 (наличие профиля SPP);

- расстояние прямой видимости не более 10 метров.

3.3 Режимы работы

3.3.1. Преобразователь может функционировать в режимах измерения и конфигурирования.

3.3.2 Режим измерения является основным эксплуатационным режимом, который устанавливается при включении питания.

В данном режиме преобразователь:

– измеряет текущие значения входных величин, вычисляет параметры трехфазной сети, зависящие от исходных входных величин;

– измеряет текущие значение температуры (при наличии датчика температуры);

– отображает результат измерения и преобразования на ЖК-дисплее (при наличии данного исполнения);

– опрашивает внешние цепи устройств, подключенных к дискретным входам;

– передает информацию о параметрах сети и состоянии дискретных входов по интерфейсным каналам по запросам или в циклическом режиме.

– передает информацию в виде унифицированного аналогового сигнала постоянного тока;

– управляет внешними цепями устройств в соответствии с заданными параметрами работы дискретных выходов.

Перечень отображаемых и передаваемых параметров приведен в таблице 16а.

Таблица 16а

Порядок следования экранов*	Параметр	Обозначение
Е900ЭЛ		
Для четырехпроводной сети		
Экран 1	Междуфазные напряжения	U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}
	Фазные напряжения	U_A, U_B, U_C
	Фазные токи	I_A, I_B, I_C
	Суммарные значения тока, напряжения, мощностей	P, Q, S, I, U
	Частота сети	F
Экран 2	Активная мощность фазы нагрузки	P_A, P_B, P_C
	Реактивная мощность фазы нагрузки	Q_A, Q_B, Q_C
	Полная мощность фазы нагрузки	S_A, S_B, S_C
	Суммарные значения мощностей, коэффициента мощности	P, Q, S, cosφ
	Коэффициент мощности по фазам	$\cos\varphi_A$, $\cos\varphi_B$, $\cos\varphi_C$
Экран 3	Параметры ПКЭ	
	Длительность провала напряжения	Δtп
	Глубина провала напряжения	δUп
	Длительность прерывания напряжения	Δtпрер
	Длительность временного перенапряжения	Δtпер.
	Отклонение частоты	Δf
	Ток, напряжение нулевой последовательности	I_0, U_0
Экран 4	Значение активной (прямое/обратное направление), реактивной (прямое/обратное направление) энергии	W_p, W_q
Для трехпроводной сети**		
Экран 1	Фазные токи (фазы А и С)	I_A, I_C
	Междуфазные напряжения	U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}
	Суммарные значения тока, линейного напряжения	I, $U_{лин}$
	Суммарные значения мощностей	P, Q, S
	Частота сети	F
Экран 2	Суммарные значения мощностей, коэффициента мощности	P, Q, S, cosφ
Экран 3	Длительность провала напряжения	Δtп
	Глубина провала напряжения	δUп
	Длительность прерывания напряжения	Δtпрер
	Длительность временного перенапряжения	Δtпер.
	Отклонение частоты	Δf
	Значение даты времени при GPS	
	Значение температуры при Temp	
Экран 4	Значение активной (прямое/обратное направление), реактивной (прямое/обратное направление) энергии	W_p, W_q
Е849ЭЛ***		
Для четырехпроводной сети		
Экран 1	Активная мощность фазы нагрузки	P_A, P_B, P_C
	Реактивная мощность фазы нагрузки	Q_A, Q_B, Q_C
	Полная мощность фазы нагрузки	S_A, S_B, S_C
	Суммарные значения мощностей, коэффициента мощности	P, Q, S, cosφ
	Коэффициент мощности по фазам	$\cos\varphi_A$, $\cos\varphi_B$, $\cos\varphi_C$
	Значение активной (прямое/обратное направление), реактивной (прямое/обратное направление) энергии	W_p, W_q
Экран 2	Длительность провала напряжения	Δtп
	Глубина провала напряжения	δUп
	Длительность прерывания напряжения	Δtпрер
	Длительность временного перенапряжения	Δtпер.

Окончание таблицы 16а

Порядок следования экранов*	Параметр	Обозначение
Экран 2	Отклонение частоты	Δf
	Значение даты времени при GPS	
	Значение температуры при Temp	
Для трехпроводной сети**		
Экран 1	Суммарные значения мощностей, коэффициента мощности	P, Q, S, cosφ
	Значение активной (прямое/обратное направление), реактивной (прямое/обратное направление) энергии	W_p, W_q
	Длительность провала напряжения	Δtп
	Глубина провала напряжения	δUп
	Длительность прерывания напряжения	Δtпрер
	Длительность временного перенапряжения	Δtпер.
	Отклонение частоты	Δf
	Значение даты времени при GPS	
	Значение температуры при Temp	
* при наличии ЖК-дисплея ** неизмеряемые параметры обозначаются на экране прочерком *** в зависимости от заказа преобразователь измеряет активную, реактивную, активную и реактивную мощности		

Выбор параметров для отображения на ЖК-дисплее (при наличии данного исполнения) производится при помощи кнопок «▲», «▼».

3.3.3 Режим конфигурирования является вспомогательным и позволяет настроить диапазоны показаний и параметры интерфейса, при необходимости, изменить адресацию регистров измеряемых параметров и дискретных сигналов.

Режим конфигурирования инициируется программой конфигурирования, расположенной на сайте предприятия-изготовителя.

3.4 Порядок работы

3.4.1 Подать питание на преобразователь. Выдержать преобразователь в течение времени установления рабочего режима (30 мин).

3.4.2 Кнопками «▲», «▼»выбрать необходимый режим вывода на ЖК-дисплей отображаемых параметров (при наличии данного исполнения).

3.4.3 Значение кнопок при редактировании/выборе параметров обозначается на ЖК-дисплее преобразователя.

Примечание – меню работы преобразователя при наличии ЖК-дисплея приведено в приложении Г.

3.4.4 Подать входные сигналы на преобразователь.

На ЖК-дисплее (при наличии данного исполнения) должны отображаться значения, соответствующие входным сигналам, текущему окну отображения и сконфигурированному диапазону показаний.

3.4.5 Программирование коэффициентов трансформации преобразователя при помощи кнопок на лицевой панели

Переход в режим программирования преобразователя осуществляется из основного режима (режима измерения) нажатием кнопки «◄» («Настройка»). Для продолжения работы необходимо ввести пароль (по умолчанию пароль отсутствует).

Примечание – значения кнопок в том или ином режиме настройки параметров отображаются на ЖК-дисплее.

Кнопками «▼» или «▲» выбрать необходимый экран для программирования коэффициентов трансформации и/или настройки входных сигналов («Ток (напряжение) первичной обмотки», «Ток (напряжение) вторичной обмотки») и нажать кнопку «*» для входа в меню редактирования параметров.

Ввод нужного цифрового значения коэффициента осуществляется последовательными нажатиями на кнопки уменьшения («▼») или увеличения («▲») значения параметра. Однократное нажатие изменяет значение параметра на 1 (единицу). При удерживании кнопки более 3 (трех) секунд уменьшается/увеличивается значение параметра с большим шагом (изменения происходят быстрее).

После завершения редактирования коэффициента трансформации по току/напряжению преобразователь работает с новыми коэффициентами. Для сохранения измененных коэффициентов необходимо выбрать экран «Запись настроек во Flash» и сохранить проведенные изменения, в этом случае новые коэффициенты будут сохранены после сброса питания (выключения) преобразователя, иначе после выключения преобразователь возвращается к параметрам, используемым до настройки коэффициентов. Внести необходимые изменения в сопроводительную документацию согласно требованию 1.5.4.

3.5 Работа интерфейса

3.5.1 Работа преобразователя по интерфейсам RS485 (порт 1 и порт 2) обуславливается аппаратными и программными средствами, применяемыми потребителем. Порты интерфейсов независимы друг от друга и настраиваются отдельно.

Протокол обмена данными – ModBus RTU приведен в части I приложения Д.

Настройки протокола и адресации элементов информации в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 приведены в части II приложения Д.

Адресация элементов информации в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 приведена в части III приложения Д. Декларация соответствия модуля ЭЛКТ МЭК 61850 (PICS & MICS) приведена в приложении И.

Примечание – декларации “Protocol Implementation Conformance Statement” (PICS) (требование И.1) и “Model Implementation Conformance Statement” (MICS) (требование И.2) на соответствие преобразователя стандарту МЭК 61850 применяются только для преобразователя с исполнением Ethernet.

3.5.2 Линия связи интерфейса RS485 представляет собой витую пару проводов, которые могут находиться в общем экране. На одну линию связи может быть подключено до 31 преобразователя. Преобразователи подсоединяются к линии связи параллельно.

3.5.3 Для связи по портам 1 и 2 интерфейса на каждом преобразователе устанавливается свой сетевой адрес и скорость обмена данными из ряда 9600, 19200, 38400, 57600 бод. Допустимый адрес передачи находится в диапазоне от 0 до 247. Каждому подчиненному устройству присваивается адрес в пределах от 1 до 247 (адрес 0 используется для широковещательной передачи, его распознает каждое устройство). Скорость обмена должна быть одинаковой и соответствовать установленной в линии.

3.5.4 При обмене информацией преобразователи являются подчиненными устройствами (SLAVE). В качестве ведущего устройства (MASTER) выступает промышленный контроллер, компьютер или аналогичное устройство, управляющее обменом данными в линии.

На ведущем устройстве должны быть установлены параметры линии интерфейса в соответствии с таблицей 17.

Таблица 17

Параметр линии	Значение	
Количество стартовых бит	1	
Количество бит данных	8	
Проверка на четность	чет (нечет)	нет
Количество стоповых битов	1	2
Скорость передачи, бод	9600, 19200, 38400 или 57600	

Обмен данными происходит по инициативе ведущего устройства, посылающего адресный запрос на преобразователь, с которым предполагается установить связь. Получив запрос, преобразователь сравнивает запрашиваемый адрес со своим адресом и при их совпадении выдает ответ.

3.5.5 Работа преобразователя по интерфейсу Bluetooth обуславливается аппаратными и программными средствами, применяемыми потребителем. Интерфейс предназначен для быстрой настройки изделия.

3.6 Работа дискретных входов

3.6.1 Дискретные входы (DI) имеют гальванически разделенные от остальных цепей преобразователя цепи типа «сухой контакт» для исполнения 24 В и "смоченный контакт" для исполнения 220 В, которые могут замыкаться контактами коммутирующих устройств внешних цепей. При изменении состояний любого дискретного входа события регистрируются, фиксируются в журнале событий, присваивается метка времени и зафиксированное состояние готово для передачи по портам: RS485, Ethernet.

3.7 Работа дискретных выходов

3.7.1 Преобразователи могут иметь исполнение с дискретными выходами.

Настройка параметров дискретных выходов возможна с помощью кнопок или через цифровой интерфейс.

Для каждого дискретного выхода в режиме программирования параметров задаются уставки L, гистерезис d, зона возврата b, режим работы дискретных выходов t.

Уровень уставки в % от номинального значения входного сигнала для силы тока или напряжения, для частоты в % от диапазона 45…55 Гц (45 Гц – 0 %, 55 Гц – 100 %, 50 Гц – 50 %). Зона уставки в % от номинального значения входного сигнала для силы тока или напряжения, для частоты в % от диапазона 45…55 Гц (например: 15 % – 1,5 Гц).

3.7.2 Включение дискретного выхода при любой логике происходит при достижении входного сигнала (входной величиной) значения порога срабатывания в соответствии с диаграммами приложения Е. Срабатывание дискретного выхода сопровождается включением единичных индикаторов, если включен режим мигания цифровых индикаторов. Дополнительно при включении дискретного выхода события регистрируются, фиксируются в журнале событий, присваивается метка времени и зафиксированное состояние готово для передачи по портам: RS485, Ethernet.

Выключение при значении параметра t = 5, 6, 7, 8 происходит с запаздыванием по значению величины сигнала на величину зоны возврата b (зона возврата на диаграммах приложения Е не показана).

3.7.3 В зависимости от значения параметра t может быть следующая логика работы (рисунок Е.1):

– t = 0. Дискретный выход отключен.

– t = 1. Дискретный выход включен, цифровые индикаторы (при наличии данного исполнения) мигают при включенном режиме мигания. Используется для проверки работы дискретных выходов или для того, чтобы дискретный выход всегда был во включенном состоянии независимо от величины входного сигнала.

- t = 2. Применяется для управления дискретными выходами через интерфейсы связи.

- t = 3 (прямой гистерезис). Выход включается, когда измеренное значение менее (L-d), выключается, когда измеренное значение более (L+d) и т. д., осуществляя тем самым двухпозиционное регулирование по уставке L с гистерезисом ±d. Используется для сигнализации о том, что текущее измеренное значение меньше уставки L.

- t = 4 (обратный гистерезис). Выход включается, когда измеренное значение более (L+d), выключается, когда измеренное значение менее (L-d) и т.д. Используется для сигнализации о превышении текущего измеренного значения уставки L.

- t = 5 (логика U-образная). Используется для сигнализации о выходе контролируемой величины за заданные границы, при этом включение происходит, когда текущее значение меньше (L-d-b) или больше (L+d+b).

- t = 6 (логика П-образная). Используется для сигнализации о входе контролируемой величины в заданные границы, при этом включение происходит, когда текущее значение больше (L-d-b) и меньше (L+d+b).

- t = 7 (выключение при превышении уставки). Используется для сигнализации об уменьшении контролируемой величины ниже заданной границы, при этом включение происходит, когда текущее значение меньше L-b.

- t = 8 (включение при превышении уставки). Используется для сигнализации об увеличении контролируемой величины выше заданной границы, при этом включение происходит, когда текущее значение больше L+b.

3.8 Калибровка

3.8.1 Калибровка преобразователей проводится в случае выхода погрешности преобразователя за допустимые пределы или после ремонта. Калибровка преобразователей должна проводиться метрологическими службами, аккредитованными на право проведения калибровочных работ.

Калибровку следует проводить при нормальных условиях:

- температура окружающего воздуха плюс (20 ± 10) °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при 25 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

3.8.2 Перед началом калибровки провести подключения в соответствии со схемой, приведенной в приложении Б. В качестве источника входного сигнала рекомендуется использовать блок генератора-синтезатора «Энергоформа 3.1», в качестве эталонна – прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор 3.1К» из состава установки УППУ-МЭ 3.1К.

Калибровка преобразователя осуществляется с помощью программы-конфигуратора во вкладке «Калибровка».

3.8.3 Калибровку проводить следующим образом:

1) включить напряжение питания преобразователя и измерительного оборудования;

2) выдержать преобразователь в течение времени установления рабочего режима;

3) запустить программу калибровки и выбрать требуемый режим калибровки;

4) активировать операцию калибровки диапазонов измерений;

5) проверить погрешность измеряемых параметров в контрольных точках (приложения Ж). При необходимости произвести перекалибровку с целью перераспределения погрешности нелинейности измерения.

3.8.4 После калибровки необходимо провести внеочередную поверку преобразователя.

3.9 Конфигурирование

3.9.1 Конфигурирование преобразователей происходит с помощью программы-конфигуратора (рисунок 1) и проводится в случае необходимости перенастройки параметров интерфейсов, изменения коэффициентов трансформации, изменение яркости свечения индикации, задания уставок, задания параметров аналоговых/дискретных выходов, настройки связи и индикации параметров на внешних индикаторных панелях.

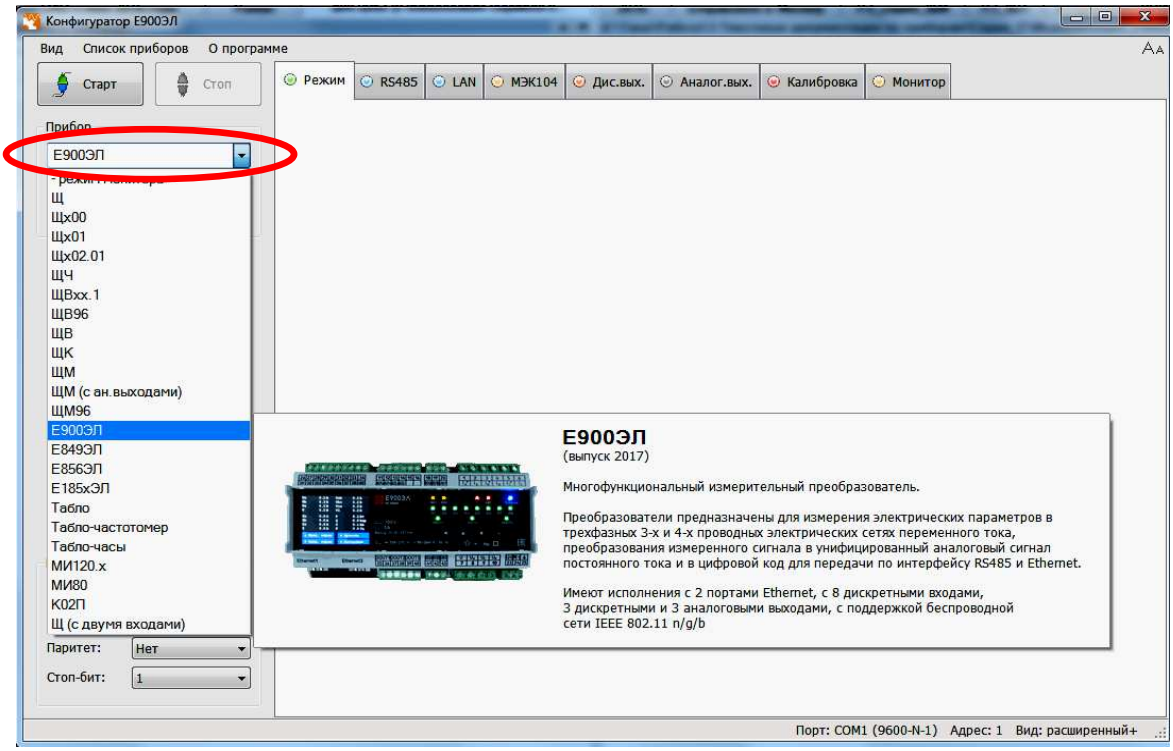


Рисунок 1 – Общий вид программы

Конфигурирование заключается в назначении связных адресов и определении скорости обмена портов RS485, определении IP-адреса преобразователя и его клиентов, настройке отдельных параметров протоколов обмена и, при необходимости, назначении адресации передаваемым параметрам, а также настройке алгоритмов передачи данных. Внутренний номер и скорость для каждого порта преобразователя могут быть разными.

Для конфигурирования преобразователя рекомендуется использовать компьютеры, оснащенные портами RS485, RS232 (с использованием преобразователя интерфейсов RS232/RS485). В случае отсутствия последовательных портов допускается конфигурирование с использованием преобразователя USB/RS485 (рекомендуемый преобразователь интерфейса USB в RS422/485 – ЭЛПИ-1).

Для запуска программы конфигуратора необходимо выбрать тип преобразователя (например – Е900ЭЛ), адрес преобразователя (при первом запуске адрес по умолчанию - 1) и задать следующие параметры соединения: порт связи; скорость обмена данными; паритет; количество стоп-бит; адрес преобразователя. При подключении преобразователя при помощи цифрового интерфейса Ethernet необходимо поставить метку в поле «Ethernet».

После выбора параметров связи нажать «Старт». Значения сетевых параметров (сетевой адрес, скорость, число стоп-бит, паритет) должны совпадать с установленными на преобразователе (в случае ошибки выводится сообщение об ошибке связи).

Примечание – при наведении указателя мышки на любую вкладку или параметр программы появляется всплывающая подсказка с краткой информацией о выбранном пункте меню или параметре.

3.9.2 Конфигурирование основных параметров

Элементы управления программы конфигуратора, связанные с конфигурированием, располагаются в главном окне программы.

Основные (стандартные) настройки преобразователя осуществляются во вкладке «Режим» (рисунок 2).

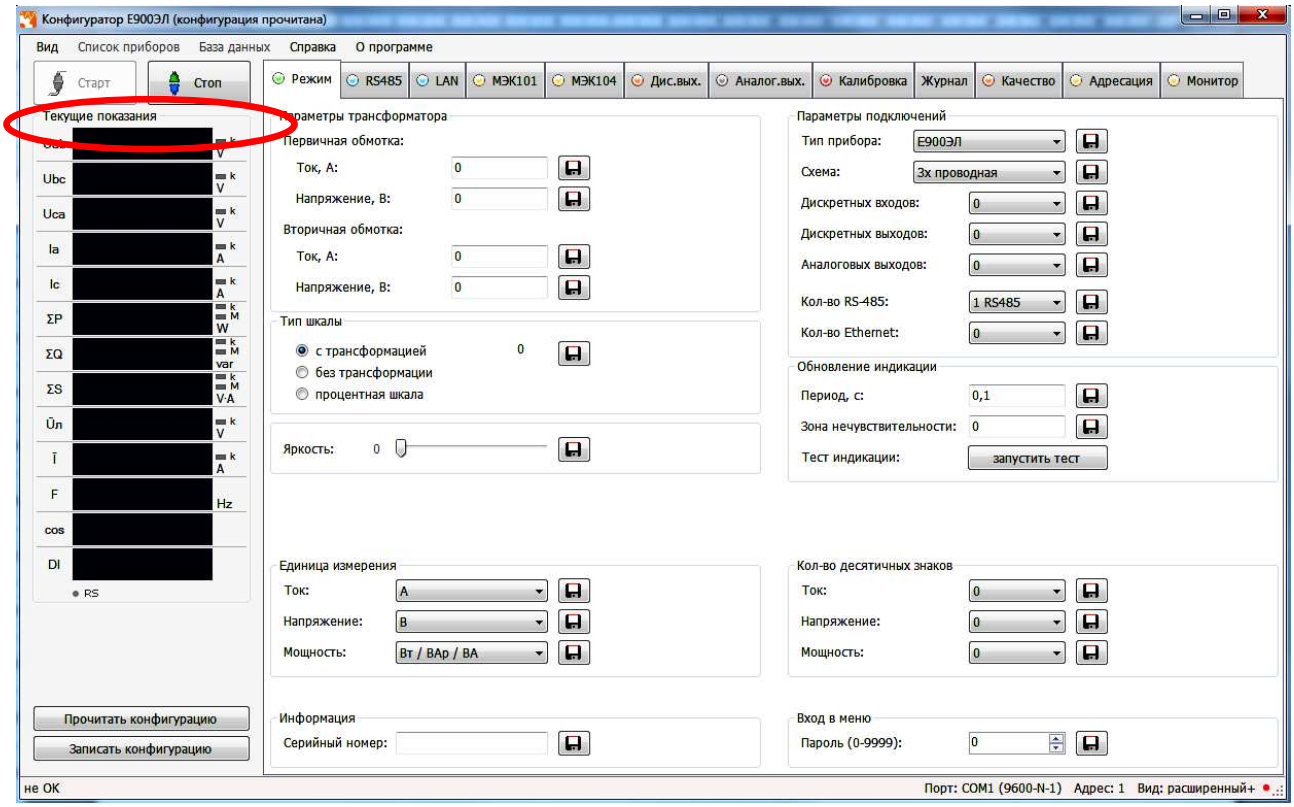


Рисунок 2 – Вкладка «Режим»

В зависимости от выбранного вида программы (стандартный или расширенный) изменяется количество конфигурируемых параметров.

Выбор вида программы осуществляется во вкладке «Вид» (рисунок 3).

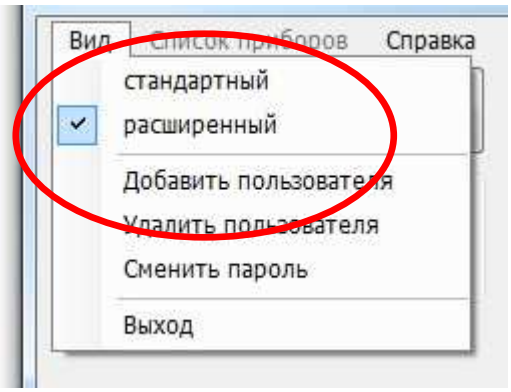


Рисунок 3 – Выбор вида программы-конфигуратора

3.9.2.1 Конфигурирование параметров преобразователя заключается:

- в настройке значений номинального линейного напряжения и тока (первичная обмотка);

- в настройке вторичной обмотки по току и напряжению;

- в выборе типа шкалы;

- в установке единицы измерения (ток, напряжение, мощность);

- в выборе параметров подключения (тип преобразователя, схема подключения, наличие дискретных входов, тип и количество выходных сигналов, интерфейсов);

- в выборе параметров обновления индикации (период обновления, зона нечувствительности);

- в выборе яркость индикации (устанавливается ползунком);

- установке количества десятичных знаков;

- задания пароля меню для работы с лицевой панелью – (по умолчанию – 0 «отключен»).

Коэффициенты по току и напряжению (напряжение/ток вторичной обмотки) относятся к данным, передаваемым на индикатор при работе преобразователя с внешними измерительными трансформаторами тока или напряжения. По умолчанию оба коэффициента равны 1.

Изменения вступают в силу после нажатия «Записать конфигурацию».

ВНИМАНИЕ! Максимальное количество конфигурируемых параметров доступно только в расширенном виде программы-конфигутатора!

3.9.2.2 В поле «Параметры подключения» в строке «Схема» можно выбрать схему подключения преобразователя: трехпроводная или четырехпроводная схема (по умолчанию - четырехпроводная).

При изменении схемы необходимо выбрать «3х проводное» или «4х проводное» подключение, нажать «Записать конфигурацию» и перезагрузить преобразователь (отключить питание и снова включить).

Примечание – во время смены схемы подключения меняется поле «Текущие показания» (удаляются или появляются параметры измерения).

3.9.2.3 Во время настройки преобразователя можно убедиться в том, что данные, полученные компьютером от преобразователя, совпадают с показаниями ЖК-дисплея преобразователя (при наличии данного исполнения).

Данные, показываемые на ЖК-дисплее, идентичны значениям, отображаемым в поле «Текущие показания» программы-конфигуратора.

3.9.3 Конфигурирование портов

3.9.3.1 Во вкладке «RS485» находятся элементы управления, предназначенные для конфигурирования портов 1 и 2 (основной и дополнительный интерфейсы RS485): смена адреса и скорости преобразователя, установка паритета и количества стоповых бит (настройки по умолчанию: «Адрес» – 1, «Скорость» – 9600 бит/с, «Паритет» – нет, «Стоп-бит» – 0,5).

Изменения вступают в силу после нажатия «Записать конфигурацию».

3.9.3.2 Во вкладке «LAN» (рисунок 4) находятся элементы управления интерфейсами Ethernet и беспроводными портами (смена адреса, выбор порта, установка MAC-адреса и т.д.).

При необходимости во вкладке «LAN» осуществляется установка текущей даты и времени, синхронизация времени и задание пароля веб-интерфейса.

Примечание – данные опции возможны только в расширенном виде программы-конфигуратора.

Изменения вступают в силу после нажатия «Записать конфигурацию».

3.9.3.3 Настройка алгоритмов ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 осуществляется во вкладке «МЭК101» (рисунок 5).

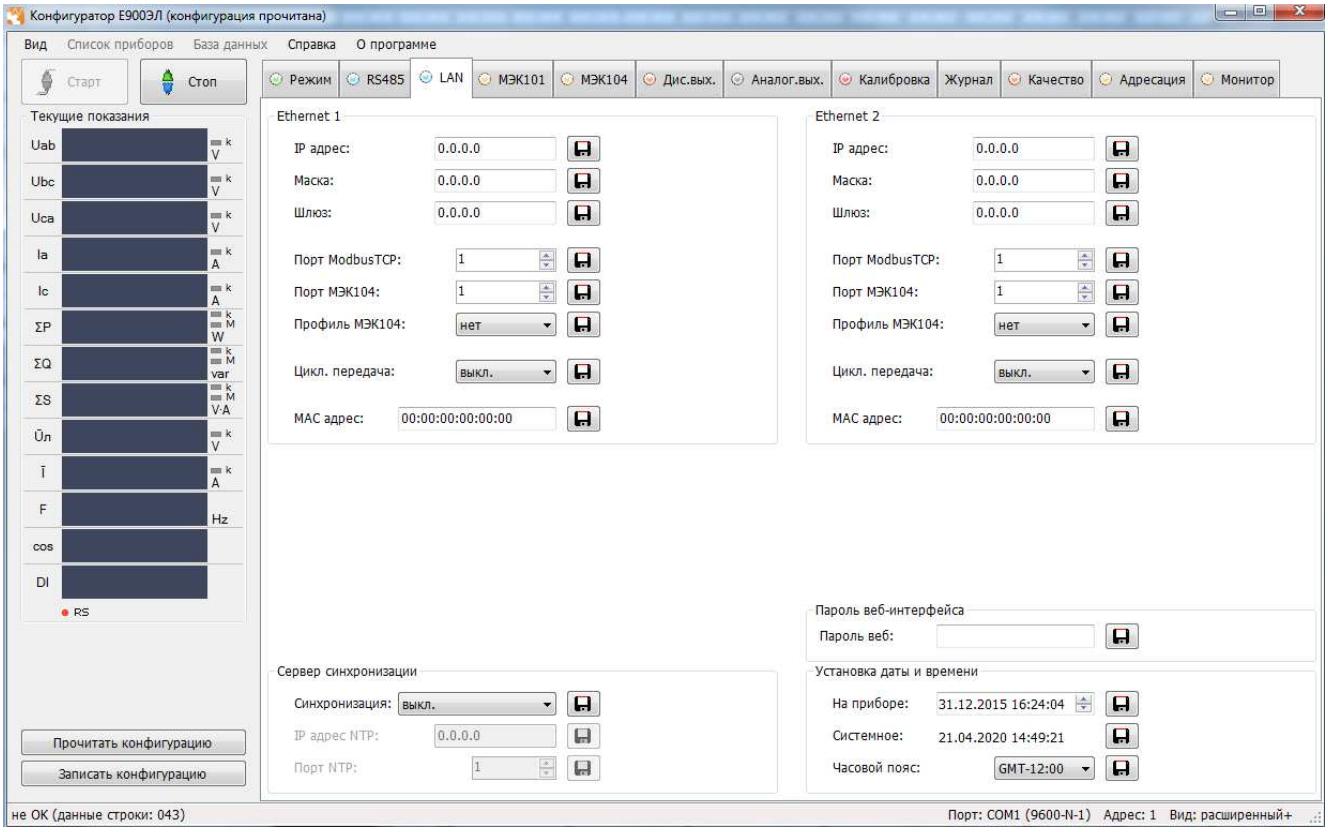


Рисунок 4 – Вкладка «LAN»

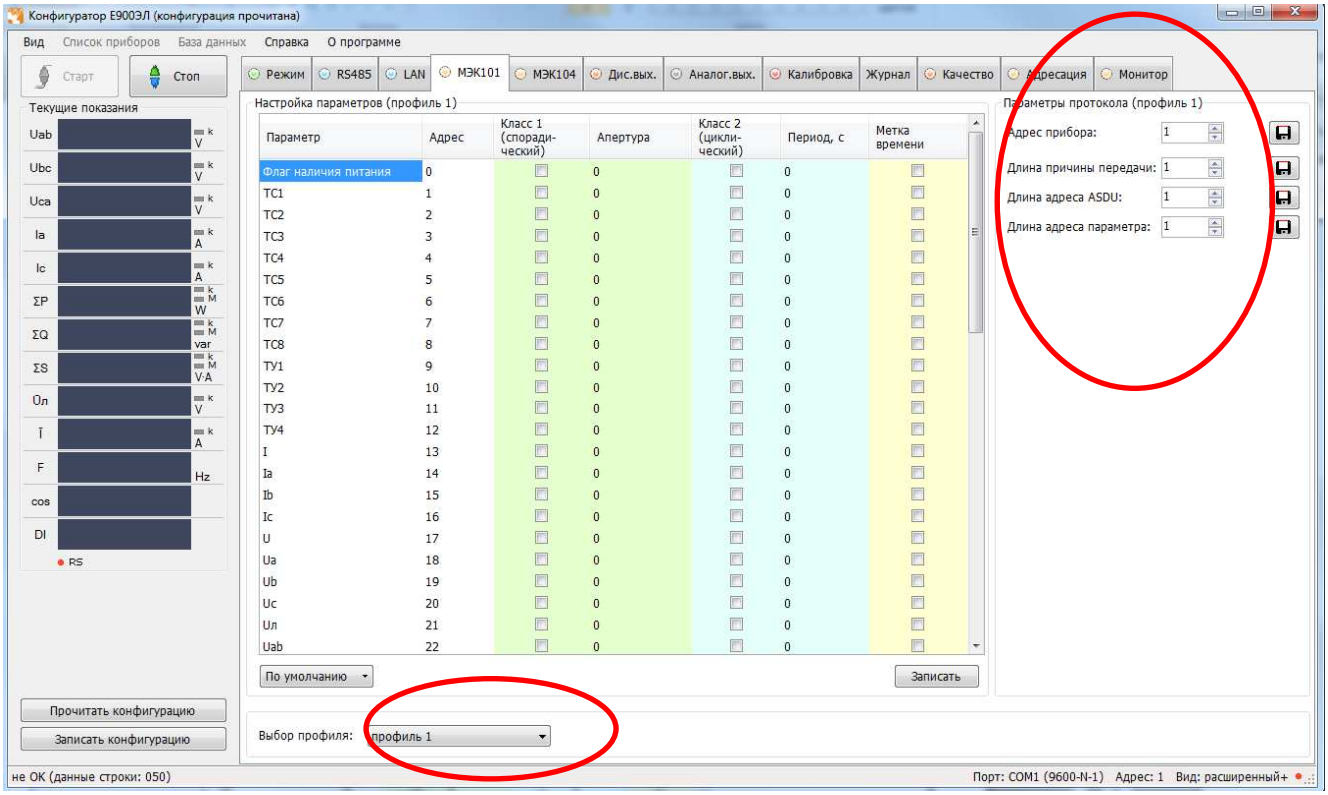


Рисунок 4 – Вкладка «МЭК101»

Возможны два варианта настройки параметров: ручной способ и выбор настроек по умолчанию. В случае настройки параметров по умолчанию, потребитель может выбрать настройку с учетом метки времени или без учета.

При необходимости можно настроить несколько профилей с различными параметрами настройки. Параметры протокола профиля 1 или профиля 2 расположены в правой части окна (рисунок 5).

Изменения вступают в силу после нажатия «Записать конфигурацию».

3.9.3.4 Настройка алгоритмов ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 осуществляется во вкладке «МЭК104» (рисунок 6).

Возможны два варианта настройки параметров: ручной способ и выбор настроек по умолчанию. В случае настройки параметров по умолчанию, потребитель может выбрать настройку с учетом метки времени или без учета.

При необходимости можно настроить несколько профилей с различными параметрами настройки. Параметры протокола профиля 1 или профиля 2 расположены в правой части окна.

Изменения вступают в силу после нажатия «Записать конфигурацию».

3.9.4 Конфигурирование дискретных выходов

Настройка дискретных выходов осуществляется во вкладке «Дис.вых.». Окно настройки содержит элементы управления, необходимые для выбора конфигурирования каждого из дискретных выходов: выбор параметра, режима, уровня уставки, зоны d (гистерезиса) и зоны возврата. Полное описание режимов приведено в таблице 17а.

Примечание – необходимо настраивать каждый выход отдельно.

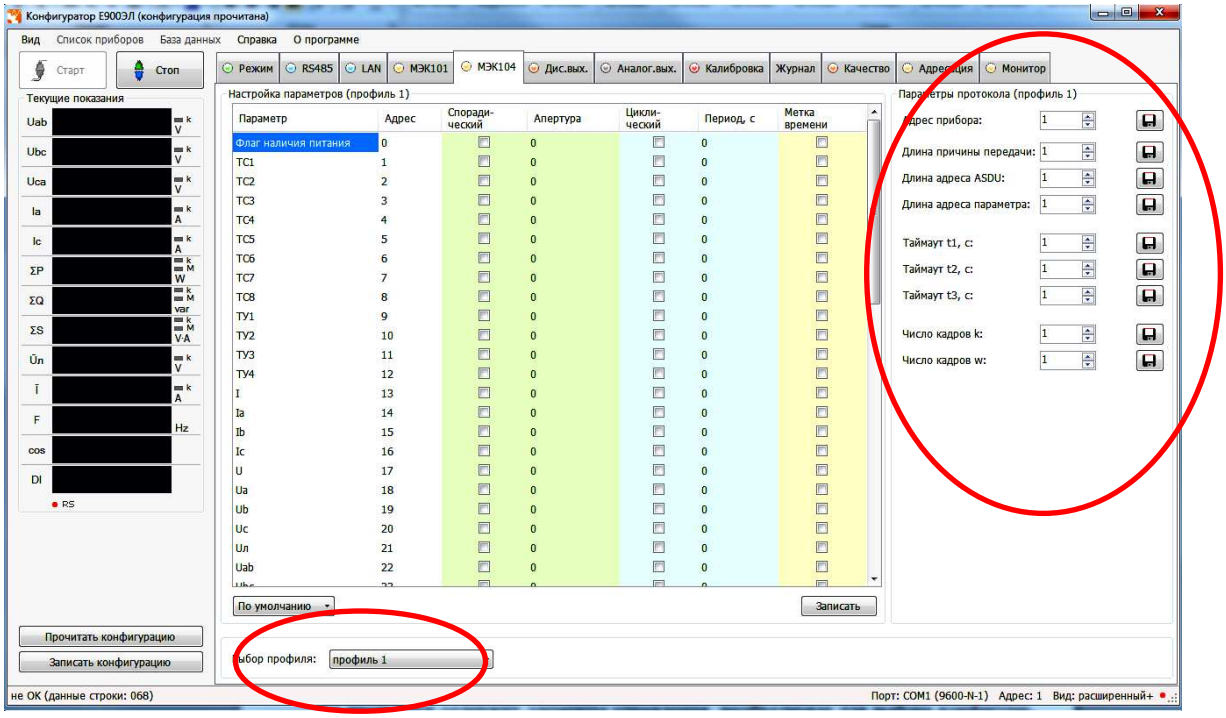


Рисунок 6 – Вкладка «МЭК104»

Таблица 17а – Режимы работы дискретного выхода

Режим работы	Описание
0	**Дискретный выход отключен** Используется для проверки работы дискретных выходов или для того, чтобы дискретный выход всегда был в выключенном состоянии независимо от величины входного сигнала.
1	**Дискретный выход включен** Используется для проверки работы дискретных выходов или для того, чтобы дискретный выход всегда был во включенном состоянии независимо от величины входного сигнала.
2	**Прямое управление** Используется для управления дискретными выходами через интерфейсы связи
3	**Прямой гистерезис** Выход включается, когда измеренное значение менее (L-d), выключается, когда измеренное значение более (L+d) и т. д., осуществляя тем самым двухпозиционное регулирование по уставке L с гистерезисом ±d. Используется для сигнализации о том, что текущее измеренное значение меньше уставки L.
4	**Обратный гистерезис** Выход включается, когда измеренное значение более (L+d), выключается, когда измеренное значение менее (L-d) и т. д. Используется для сигнализации о превышении текущего измеренного значения уставки L.
5	**U-образное управление** Используется для сигнализации о выходе контролируемой величины за заданные границы, при этом включение происходит, когда текущее значение меньше (L-d-b) или больше (L+d+b).
6	**П-образное управление** Используется для сигнализации о входе контролируемой величины в заданные границы, при этом включение происходит, когда текущее значение больше (L-d-b) и меньше (L+d+b).
7	**L-образное управление** Используется для сигнализации об уменьшении контролируемой величины ниже заданной границы, при этом включение происходит, когда текущее значение меньше L-b.
8	**Г-образное управление** Используется для сигнализации об увеличении контролируемой величины выше заданной границы, при этом включение происходит, когда текущее значение больше L+b.

Изменения вступают в силу после нажатия «Записать конфигурацию».

3.9.5 Конфигурирование аналоговых выходов

Во вкладке «Аналог.вых.» размещены элементы управления, позволяющие конфигурировать параметры выходных аналоговых сигналов: диапазон измерения (режим), преобразуемый параметр и диапазон входного сигнала (рисунок 7).

Примечание – необходимо настраивать каждый выход отдельно.

В поле «Режим» выбирается диапазон для каждого аналогового выхода (в зависимости от формулы заказа).

В поле «Преобразуемый параметр» соответственно задается привязка к значениям входного сигнала преобразователя (выбирается из представленного ряда).

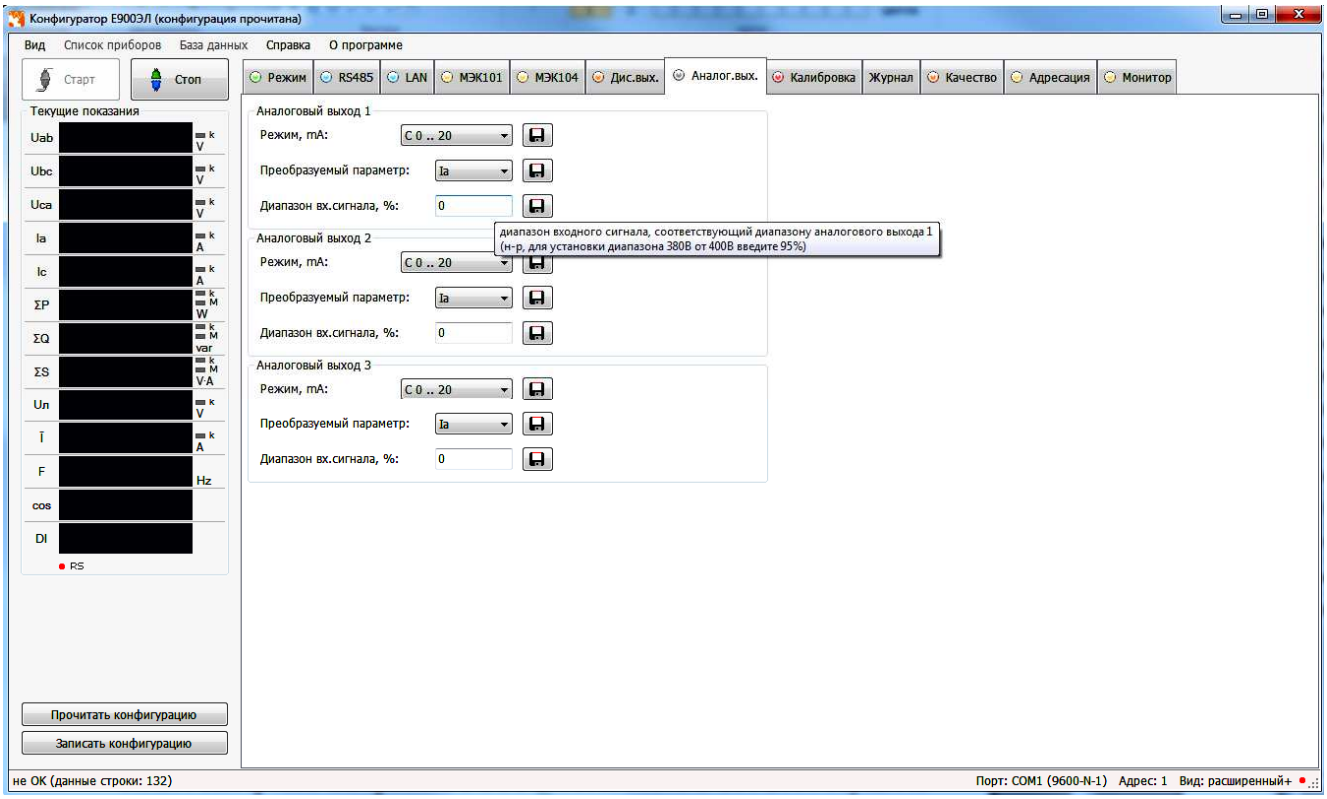


Рисунок 7 – Вкладка настройки/конфигурирования выходных аналоговых сигналов

В поле «Диапазон вх. сигнала, %» указывается процентное значение входного сигнала по отношению к конечному значению диапазона выходного аналогового сигнала, значение по умолчанию – 100 % (например: аналоговый выход 0…5 мА, входной сигнал I_a = 5 А, при установке 100% в поле «Диапазон вх.сигнала» значению входного сигнала 5 А соответствует конечное значение 5 мА аналогового выхода; при установке 80% в поле «Диапазон вх.сигнала» значению входного сигнала 5 А будет соответствовать значение 4 мА аналогового выхода).

Изменения вступают в силу после нажатия кнопки «Записать конфигурацию».

3.9.6 Калибровка преобразователя

Вкладка «Калибровка» содержит элементы управления, позволяющие откалибровать параметры преобразователя (рисунок 8).

Примечание – вкладка «Калибровка» доступна только в расширенной версии программы-конфигуратора, если программа имеет стандартный вид, то необходимо зайти в пункт меню «Вид» и выбрать расширенную версию конфигуратора.

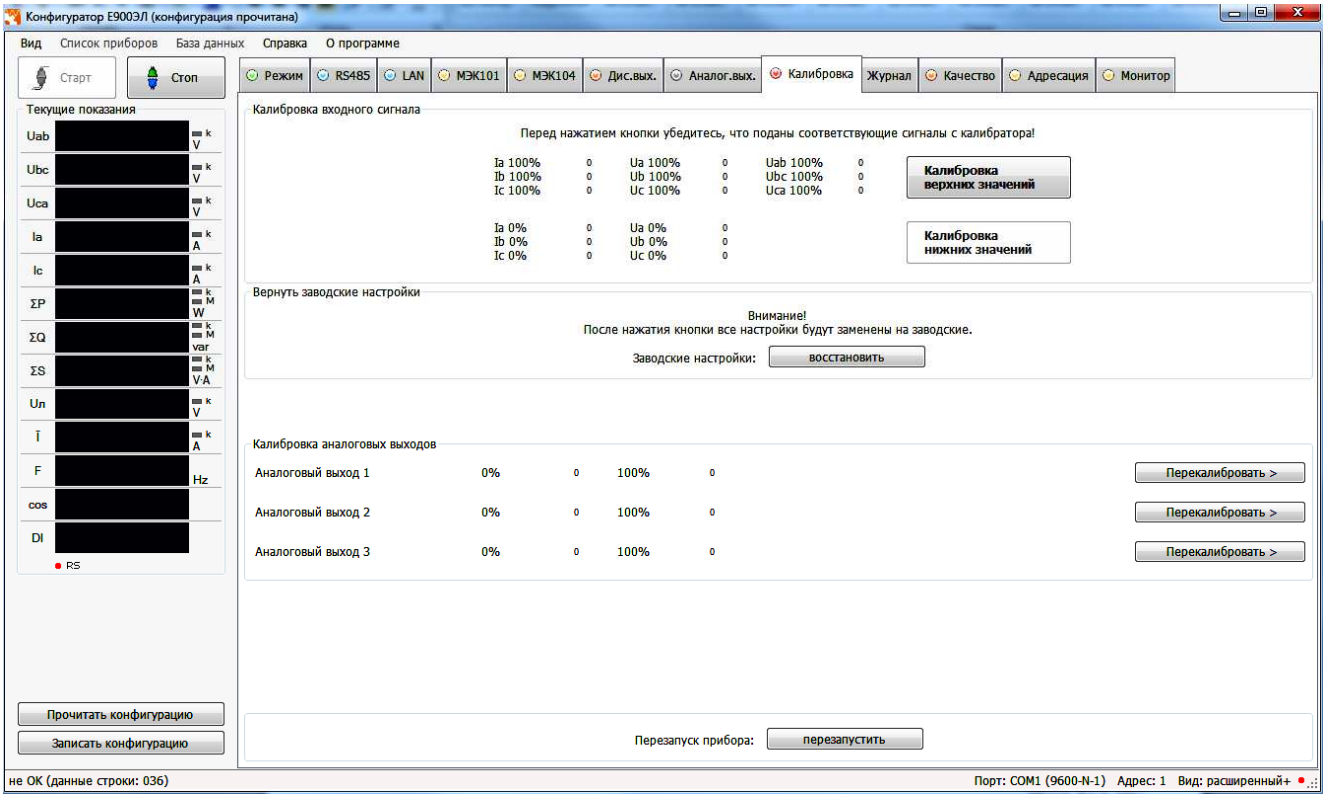


Рисунок 8 – вкладка «Калибровка»

3.9.6.1 Калибровка входных сигналов

Для проведения калибровки входных сигналов необходимо:

- одновременно подать все входные сигналы, соответствующие 100% рабочего диапазона;

- нажать кнопку «Калибровка верхних значений»;

- дождаться информационного окна об успешной калибровке сигнала;

- одновременно подать все входные сигналы, соответствующие 10 % рабочего диапазона;

- нажать кнопку «Калибровка нижних значений»;

- дождаться информационного окна об успешной калибровке сигнала.

После нажатия кнопки «Калибровка верхних значений» или «Калибровка нижних значений» происходит запись калибровочных коэффициентов.

Изменения вступают в силу после нажатия кнопки «Записать конфигурацию» и перезагрузки преобразователя.

3.9.6.2 Калибровка аналоговых выходов

Калибровка аналоговых выходов производится самостоятельно для каждого выхода. Аналоговые выхода могут калиброваться в произвольном порядке.

Для проведения калибровки аналоговых выходов необходимо:

1) провести подключение преобразователя по схеме, приведенной в приложении Б;

2) подключить к преобразователю эталонный амперметр в соответствии со схемой подключения;

3) подать напряжение на преобразователь и выдержать его во включенном состоянии в течении 30 минут для установления рабочего режима;

4) нажать кнопку «Перекалибровать» для изменения параметров одного из выбранных аналоговых выходов;

5) нажать появившуюся кнопку «Генерация ниж. значения»;

6) в появившемся поле ввести измеренное образцовым миллиамперметром значение с тремя цифрами после запятой, в случае ошибочного/неверного ввода значения нажать кнопку «Отмена»;

7) нажать кнопку «ОК»;

8) нажать кнопку «Генерация верх.значения»;

9) в появившемся поле ввести измеренное образцовым миллиамперметром значение с тремя цифрами после запятой, в случае ошибочного/неверного ввода значения нажать кнопку «Отмена»;

10) нажать кнопку «ОК», в случае успешной калибровки появится информационное окно «Аналоговый выход откалиброван»;

11) при необходимости повторить шаги 4 – 10 для калибровки других аналоговых выходов;

12) нажать кнопку «Записать конфигурацию» для сохранения измененных калибровочных значений в энергозависимой памяти преобразователя;

13) проверить погрешность измерения по контрольным точкам согласно методике поверки.

Калибровка выходных аналоговых сигналов завершена.

3.9.6.3 Во вкладке калибровка предусмотрена возможность возврата настроек преобразователя к заводским.

ВНИМАНИЕ! После нажатия кнопки «Восстановить» в поле «Заводские настройки», все текущие настройки будут сброшены и произойдет возврат к настройкам по умолчанию (заводские настройки).

3.9.7 Во вкладке «Журнал» описываются события и осуществляется работа с журналом (прочитать или очистить журнал).

3.9.8 Во вкладке «Качество» проводится установка параметров качества электроэнергии (технический учет): задание пороговых значений провала напряжения, прерывания напряжения, уровня перенапряжения и отклонения частоты (рисунок 9).

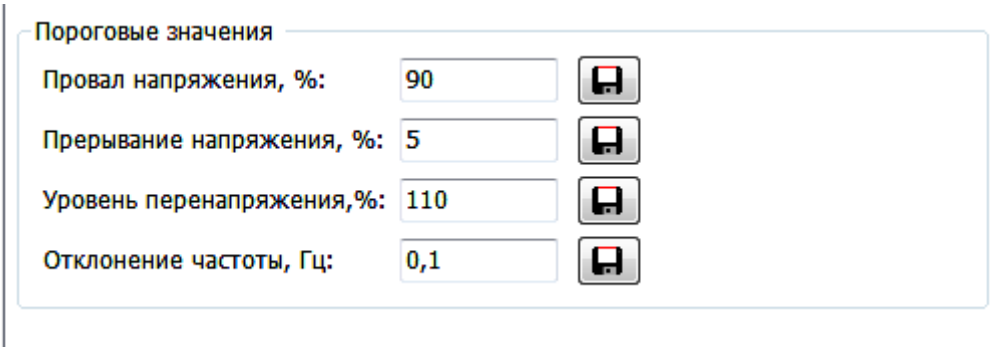


Рисунок 9 – Установка пороговых значений

3.9.9 Задание адресации регистров Modbus проводится во вкладке «Адресация».

3.9.10 Вкладка «Монитор» предназначена для опроса преобразователя и считывания данных по заданным адресам регистров (рисунок 10). Опрос регистров происходит последовательно.

Отображение параметров во вкладке «Монитор» выводится в двух вариантах (в зависимости от выбора потребителя): в виде таблицы и/или в виде графика. В поле «Показывать» выбирается временной параметр для графического отображения информации за указанный промежуток времени: 5 минут, 1 час, 1 день, 1 месяц, 1 год.

До нажатия кнопки «Старт» во вкладке «Монитор» доступна панель управления таблицей опроса. С помощью панели управления возможно добавлять, удалять или редактировать регистры в таблице опроса. Для заполнения таблицы опроса регистрами по умолчанию необходимо нажать кнопку «По умолчанию» на панели управления.

Графичное отображение осуществляется только для выбранных параметров (строка параметров выделена цветом).

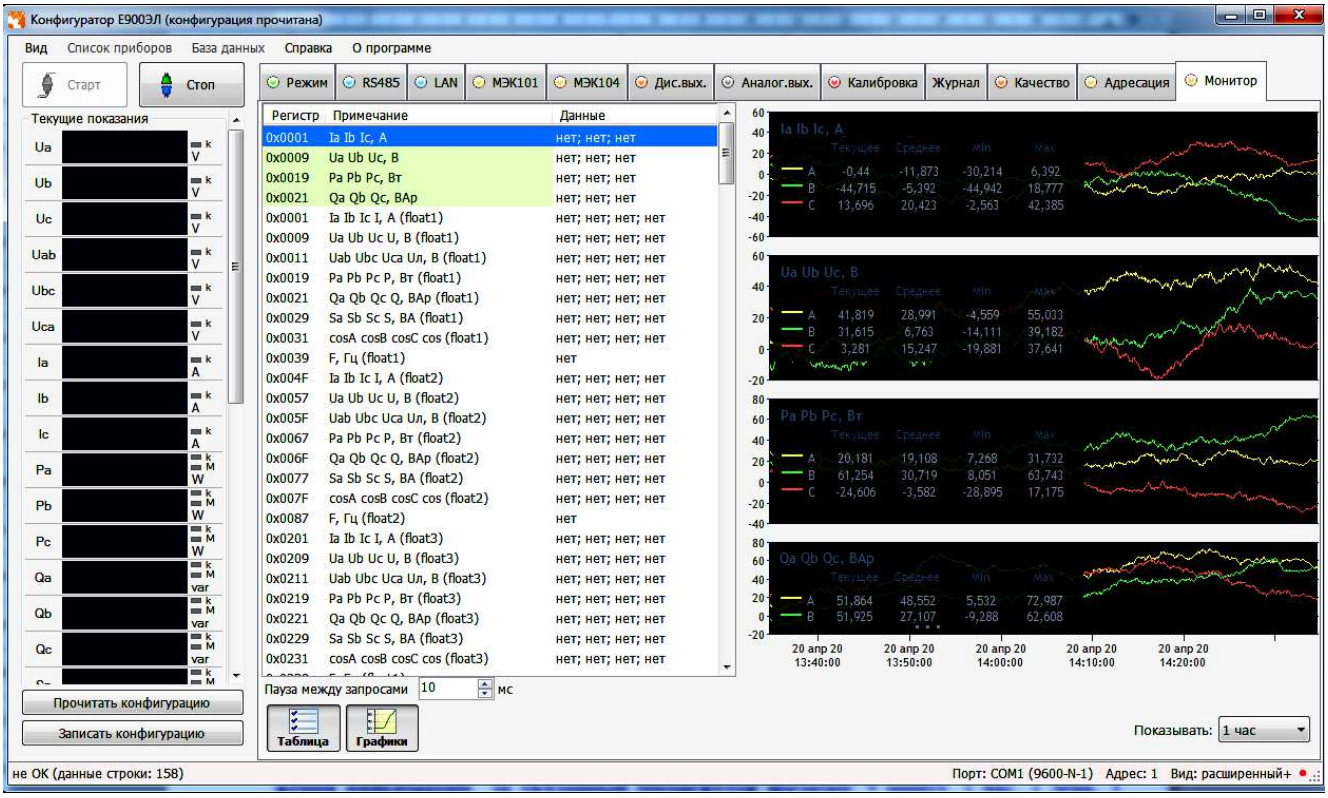


Рисунок 10 – Вкладка «Монитор»

Выбор параметров осуществляется следующим образом: нажать кнопку «Стоп» в окне программы конфигуратора (если программа-конфигуратор находиться в активном состоянии), выбрать вкладку «Монитор» и нажать кнопку «добавить», расположенную внизу окна. В появившемся окне поставить метки в поле «График», «Выбрать регистр из таблицы» и выбрать из появившегося списка параметр, необходимый для отображения на графике, и нажать «Добавить». Нажать «Старт» и выбрать графическое отображение процесса измерения параметров (рисунок 11).

Примечание – при выборе в поле «Прибор» пункт «режим монитора», конфигуратор будет работать только в качестве монитора показаний (будет доступна только вкладка «Монитор») (рисунок 12).

3.9.11 Диагностика индикации

Для проведения диагностики необходимо:

- запустить программу конфигурирования на ПЭВМ, связанной с преобразователем через цифровой интерфейс;

- в основном окне программы во вкладке «Режим» нажать кнопку «запустить тест» (рисунок 13).

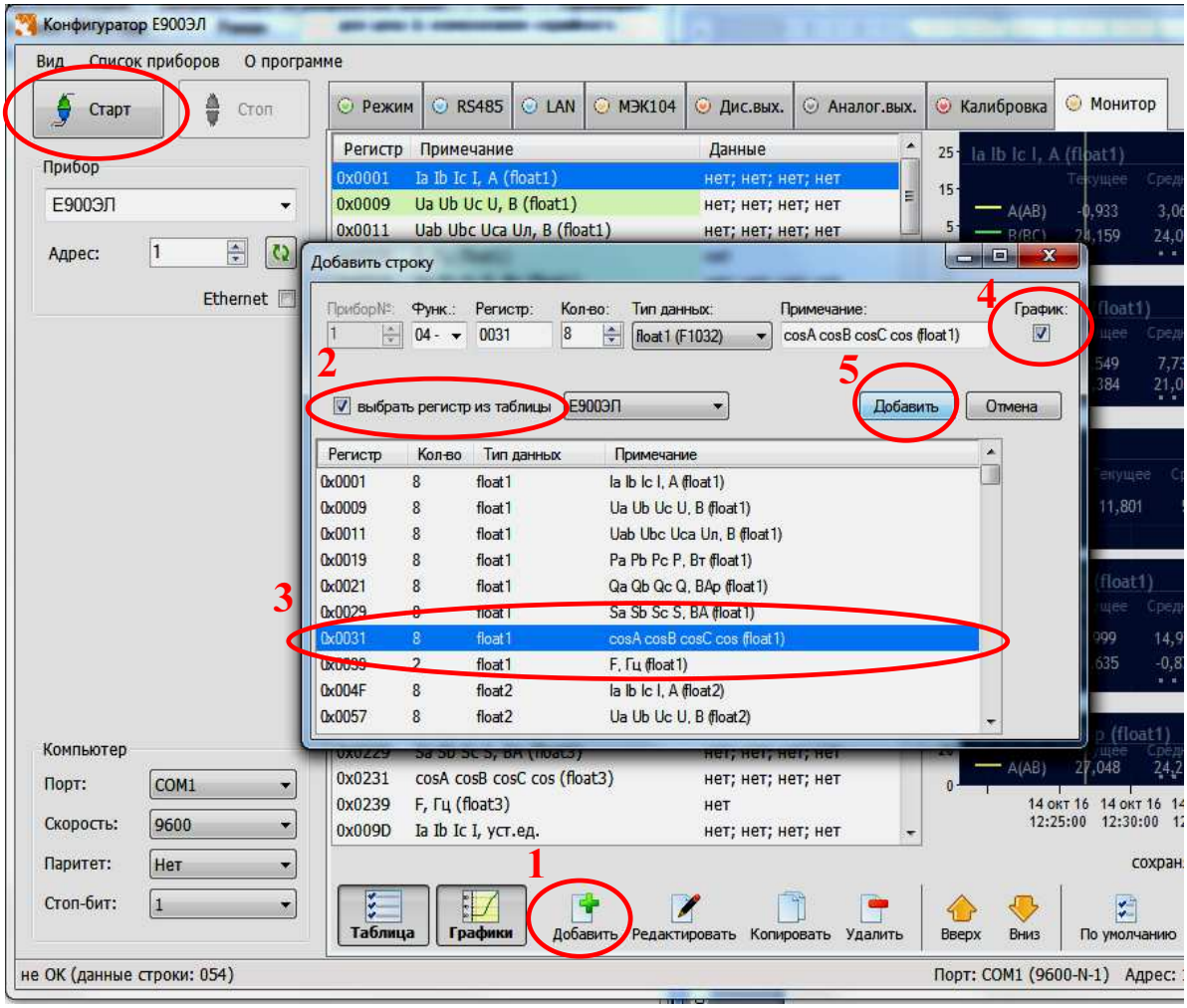


Рисунок 11 – Добавление графического параметра

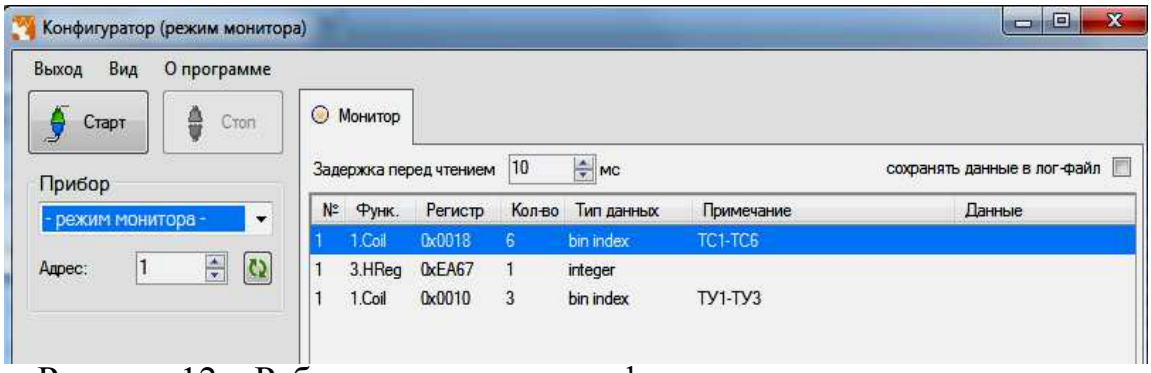


Рисунок 12 – Работа программы конфигуратора в режиме монитора

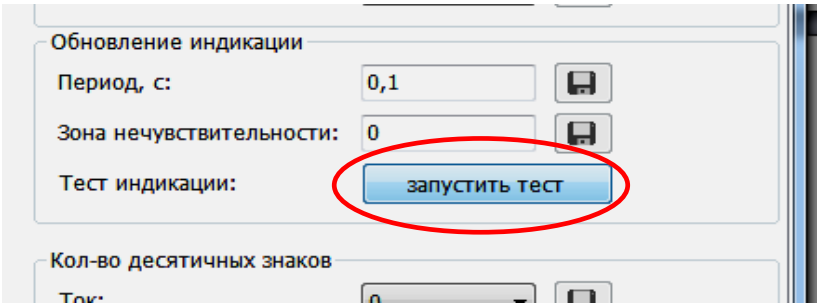


Рисунок 13 – Тест индикации

На панели преобразователя произойдет проверка всех единичных светодиодных индикаторов:

1) последовательное включение и выключение каждого единичного светодиодного индикатора;

2) одновременное включение единичных светодиодных индикаторов.

Диагностика индикации преобразователя завершена.

3.9.12 Подключения к преобразователю через беспроводной интерфейс Bluetooth.

При подключении через беспроводной интерфейс Bluetooth необходимо провести сопряжение преобразователя с ПЭВМ, для этого необходимо:

1) включить питание преобразователя;

2) подключить Bluetooth адаптер к ПЭВМ;

3) на панели управления во вкладке «добавить новое устройство» выбрать необходимый преобразователь и его серийным номером (должен появиться в списке доступных для подключения устройств);

4) выбрать вариант подключения «Связывания без кода» и дождаться установки драйверов;

5) открыть программу конфигуратор, выбрать COM из списка, нажать кнопку «старт». В появившемся окне предупреждения попытки соединится записать код для подключения к устройству (по умолчанию 00000).

Преобразователь подключен.

3.10 Настройка и подключение контроллера ЭЛКТ

3.10.1 Конфигурирование контроллера

3.10.1 Общие сведения о конфигурировании

3.10.1.1 Контроллер ЭЛКТ (далее по тексту – модуль ЭЛКТ) обеспечивает возможность настройки параметров своего функционирования (конфигурирования).

Операции конфигурирования контролера включают в себя настройку:

- параметров функционирования отдельного информационного интерфейса RS485;

- параметров подключения к модулю через интерфейсы RS485 преобразователя серии Е (COM3 Скорость 115200);

- в модуле дискретных и аналоговых входов и выходов (т.е. отдельных каналов телесигнализации, телеуправления, телеизмерений и телерегулирования);

- параметров IP-профиля (коммуникационных параметров) интерфейсов Ethernet;

- настройку параметров поддержки коммуникационных протоколов Modbus TCP, МЭК 60870-5-104 и IEC 61850-8-1 (MMS) в контроллере;

- настройку времени/даты (показаний внутренних часов реального времени) и параметров синхронизации времени модуля;

- настройку параметров авторизации (паролей) доступа к модулю через цифровые интерфейсы Ethernet (для конфигурирования и просмотра текущего состояния контроллера с внешней рабочей станции посредством ПО «Сервисное ПО» в категории ЭЛКТ или Web-интерфейса, IP-адрес по умолчанию 192.168.0.100).

3.10.1.2 Выполнение операций конфигурирования контроллера осуществляется подключением интерфейса Ethernet 1 преобразователя с внешней рабочей станции посредством программного обеспечения (ПО) «Сервисное ПО» в категории ЭЛКТ.

Примечание – Допускается также возможность конфигурирования отдельных параметров настройки контроллера также через web-интерфейс (с подключением к контроллеру через интерфейс Ethernet внешней рабочей станции).

В настоящем руководстве описаны операции конфигурирования контроллера посредством ПО «Сервисное ПО» в разделе ЭЛКТ.

3.10.2 Установка ПО «Сервисное ПО»

3.10.2.1 ПО «Сервисное ПО» устанавливается на рабочую станцию – персональный IBM PC-совместимый компьютер, функционирующий под операционной системой Windows (версий Windows NT 4.0, XP или старше).

3.10.2.2 Для установки ПО «Сервисное ПО» необходимо на внешней рабочей станции загрузить с официального сайта из раздела "програмное обеспечение" файл "Сервисное ПО (для всех цифровых приборов и преобразователей)" и распаковать.

3.10.2.3 Для начала работы в папке с распакованными файлами запустить файл "start". Далее перейти в раздел ЭЛКТ, либо перейти папку devapp_pub\extra\devconf и запустить файл "configurator"

3.10.3 Описание экранного интерфейса ПО «Конфигуратор»

3.10.3.1 После запуска программы (ПО) «Конфигуратор» на экран выводится главное окно программы «Конфигуратор». Главное окно программы содержит в себе следующие элементы (рисунок 14):

- панель инструментов с пиктограммами основных операций, выполняемых в программе;
- список изделий, доступных для конфигурирования;
- основная область отображения/ввода информации (включая строку вкладок);
- главное меню.

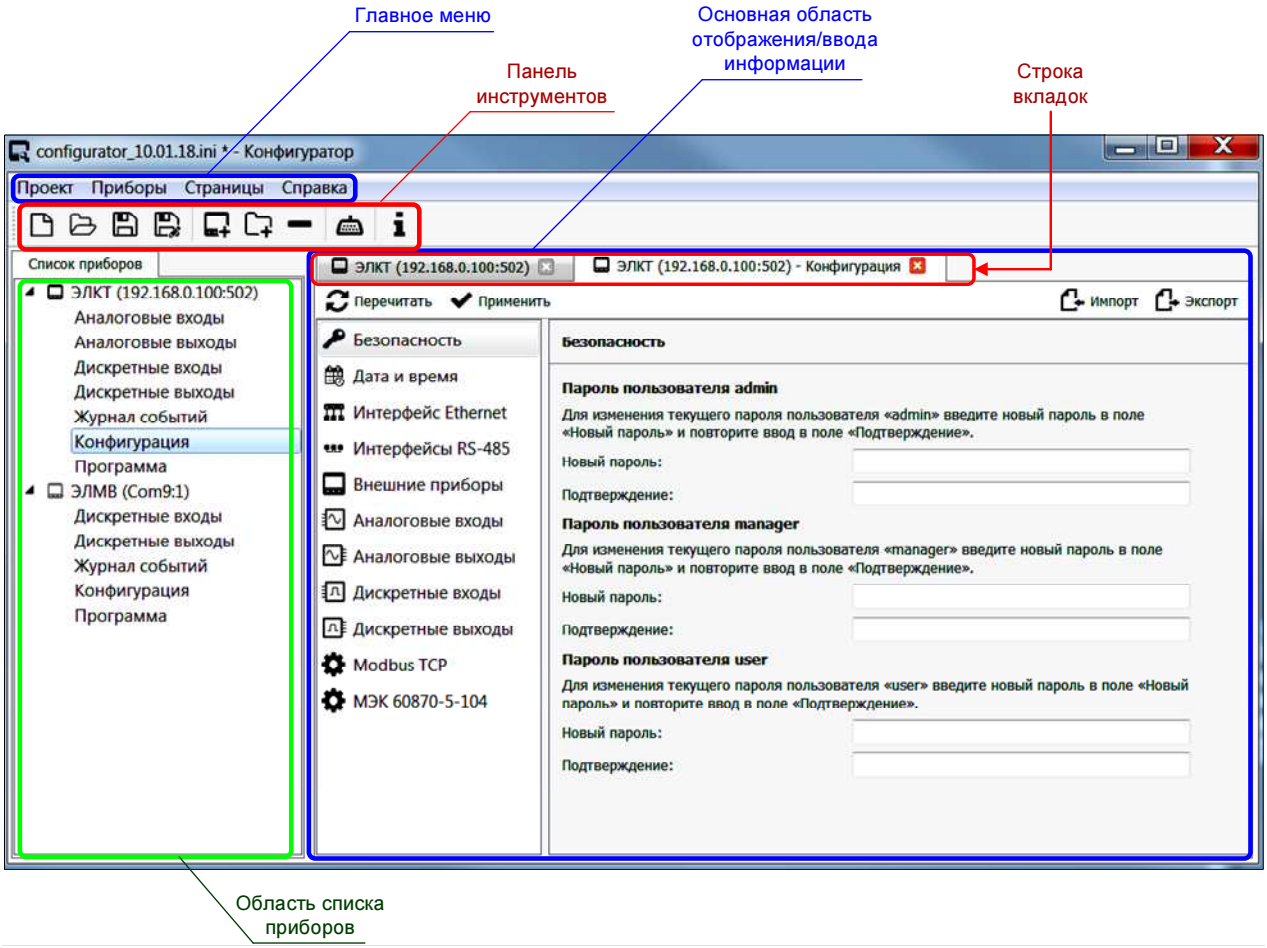


Рисунок 14 – Структура главного окна программы «Конфигуратор»

В заголовке главного окна программы «Конфигуратор» выводится имя текущего открытого файла проекта (сохраненного файла конфигурации) (примечание: если файл конфигурации преобразователей не был открыт, либо не был ранее сохранен в программе, вместо имени текущего открытого файла проекта выводится «Без названия»), и далее, через дефис, название программы «Конфигуратор».

Примечание – При запуске программы «Конфигуратор» автоматически открывается (если был открыт ранее) тот файл конфигурации, с которым пользователь работал в предыдущем сеансе работы с программой вплоть до закрытия программы.

3.10.3.2 Список изделий

Список изделий в главном окне программы содержит полный список устройств в модуль ЭЛКТ, доступных в ПО «Конфигуратор» для конфигурирования или изменения/просмотра текущего состояния устройства (рисунок 15).

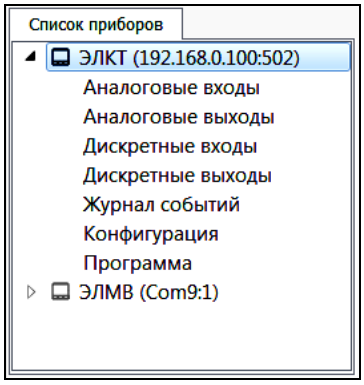


Рисунок 15 – Пример отображения списка изделий в главном окне программы «Конфигуратор»

Для выполнения любых операций в ПО «Конфигуратор» с модулем ЭЛКТ необходимо, чтобы данный модуль был добавлен в список изделий. Для добавления модуля в список необходимо на панели инструментов главного окна программы нажать кнопку ( ) («Добавить новый прибор») (либо в главном меню программы выбрать пункт «Приборы» -> «Добавить прибор...»). При этом на экран будет выведен диалог «Добавление нового прибора» (рисунок 16), в котором нужно задать необходимые параметры, в частности, модель прибора («ЭЛКТ»). Затем необходимо нажать в диалоге кнопку «Далее > ». При этом в диалоге будут выведены поля «IP-адрес» и «Порт» (рисунок 17).

В поле «IP-адрес» ввести значение IP-адреса контроллера. В поле «Порт» следует оставить предложенное по умолчанию значение «502» без изменений в случае, если рабочая станция конфигурирования с установленным ПО «Конфигуратор», с которой осуществляется настройка модуль ЭЛКТ, подключена к контроллеру через сеть Ethernet напрямую без посредства маршрутизаторов. В случае, если рабочая станция конфигурирования подключена к модулю ЭЛКТ через маршрутизаторы, может потребоваться указание порта, отличного от 502.

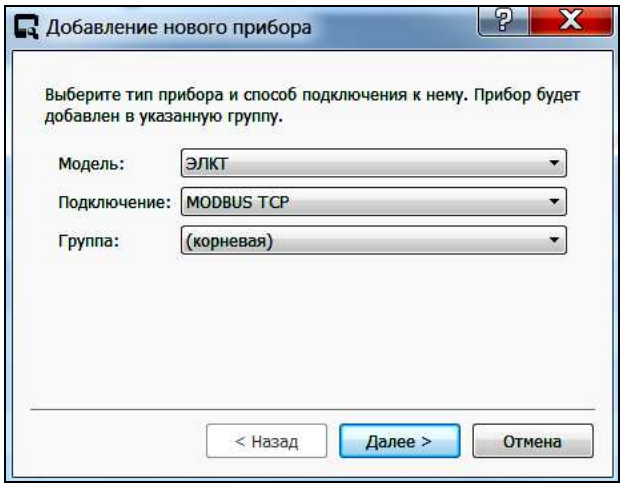


Рисунок 16 – Диалог «Добавление нового прибора» (задание модели прибора)

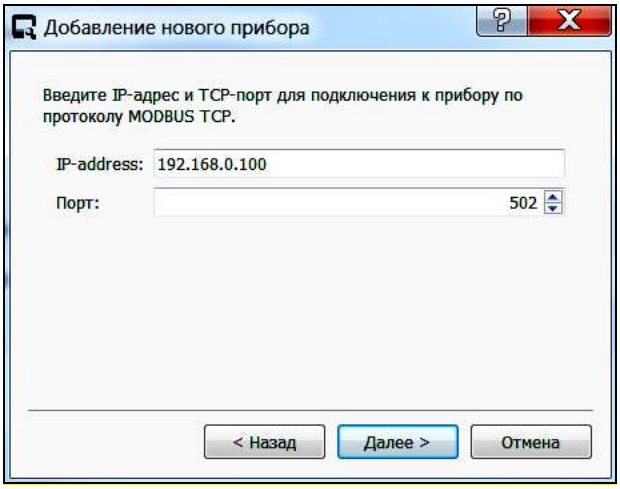


Рисунок 17 – Диалог «Добавление нового прибора» (задание параметров IP-адресации доступа к прибору в ПО «Конфигуратор»)

Затем, необходимо еще раз нажать в диалоге кнопку «Далее > », при этом во вновь появившихся полях «Адрес» и «Таймаут ожидания ответа» следует оставить неизменными предложенные значения по умолчанию, и далее снова нажать кнопку «Далее > ». При этом в диалоге появятся новые поля «Пользователь» и «Пароль», в которых необходимо ввести корректные значения соответствующих параметров авторизации доступа к модулю ЭЛКТ (Примечание 1). При этом в поле «Пользователь» необходимо выбрать имя пользователя («admin» или «manager» – Примечание 2), а в поле «Пароль» – задать строку пароля для соответствующего уровня доступа к контроллеру (Примечание 3). Далее необходимо в диалоге нажать кнопку «Готово», при этом изделие будет добавлено в список устройств в главном окне программы.

Примечания:

1 Указанные, задаваемые в полях «Пользователь» и «Пароль», параметры авторизации доступа к контроллеру используются ПО «Конфигуратор» для доступа к просмотру и изменению текущих значений параметров настройки контроллера (соответственно, без указания данных параметров авторизации просмотр и изменение значений параметров настройки контроллера в ПО «Конфигуратор» будут недоступны).

2 Для возможности изменения значений параметров настройки модуля ЭЛКТ в ПО «Конфигуратор» необходимо задавать имя пользователя «manager» (при этом в ПО «Конфигуратор» будет обеспечиваться возможность изменения всех возможных значений параметров настройки модуля ЭЛКТ, за исключением параметров авторизации (паролей) доступа к контроллеру), либо имя пользователя «admin» (при этом в ПО «Конфигуратор» будет обеспечиваться возможность изменения всех возможных значений параметров настройки модуля ЭЛКТ, включая параметры авторизации (паролей) доступа к контроллеру). При этом имя пользователя «user» рекомендуется задавать только в том случае, если в ПО «Конфигуратор» необходимо запретить возможность изменения значений параметров настройки контроллера, обеспечив при этом возможность только просмотра текущих значений параметров настройки контроллера.

3 Строка пароля по умолчанию для соответствующего имени пользователя (уровня доступа к контроллеру) совпадает с именем пользователя (т.е. для уровня доступа «admin» строка пароля по умолчанию – «admin», для уровня доступа «manager» строка пароля по умолчанию – «manager»).

3.10.4 Последовательность операций конфигурирования

При конфигурировании дискретных и/или аналоговых входов и/или выходов контроллера перед непосредственно настройкой дискретных и/или аналоговых входов/выходов должна быть сначала выполнена настройка параметров функционирования интерфейсов RS485, затем настройка подключения к контроллеру внешних приборов через интерфейсы RS485, и уже затем – настройка дискретных и/или аналоговых входов/выходов контроллера.

Все прочие операции настройки (конфигурирования) контроллера (включая операции настройки поддержки коммуникационных протоколов Modbus TCP,

МЭК 60870-5-104 и IEC 61850-8-1 (MMS), настройки даты/времени и параметров синхронизации времени, параметров IP-профиля контроллера через интерфейсы Ethernet – Примечание 4) не требуют соблюдения особого порядка их выполнения, и могут выполняться независимо друг от друга и от прочих операций настройки.

Примечание – Операции настройки:

1) поддержки коммуникационного протокола Modbus TCP;

2) поддержки коммуникационного протокола МЭК 60870-5-104;

3) даты/времени и параметров синхронизации времени;

4) параметров IP-профиля контроллера через интерфейсы Ethernet модуля ЭЛКТ осуществляются в ПО «Конфигуратор» в разделе «Конфигурация» соответствующего прибора ЭЛКТ переходом, соответственно, в пункты меню «Modbus TCP», «МЭК 60870-5-104», «Дата и время» и «Интерфейс Ethernet» в основной области отображения/ввода информации главного окна программы.

3.10.5 Настройка параметров функционирования интерфейса RS485 модуля ЭЛКТ

3.10.5.1 Для настройки основных параметров функционирования интерфейсов RS485 модуля ЭЛКТ необходимо в ПО «Конфигуратор» (в разделе «Конфигурация»), в основной области отображения/ввода информации главного окна выбрать пункт меню «Интерфейсы RS-485», при этом на экран в основной области отображения/ввода информации главного окна программы будет выведена экранная форма «Интерфейсы RS-485» для настройки основных параметров функционирования интерфейсов RS-485 контроллера (Рисунок 18).

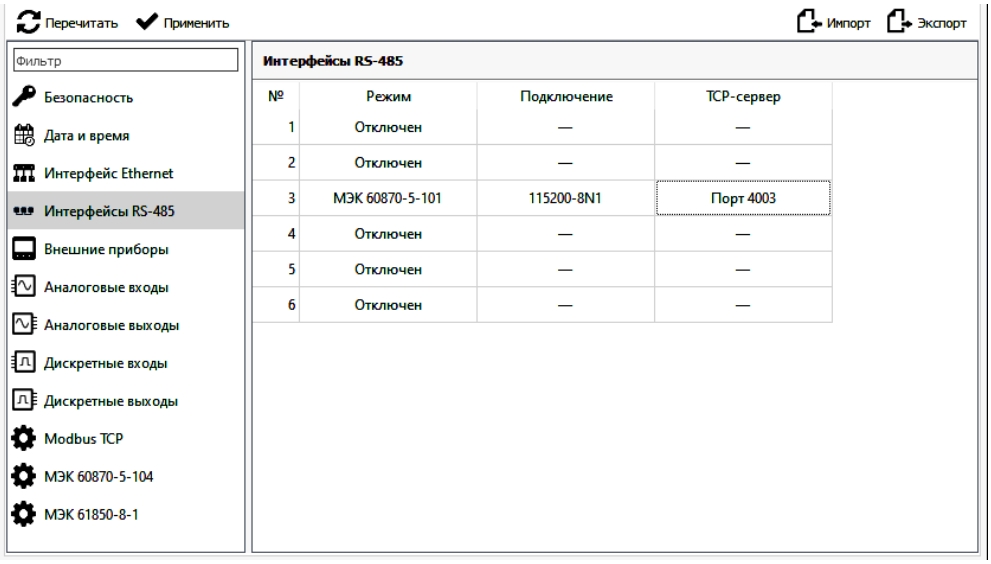


Рисунок 18 – Пример выбора пункта меню «Интерфейсы RS-485»

3.10.5.2 Настройка основных параметров функционирования интерфейсов RS485 модуля включает в себя задание интерфейса RS485 №3 контроллера:

1) Режима работы интерфейса RS485 (графа «Режим» таблицы экранной формы «Интерфейсы RS485» – рисунок 18). Для задания режима работы соответствующего интерфейса RS485 необходимо в таблице экранной формы «Интерфейсы RS485» в графе «Режим» в строке, соответствующей требуемому интерфейсу RS485 контроллера, выбрать режим работы интерфейса («МЭК 60870-5-104», «Modbus RTU»).

2) Параметров подключения по RS485 – скорости передачи 115200, количества бит данных - 8, четности - нет, стоп бит

3) Опционально для данного порта RS485 контроллера также может настраиваться функция TCP-сервера (в графе «TCP-сервер» таблицы экранной формы «Интерфейсы RS485» в строке таблицы, соответствующей требуемому интерфейсу RS485).

3.10.6 Настройка подключения модуля ЭЛКТ к преобразователю серии Е

3.10.6.1 Для настройки подключения преобразователя к модуля ЭЛКТ через интерфейс RS485 необходимо в ПО «Конфигуратор», находясь в разделе «Конфигурация», в основной области отображения/ввода информации главного окна выбрать пункт меню «Внешние приборы», при этом на экран в основной области отображения/ввода информации главного окна программы будет выведена экранная форма «Внешние приборы» для настройки параметров подключения внешних приборов.

3.10.6.2 Для настройки подключения преобразователя к модулю ЭЛКТ необходимо в таблице на экранной форме настройки «Внешние приборы» (в строке таблицы, соответствующей данному прибору) выполнить последовательно следующие действия:

1) Задать имя прибора – в графе «Название» (для идентификации прибора в ПО «Конфигуратор»);

2) В графе «Модель» выбрать тип преобразователя Е900ЭЛ или Е849ЭЛ;

3) В графе «Подключение» – задать параметры подключения соответствующего устройства по RS485. При этом при двойном щелчке мыши по соответствующей ячейке таблицы (в строке таблицы, соответствующей настраиваемому изделию) будет выведен диалог настройки подключения (рисунок 19).

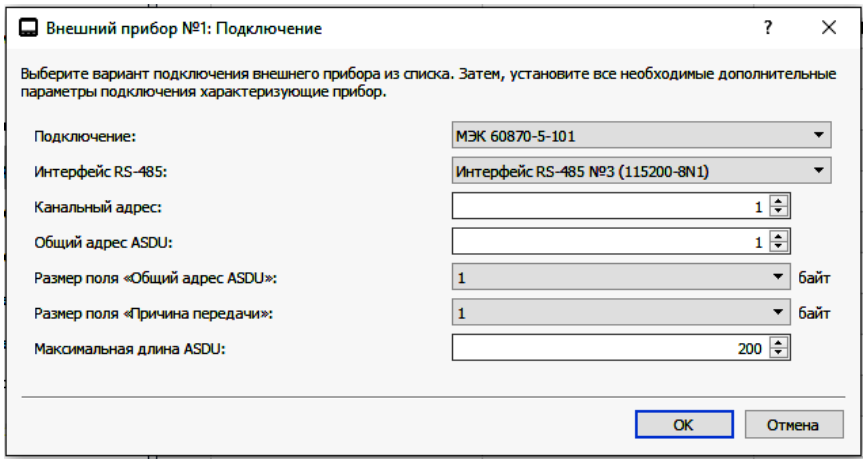


Рисунок 19 – Настройка параметров подключения внешнего прибора

4) В указанном диалоге необходимо сначала задать протокол передачи через интерфейс RS485 в поле «Подключение» (МЭК 60870-5-101), затем выбрать интерфейс RS485, через который подключено устройство, и уже затем задать все прочие параметры подключения в диалоге и нажать в диалоге кнопку «ОК».

3.10.7 Настройка дискретных/аналоговых входов/выходов

3.10.7.1 Настройка дискретных входов

3.10.7.1.1 Для настройки дискретных входов модуля ЭЛКТ необходимо в ПО «Конфигуратор», находясь в разделе «Конфигурация» соответствующего ЭЛКТ, в основной области отображения/ввода информации главного окна выбрать пункт меню «Дискретные входы», при этом на экран в основной области отображения/ввода информации главного окна программы будет выведена экранная форма «Дискретные входы» для настройки дискретных входов контроллера.

3.10.7.1.2 Для настройки каждого отдельного дискретного входа контроллера необходимо в таблице на экранной форме настройки «Дискретные входы» (в строке таблицы, соответствующей выбранному (одному из 500) дискретному входу) выполнить последовательно следующие действия:

1) Задать наименование дискретного входа в ПО «Конфигуратор» – в графе «Название» (в целях идентификации дискретного входа).

2) В графе «Источник» выбрать внешний прибор из списка внешних приборов, подключение которых к контроллеру было настроено ранее (3.10.6).

3) В графе «Параметр» – задать детальные параметры соответствующего дискретного входа. При двойном щелчке мыши по соответствующей ячейке

таблицы (в строке таблицы, соответствующей настраиваемому дискретному входу) и последующем нажатии вновь появившейся в указанной ячейке кнопки будет выведен диалог настройки. В указанном диалоге в области «Параметр» необходимо выбрать из списка соответствующий параметр и нажать в диалоге кнопку «ОК».

4) В графе «Инвертирование» задать, при необходимости, флаг инвертирования состояния дискретного входа, полученного с подключенного прибора. При включенном инвертировании (когда в соответствующей строке таблицы экранной формы настройки «Дискретные входы» в графе «Инвертирование» выбрано значение «Да») исходное состояние дискретного входа, полученное с прибора, подключенного к контроллеру, меняется на противоположное (напр., с «ВКЛ» на «ВЫКЛ, или с «ВЫКЛ» на «ВКЛ»), и данное измененное состояние считается актуальным состоянием дискретного входа контроллера. При выключенном инвертировании (когда в соответствующей строке таблицы экранной формы настройки в графе «Инвертирование» стоит «Нет») исходное состояние дискретного входа, полученное с прибора, не меняется (соответственно, при этом состояние дискретного входа модуля совпадает с исходным состоянием дискретного входа, полученным с прибора).

3.10.7.2 Настройка дискретных выходов

3.10.7.2.1 Для настройки дискретных выходов модуля ЭЛКТ необходимо в ПО «Конфигуратор», находясь в разделе «Конфигурация» соответствующего модуля ЭЛКТ, в основной области отображения/ввода информации главного окна выбрать пункт меню «Дискретные выходы», при этом на экран в основной области отображения/ввода информации главного окна программы будет выведена экранная форма «Дискретные выходы» для настройки дискретных выходов.

3.10.7.2.2 Для настройки каждого отдельного дискретного выхода контроллера необходимо в таблице на экранной форме настройки «Дискретные выходы» (в строке таблицы, соответствующей выбранному (одному из 500) дискретному выходу) выполнить последовательно следующие действия:

1) Задать наименование дискретного выхода в ПО «Конфигуратор» – в графе «Название» (в целях идентификации дискретного входа).

2) В графе «Источник» выбрать внешний прибор из списка внешних приборов, подключение которых к контроллеру было настроено ранее (3.10.6).

3) В графе «Параметр» – задать детальные параметры соответствующего дискретного выхода. При двойном щелчке мыши по соответствующей ячейке таблицы (в строке таблицы, соответствующей настраиваемому дискретному выходу) и последующем нажатии вновь появившейся в указанной ячейке кнопки ... будет выведен диалог настройки. В указанном диалоге в области «Параметр» необходимо выбрать из списка соответствующий параметр (напр., при подключенном модуле ЭЛКТ – выбрать из списка в разделе «Основные параметры» параметр «Дискретный выход № X», где X – номер соответствующего логического дискретного выхода) и нажать в диалоге кнопку «ОК».

4) В графе «Инвертирование» задать, при необходимости, флаг инвертирования состояния дискретного выхода, полученного с подключенного прибора (напр., модуля дискретного ввода-вывода). При включенном инвертировании (когда в соответствующей строке таблицы экранной формы настройки «Дискретные выходы» в графе «Инвертирование» выбрано значение «Да») исходное состояние дискретного выхода, полученное с прибора, подключенного к контроллеру, меняется на противоположное (напр., с «ВКЛ» на «ВЫКЛ, или с «ВЫКЛ» на «ВКЛ»), и данное измененное состояние считается актуальным состоянием дискретного выхода контроллера. При выключенном инвертировании (когда в соответствующей строке таблицы экранной формы настройки в графе «Инвертирование» стоит «Нет») исходное состояние дискретного выхода, полученное с прибора, не меняется (соответственно, при этом состояние дискретного выхода контроллера совпадает с исходным состоянием дискретного выхода, полученным с прибора).

3.10.7.3 Настройка аналоговых входов

3.10.7.3.1 Для настройки аналоговых входов модуля ЭЛКТ необходимо в ПО «Конфигуратор», находясь в разделе «Конфигурация» соответствующего модуля ЭЛКТ, в основной области отображения/ввода информации главного окна выбрать пункт меню «Аналоговые входы», при этом на экран в основной области отображения/ввода информации главного окна программы будет выведена экранная форма «Аналоговые входы» для настройки входов.

3.10.7.3.2 Для настройки каждого отдельного аналогового входа модуля необходимо в таблице на экранной форме настройки «Аналоговые входы» (в строке таблицы, соответствующей выбранному (одному из 500) аналоговому входу) выполнить последовательно следующие действия:

1) Задать наименование аналогового входа в ПО «Конфигуратор» – в графе «Название» (в целях идентификации аналогового входа).

2) В графе «Источник» выбрать преобразователь Е900ЭЛ или Е849ЭЛ из списка внешних приборов, подключение которых к контроллеру было настроено ранее (3.10.6).

3) В графе «Параметр» – задать детальные параметры соответствующего аналогового входа. При двойном щелчке мыши по соответствующей ячейке таблицы (в строке таблицы, соответствующей настраиваемому аналоговому входу) и последующем нажатии вновь появившейся в указанной ячейке кнопки будет выведен диалог настройки. В указанном диалоге в области «Параметр» необходимо выбрать из списка соответствующий параметр (например, действующее значение тока фазы) и нажать в диалоге кнопку «ОК».

4) В графах «Множитель» и «Сдвиг» – задать параметры пересчета значения аналогового входа, получаемого из подключенного прибора, в значение аналогового входа в непосредственно в контроллере (по формуле $y = k*x+b$, где k – значение множителя (безразмерное), b – значение сдвига (в тех же единицах, что и исходный параметр x, получаемый из прибора).

5) В графе «Апертура» – задать величину апертуры значения данного аналогового входа в контроллере (в тех же единицах измерений, что и значение данного аналогового входа в контроллере).

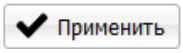
3.10.8 Настройка параметров функционирования модуля ЭЛКТ и преобразователя серии Е загрузкой файла конфигурации.

Для настройки считывания данных с преобразователя серии Е, необходимо загрузить с сайта файл конфигурации модуля ЭЛКТ. Далее в ПО «Конфигуратор» в разделе «Конфигурация» необходимо импортировать загруженный файл через кнопку.

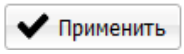
Примечания – файл конфигурации настроен на наиболее полное исполнение преобразователя Е900ЭЛ (8 дискретных входов, 4 дискретных выхода,

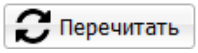
3 аналоговых выхода) при заказе преобразователей в меньшей комплектации неиспользуемые регистры рекомендуем удалить из опроса модуля ЭЛКТ.

3.10.9 Сохранение измененной конфигурации

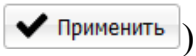
3.10.9.1 При завершения настройки параметров функционирования модуля для немедленного вступления измененных значений параметров настройки в силу (с необходимой перезагрузкой контроллера) следует, находясь на одной из экранных форм настройки в разделе «Конфигурация» настраиваемого контроллера, нажать кнопку 

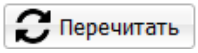
(«Применить конфигурацию»), расположенную в верхней части основной области отображения/ввода информации главного окна программы «Конфигуратор».

ВНИМАНИЕ! При нажатии на кнопку 

инициируется немедленная перезагрузка модуля ввода-вывода. При этом вступают в силу измененные на всех экранных формах в разделе «Конфигурация» значения параметров настройки контроллера, если изменения значений этих параметров настройки не были отменены ранее нажатием кнопки 

(«Перечитать данные с прибора») на одной из экранных форм.

3.10.9.2 При необходимости отмены произведенных изменений в настройках (если эти изменения еще не были сохранены нажатием кнопки 

) и загрузки актуальной конфигурации из контроллера следует нажать кнопку 

(«Перечитать данные с прибора») в верхней части основной области отображения/ввода информации главного окна программы.

3.11 Порядок работы модуля ЭЛКТ

3.11.1 Подать питание на модуль ЭЛКТ. Удостовериться, что на лицевой панели засветились светодиодные индикаторы.

По окончании загрузки внутренней программы (около 5 секунд) при условии корректного конфигурирования контроллера (по 3.10 данного руководства) начнется выполнение следующих основных операций:

- актуализация текущего состояния дискретных входов и текущих значений каналов телеизмерений (аналоговых входов), сконфигурированных в контроллере, посредством опроса подключенных к контроллеру через интерфейсы RS485 устройств (модулей дискретного ввода, датчиков телеизмерений и т.п.);

- передача данных текущих состояний дискретных входов и текущих значений каналов телеизмерений, сконфигурированных в контроллере, либо изменений текущих состояний дискретных входов или значений каналов телеизмерений через интерфейс Ethernet в системы верхнего уровня телемеханики по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, и/или Modbus TCP, и/или IEC 61850-8-1 (MMS);

- прием команд телеуправления (телерегулирования) из системы телемеханики верхнего уровня по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 или Modbus TCP или IEC 61850-8-1 (MMS) через интерфейс Ethernet с выполнением указанных команд посредством подключенных к контроллеру через интерфейсы RS485 устройств (в частности, модулей телеуправления и телерегулирования, выполняющих функции преобразования команд телеуправления/ телерегулирования, получаемых через цифровые интерфейсы, в сигналы дискретного/аналогового вывода).

4 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

4.1 Транспортирование

4.1.1 Транспортирование преобразователей должно осуществляться закрытым железнодорожным или автомобильным транспортом по ГОСТ Р 52931-2008.

4.1.2 При транспортировании самолетом преобразователи должны быть размещены в отапливаемых герметизированных отсеках.

4.1.3 Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования ящики не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

4.1.4 Железнодорожные вагоны, контейнеры, трюмы судов, кузова автомобилей, используемые для перевозки преобразователей практически не должны иметь следов цемента, угля, химикатов и т.п.

4.1.5 Транспортирование преобразователей должно производиться в соответствии с действующими на данном виде транспорта правилами, утвержденными в установленном порядке.

4.1.6 Способ укладки ящиков на транспортирующее средство должен исключать их перемещение.

4.1.7 Отправки могут быть мелкими или малотоннажными в зависимости от количества преобразователей, отгружаемых в один адрес. При транспортировании преобразователей железнодорожным транспортом вид отправки – мелкая малотоннажная, тип подвижного состава – крытый вагон или платформа с универсальным контейнером.

4.1.8 Условия транспортирования преобразователей должны соответствовать условиям хранения 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150-69.

После транспортирования при отрицательной температуре окружающего воздуха преобразователи выдерживают упакованными в течение 6 часов в условиях хранения 1 ГОСТ 15150-69.

4.1.9 Необходимость особых условий транспортирования должна оговариваться в договоре на поставку.

4.2 Хранение

4.2.1 Преобразователи до введения в эксплуатацию следует хранить на складах в транспортной таре предприятия – изготовителя при температуре окружающего воздуха от плюс 5 до плюс 40 ºС и относительной влажности 80 % при температуре плюс 25 ºС.

4.2.2 Хранить преобразователи в индивидуальной упаковке следует при температуре окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 35 ºС и относительной влажности 80 % при температуре плюс 25 ºС.

4.2.3 В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозийно-активных агентов для атмосферы типа I по ГОСТ 15150-69.

4.2.4 Помещения для хранения преобразователей должны быть оборудованы автоматическими установками пожарной сигнализации и средствами пожаротушения.

5 ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

5.1 Гарантийный срок хранения 12 месяцев с момента изготовления преобразователя. Гарантийный срок эксплуатации 24 месяца со дня ввода преобразователей в эксплуатацию, но не более 36 месяцев с момента поставки преобразователей Заказчику.

5.2 Изготовитель гарантирует соответствие преобразователей требованиям технических условий ТУ 25-7504.232-2016 при соблюдении следующих правил:

– соответствие условий эксплуатации, хранения, транспортирования изложенных в настоящем руководстве;

– обслуживание преобразователя должно производиться в соответствии с требованиями настоящего руководства персоналом, прошедшим специальное обучение.

5.3 Потребитель лишается права на гарантийный ремонт:

– при несоблюдении потребителем требований 6.2;

– при отсутствии (нарушении) пломб предприятия-изготовителя.

6 СВЕДЕНИЯ О РЕКЛАМАЦИЯХ

6.1 При отказе в работе или неисправности преобразователя в период действия гарантийного срока потребителем должен быть составлен акт о необходимости ремонта и отправки преобразователя изготовителю.

6.2 Преобразователи, подвергавшиеся вскрытию, имеющие наружные повреждения, а также применявшиеся в условиях, не соответствующих требованиям ТУ 25-7504.232-2016, не подлежат рекламации.

6.3 Преобразователи, не соответствующие требованию 1.6.4, не рекламируются.

6.4 Единичные отказы комплектующих изделий не являются причиной для предъявления штрафных санкций.

7 УТИЛИЗАЦИЯ

Преобразователи не представляют опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды после окончания срока эксплуатации и подлежат утилизации по технологии, принятой на предприятии, эксплуатирующем данные изделия.

Приложение А
(обязательное)

Общий вид, габаритные и установочные размеры преобразователей

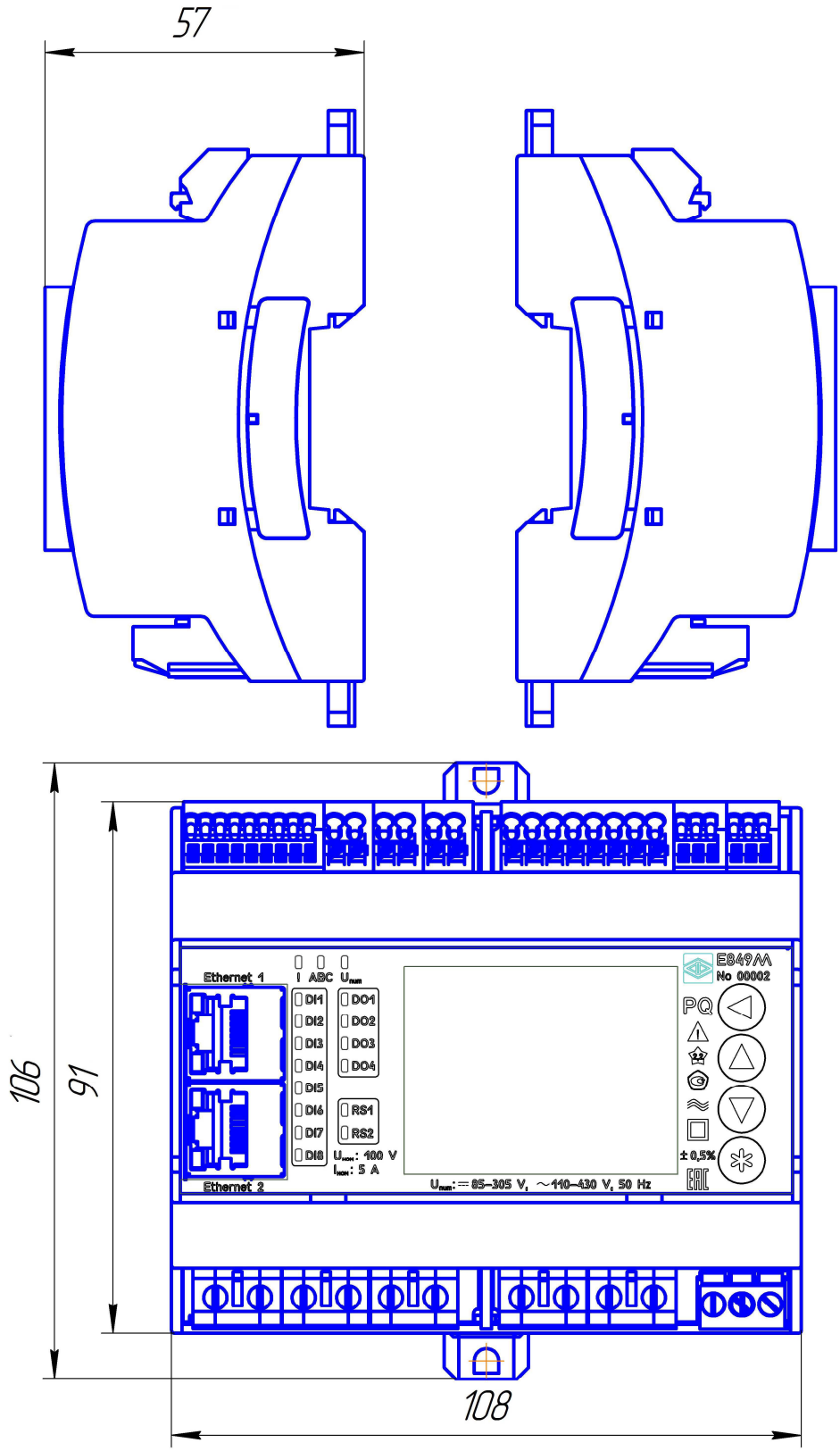


Рисунок А.1 – Общий вид, габаритные и установочные размеры (в мм) преобразователей серии Е (базовое исполнение)

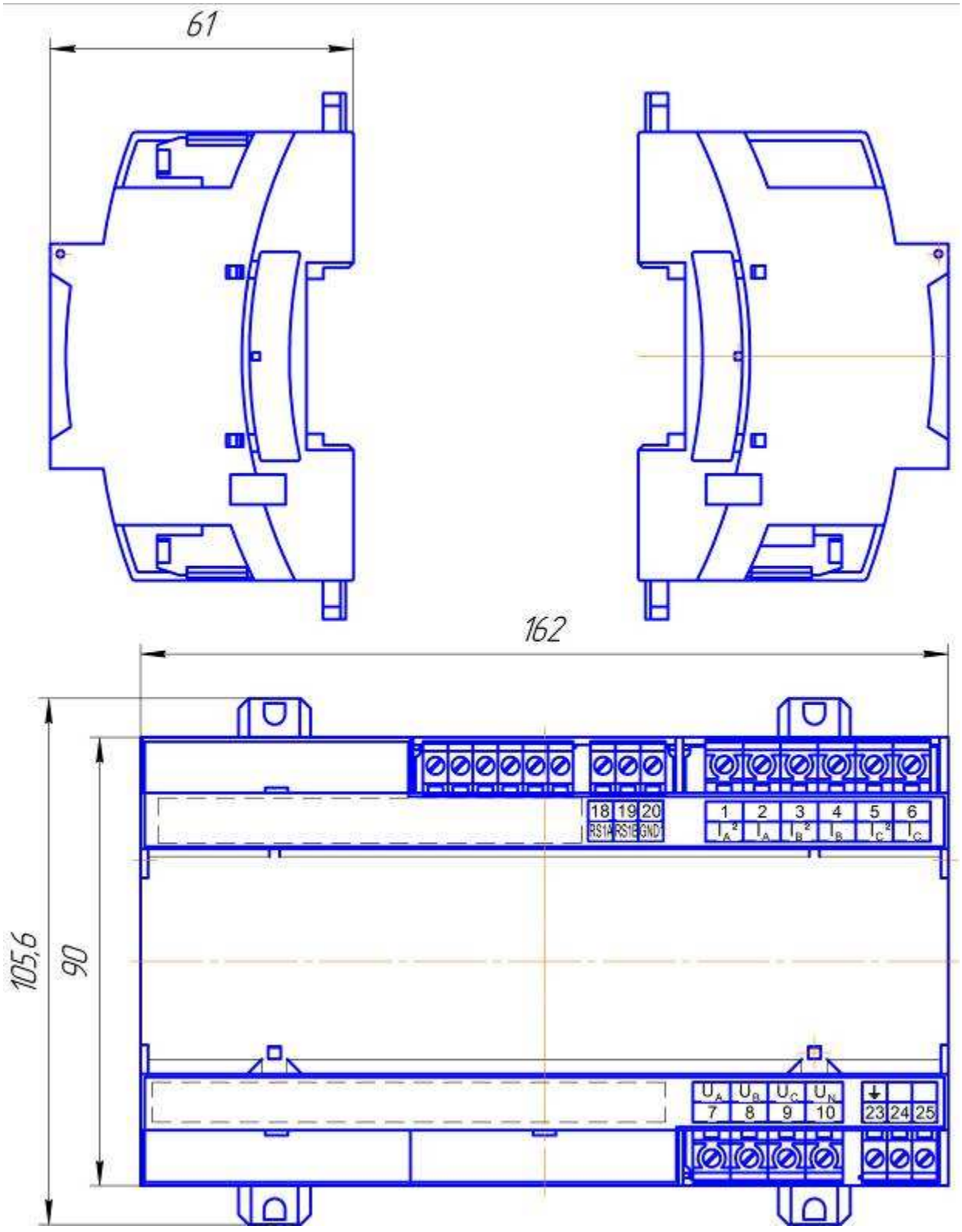
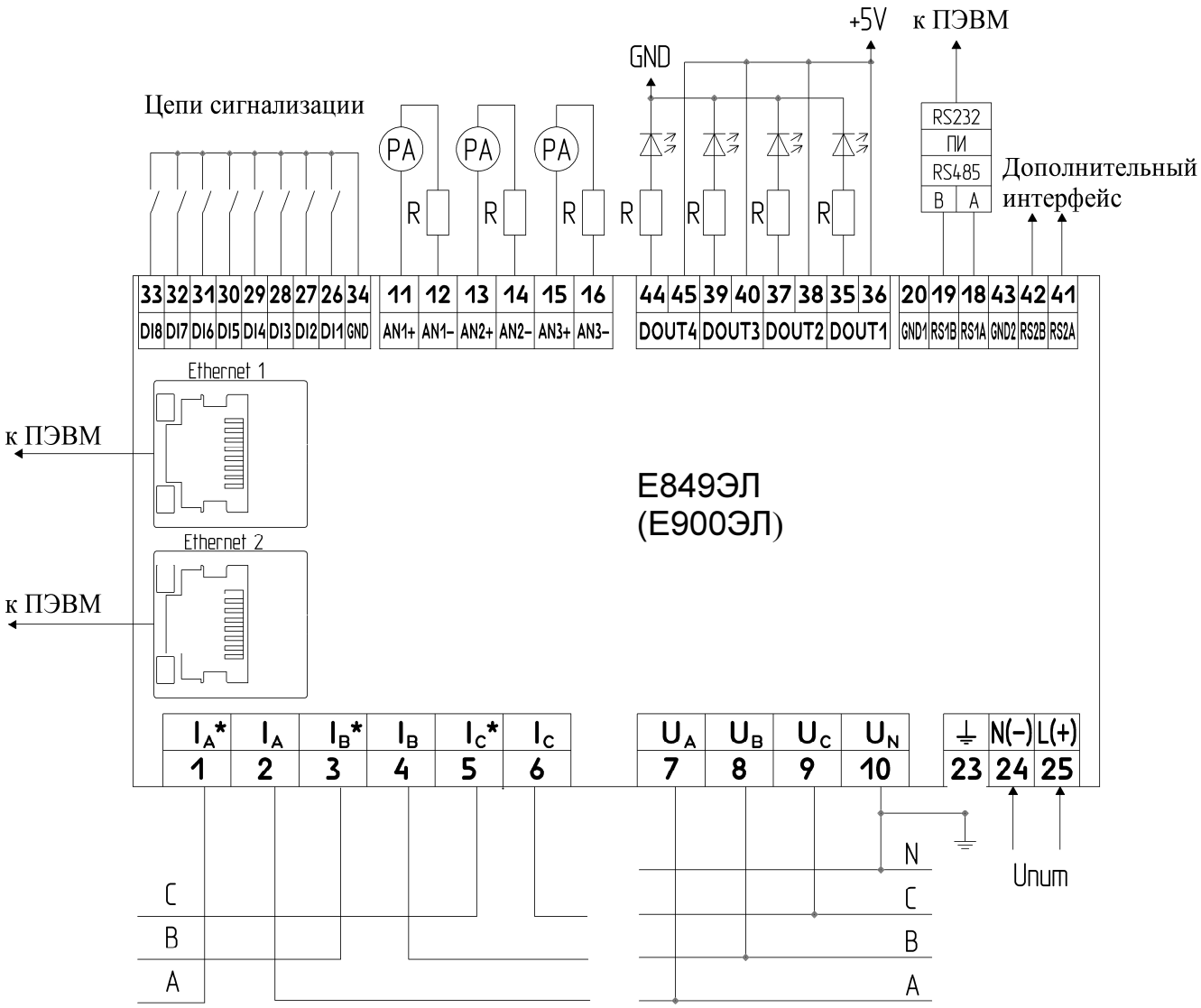


Рисунок А.2 – Общий вид, габаритные и установочные размеры (в мм) преобразователей серии Е (специальное исполнение «L»)

Приложение Б
(обязательное)

Схемы подключения преобразователей



Примечания

1 Напряжение питания Uпит зависит от исполнения преобразователя.

2 Наличие и количество аналоговых выходов (контакты 11 - 16) зависит от исполнения преобразователя.

3 Наличие дискретных входов (контакты 26 - 34) зависит от исполнения преобразователя.

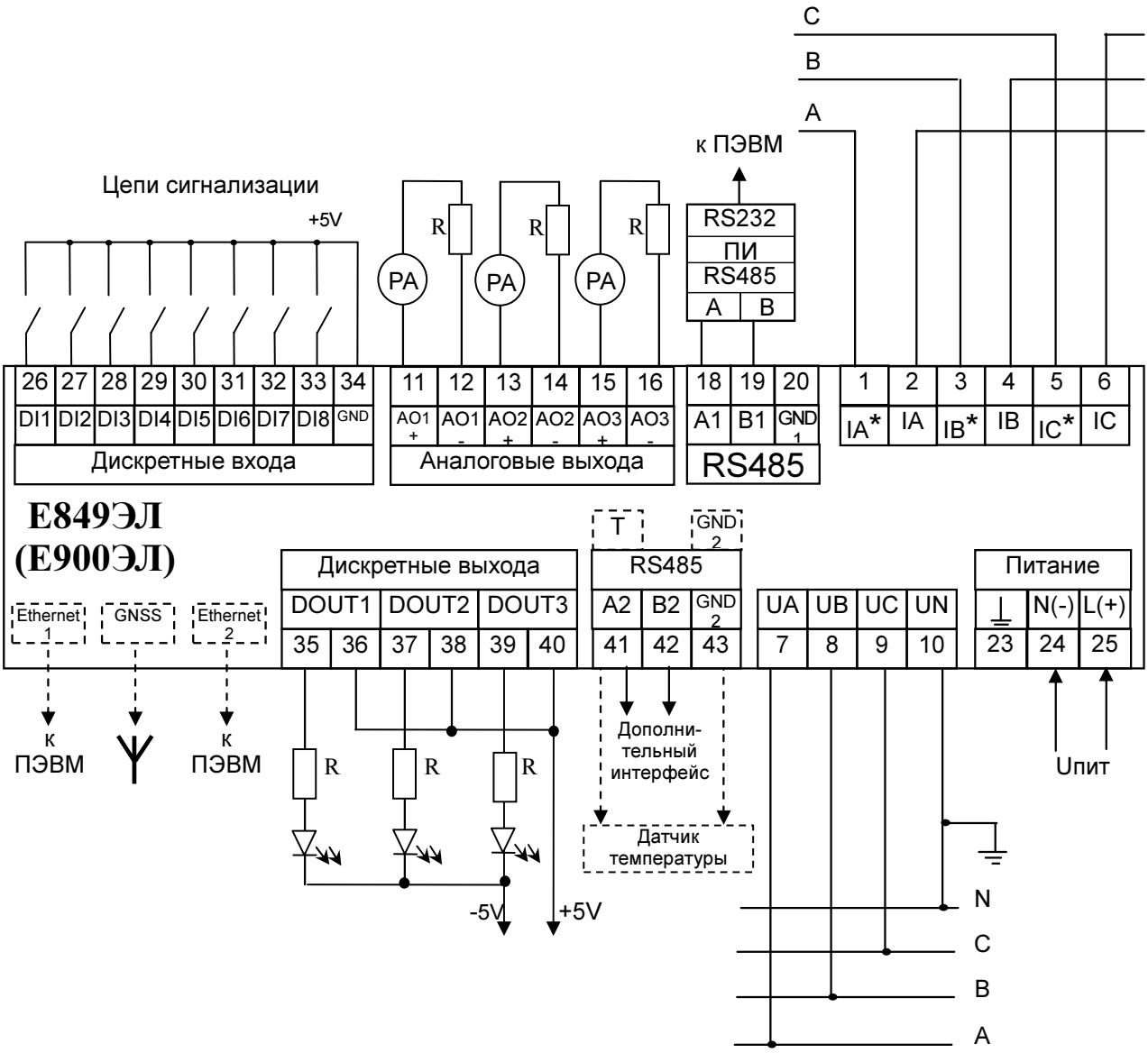
4 Наличие и количество дискретных выходов (контакты 35 – 40, 44 – 45) зависит от исполнения преобразователя.

5 Наличие дополнительного интерфейса RS485 (контакты 41 - 43) зависит от исполнения преобразователя.

6 Пунктиром показано подключение преобразователей, имеющих один или два интерфейса Ethernet

7 В схеме подключении преобразователя к трехфазной трехпроводной сети отсутствуют контакты 3, 4, 10

а) для преобразователей E849ЭЛ, E900ЭЛ (базовое исполнение)



Примечания

1 Напряжение питания Uпит зависит от исполнения преобразователя.

2 Наличие и количество аналоговых выходов (контакты 11 - 16) зависит от исполнения преобразователя.

3 Наличие дискретных входов (контакты 26 - 34) зависит от исполнения преобразователя.

4 Наличие и количество дискретных выходов (контакты 35 - 40) зависит от исполнения преобразователя.

5 Наличие дополнительного интерфейса RS485 (контакты 41 - 43) зависит от исполнения преобразователя.

6 Пунктиром показано подключение преобразователей, имеющих один или два интерфейса Ethernet, модуля синхронизации времени GPS/ГЛОНАСС и датчика температуры (зависит от исполнения преобразователя).

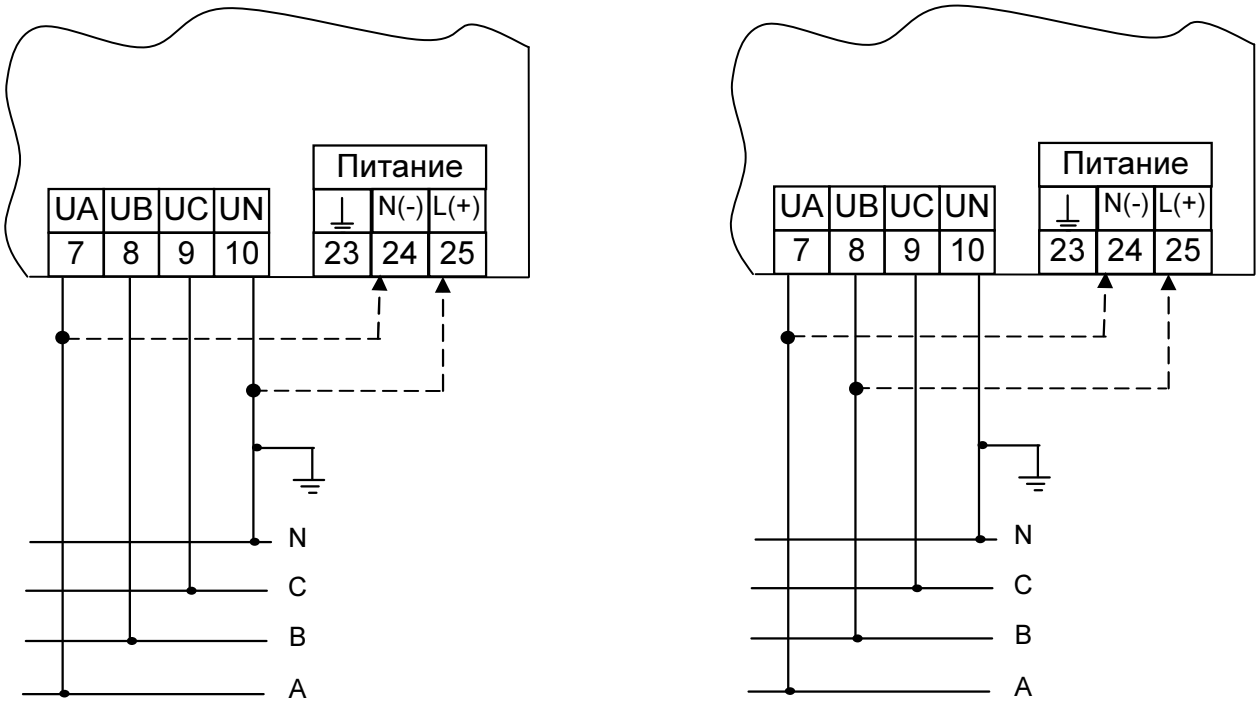
7 В схеме подключении преобразователя к трехфазной трехпроводной сети отсутствуют контакты 3, 4, 10.

8 Подключение антенны к модулю синхронизации времени GPS/ГЛОНАСС осуществляется через разъем «GNSS»

9 Подключение датчика температуры осуществляется к контактам 41 и 43 (при наличии датчика в заказе)

б) для преобразователей Е849ЭЛ, Е900ЭЛ (специальное исполнение «L»)

Рисунок Б.1 – Схемы проверки для преобразователей

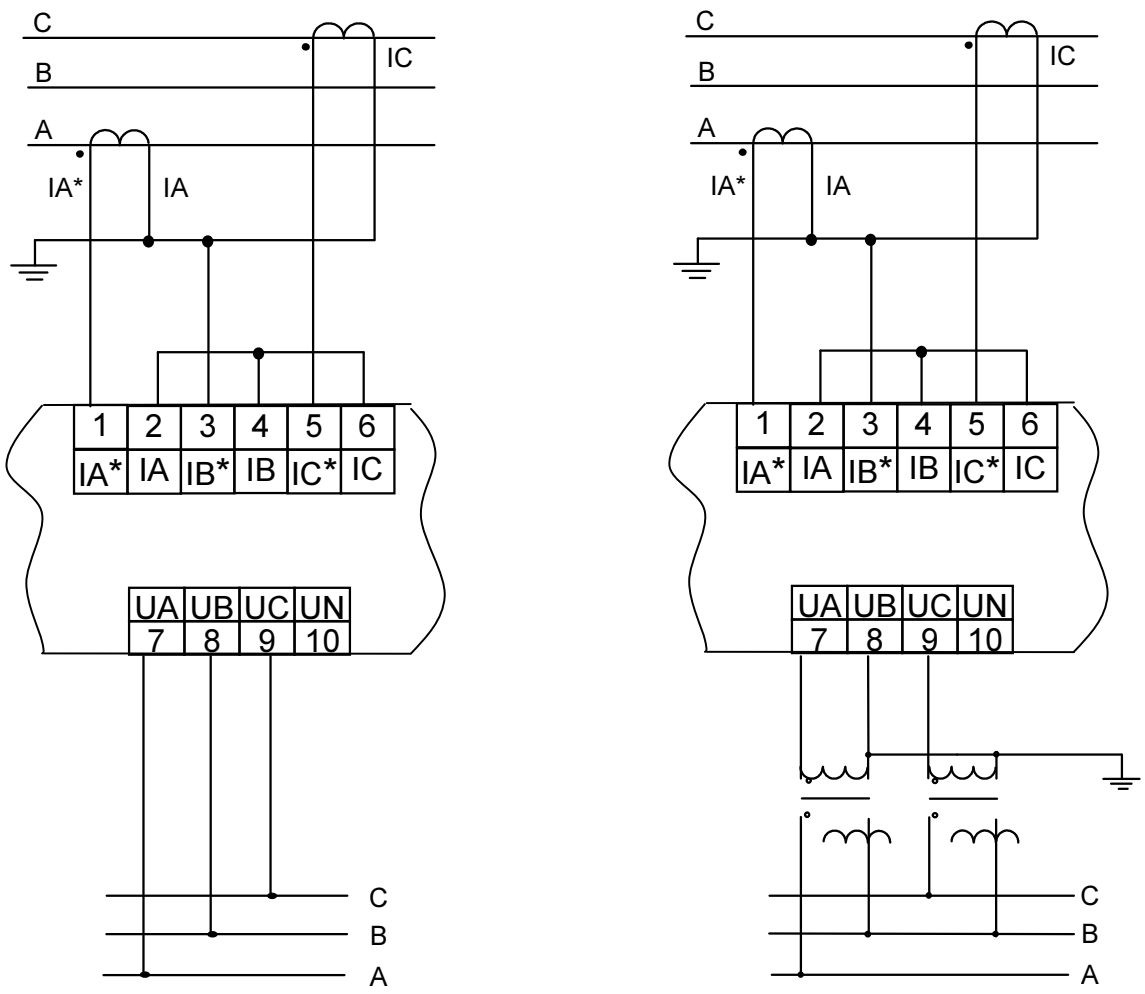


а) б)

а) Пунктиром показано питание от измерительной цепи при универсальном питании (220ВУ) для преобразователей с входным сигналом $U_{ВХ}$ = 400 В и четырехпроводной схемой подключения (4П);

б) Пунктиром показано питание от измерительной цепи при универсальном питании (220ВУ) для преобразователей с входным сигналом $U_{ВХ}$ = 100 В

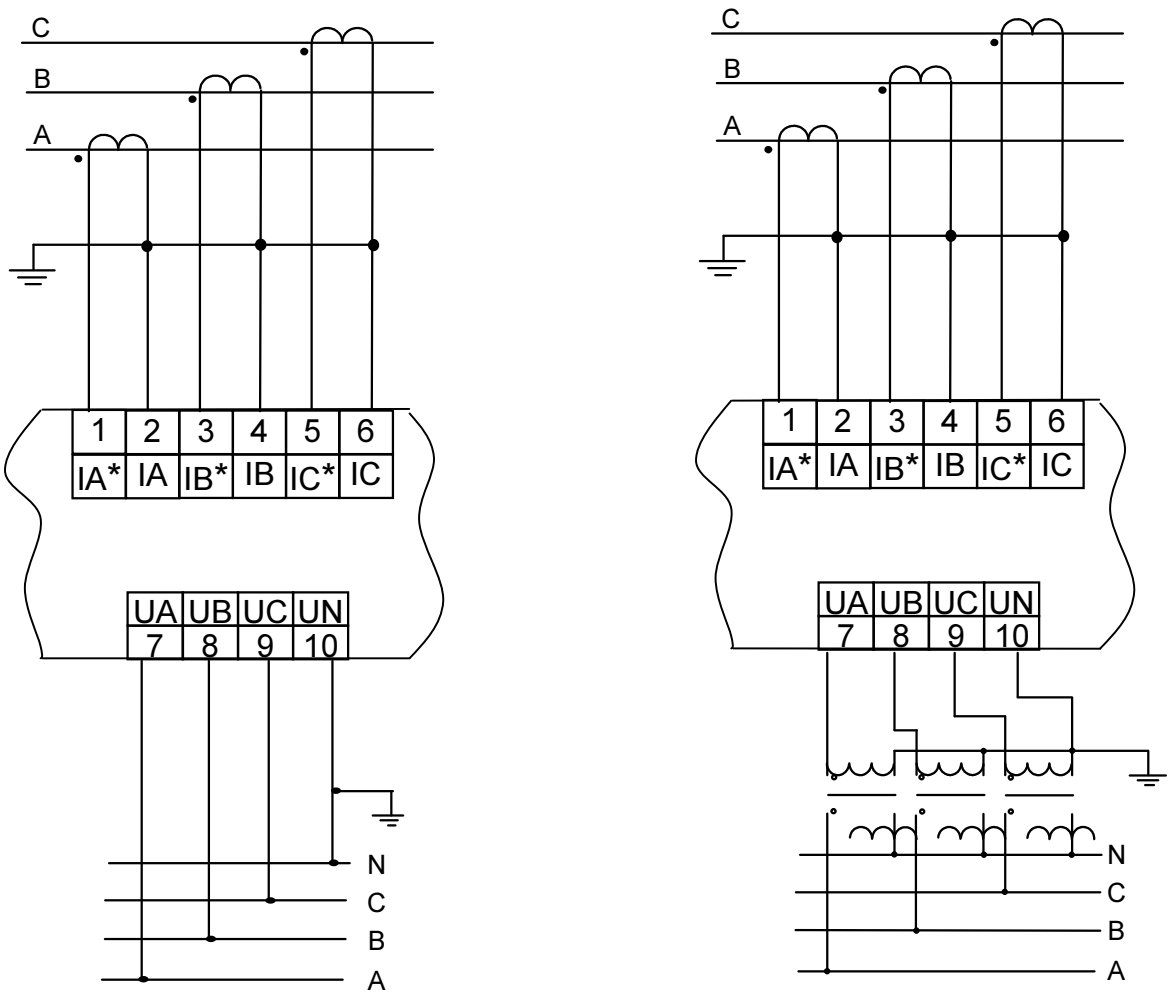
Рисунок Б.2 – Питание от измерительной цепи
при универсальном питании (220ВУ)



а) с внешними трансформаторами тока;

б) с внешними трансформаторами тока и трансформаторами напряжения;

Рисунок Б.3 – Схема подключения преобразователей
в трехфазную трехпроводную сеть



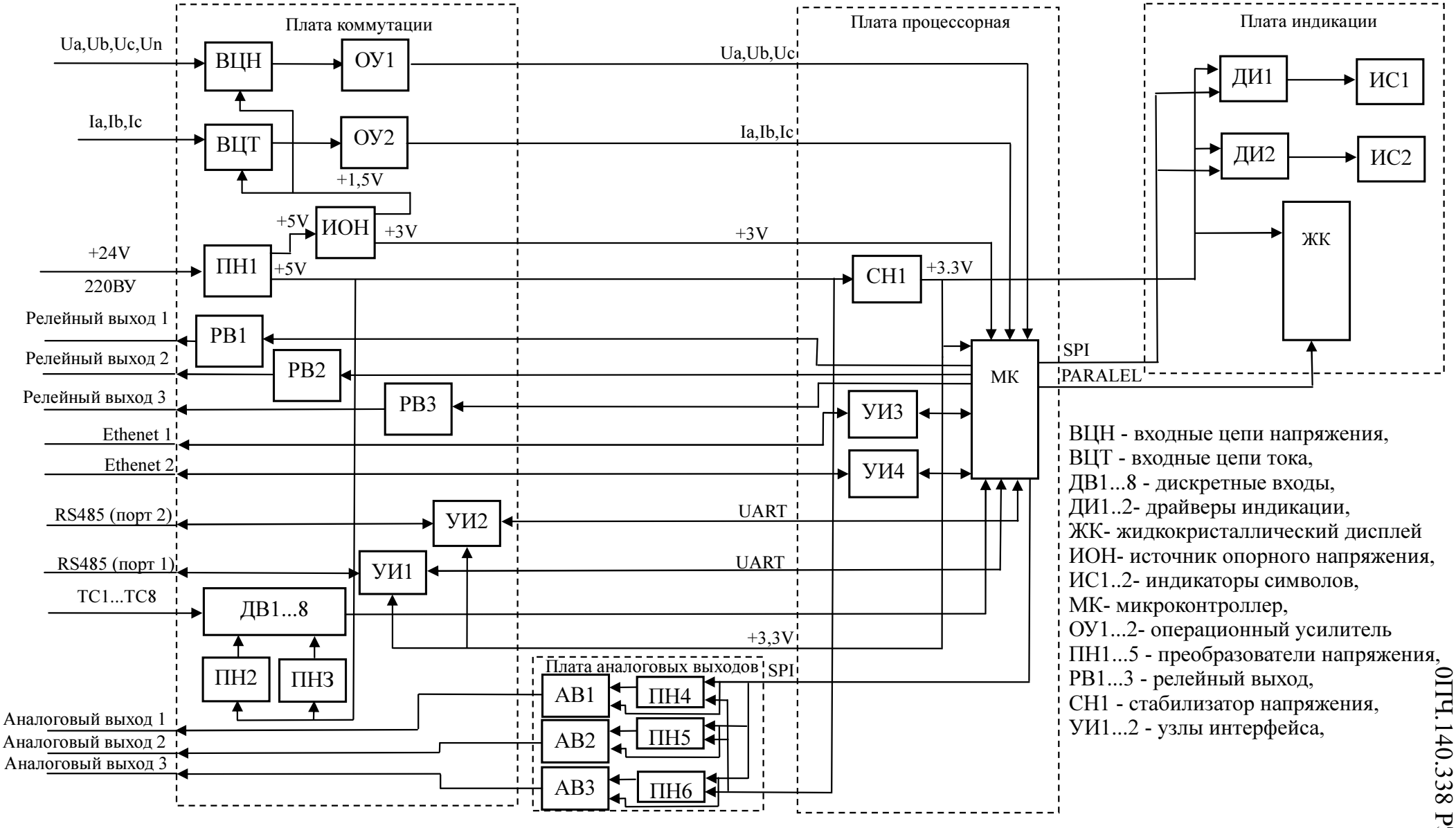
а) б)

а) с внешними трансформаторами тока;

б) с внешними трансформаторами тока и трансформаторами напряжения;

Рисунок Б.4 – Схемы подключения преобразователей
для трехфазной четырехпроводной сети

Приложение В
(обязательное)
Схемы структурные преобразователей



ВЦН - входные цепи напряжения,
ВЦТ - входные цепи тока,
ДВ1...8 - дискретные входы,
ДИ1..2- драйверы индикации,
ЖК- жидкокристаллический дисплей
ИОН- источник опорного напряжения,
ИС1..2- индикаторы символов,
МК- микроконтроллер,
ОУ1...2- операционный усилитель
ПН1...5 - преобразователи напряжения,
РВ1...3 - релейный выход,
СН1 - стабилизатор напряжения,
УИ1...2 - узлы интерфейса,

Рисунок В.1 – Схема структурная преобразователей Е849ЭЛ, Е900ЭЛ (специальное исполнение «»L)

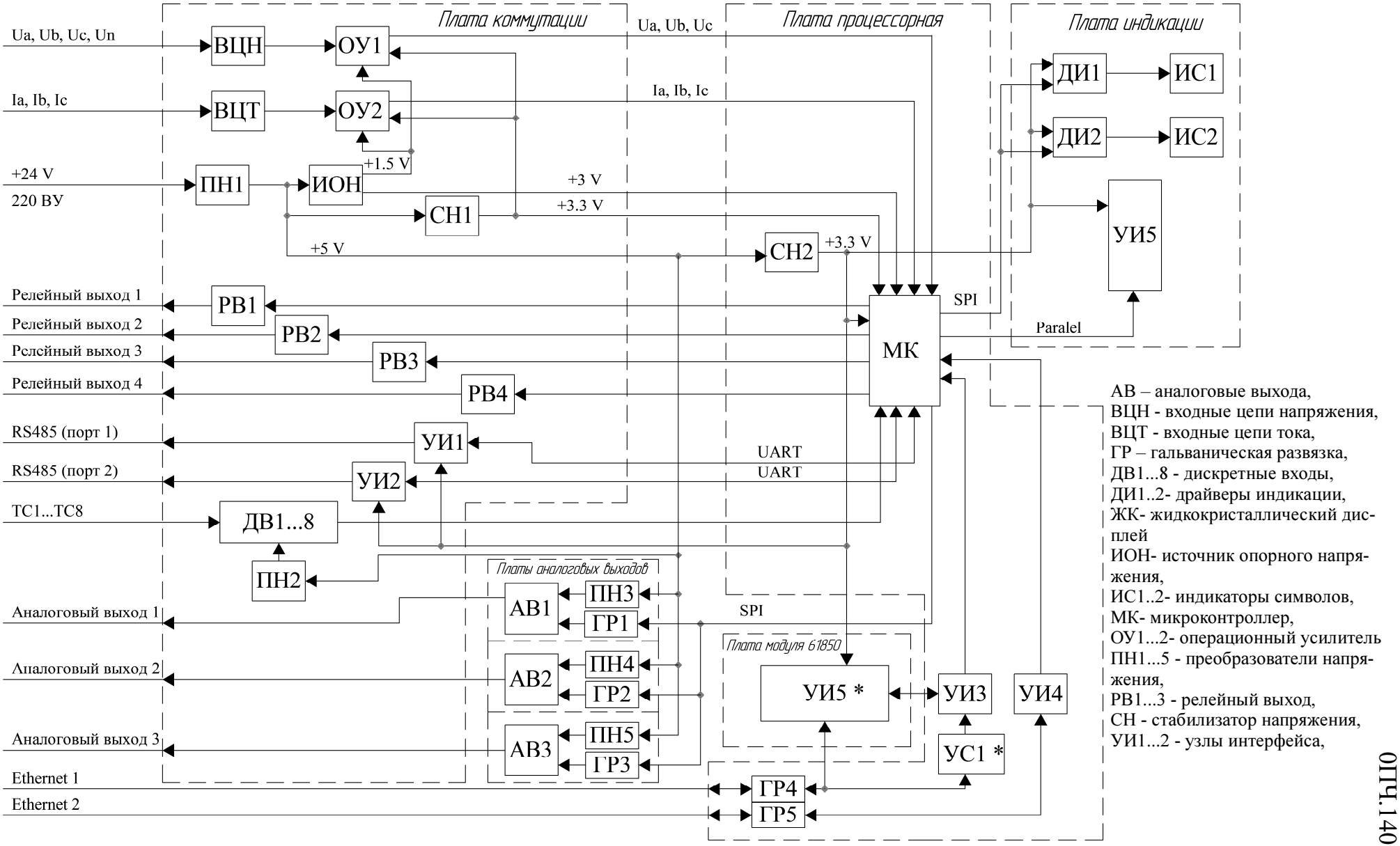


Рисунок В.2 – Схема структурная преобразователей Е849ЭЛ, Е900ЭЛ (базовое исполнение)

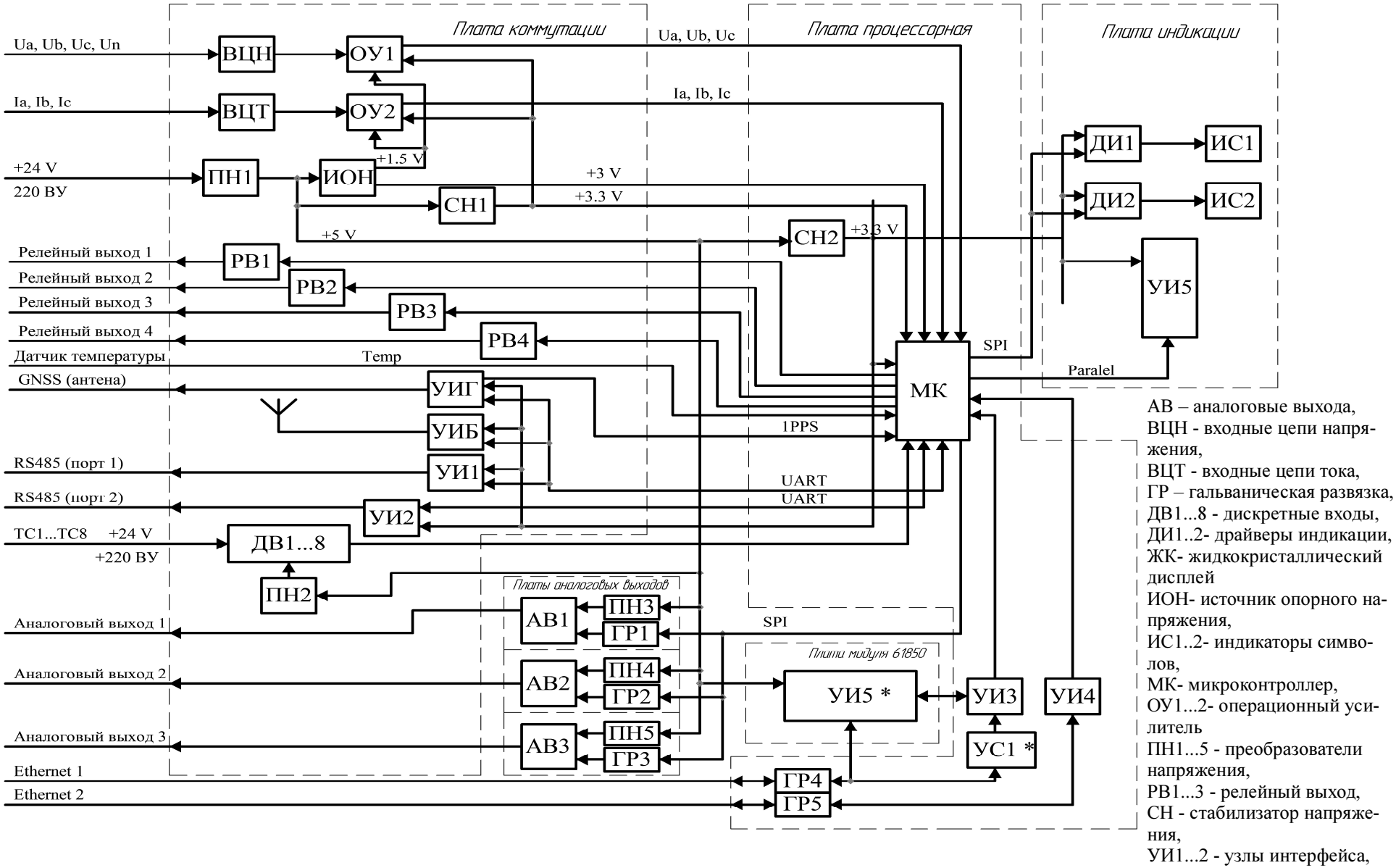


Рисунок В.3 – Схема структурная преобразователей Е849ЭЛ, Е900ЭЛ
(опциональные исполнения с беспроводным интерфейсом Bluetooth, модулем синхронизации времени GPS/Glonass и датчиком температуры)

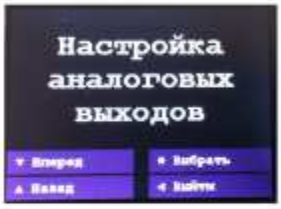
Приложение Г
(справочное)
Схема реализации меню преобразователей
(при наличии ЖК-дисплея)

В данном разделе описывается схема работы меню преобразователей. Функции кнопок при работе в каком-либо пункте меню отображаются на ЖК-дисплее.

Примеры экранов

Экран измерений

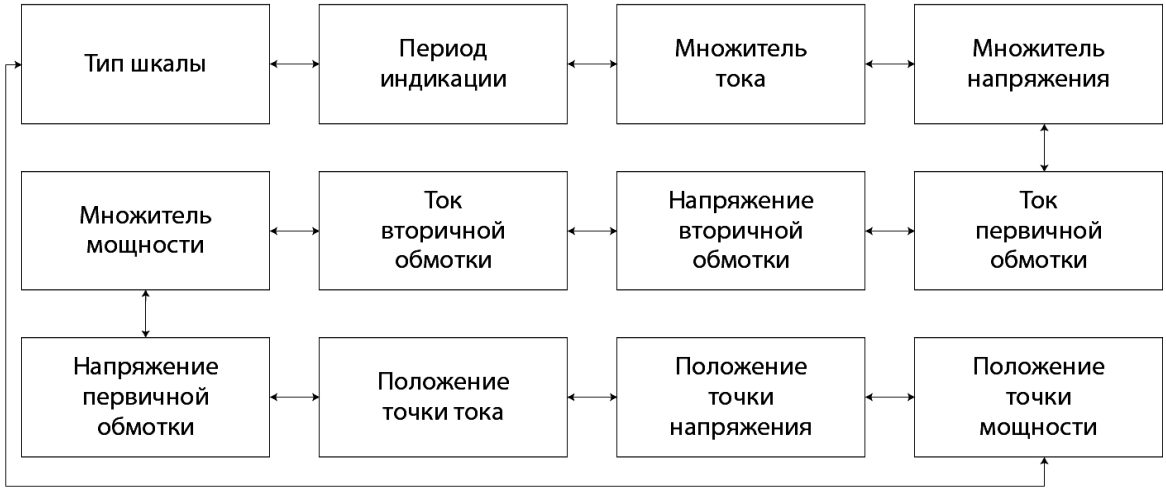
Экран изменения яркости



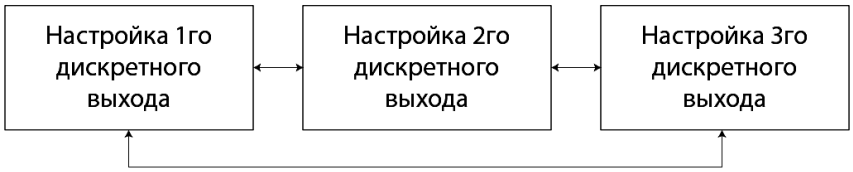
Экран пункта основных настроек

Меню настроек

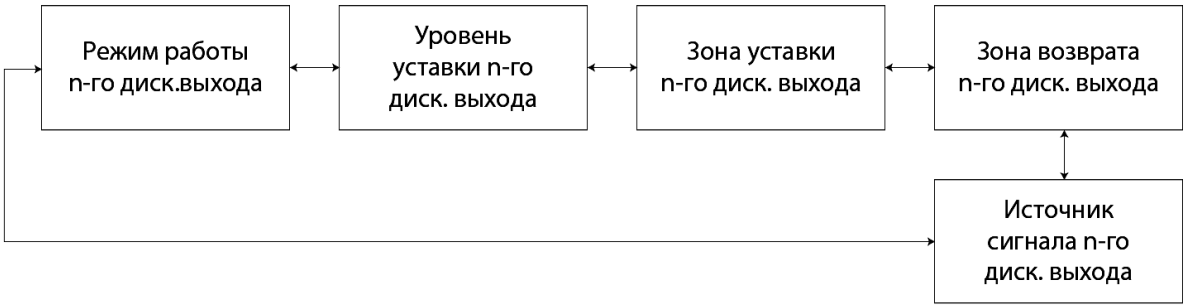
Основные настройки



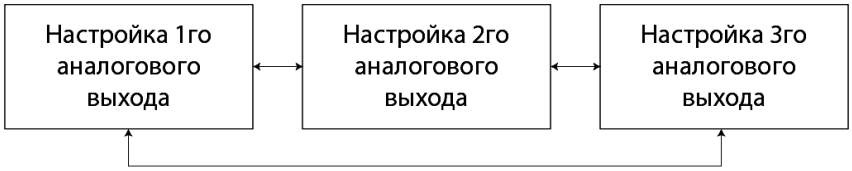
Настройка дискретных выходов



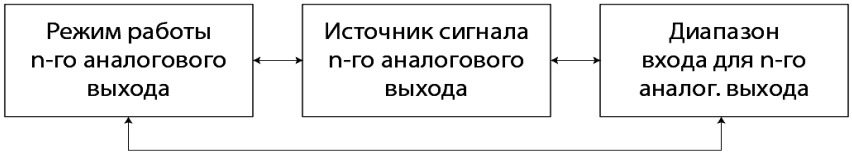
Настройка n-го дискретного выхода



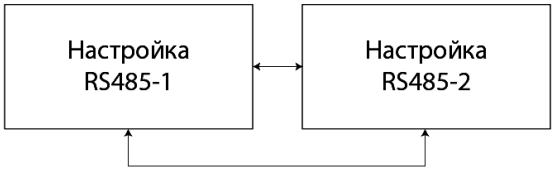
Настройка аналоговых выходов



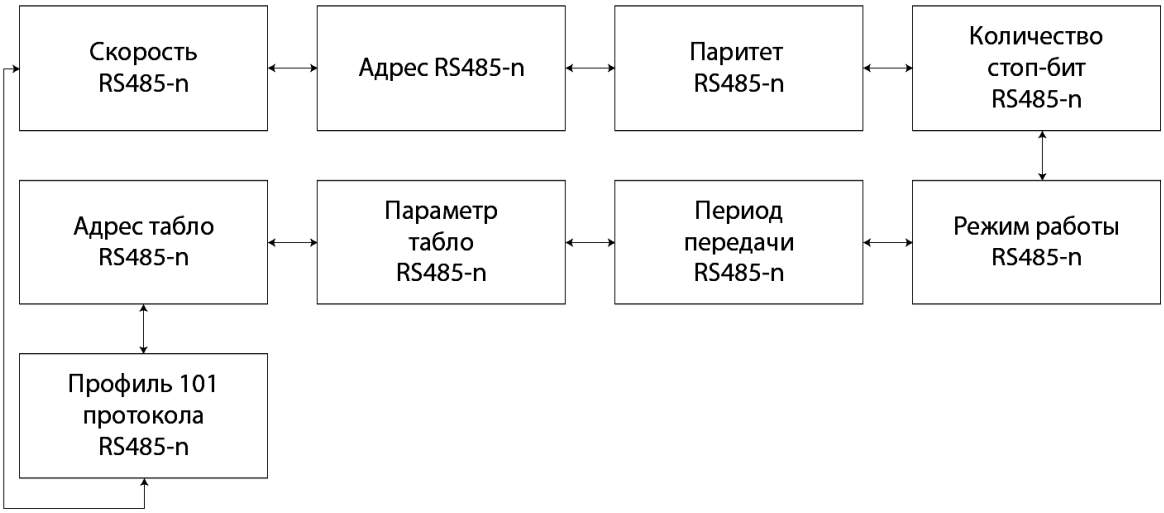
Настройка n-го аналогового выхода



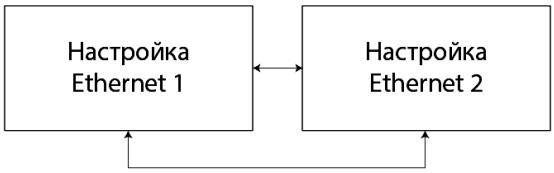
Настройка RS485



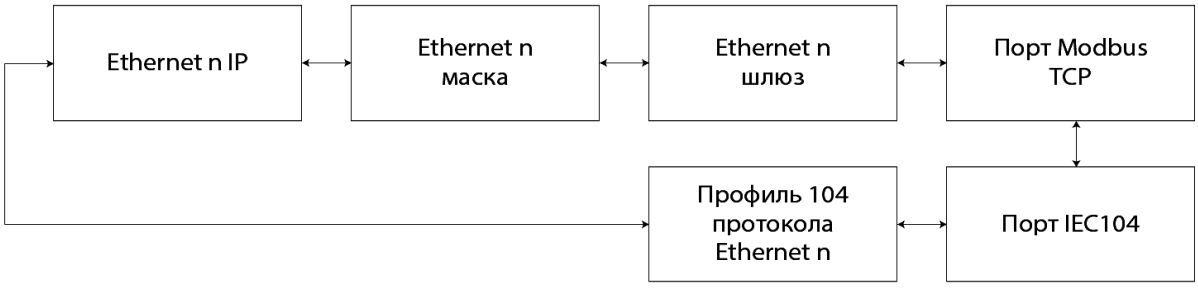
Настройка RS485-n



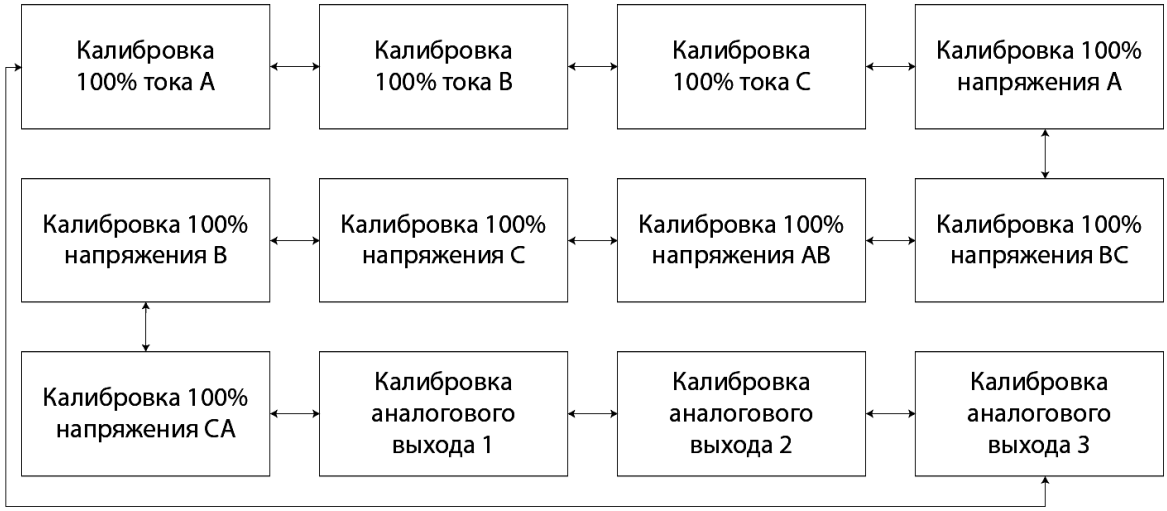
Настройка Ethernet



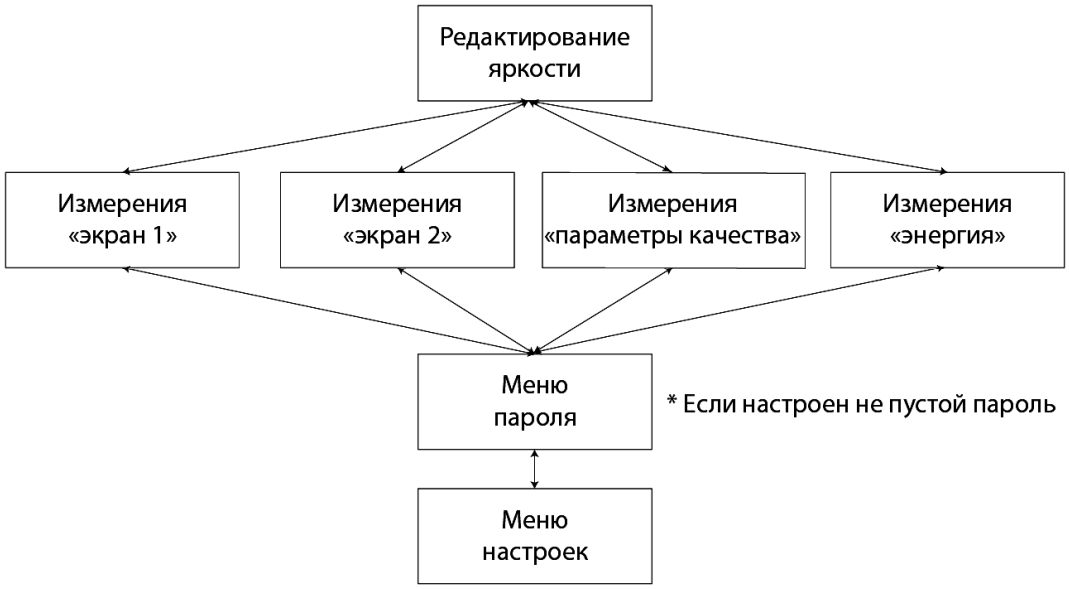
Настройка Ethernet-n



Калибровка



Режим измерений



Приложение Д
(обязательное)
Протоколы обмена данными по интерфейсу

I. В данном разделе описывается работа преобразователей в составе сети с протоколом Modbus RTU в качестве подчиненного устройства.

Д.1 Общие сведения

Преобразователь может работать в составе полевой сети на основе последовательного интерфейса RS-485 с протоколом Modbus RTU в качестве ведомого устройства.

Характеристики интерфейсного канала связи

Интерфейсный канал используется для обмена данными с преобразователем. Преобразователь является ведомым устройством.

Интерфейсный канал имеет следующие характеристики:

- электрические характеристики сигналов соответствуют интерфейсу RS485, Bluetooth;
- тип канала – асинхронный;
- протокол обмена данными: Modbus RTU;
- скорость передачи данных: 9600 бит/с, 19200 бит/с, 38400 бит/с, 57600 бит/с (устанавливается пользователем);
- длина линии связи сети не более 1200 метров в зависимости от скорости передачи данных;
- тип линий связи – витая пара (экранированная витая пара);
- число преобразователей в канале связи не более 31 (без дополнительных технических средств);
- формат данных при передаче информации: 1 бит (старт-бит) + 8 бит (данные) + 1 бит (паритет, устанавливается пользователем) + 1 бит или 2 бита (стоп-биты, устанавливается пользователем);
- диапазон значений адреса преобразователя от 1 до 247;
- максимальный размер пакета по цифровому интерфейсу Bluetooth составляет не более 60 Байт.

Описание протокола Modbus RTU

Информационные и временные характеристики протокола обмена данными соответствуют характеристикам протокола Modbus RTU.

Ведущее устройство формирует и посылает команды управления ведомому устройству. Код функции в запросе сообщает подчиненному устройству, какое действие необходимо провести. Байты данных содержат информацию необходимую для выполнения запрошенной функции. Например, код функции 0x03 подразумевает запрос на чтение содержимого регистров подчиненного устройства.

Ведомое устройство отвечает ведущему устройству в случае, если адрес в принятом сообщении совпал с адресом ведомого устройства. Если подчиненный дает нормальный ответ, код функции в ответе повторяет код функции в запросе. В байтах данных содержится затребованная информация. Если имеет место ошибка, то код функции модифицируется и в байтах данных передается причина ошибки.

Сообщение начинается с интервала тишины равного времени передачи 3.5 символов при установленной скорости передачи в сети. Вслед за последним передаваемым символом также следует интервал тишины продолжительностью не менее 3.5 символов. Новое сообщение может начинаться после этого интервала.

Сообщение передается непрерывно. Если интервал тишины продолжительностью 3.5 символа возник во время передачи сообщения, принимающее устройство заканчивает прием сообщения и следующий байт будет воспринят как начало следующего сообщения.

Если новое сообщение начнется раньше 3.5 интервала, принимающее устройство воспримет его как продолжение предыдущего сообщения. В этом случае устанавливается ошибка, так как будет несовпадение контрольных сумм.

Формат сообщения в канале связи

Адрес	**Функция**	**Данные**	**Циклическая контрольная сумма (CRC)**
8 бит	8 бит	N*8 бит	16 бит

Адрес – сетевой адрес прибора (от 1 до 247). Адрес 0 предназначен для широковещательных сообщений, ответ на которые прибор не формирует.

Функция – код функции в соответствии с перечнем поддерживаемых функций.

Данные – данные в соответствии с описанием функции.

Циклическая контрольная сумма (CRC) сообщения формируется в соответствии с протоколом Modbus RTU.

Перечень поддерживаемых функций

Код функции	Функция
01	Чтение регистров флагов / дискретных сигналов
03, 04	Чтение регистров хранения / входных регистров

Контрольная сумма

Контрольная сумма CRC состоит из двух байт. Контрольная сумма вычисляется передающим устройством и добавляется в конец сообщения. Принимающее устройство вычисляет контрольную сумму в процессе приема и сравнивает ее с полем CRC принятого сообщения.

Счетчик контрольной суммы предварительно инициализируется числом 0xFFFF. Только восемь бит данных используются для вычисления контрольной суммы CRC. Старт и стоп биты, бит паритета, если он используется, не учитываются в контрольной сумме.

Во время генерации CRC каждый байт сообщения складывается по ИСКЛЮЧАЮЩЕМУ ИЛИ с текущим содержимым регистра контрольной суммы. Результат сдвигается в направлении младшего бита, с заполнением нулем старшего бита.

Между тем, если младший бит равен 1, то производится ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ содержимого регистра контрольной суммы и определенного числа. Если младший бит равен 0, то ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ не делается.

Процесс сдвига повторяется восемь раз. После последнего (восьмого) сдвига, следующий байт складывается с текущей величиной регистра контрольной суммы, и процесс сдвига повторяется восемь раз как описано выше. Конечное содержание регистра и есть контрольная сумма CRC.

Алгоритм генерации CRC:

- 16-ти битный регистр загружается числом 0xFFFF и используется далее как регистр CRC.
- Первый байт сообщения складывается по ИСКЛЮЧАЮЩЕМУ ИЛИ с содержимым регистра CRC. Результат помещается в регистр CRC.
- Если младший бит 0: регистр CRC сдвигается вправо (в направлении младшего бита) на 1 бит, старший бит заполняется 0.

– Если младший бит 1: регистр CRC сдвигается вправо (в направлении младшего бита) на 1 бит, старший бит заполняется 0. Делается операция ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ регистра CRC и полиномиального числа 0xA001.

– Шаги 3 и 4 повторяются восемь раз.

– Повторяются шаги со 2 по 5 для следующего байта сообщения. Это повторяется до тех пор, пока все байты сообщения не будут обработаны.

– Финальное содержание регистра CRC и есть контрольная сумма.

Размещение CRC в сообщении:

При передаче 16 бит контрольной суммы CRC в сообщении, сначала передается младший байт, затем старший.

Команды чтения из устройства

Запрос

Имя поля	Содержимое
Адрес	1 байт, адрес ведомого устройства
Функция	0x03 или 0x04 или 0x01, 1 байт
Старшая часть начального адреса	Старший байт начального адреса области регистров для чтения
Младшая часть начального адреса	Младший байт начального адреса области регистров для чтения
Старшая часть числа регистров	Старший байт числа регистров для чтения
Младшая часть числа регистров	Младший байт числа регистров для чтения
CRC - циклическая контрольная сумма	

Ответ

Имя поля	Содержимое
Адрес	1 байт, адрес ведомого устройства
Функция	0x03 или 0x04 или 0x01, 1 байт
Счетчик байт	Число байт в информационной части ответа
Старшая часть первого регистра	Содержимое старшего байта первого регистра для чтения
Младшая часть первого регистра	Содержимое младшего байта первого регистра для чтения
…	…
Старшая часть последнего регистра	Содержимое старшего байта последнего регистра для чтения
Младшая часть последнего регистра	Содержимое младшего байта последнего регистра для чтения
CRC - циклическая контрольная сумма	

Сообщение об ошибке

Имя поля	Содержимое
Адрес	1 байт, адрес ведомого устройства
Функция	Код функции в запросе с установленной в старшем бите единицей
Код ошибки	1 байт
CRC - циклическая контрольная сумма	

Коды ошибок

Код	Расшифровка
1	Неподдерживаемая функция
2	Неподдерживаемый адрес данных

Адресация регистров

Регистры дискретных сигналов (для чтения использовать функцию 0x02)

Адрес (HEX)	Адрес (DEC)	Наименование регистра	Примечание	Значения параметров
0x0010	16	ТС1	Дискретный вход 1	0- разомкнут / 1- замкнут
0x0011	17	ТС2	Дискретный вход 2	0- разомкнут / 1- замкнут
0x0012	18	ТС3	Дискретный вход 3	0- разомкнут / 1- замкнут
0x0013	19	ТС4	Дискретный вход 4	0- разомкнут / 1- замкнут
0x0014	20	ТС5	Дискретный вход 5	0- разомкнут / 1- замкнут
0x0015	21	ТС6	Дискретный вход 6	0- разомкнут / 1- замкнут
0x0016	22	ТС7	Дискретный вход 7	0- разомкнут / 1- замкнут
0x0017	23	ТС8	Дискретный вход 8	0- разомкнут / 1- замкнут
0x0018	24	ТС1 (достоверность)	Достоверность входа 1	0- исправен / 1- неисправен
0x0019	25	ТС2 (достоверность)	Достоверность входа 2	0- исправен / 1- неисправен
0x001A	26	ТС3 (достоверность)	Достоверность входа 3	0- исправен / 1- неисправен
0x001B	27	ТС4 (достоверность)	Достоверность входа 4	0- исправен / 1- неисправен
Регистры дискретных сигналов (для чтения использовать функцию 0x01)				
0x0020	32	ТУ1	Дискретный выход 1	0- разомкнут / 1- замкнут
0x0021	33	ТУ2	Дискретный выход 2	0- разомкнут / 1- замкнут
0x0022	34	ТУ3	Дискретный выход 3	0- разомкнут / 1- замкнут
0x0023	35	ТУ4	Дискретный выход 4	0- разомкнут / 1- замкнут
0x0028	40	GPS	Синхронизация по GPS/ГЛОНАСС	0- отсутствует / 1- есть

Регистры измерений в формате float1 (для чтения использовать функцию 0x03 или 0x04)

Адрес (HEX)	Адрес (DEC)	Наименование регистра	Формат	Значения параметров (единицы измерения)
—				
0x0001	1	Ia	float1 F1032	A
0x0003	3	Ib	float1 F1032	A
0x0005	5	Ic	float1 F1032	A
0x0007	7	I	float1 F1032	A
0x0009	9	Ua	float1 F1032	B

0x000B	11	Ub	float1 F1032	В
0x000D	13	Uc	float1 F1032	В
0x000F	15	U	float1 F1032	В
0x0011	17	Uab	float1 F1032	В
0x0013	19	Ubc	float1 F1032	В
0x0015	21	Uca	float1 F1032	В
0x0017	23	Uл	float1 F1032	В
0x0019	25	Pa	float1 F1032	Вт
0x001B	27	Pb	float1 F1032	Вт
0x001D	29	Pc	float1 F1032	Вт
0x001F	31	P	float1 F1032	Вт
0x0021	33	Qa	float1 F1032	вар
0x0023	35	Qb	float1 F1032	вар
0x0025	37	Qc	float1 F1032	вар
0x0027	39	Q	float1 F1032	вар
0x0029	41	Sa	float1 F1032	В·А
0x002B	43	Sb	float1 F1032	В·А
0x002D	45	Sc	float1 F1032	В·А
0x002F	47	S	float1 F1032	В·А
0x0031	49	cosφA	float1 F1032	
0x0033	51	cosφB	float1 F1032	
0x0035	53	cosφC	float1 F1032	
0x0037	55	cosφ	float1 F1032	
0x0039	57	F	float1 F1032	Гц
0x003B	59	Wp+	longint1	Вт·ч (v>=4.00)
0x003D	61	Wp-	longint1	Вт·ч (v>=4.00)
0x003F	63	Wq+	longint1	вар·ч (v>=4.00)
0x0041	65	Wq-	longint1	вар·ч (v>=4.00)
0x0043	67	Код ошибки памяти	signed short	(v>=4.00)
0x0044	68	Адрес ошибки памяти	ulongint1	(v>=4.00)
0x0046	70	Данные ошибки памяти	ulongint1	(v>=4.00)
0x0048	72	Датчик температуры	float1 F1032	°С (v>=5.55)

Регистры измерений в формате float2 (для чтения использовать функцию 0x03 или 0x04)

Адрес (HEX)	Адрес (DEC)	Наименование регистра	Формат	Значения параметров (единицы измерения)
0x004F	79	Ia	float2 F0123	А
0x0051	81	Ib	float2 F0123	А
0x0053	83	Ic	float2 F0123	А
0x0055	85	I	float2 F0123	А
0x0057	87	Ua	float2 F0123	В
0x0059	89	Ub	float2 F0123	В
0x005B	91	Uc	float2 F0123	В
0x005D	93	U	float2 F0123	В
0x005F	95	Uab	float2 F0123	В
0x0061	97	Ubc	float2 F0123	В
0x0063	99	Uca	float2 F0123	В
0x0065	101	Uл	float2 F0123	В
0x0067	103	Pa	float2 F0123	Вт
0x0069	105	Pb	float2 F0123	Вт
0x006B	107	Pc	float2 F0123	Вт
0x006D	109	P	float2 F0123	Вт
0x006F	111	Qa	float2 F0123	вар

Адрес (HEX)	Адрес (DEC)	Наименование регистра	Формат	Значения параметров (единицы измерения)
0x0071	113	Qb	float2 F0123	вар
0x0073	115	Qc	float2 F0123	вар
0x0075	117	Q	float2 F0123	вар
0x0077	119	Sa	float2 F0123	В·А
0x0079	121	Sb	float2 F0123	В·А
0x007B	123	Sc	float2 F0123	В·А
0x007D	125	S	float2 F0123	В·А
0x007F	127	cosφA	float2 F0123	
0x0081	129	cosφB	float2 F0123	
0x0083	131	cosφC	float2 F0123	
0x0085	133	cosφ	float2 F0123	
0x0087	135	F	float2 F0123	Гц
0x0089	137	Датчик температуры	float2 F0123	°С (v>=5.55)

Регистры измерений в формате float3 (для чтения использовать функцию 0x03 или 0x04)

Адрес (HEX)	Адрес (DEC)	Наименование регистра	Формат	Значения параметров (единицы измерения)
—				
0x0201	513	Ia	float3 F3210	А
0x0203	515	Ib	float3 F3210	А
0x0205	517	Ic	float3 F3210	А
0x0207	519	I	float3 F3210	А
0x0209	521	Ua	float3 F3210	В
0x020B	523	Ub	float3 F3210	В
0x020D	525	Uc	float3 F3210	В
0x020F	527	U	float3 F3210	В
0x0211	529	Uab	float3 F3210	В
0x0213	531	Ubc	float3 F3210	В
0x0215	533	Uca	float3 F3210	В
0x0217	535	Uл	float3 F3210	В
0x0219	537	Pa	float3 F3210	Вт
0x021B	539	Pb	float3 F3210	Вт
0x021D	541	Pc	float3 F3210	Вт
0x021F	543	P	float3 F3210	Вт
0x0221	545	Qa	float3 F3210	вар
0x0223	547	Qb	float3 F3210	вар
0x0225	549	Qc	float3 F3210	вар
0x0227	551	Q	float3 F3210	вар
0x0229	553	Sa	float3 F3210	В·А
0x022B	555	Sb	float3 F3210	В·А
0x022D	557	Sc	float3 F3210	В·А
0x022F	559	S	float3 F3210	В·А
0x0231	561	cosφA	float3 F3210	
0x0233	563	cosφB	float3 F3210	
0x0235	565	cosφC	float3 F3210	
0x0237	567	cosφ	float3 F3210	
0x0239	569	F	float3 F3210	Гц
0x023B	571	Wa	float3 F3210	кВт·ч
0x023D	573	Wp	float3 F3210	квар·ч

Регистры измерений в формате short (для чтения использовать функцию 0x03 или 0x04)

Адрес (HEX)	Адрес (DEC)	Наименование регистра	Формат	Значения параметров (единицы измерения)
0x009D	157	Ia	unsigned short	
0x009E	158	Ib	unsigned short	
0x009F	159	Ic	unsigned short	
0x00A0	160	I	unsigned short	
0x00A1	161	Кол-во десятичных знаков Ia, Ib, Ic, I	unsigned short	0, 1, 2, 3
0x00A2	162	Ед.изм. Ia, Ib, Ic, I	unsigned short	0 - А, 1 - кА
0x00A3	163	Ua	unsigned short	
0x00A4	164	Ub	unsigned short	
0x00A5	165	Uc	unsigned short	
0x00A6	166	U	unsigned short	
0x00A7	167	Кол-во десятичных знаков Ua, Ub, Uc, U	unsigned short	0, 1, 2, 3
0x00A8	168	Ед.изм. Ua, Ub, Uc, U	unsigned short	0 - В, 1 - кВ
0x00A9	169	Uab	unsigned short	
0x00AA	170	Ubc	unsigned short	
0x00AB	171	Uca	unsigned short	
0x00AC	172	Uл	unsigned short	
0x00AD	173	Кол-во десятичных знаков Uab,Ubc,Uca,Uл	unsigned short	0, 1, 2, 3
0x00AE	174	Ед.изм. Uab,Ubc,Uca,Uл	unsigned short	0 - В, 1 - кВ
0x00AF	175	Pa	signed short	
0x00B0	176	Pb	signed short	
0x00B1	177	Pc	signed short	
0x00B2	178	P	signed short	
0x00B3	179	Кол-во десятичных знаков Pa, Pb, Pc, P	unsigned short	0, 1, 2, 3
0x00B4	180	Ед.изм. Pa, Pb, Pc, P	unsigned short	0 - Вт, 1 - кВт, 2 - МВт
0x00B5	181	Qa	signed short	
0x00B6	182	Qb	signed short	
0x00B7	183	Qc	signed short	
0x00B8	184	Q	signed short	
0x00B9	185	Кол-во десятичных знаков Qa, Qb, Qc, Q	unsigned short	0, 1, 2, 3
0x00BA	186	Ед.изм. Qa, Qb, Qc, Q	unsigned short	0 - вар, 1 - квар, 2 - Мвар
0x00BB	187	Sa	unsigned short	
0x00BC	188	Sb	unsigned short	
0x00BD	189	Sc	unsigned short	
0x00BE	190	S	unsigned short	
0x00BF	191	Кол-во десятичных знаков Sa, Sb, Sc, S	unsigned short	0, 1, 2, 3
0x00C0	192	Ед.изм. Sa, Sb, Sc, S	unsigned short	0 - В·А,1 - кВ·А, 2 - МВ·А
0x00C1	193	cosφA	signed short	
0x00C2	194	cosφB	signed short	
0x00C3	195	cosφC	signed short	
0x00C4	196	cosφ	signed short	
0x00C5	197	Кол-во десятичных знаков cosφA, cosφB, cosφC, cosφ	unsigned short	0, 1, 2, 3
0x00C6	198	F	unsigned short	
0x00C7	199	Кол-во десятичных знаков F	unsigned short	0, 1, 2, 3

Адрес (HEX)	Адрес (DEC)	Наименование регистра	Формат	Значения параметров (единицы измерения)
0x00C8	200	Состояние дискретных входов ТС	unsigned short	бит 0- ТС1, ... , бит 7- ТС8
0x00C9	201	Состояние дискретных выходов ТУ	unsigned short	бит 0- ТУ1, ... , бит 2- ТУ3
0x00CA	202	Время (часы)	unsigned short	0..23
0x00CB	203	Время (минуты)	unsigned short	0..59
0x00CC	204	Время (секунды)	unsigned short	0..59
0x00CD	205	День	unsigned short	1..31
0x00CE	206	Месяц	unsigned short	1..12
0x00CF	207	Год	unsigned short	2000..2099
0x00D0	208	Датчик температуры	signed short	°C, разделить на 10 (v>=5.55)

Служебные регистры (для чтения использовать функцию 0x03 или 0x04)

Адрес (HEX)	Адрес (DEC)	Наименование регистра	Формат	Значения параметров (ед. измерения)
0x00D7	215	АЦП Ia	float1 F1032	
0x00D9	217	АЦП Ib	float1 F1032	
0x00DB	219	АЦП Ic	float1 F1032	
0x00DD	221	АЦП Ua	float1 F1032	
0x00DF	223	АЦП Ub	float1 F1032	
0x00E1	225	АЦП Uc	float1 F1032	
0x00E3	227	АЦП Uab	float1 F1032	
0x00E5	229	АЦП Ubc	float1 F1032	
0x00E7	231	АЦП Uca	float1 F1032	
—				
0x0100	256	Версия программы	char[20]	Символы в кодировке ASCII

Параметры качества в формате float1 (для чтения использовать функцию 0x03 или 0x04)

Адрес (HEX)	Адрес (DEC)	Наименование регистра	Формат	Значения параметров (ед. измерения)
0x0300	768	Ток нулевой последовательности I_0	float1 F1032	A
0x0302	770	Напряжение нулевой последовательности U_0	float1 F1032	B
0x0304	772	Длительность провала напряжения ($\Delta t_п$)	float1 F1032	от 0,02 с и выше
0x0306	774	Глубина провала напряжения ($\delta U_п$)	float1 F1032	от 10 % до 95 %
0x0308	776	Длительность прерывания напряжения ($\Delta t_{прер}$)	float1 F1032	от 0,02 с и выше
0x030A	778	Длительность временного перенапряжения ($\Delta t_{пер}$)	float1 F1032	от 0,02 с и выше
0x030C	780	Отклонение частоты (Δf)	float1 F1032	Гц
0x030E	782	Ошибка чередования фаз	ushort	0- нет, 1- ошибка

Параметры качества в формате float2 (для чтения использовать функцию 0x03 или 0x04)

Адрес (HEX)	Адрес (DEC)	Наименование регистра	Формат	Значения параметров (ед. измерения)
0x0360	864	Ток нулевой последовательности I_0	float2 F0123	A
0x0362	866	Напряжение нулевой последовательности U_0	float2 F0123	B
0x0364	868	Длительность провала напряжения ($\Delta t_п$)	float2 F0123	от 0,02 с и выше

Адрес (HEX)	Адрес (DEC)	Наименование регистра	Формат	Значения параметров (ед. измерения)
0x0366	870	Глубина провала напряжения ($\delta U_п$)	float2 F0123	от 10 % до 95 %
0x0368	872	Длительность прерывания напряжения ($\Delta t_{прер}$)	float2 F0123	от 0,02 с и выше
0x036A	874	Длительность временного перенапряжения ($\Delta t_{пер}$)	float2 F0123	от 0,02 с и выше
0x036C	876	Отклонение частоты (Δf)	float2 F0123	Гц
0x036E	878	Ошибка чередования фаз (ABC)	ushort	0- нет, 1- ошибка

Параметры качества в формате float3 (для чтения использовать функцию 0x03 или 0x04)

Адрес (HEX)	Адрес (DEC)	Наименование регистра	Формат	Значения параметров (ед. измерения)
0x03C0	960	Ток нулевой последовательности I_0	float3 F3210	А
0x03C2	962	Напряжение нулевой последовательности U_0	float3 F3210	В
0x03C4	964	Длительность провала напряжения ($\Delta t_п$)	float3 F3210	от 0,02 с и выше
0x03C6	966	Глубина провала напряжения ($\delta U_п$)	float3 F3210	от 10 % до 95 %
0x03C8	968	Длительность прерывания напряжения ($\Delta t_{прер}$)	float3 F3210	от 0,02 с и выше
0x03CA	970	Длительность временного перенапряжения ($\Delta t_{пер}$)	float3 F3210	от 0,02 с и выше
0x03CC	972	Отклонение частоты (Δf)	float3 F3210	Гц
0x03CE	974	Ошибка чередования фаз (ABC)	ushort	0- нет, 1- ошибка

Параметры качества в формате short (для чтения использовать функцию 0x03 или 0x04)

Адрес (HEX)	Адрес (DEC)	Наименование регистра	Формат	Значения параметров (ед. измерения)
0x0420	1056	Ток нулевой последовательности I_0	unsigned short	
0x0421	1057	Кол-во десятичных знаков I_0	unsigned short	0, 1, 2, 3
0x0422	1058	Ед.изм. I_0	unsigned short	0 - А, 1 - кА
0x0423	1059	Напряжение нулевой последовательности U_0	unsigned short	
0x0424	1060	Кол-во десятичных знаков U_0	unsigned short	0, 1, 2, 3
0x0425	1061	Ед.изм. U_0	unsigned short	0 - В, 1 - кВ
0x0426	1062	Длительность провала напряжения ($\Delta t_п$)	unsigned short	(делить на 100) от 0,02 с и выше
0x0427	1063	Глубина провала напряжения ($\delta U_п$)	unsigned short	(делить на 100) от 10 % до 95 %
0x0428	1064	Длительность прерывания напряжения ($\Delta t_{прер}$)	unsigned short	(делить на 100) от 0,02 с и выше
0x0429	1065	Длительность временного перенапряжения ($\Delta t_{пер}$)	unsigned short	(делить на 100) от 0,02 с и выше
0x042A	1066	Отклонение частоты (Δf)	unsigned short	(делить на 100)Гц
0x042B	1067	Ошибка чередования фаз (ABC)	ushort	0- нет, 1- ошибка

Формат представления вещественного числа с структурой F1032

Регистр с младшим адресом		Регистр со старшим адресом	
Средний байт мантиссы (байт 1)	Младший байт мантиссы (байт 0)	Старший байт (порядок+знак) (байт 3)	Старший байт мантиссы (байт 2)

Формат представления вещественного числа с структурой F0123

Регистр с младшим адресом		Регистр со старшим адресом	
Младший байт мантиссы (байт 0)	Средний байт мантиссы (байт 1)	Старший байт мантиссы (байт 2)	Старший байт (порядок+знак) (байт 3)

Формат представления вещественного числа с структурой F3210

Регистр с младшим адресом		Регистр со старшим адресом	
Старший байт (порядок+знак) (байт 3)	Старший байт мантиссы (байт 2)	Средний байт мантиссы (байт 1)	Младший байт мантиссы (байт 0)

II. Настройки протокола и адресация элементов информации прибора в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004

Определение таймаутов

Параметр	Значение по умолчанию	Примечания	Выбранное значение
t_1	15 с	Таймаут при посылке или тестировании APDU	15
t_2	10 с	Таймаут для подтверждения в случае отсутствия сообщения с данными $t_2 < t_1$	10
t_3	20 с	Таймаут для посылки блоков тестирования в случае долгого простоя	20

Максимальный диапазон значений для всех таймаутов равен: от 1 до 255 секунд с точностью 1 с.

Максимальное число k неподтвержденных APDU формата I и последних подтверждающих APDU (w)

Параметр	Значение по умолчанию	Примечания	Выбранное значение
K	12 APDU	Максимальная разность переменной состояния передачи и номера последнего подтвержденного APDU	12
W	8 APDU	Последнее подтверждение после приема w APDU формата I	8

Максимальный диапазон значений k: от 1 до 32767(w-1) APDU с точностью 1 APDU.
Максимальный диапазон значений w: от 1 до 32766 APDU с точностью 1 APDU (Рекомендация: w не должно превышать двух третей от k).

Номер порта

Параметр	Значение по умолчанию	Примечания
Номер порта	2404	Доступно для изменения пользователем

Перечень элементов информации

Наименование параметра	Адрес элемента информации	ASDU	Период передачи параметра в циклическом режиме (значения по умолчанию, настраиваемые)	Спорадический режим (значение абсолютного изменения задается в единицах, настраиваемых и кратных значениям приведенным ниже)
I	12	13/36	10	0,001 А
I фаза А	13	13/36	10	0,001 А
I фаза В	14	13/36	10	0,001 А
I фаза С	15	13/36	10	0,001 А
U	16	13/36	10	0,01 В
U фаза А	17	13/36	10	0,01 В
U фаза В	18	13/36	10	0,01 В
U фаза С	19	13/36	10	0,01 В
Uл	20	13/36	10	0,01 В
U AB	21	13/36	10	0,01 В
U BC	22	13/36	10	0,01 В
U CA	23	13/36	10	0,01 В
P	24	13/36	10	0,1 Вт
P фаза А	25	13/36	10	0,1 Вт
P фаза В	26	13/36	10	0,1 Вт
P фаза С	27	13/36	10	0,1 Вт
Q	28	13/36	10	0,1 вар
Q фаза А	29	13/36	10	0,1 вар
Q фаза В	30	13/36	10	0,1 вар
Q фаза С	31	13/36	10	0,1 вар
S	32	13/36	10	0,1 В·А
S фаза А	33	13/36	10	0,1 В·А
S фаза В	34	13/36	10	0,1 В·А
S фаза С	35	13/36	10	0,1 В·А
Cos(φ)	36	13/36	10	0,001
Cos(φ) фаза А	37	13/36	10	0,001
Cos(φ) фаза В	38	13/36	10	0,001
Cos(φ) фаза С	39	13/36	10	0,001
F (частота)	40	13/36	10	0,001 Гц
Аналоговый выход 1 (AO1)	41	13/36	10	0,01%
Аналоговый выход 2 (AO2)	42	13/36	10	0,01%
Аналоговый выход 3 (AO3)	43	13/36	10	0,01%
Ток нулевой последовательности	44	13/36	10	0,001 А
Напряжение нулевой последовательности	45	13/36	10	0,01 В
Дискретный вход1 (ТС1)	1	1/30	10	-
Дискретный вход2 (ТС2)	2	1/30	10	-
Дискретный вход3 (ТС3)	3	1/30	10	-
Дискретный вход4 (ТС4)	4	1/30	10	-
Дискретный вход5 (ТС5)	5	1/30	10	-
Дискретный вход6 (ТС6)	6	1/30	10	-
Дискретный вход7 (ТС7)	7	1/30	10	-
Дискретный вход8 (ТС8)	8	1/30	10	-
Дискретный выход1 (ТУ1)	9	1/30	10	-
Дискретный выход2 (ТУ2)	10	1/30	10	-

Продолжение перечня элементов информации

Наименование параметра	Адрес элемента информации	ASDU	Период передачи параметра в циклическом режиме (значения по умолчанию, настраиваемые)	Спорадический режим (значение абсолютного изменения задается в единицах, настраиваемых и кратных значениям приведенным ниже)
Дискретный выход3 (ТУ3)	11	1/30	10	-

Примечание - Измеряемые параметры передаются в формате с плавающей запятой одинарной точности (float) стандарта IEEE 754 с учетом коэффициентов трансформации. Метка времени передается в 7 байтах

III. Настройки протокола и адресация элементов информации прибора в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2004

Перечень элементов информации

Наименование параметра	Адрес элемента информации	ASDU	Период передачи параметра в циклическом режиме (значения по умолчанию, настраиваемые)	Спорадический режим (значение абсолютного изменения задается в единицах, настраиваемых и кратных значениям приведенным ниже)
I	12	13/36	10	0,001 А
I фаза А	13	13/36	10	0,001 А
I фаза В	14	13/36	10	0,001 А
I фаза С	15	13/36	10	0,001 А
U	16	13/36	10	0,01 В
U фаза А	17	13/36	10	0,01 В
U фаза В	18	13/36	10	0,01 В
U фаза С	19	13/36	10	0,01 В
Uл	20	13/36	10	0,01 В
U АВ	21	13/36	10	0,01 В
U ВС	22	13/36	10	0,01 В
U СА	23	13/36	10	0,01 В
P	24	13/36	10	0,1 Вт
P фаза А	25	13/36	10	0,1 Вт
P фаза В	26	13/36	10	0,1 Вт
P фаза С	27	13/36	10	0,1 Вт
Q	28	13/36	10	0,1 вар
Q фаза А	29	13/36	10	0,1 вар
Q фаза В	30	13/36	10	0,1 вар
Q фаза С	31	13/36	10	0,1 вар
S	32	13/36	10	0,1 В·А
S фаза А	33	13/36	10	0,1 В·А
S фаза В	34	13/36	10	0,1 В·А
S фаза С	35	13/36	10	0,1 В·А
Cos(φ)	36	13/36	10	0,001
Cos(φ) фаза А	37	13/36	10	0,001
Cos(φ) фаза В	38	13/36	10	0,001
Cos(φ) фаза С	39	13/36	10	0,001
F (частота)	40	13/36	10	0,001 Гц
Аналоговый выход 1 (АО1)	41	13/36	10	0,01%
Аналоговый выход 2 (АО2)	42	13/36	10	0,01%

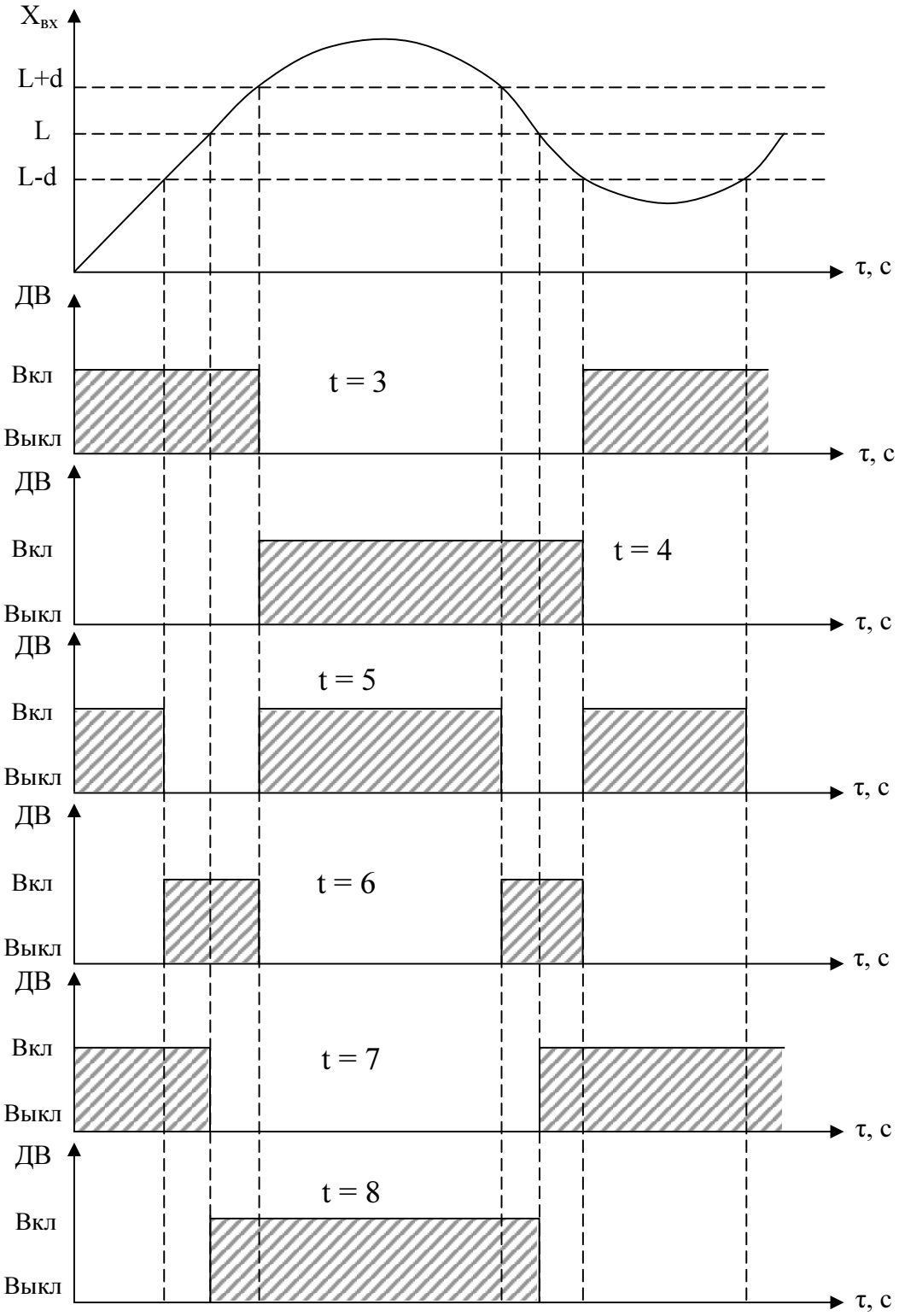
Продолжение перечня элементов информации

Наименование параметра	Адрес элемента информации	ASDU	Период передачи параметра в циклическом режиме (значения по умолчанию, настраиваемые)	Спорадический режим (значение абсолютного изменения задается в единицах, настраиваемых и кратных значениям приведенным ниже)
Аналоговый выход 3 (АО3)	43	13/36	10	0,01%
Ток нулевой последовательности	44	13/36	10	0,001 А
Напряжение нулевой последовательности	45	13/36	10	0,01 В
Дискретный вход1 (ТС1)	1	1/30	10	-
Дискретный вход2 (ТС2)	2	1/30	10	-
Дискретный вход3 (ТС3)	3	1/30	10	-
Дискретный вход4 (ТС4)	4	1/30	10	-
Дискретный вход5 (ТС5)	5	1/30	10	-
Дискретный вход6 (ТС6)	6	1/30	10	-
Дискретный вход7 (ТС7)	7	1/30	10	-
Дискретный вход8 (ТС8)	8	1/30	10	-
Дискретный выход1 (ТУ1)	9	1/30	10	-
Дискретный выход2 (ТУ2)	10	1/30	10	-
Дискретный выход3 (ТУ3)	11	1/30	10	-

Примечание - Измеряемые параметры передаются в формате с плавающей запятой одинарной точности (float) стандарта IEEE 754 с учетом коэффициентов трансформации. Метка времени передается в 7 байтах

Приложение Е
(обязательное)

Работа дискретных выходов



ДВ – дискретный выход,
L – уставка дискретного выхода.
Примечание – При **t** = 5, 6, 7, 8 выключение с учетом зоны возврата **b**.

Рисунок Е.1 – Логика работы дискретных выходов при **t** = 3, 4, 5, 6, 7, 8

Приложение Ж
(обязательное)

Значения входных сигналов и допускаемые значения измеряемых параметров в контрольных точках

Таблица Ж.1 – Проверка основной погрешности измерения междуфазного и фазного напряжений, фазного тока, фазной и суммарной мощностей (cosφ =1 при измерении активной мощности, sinφ=1 при измерении реактивной мощности, частота входного сигнала 50 Гц)

$U_{л.ном}$ ($U_{ф.ном}$), В	$I_{ном}$, А	Контрольные точки	Входной сигнал			Допускаемые значения				
			Линейное (междуфазное) напряжение, В	Фазное напряжение, В	Фазный ток, А	Линейное (междуфазное) напряжение, В	Фазное напряжение, В	Фазный ток, А	Фазная мощность (активная, реактивная, полная), Вт, вар, В·А	Суммарная мощность (активная, реактивная, полная), Вт, вар, В·А
100 (57,73)	1,0	1	20	11,547	1,0	от 19,8 до 20,2	от 11,432 до 11,662	от 0,998 до 1,002	от 11,259 до 11,835	от 33,775 до 35,507
		2	50	28,868		от 49,8 до 50,2	от 28,752 до 28,983		от 28,579 до 29,156	от 85,737 до 87,468
		3	80	46,188		от 79,8 до 80,2	от 46,073 до 46,303		от 45,900 до 46,476	от 137,698 до 139,430
		4	100	57,735		от 99,8 до 100,2	от 57,620 до 57,850		от 57,447 до 58,023	от 172,339 до 174,071
		5	110	63,509		от 109,8 до 110,2	от 63,393 до 63,624		от 63,220 до 63,797	от 189,657 до 191,392
		6	120	69,276		от 119,8 до 120,2	от 69,161 до 69,391		от 68,988 до 69,564	от 206,962 до 208,694
		7	100	57,735	0,02	от 99,8 до 100,2	от 57,620 до 57,850	от 0,018 до 0,022	от 0,866 до 1,443	от 2,598 до 4,330
		8	100		0,1			от 0,098 до 0,102	от 5,485 до 6,062	от 16,456 до 18,186
		9	100		0,2			от 0,198 до 0,202	от 11,259 до 11,835	от 33,775 до 35,507
		10	100		0,5			от 0,498 до 0,502	от 28,579 до 29,156	от 85,737 до 87,468
		11	100		1,5			от 1,498 до 1,502	от 86,314 до 86,891	от 258,942 до 260,674
		12	20	11,547	0,01	от 19,8 до 20,2	от 11,432 до 11,662	от 0,008 до 0,012	от -0,173 до 0,404	от -0,520 до 1,212
100 (57,73)	5,0	1	20	11,547	5,0	от 19,8 до 20,2	от 11,432 до 11,662	от 4,99 до 5,01	от 56,292 до 59,178	от 168,875 до 177,535
		2	50	28,868		от 49,8 до 50,2	от 28,752 до 28,983		от 142,895 до 145,781	от 428,683 до 437,343
		3	80	46,188		от 79,8 до 80,2	от 46,073 до 46,303		от 229,497 до 232,383	от 688,490 до 697,150
		4	100	57,735		от 99,8 до 100,2	от 57,620 до 57,850		от 287,232 до 290,118	от 861,695 до 870,355
		5	110	63,509		от 109,8 до 110,2	от 63,393 до 63,624		от 316,100 до 318,986	от 948,298 до 956,958
		6	120	69,276		от 119,8 до 120,2	от 69,161 до 69,391		от 344,937 до 347,823	от 1037,697 до 1040,583
		7	100	57,735	0,1	от 99,8 до 100,2	от 57,620 до 57,850	от 0,09 до 0,11	от 4,331 до 7,216	от 12,991 до 21,650
		8	100	57,735	0,5	от 99,8 до 100,2	от 57,620 до 57,850	от 0,49 до 0,51	от 27,425 до 30,310	от 82,273 до 90,932

Продолжение таблицы Ж.1

$U_{л.ном}$ ($U_{ф.ном}$), В	$I_{ном}$, А	Контрольные точки	Входной сигнал			Допускаемые значения				
			Линейное (междуфазное) напряжение, В	Фазное напряжение, В	Фазный ток, А	Линейное (междуфазное) напряжение, В	Фазное напряжение, В	Фазный ток, А	Фазная мощность (активная, реактивная, полная), Вт, вар, В·А	Суммарная мощность (активная, реактивная, полная), Вт, вар, В·А
100 (57,73)	5,0	9	100	57,735	1,0	от 99,8 до 100,2	от 57,620 до 57,850	от 0,99 до 1,01	от 56,292 до 59,178	от 168,875 до 177,535
		10	100		2,5			от 2,49 до 2,51	от 142,895 до 145,781	от 428,683 до 437,343
		11	100		7,5			от 7,49 до 7,51	от 431,570 до 434,456	от 1294,670 до 1303,330
		12	20	11,547	0,05	от 19,8 до 20,2	от 11,432 до 11,662	от 0,04 до 0,06	от -0,866 до 2,020	от -2,598 до 6,062
380 (219,39)	1,0	1	76	43,879	1,0	от 75,24 до 76,76	от 43,440 до 44,317	от 0,998 до 1,002	от 42,782 до 44,976	от 128,345 до 134,927
		2	190	109,697		от 189,24 до 190,76	от 109,258 до 110,135		от 108,600 до 110,794	от 325,799 до 332,381
		3	304	175,514		от 303,24 до 304,76	от 175,076 до 175,953		от 174,415 до 176,611	от 523,252 до 529,834
		4	380	219,393		от 379,24 до 380,76	от 218,954 до 219,832		от 218,296 до 220,490	от 654,888 до 661,470
		5	418	241,332		от 417,24 до 418,76	от 240,894 до 241,771		от 240,235 до 242,429	от 720,706 до 727,288
		6	500	288,675		от 499,24 до 500,76	от 288,236 до 289,114		от 287,578 до 289,772	от 862,734 до 869,316
		7	380	219,393	0,02	от 379,24 до 380,76	от 218,954 до 219,832	от 0,018 до 0,022	от 3,291 до 5,485	от 9,873 до 16,455
		8	380		0,1			от 0,098 до 0,102	от 20,842 до 23,036	от 62,527 до 69,109
		9	380		0,2			от 0,198 до 0,202	от 42,782 до 44,976	от 128,345 до 134,927
		10	380		0,5			от 0,498 до 0,502	от 108,600 до 110,794	от 325,799 до 332,381
		11	380		1,5			от 1,498 до 1,502	от 327,993 до 330,187	от 983,978 до 990,560
		12	76	43,879	0,01	от 75,24 до 76,76	от 43,440 до 44,317	от 0,008 до 0,012	от -0,658 до 1,536	от -1,975 до 4,607
380 (219,39)	5,0	1	76	43,879	5,0	от 75,24 до 76,76	от 43,440 до 44,317	от 4,99 до 5,01	от 213,908 до 224,878	от 641,725 до 674,634
		2	190	109,697	5,0	от 189,24 до 190,76	от 109,258 до 110,135		от 542,998 до 553,968	от 1628,994 до 1661,903
		3	304	175,514	5,0	от 303,24 до 304,76	от 175,076 до 175,953		от 872,087 до 883,057	от 2616,263 до 2649,172
		4	380	219,393	5,0	от 379,24 до 380,76	от 218,954 до 219,832		от 1091,481 до 1102,450	от 3274,442 до 3307,351
		5	418	241,332	5,0	от 417,24 до 418,76	от 240,894 до 241,771		от 1201,177 до 1212,147	от 3603,532 до 3636,441
		6	500	288,675	5,0	от 499,24 до 500,76	от 288,236 до 289,114		от 1437,891 до 1448,861	от 4313,673 до 4346,581
		7	380	219,393	0,1	от 379,24 до 380,76	от 218,954 до 219,832	от 0,09 до 0,11	от 16,454 до 27,424	от 49,363 до 82,272
		8	380	219,393	0,5			от 0,49 до 0,51	от 104,212 до 115,182	от 312,635 до 345,544
		9	380	219,393	1,0			от 0,99 до 1,01	от 213,908 до 224,878	от 641,725 до 674,634
		10	380	219,393	2,5			от 2,49 до 2,51	от 542,998 до 553,968	от 1628,994 до 1661,903

Окончание таблицы Ж.1

$U_{л.ном}$ ($U_{ф.ном}$), В	$I_{ном}$, А	Контрольные точки	Входной сигнал			Допускаемые значения				
			Линейное (междуфазное) напряжение, В	Фазное напряжение, В	Фазный ток, А	Линейное (междуфазное) напряжение, В	Фазное напряжение, В	Фазный ток, А	Фазная мощность (активная, реактивная, полная), Вт, вар, В·А	Суммарная мощность (активная, реактивная, полная), Вт, вар, В·А
380 (219,39)	5,0	11	380	219,393	7,5	от 379,24 до 380,76	от 218,954 до 219,832	от 7,49 до 7,51	от 1639,963 до 1650,933	от 4919,890 до 4952,799
		12	380	219,393	10	от 379,24 до 380,76	от 218,954 до 219,832	от 9,99 до 10,01	от 2188,446 до 2199,416	от 6565,339 до 6598,248
		13	76	43,879	0,05	от 75,24 до 76,76	от 43,440 до 44,317	от 0,04 до 0,06	от -3,291 до 7,679	от -9,873 до 23,036
400 (230,94)	1,0	1	80,00	46,188	1,0	от 79,2 до 80,8	от 45,726 до 46,650	от 0,998 до 1,002	от 45,033 до 47,343	от 135,1 до 142,028
		2	200,00	115,470	1,0	от 199,2 до 116,27	от 115,008 до 115,932		от 114,315 до 116,625	от 342,946 до 349,874
		3	320,00	184,752	1,0	от 319,2 до 320,8	от 184,290 до 185,214		от 183,597 до 185,907	от 550,792 до 557,72
		4	400,00	230,940	1,0	от 399,2 до 400,8	от 230,478 до 231,402		от 229,785 до 232,095	от 689,356 до 696,284
		5	440,00	254,034	1,0	от 439,2 до 440,8	от 253,572 до 254,496		от 252,879 до 255,189	от 758,638 до 765,566
		6	480,00	277,128	1,0	от 479,2 до 480,8	от 276,666 до 277,590		от 275,973 до 278,283	от 827,92 до 834,848
		7	400,00	230,940	0,02	от 399,2 до 400,8	от 230,478 до 231,402	от 0,018 до 0,022	от 3,464 до 5,774	от 10,392 до 17,321
		8	400,00	230,940	0,1			от 0,098 до 0,102	от 21,939 до 24,249	от 65,818 до 72,746
		9	400,00	230,940	0,2			от 0,198 до 0,202	от 45,033 до 47,343	от 135,1 до 142,028
		10	400,00	230,940	0,5			от 0,498 до 0,502	от 114,315 до 116,625	от 342,946 до 349,874
		11	400,00	230,940	1,5			от 1,498 до 1,502	от 345,255 до 347,565	от 1035,766 до 1042,694
		12	80,00	46,188	0,01	от 79,2 до 80,8	от 45,726 до 46,650	от 0,008 до 0,012	от -0,693 до 1,617	от -2,078 до 4,85
400 (230,94)	5,0	1	80,00	46,188	5,0	от 79,2 до 80,8	от 45,726 до 46,650		от 225,167 до 236,714	от 675,500 до 710,141
		2	200,00	115,470	5,0	от 199,2 до 116,27	от 115,008 до 115,932		от 571,577 до 583,124	от 1714,73 до 1749,371
		3	320,00	184,752	5,0	от 319,2 до 320,8	от 184,290 до 185,214	от 4,99 до 5,01	от 917,987 до 929,534	от 2753,96 до 2788,601
		4	400,00	230,940	5,0	от 399,2 до 400,8	от 230,478 до 231,402		от 1148,927 до 1160,474	от 3446,78 до 3481,421
		5	440,00	254,034	5,0	от 439,2 до 440,8	от 253,572 до 254,496		от 1264,397 до 1275,944	от 3793,19 до 3827,831
		6	480,00	277,128	5,0	от 479,2 до 480,8	от 276,666 до 277,590		от 1379,867 до 1391,414	от 4139,6 до 4174,241
		7	400,00	230,940	0,1	от 399,2 до 400,8	от 230,478 до 231,402	от 0,09 до 0,11	от 17,321 до 28,868	от 51,962 до 86,603
		8	400,00	230,940	0,5			от 0,49 до 0,51	от 109,697 до 121,244	от 329,09 до 363,731
		9	400,00	230,940	1,0			от 0,99 до 1,01	от 225,167 до 236,714	от 675,5 до 710,141
		11	400,00	230,940	7,5			от 7,49 до 7,51	от 1726,277 до 1737,824	от 5178,83 до 5213,471
		12	80,00	46,188	10	от 79,2 до 80,8	от 45,726 до 46,650	от 9,99 до 10,01	от -3,464 до 8083	от -10,392 до 24,249

Таблица Ж.2 - Проверка основной погрешности изменения выходного аналогового сигнала

$U_{л.ном}$ ($U_{ф.ном}$), В	I, А	Мощность, Вт/вар	Контрольные точки	Допускаемые значения показаний преобразователя (с допуском 0,8 от предела основной погрешности)						
				Аналоговые выходы, мА						
				-5…0…+5	0…2,5…5,0	4…12…20	0…10…20	0…5	0…20	4…20
100 (57,73)	0,0	0,0	0	от -0,02 до 0,02	от 2,49 до 2,51	от 11,97 до 12,03	от 9,96 до 10,04	от 0 до 0,02	от 0 до 0,08	от 3,94 до 4,06
	0,1	10,0	1	от 0,48 до 0,52	от 2,74 до 2,76	от 12,77 до 12,83	от 10,96 до 11,04	от 0,48 до 0,52	от 1,92 до 2,08	от 5,54 до 5,66
	0,2	20,0	2	от 0,98 до1,02	от 2,99 до 3,01	от 13,57 до 13,63	от 11,96 до 12,04	от 0,98 до1,02	от 3,92 до 4,08	от 7,14 до 7,26
	0,3	30,0	3	от 1,48 до 1,52	от 3,24 до 3,26	от 14,37 до 14,43	от 12,96 до 13,04	от 1,48 до 1,52	от 5,92 до 6,08	от 8,74 до 8,86
	0,4	40,0	4	от 1,98 до 2,02	от 3,49 до 3,51	от 15,17 до 15,23	от 13,96 до 14,04	от 1,98 до 2,02	от 7,92 до 8,08	от 10,34 до 10,46
	0,5	50,0	5	от 2,48 до 2,52	от 3,74 до 3,76	от 15,97 до 16,03	от 14,96 до 15,04	от 2,48 до 2,52	от 9,92 до 10,08	от 11,94 до 12,06
	0,6	60,0	6	от 2,98 до 3,02	от 3,99 до 4,01	от 16,77 до 16,83	от 15,96 до 16,04	от 2,98 до 3,02	от 11,92 до 12,08	от 13,54 до 13,66
	0,7	70,0	7	от 3,48 до 3,52	от 4,24 до 4,26	от 17, 57 до 17,63	от 16,96 до 17,04	от 3,48 до 3,52	от 13,92 до 14,08	от 15,14 до 15,26
	0,8	80,0	8	от 3,98 до 4,02	от 4,49 до 4,51	от 18,37 до 18,43	от 17,96 до 18,04	от 3,98 до 4,02	от 15,92 до 16,08	от 16,74 до 16,86
	0,9	90,0	9	от 4,48 до 4,52	от 4,74 до 4,76	от 19,17 до 19,23	от 18,96 до 19,04	от 4,48 до 4,52	от 17,92 до 18,08	от 18,34 до 18,46
	1,0	100,0	10	от 4,98 до 5,02	от 4,99 до 5,01	от 19,97 до 20,03	от 19,96 до 20,04	от 4,98 до 5,02	от 19,92 до 20,08	от 19,94 до 20,06
100 (57,73)	0,0	0,0	0	от -0,02 до 0,02	от 2,49 до 2,51	от 11,97 до 12,03	от 9,96 до 10,04	от 0 до 0,02	от 0 до 0,08	от 3,94 до 4,06
	0,5	50,0	1	от 0,48 до 0,52	от 2,74 до 2,76	от 12,77 до 12,83	от 10,96 до 11,04	от 0,48 до 0,52	от 1,92 до 2,08	от 5,54 до 5,66
	1,0	100,0	2	от 0,98 до1,02	от 2,99 до 3,01	от 13,57 до 13,63	от 11,96 до 12,04	от 0,98 до1,02	от 3,92 до 4,08	от 7,14 до 7,26
	1,5	150,0	3	от 1,48 до 1,52	от 3,24 до 3,26	от 14,37 до 14,43	от 12,96 до 13,04	от 1,48 до 1,52	от 5,92 до 6,08	от 8,74 до 8,86
	2,0	200,0	4	от 1,98 до 2,02	от 3,49 до 3,51	от 15,17 до 15,23	от 13,96 до 14,04	от 1,98 до 2,02	от 7,92 до 8,08	от 10,34 до 10,46
	2,5	250,0	5	от 2,48 до 2,52	от 3,74 до 3,76	от 15,97 до 16,03	от 14,96 до 15,04	от 2,48 до 2,52	от 9,92 до 10,08	от 11,94 до 12,06
	3,0	300,0	6	от 2,98 до 3,02	от 3,99 до 4,01	от 16,77 до 16,83	от 15,96 до 16,04	от 2,98 до 3,02	от 11,92 до 12,08	от 13,54 до 13,66
	3,5	350,0	7	от 3,48 до 3,52	от 4,24 до 4,26	от 17, 57 до 17,63	от 16,96 до 17,04	от 3,48 до 3,52	от 13,92 до 14,08	от 15,14 до 15,26
	4,0	400,0	8	от 3,98 до 4,02	от 4,49 до 4,51	от 18,37 до 18,43	от 17,96 до 18,04	от 3,98 до 4,02	от 15,92 до 16,08	от 16,74 до 16,86
	4,5	450,0	9	от 4,48 до 4,52	от 4,74 до 4,76	от 19,17 до 19,23	от 18,96 до 19,04	от 4,48 до 4,52	от 17,92 до 18,08	от 18,34 до 18,46
	5,0	500,0	10	от 4,98 до 5,02	от 4,99 до 5,01	от 19,97 до 20,03	от 19,96 до 20,04	от 4,98 до 5,02	от 19,92 до 20,08	от 19,94 до 20,06
380 (219,39)	0,0	0,0	0	от -0,02 до 0,02	от 2,49 до 2,51	от 11,97 до 12,03	от 9,96 до 10,04	от 0 до 0,02	от 0 до 0,08	от 3,94 до 4,06
	0,1	38,0	1	от 0,48 до 0,52	от 2,74 до 2,76	от 12,77 до 12,83	от 10,96 до 11,04	от 0,48 до 0,52	от 1,92 до 2,08	от 5,54 до 5,66
	0,2	76,0	2	от 0,98 до1,02	от 2,99 до 3,01	от 13,57 до 13,63	от 11,96 до 12,04	от 0,98 до1,02	от 3,92 до 4,08	от 7,14 до 7,26
	0,3	114,0	3	от 1,48 до 1,52	от 3,24 до 3,26	от 14,37 до 14,43	от 12,96 до 13,04	от 1,48 до 1,52	от 5,92 до 6,08	от 8,74 до 8,86
	0,4	152,0	4	от 1,98 до 2,02	от 3,49 до 3,51	от 15,17 до 15,23	от 13,96 до 14,04	от 1,98 до 2,02	от 7,92 до 8,08	от 10,34 до 10,46
	0,5	190,0	5	от 2,48 до 2,52	от 3,74 до 3,76	от 15,97 до 16,03	от 14,96 до 15,04	от 2,48 до 2,52	от 9,92 до 10,08	от 11,94 до 12,06
	0,6	228,0	6	от 2,98 до 3,02	от 3,99 до 4,01	от 16,77 до 16,83	от 15,96 до 16,04	от 2,98 до 3,02	от 11,92 до 12,08	от 13,54 до 13,66
	0,7	266,0	7	от 3,48 до 3,52	от 4,24 до 4,26	от 17, 57 до 17,63	от 16,96 до 17,04	от 3,48 до 3,52	от 13,92 до 14,08	от 15,14 до 15,26
	0,8	304,0	8	от 3,98 до 4,02	от 4,49 до 4,51	от 18,37 до 18,43	от 17,96 до 18,04	от 3,98 до 4,02	от 15,92 до 16,08	от 16,74 до 16,86
	0,9	342,0	9	от 4,48 до 4,52	от 4,74 до 4,76	от 19,17 до 19,23	от 18,96 до 19,04	от 4,48 до 4,52	от 17,92 до 18,08	от 18,34 до 18,46
	1,0	380,0	10	от 4,98 до 5,02	от 4,99 до 5,01	от 19,97 до 20,03	от 19,96 до 20,04	от 4,98 до 5,02	от 19,92 до 20,08	от 19,94 до 20,06

Окончание таблицы Ж.2

$U_{л.ном}$ ($U_{ф.ном}$), В	$I_{ном}$, А	Мощность, Вт/вар	Контрольные точки	Допускаемые значения показаний преобразователя с допуском 0,8 от предела основной погрешности						
				Аналоговые выходы, мА						
				-5…0…+5	0…2,5…5,0	4…12…20	0…10…20	0…5	0…20	4…20
380 (219,39)	0,0	0,0	0	от -0,02 до 0,02	от 2,49 до 2,51	от 11,97 до 12,03	от 9,96 до 10,04	от 0 до 0,02	от 0 до 0,08	от 3,94 до 4,06
	0,5	190,0	1	от 0,48 до 0,52	от 2,74 до 2,76	от 12,77 до 12,83	от 10,96 до 11,04	от 0,48 до 0,52	от 1,92 до 2,08	от 5,54 до 5,66
	1,0	380,0	2	от 0,98 до1,02	от 2,99 до 3,01	от 13,57 до 13,63	от 11,96 до 12,04	от 0,98 до1,02	от 3,92 до 4,08	от 7,14 до 7,26
	1,5	570,0	3	от 1,48 до 1,52	от 3,24 до 3,26	от 14,37 до 14,43	от 12,96 до 13,04	от 1,48 до 1,52	от 5,92 до 6,08	от 8,74 до 8,86
	2,0	760,0	4	от 1,98 до 2,02	от 3,49 до 3,51	от 15,17 до 15,23	от 13,96 до 14,04	от 1,98 до 2,02	от 7,92 до 8,08	от 10,34 до 10,46
	2,5	950,0	5	от 2,48 до 2,52	от 3,74 до 3,76	от 15,97 до 16,03	от 14,96 до 15,04	от 2,48 до 2,52	от 9,92 до 10,08	от 11,94 до 12,06
	3,0	1140,0	6	от 2,98 до 3,02	от 3,99 до 4,01	от 16,77 до 16,83	от 15,96 до 16,04	от 2,98 до 3,02	от 11,92 до 12,08	от 13,54 до 13,66
	3,5	1330,0	7	от 3,48 до 3,52	от 4,24 до 4,26	от 17, 57 до 17,63	от 16,96 до 17,04	от 3,48 до 3,52	от 13,92 до 14,08	от 15,14 до 15,26
	4,0	1520,0	8	от 3,98 до 4,02	от 4,49 до 4,51	от 18,37 до 18,43	от 17,96 до 18,04	от 3,98 до 4,02	от 15,92 до 16,08	от 16,74 до 16,86
	4,5	1710,0	9	от 4,48 до 4,52	от 4,74 до 4,76	от 19,17 до 19,23	от 18,96 до 19,04	от 4,48 до 4,52	от 17,92 до 18,08	от 18,34 до 18,46
	5,0	1900,0	10	от 4,98 до 5,02	от 4,99 до 5,01	от 19,97 до 20,03	от 19,96 до 20,04	от 4,98 до 5,02	от 19,92 до 20,08	от 19,94 до 20,06
400 (230,94)	0,0	0,0	0	от -0,02 до 0,02	от 2,49 до 2,51	от 11,97 до 12,03	от 9,96 до 10,04	от 0 до 0,02	от 0 до 0,08	от 3,94 до 4,06
	0,1	40,0	1	от 0,48 до 0,52	от 2,74 до 2,76	от 12,77 до 12,83	от 10,96 до 11,04	от 0,48 до 0,52	от 1,92 до 2,08	от 5,54 до 5,66
	0,2	80,0	2	от 0,98 до1,02	от 2,99 до 3,01	от 13,57 до 13,63	от 11,96 до 12,04	от 0,98 до1,02	от 3,92 до 4,08	от 7,14 до 7,26
	0,3	120,0	3	от 1,48 до 1,52	от 3,24 до 3,26	от 14,37 до 14,43	от 12,96 до 13,04	от 1,48 до 1,52	от 5,92 до 6,08	от 8,74 до 8,86
	0,4	160,0	4	от 1,98 до 2,02	от 3,49 до 3,51	от 15,17 до 15,23	от 13,96 до 14,04	от 1,98 до 2,02	от 7,92 до 8,08	от 10,34 до 10,46
	0,5	200,0	5	от 2,48 до 2,52	от 3,74 до 3,76	от 15,97 до 16,03	от 14,96 до 15,04	от 2,48 до 2,52	от 9,92 до 10,08	от 11,94 до 12,06
	0,6	240,0	6	от 2,98 до 3,02	от 3,99 до 4,01	от 16,77 до 16,83	от 15,96 до 16,04	от 2,98 до 3,02	от 11,92 до 12,08	от 13,54 до 13,66
	0,7	280,0	7	от 3,48 до 3,52	от 4,24 до 4,26	от 17, 57 до 17,63	от 16,96 до 17,04	от 3,48 до 3,52	от 13,92 до 14,08	от 15,14 до 15,26
	0,8	320,0	8	от 3,98 до 4,02	от 4,49 до 4,51	от 18,37 до 18,43	от 17,96 до 18,04	от 3,98 до 4,02	от 15,92 до 16,08	от 16,74 до 16,86
	0,9	360,0	9	от 4,48 до 4,52	от 4,74 до 4,76	от 19,17 до 19,23	от 18,96 до 19,04	от 4,48 до 4,52	от 17,92 до 18,08	от 18,34 до 18,46
	1,0	400,0	10	от 4,98 до 5,02	от 4,99 до 5,01	от 19,97 до 20,03	от 19,96 до 20,04	от 4,98 до 5,02	от 19,92 до 20,08	от 19,94 до 20,06
400 (230,94)	0,0	0,0	0	от -0,02 до 0,02	от 2,49 до 2,51	от 11,97 до 12,03	от 9,96 до 10,04	от 0 до 0,02	от 0 до 0,08	от 3,94 до 4,06
	0,5	200,0	1	от 0,48 до 0,52	от 2,74 до 2,76	от 12,77 до 12,83	от 10,96 до 11,04	от 0,48 до 0,52	от 1,92 до 2,08	от 5,54 до 5,66
	1,0	400,0	2	от 0,98 до1,02	от 2,99 до 3,01	от 13,57 до 13,63	от 11,96 до 12,04	от 0,98 до1,02	от 3,92 до 4,08	от 7,14 до 7,26
	1,5	600,0	3	от 1,48 до 1,52	от 3,24 до 3,26	от 14,37 до 14,43	от 12,96 до 13,04	от 1,48 до 1,52	от 5,92 до 6,08	от 8,74 до 8,86
	2,0	800,0	4	от 1,98 до 2,02	от 3,49 до 3,51	от 15,17 до 15,23	от 13,96 до 14,04	от 1,98 до 2,02	от 7,92 до 8,08	от 10,34 до 10,46
	2,5	1000,0	5	от 2,48 до 2,52	от 3,74 до 3,76	от 15,97 до 16,03	от 14,96 до 15,04	от 2,48 до 2,52	от 9,92 до 10,08	от 11,94 до 12,06
	3,0	1200,0	6	от 2,98 до 3,02	от 3,99 до 4,01	от 16,77 до 16,83	от 15,96 до 16,04	от 2,98 до 3,02	от 11,92 до 12,08	от 13,54 до 13,66
	3,5	1400,0	7	от 3,48 до 3,52	от 4,24 до 4,26	от 17, 57 до 17,63	от 16,96 до 17,04	от 3,48 до 3,52	от 13,92 до 14,08	от 15,14 до 15,26
	4,0	1600,0	8	от 3,98 до 4,02	от 4,49 до 4,51	от 18,37 до 18,43	от 17,96 до 18,04	от 3,98 до 4,02	от 15,92 до 16,08	от 16,74 до 16,86
	4,5	1800,0	9	от 4,48 до 4,52	от 4,74 до 4,76	от 19,17 до 19,23	от 18,96 до 19,04	от 4,48 до 4,52	от 17,92 до 18,08	от 18,34 до 18,46
	5,0	2000,0	10	от 4,98 до 5,02	от 4,99 до 5,01	от 19,97 до 20,03	от 19,96 до 20,04	от 4,98 до 5,02	от 19,92 до 20,08	от 19,94 до 20,06

Таблица Ж.3 – Проверка основной погрешности измерения коэффициента мощности (частота входного сигнала 50 Гц)

Контрольные точки	Фазовый угол, градус	Проверяемые отметки cosφ	Допускаемые значения
1	180	-1	от -1,005 до -0,995
2	60	0,5	от 0,495 до 0,505
3	90	0	от -0,005 до 0,005
4	150	-0,866	от -0,871 до -0,861
5	-120	-0,5	от -0,505 до -0,495
6	-90	0	от -0,005 до 0,005
7	-30	0,866	от 0,861 до 0,871
8	0	1	от 0,995 до 1,005

Таблица Ж.4 – Проверка основной погрешности измерения частоты сети

Контрольные точки	Частота входного сигнала, Гц	Допускаемые значения, Гц
1	45	от 44,99 до 45,01
2	48	от 47,99 до 48,01
3	50	от 49,99 до 50,01
4	52	от 51,99 до 52,01
5	55	от 54,99 до 55,01

Приложение И
(обязательное)
Декларации соответствия модуля ЭЛКТ МЭК 61850 (PICS & MICS)

В настоящем приложении приведены декларации “Protocol Implementation Conformance Statement” (PICS) (требование И.1) и “Model Implementation Conformance Statement” (MICS) (требование И.2) на соответствие преобразователя стандарту МЭК 61850.

И.1 “Protocol Implementation Conformance Statement” (PICS)

Basic conformance statement:

		Client/ Subscriber	Server/ Publisher
Client-Server Roles			
B11	Server side (of TWO-PARTY-APPLICATION-ASSOCIATION)	–	Y
B12	Client side (of TWO-PARTY-APPLICATION-ASSOCIATION)	N	–
SCSMs Supported			
B21	SCSM: IEC 61850-8-1 used	N	Y
B22	SCSM: IEC 61850-9-1 used	N	N
B23	SCSM: IEC 61850-9-2 used	N	N
B24	SCSM: Others	N	N
Generic Substation Event Model (GSE)			
B31	Publisher side	–	N
B32	Subscriber side	N	–
Transmission of Sampled Value Model (SVC)			
B41	Publisher side	–	N
B42	Subscriber side	N	–
Y – Yes (supported); N – No (not supported)			

ACSI models conformance statement:

		Client/ Subscriber	Server/ Publisher	Value/ Comments
M1	Logical device	N	Y	
M2	Logical node	N	Y	
M3	Data	N	Y	
M4	Data set	N	N	
M5	Substitution	N	N	
M6	Setting group control	N	N	
	Reporting			
M7	Buffered report control	N	N	
M7-1	sequence-number			
M7-2	report-time-stamp			
M7-3	reason-for-inclusion			
M7-4	data-set-name			
M7-5	data-reference			
M7-6	buffer-overflow			

		Client/ Subscriber	Server/ Publisher	Value/ Comments
M7-7	entrylD			
M7-8	BufTim			
M7-9	IntgPd			
M7-10	Gl			
M8	Unbuffered report control	N	N	
M8-1	sequence-number			
M8-2	report-time-stamp			
M8-3	reason-for-inclusion			
M8-4	data-set-name			
M8-5	data-reference			
M8-6	BufTim			
M8-7	IntgPd			
M8-8	Gl			
	Logging	N	N	
M9	Log control			
M9-1	IntgPd			
M10	Log			
M11	Control	N	N	
M12	GOOSE	N	N	
M12-1	entrylD			
M12-2	dataReflnc			
M13	GSSE	N	N	
M14	Multicast SVC	N	N	
M15	Unicast SVC	N	N	
M16	Time	Y	N	
M17	File Transfer	N	N	

ACSI service conformance statement:

	Services	AA: TP/MC	Client/ Subscriber	Server/ Publisher	Comments
	Server (clause 6)				
S1	ServerDirectory	TP	N	Y	
	Application association (clause 7)				
S2	Associate	TP	N	Y	
S3	Abort	TP	N	Y	
S4	Release	TP	N	Y	
	Logical device (clause 8)				
S5	LogicalDeviceDirectory	TP	N	Y	
	Logical node (clause 9)				
S6	LogicalNodeDirectory	TP	N	Y	
S7	GetAllDataValues	TP	N	Y	
	Data (clause 10)				
S8	GetDataValues	TP	N	Y	
S9	SetDataValues	TP	N	Y	
S10	GetDataDirectory	TP	N	Y	

	Services	AA: TP/MC	Client/ Subscriber	Server/ Publisher	Comments
S11	GetDataDefinition	TP	N	Y	
	Data set (clause 11)				
S12	GetDataSetValues	TP	N	N	
S13	SetDataSetValues	TP	N	N	
S14	CreateDataSet	TP	N	N	
S15	DeleteDataSet	TP	N	N	
S16	GetDataSetDirectory	TP	N	N	
	Substitution (clause 12)				
S17	SetDataValues	TP	N	N	
	Setting group control (clause 13)				
S18	SelectActiveSG	TP	N	N	
S19	SelectEditSG	TP	N	N	
S20	SetSGValues	TP	N	N	
S21	ConfirmEditSGValues	TP	N	N	
S22	GetSGValues	TP	N	N	
S23	GetSGCBValues	TP	N	N	
	Reporting (clause 14)				
	Buffered report control block (BRCB)				
S24	Report	TP	N	N	
S24-1	data-change (dchg)				
S24-2	qchg-change (qchg)				
S24-3	data-update (dupd)				
S25	GetBRCBValues	TP	N	N	
S26	SetBRCBValues	TP	N	N	
	Unbuffered report control block (URCB)				
S27	Report	TP	N	N	
S27-1	data-change (dchg)			N	
S27-2	qchg-change (qchg)			N	
S27-3	data-update (dup)			N	
S28	GetURCBValues	TP	N	N	
S29	SetURCBValues	TP	N	N	
	Logging (clause 14)				
	Log control block				
S30	GetLCBValues	TP	N	N	
S31	SetLCBValues	TP	N	N	
	Log				
S32	QueryLogByTime	TP	N	N	
S33	QueryLogAfter	TP	N	N	
S34	GetLogStatusValues	TP	N	N	
	Generic substation event model (GSE) (clause 14.3.5.3.4)				
	GOOSE-CONTROL-BLOCK				
S35	SendGOOSEMessage	MC	N	N	
S36	GetGoReference	TP	N	N	

	Services	AA: TP/MC	Client/ Subscriber	Server/ Publisher	Comments
S37	GetGOOSEElementNumber	TP	N	N	
S38	GetGoCBValues	TP	N	N	
S39	SetGoCBValues	TP	N	N	
	GSSE-CONTROL-BLOCK				
S40	SendGSSEMessage	MC	N	N	
S41	GetGsReference	TP	N	N	
S42	GetGSSEElementNumber	TP	N	N	
S43	GetGsCBValues	TP	N	N	
S44	SetGsCBValues	TP	N	N	
	Transmission of sampled value model (SVC) (clause 16)				
	Multicast SVC				
S45	SendMSVMessage	MC	N	N	
S46	GetMSVCBValues	TP	N	N	
S47	SetMSVCBValues	TP	N	N	
	Unicast SVC				
S48	SendUSVMessage	MC	N	N	
S49	GetUSVCBValues	TP	N	N	
S50	SetUSVCBValues	TP	N	N	
	Control (clause 17.5.1)				
S51	Select		N	N	
S52	SelectWithValue	TP	N	N	
S53	Cancel	TP	N	N	
S54	Operate	TP	N	N	
S55	Command-Termination	TP	N	N	
S56	TimeActivated-Operate	TP	N	N	
	File transfer (clause 20)				
S57	GetFile	TP	N	N	
S58	SetFile	TP	N	N	
S59	DeleteFile	TP	N	N	
S60	GetFileAttributeValues	TP	N	N	
	Time (5.5)				
T1	Time resolution of internal clock			1 s	
T2	Time accuracy of internal clock			Y	unspecified
				N	T0
				N	T1
				N	T2
				N	T3
				N	T4
				N	T5
T3	Supported TimeStamp resolution			2–20 s	

Приложение К

(рекомендуемое)

Описание адресов объектов информации (IOA)

для преобразователя с модулем ЭЛКТ по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104

В модуле ЭЛКТ адреса объектов информации (IOA) для доступа по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 (например: со стороны контролирующей станции (диспетчерского пункта) телемеханики) организованы следующим образом:

- IOA=1, ..., IOA=500 – текущее состояние (ВКЛ/ВЫКЛ) дискретного входа (DI) контроллера с соответствующим номером (№) дискретного входа (от 1 до 500);

- IOA=1001, ..., IOA=1500 – текущее состояние (ВКЛ/ВЫКЛ) дискретного выхода (DO) контроллера, доступное для изменения по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, с соответствующим номером (№) дискретного выхода от 1 до 500 (при этом адрес IOA для соотв. дискретного выхода определяется по формуле IOA=1000+№, например: для № = 1, IOA=1000+1=1001);

- IOA=2001, ..., IOA=2500 – текущее значение аналогового входа (AI) модуля с соответствующим номером аналогового входа (№) от 1 до 500 (при этом адрес IOA для соотв. аналогового входа контролера определяется по формуле IOA=2000+№, например: для № = 1, IOA=2000+1=2001);

- IOA=3001, ..., IOA=3500 – текущее значение аналогового выхода (AO) модуля, доступное для изменения по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, с соответствующим номером аналогового выхода (№) от 1 до 500 (при этом адрес IOA для соотв. аналогового выхода контролера определяется по формуле IOA=3000+№, например: для № = 1, IOA=3000+1=3001).

Приложение Л
(рекомендуемое)
Описание команд и регистров
доступа к модулю ЭЛКТ по протоколу Modbus TCP
для преобразователя с модулем ЭЛКТ

Для чтения текущего состояния дискретных входов (DI) модуля необходимо использовать команду (0x02) (“Read Discrete Inputs”) протокола Modbus. Адресация с нуля (нулевой адрес (0x0000) соответствует первому (с номером №1) дискретному входу (DI) контроллера, адрес 0x0001 – дискретному входу (DI) № 2 контроллера, …, адрес 0x01F3 (=499) – дискретному входу № 500 контроллера).

Для чтения текущего состояния дискретных выходов (DO) контроллера необходимо использовать команду (0x01) (“Read Coils”) протокола Modbus.

Для изменения текущего состояния (ВКЛ / ВЫКЛ) дискретных выходов модуля необходимо использовать команду (0x05) (“Write Single Coil”) или команду (0x0F) (“Write Multiple Coils”) протокола Modbus. Адресация дискретных выходов – с нуля (при этом нулевой адрес (0x0000) соответствует первому (с номером №1) дискретному выходу (DO) контроллера, адрес 0x0001 – дискретному выходу (DO) № 2 контроллера, …, адрес 0x01F3 (=499) – дискретному выходу (DO) № 500 контроллера).

Для чтения текущих значений аналоговых входов (AI) модуля необходимо использовать команду (0x04) (“Read Input Registers”) протокола Modbus. Каждое значение одного аналогового входа занимает два смежных регистра по протоколу Modbus в формате Float BE («Big-Endian»), адресация аналоговых входов – с нуля (при этом пара регистров с адресами 0x0000/0x0001 протокола соответствуют первому (с номером №1) аналоговому входу (AI) модуля, пара регистров с адресами 0x0002/0x0003 – аналоговому входу (AI) №2 контроллера, …, пара регистров с адресами 0x03E6/0x03E7 (= 998/999) – аналоговому входу (AI) №500 контроллера).

Для чтения текущих значений аналоговых выходов (AO) модуля необходимо использовать команду (0x03) (“Read Holding Registers”) протокола Modbus. Для изменения текущих значений аналоговых выходов необходимо использовать команду (0x06) (“Write Single Register”) или команду (0x10) (“Write Multiple

registers”) протокола Modbus. Каждое текущее значение одного аналогового выхода (АО) занимает два смежных регистра хранения (“Holding Registers”) протокола Modbus в формате Float BE («Big-Endian»), адресация аналоговых выходов – с нуля (при этом пара регистров хранения с адресами 0x0000/0x0001 соответствуют первому (с номером №1) аналоговому выходу (АО) модуля, пара регистров хранения с адресами 0x0002/0x0003 – аналоговому входу №2 модуля, …, пара регистров хранения с адресами 0x03E6/0x03E7 (= 998/999) – аналоговому выходу №500 контроллера).

Приложение М
(рекомендуемое)
Описание программы, реализующей выполнение
локальных алгоритмов работы АСУ ТП для прибора с модулем ЭЛКТ

М.1 Общие сведения

В данном приложении приведены сведения о настраиваемой в модуле программе (на языке JavaScript (Ecmascript E5/E5.1)), реализующей выполнения алгоритмов АСУ ТП в контроллере, включая:

- сведения о механизмах работы программы (**М.2**);

- описание состава функций языка JavaScript, доступных для использования в программе (**М.3**).

Дополнительно в **М.4** приводится листинг программы на JavaScript для примера.

М.2 Функционирование программы

Основные сведения о механизмах функционирования программы приведены выше в 1.3.2.6. Дополнительные сведения приведены ниже.

Программа на JavaScript исполняется один раз при включении прибора (подаче электропитания на прибор). В дальнейшем алгоритм должен работать событийно (асинхронно) в предположении, что при старте (первоначальном выполнении программы после включения/подачи электропитания на прибор) были зарегистрированы все необходимые обработчики событий (например, при старте может регистрироваться обработчик события изменения значения дискретного входа, который будет вызываться при обнаружении изменения значения дискретного входа). Ошибки, возникающие в процессе работы программы на JavaScript, обработки заносятся во внутренний журнал событий контроллера.

М.3 Описание расширенного функционала JavaScript

В программе на JavaScript доступно использование всего набора функций, а также структур данных (в т.ч. объектов) в полном соответствии со стандартом Ecmascript E5/E5.1.

Дополнительно в программе доступен набор функций JavaScript, специфичных для контроллера телемеханики, расширяющих основной функционал JavaScript в соответствии с Ecmascript E5/E5.1. Указанные функции JavaScript из расширенного набора описаны далее.

Функции работы с таймерами

setTimeout(callback, delay) - Выполнить функцию **callback** через **delay** миллисекунд. Функция возвращает идентификатор таймера.

cancelTimeout(timer) - Отменить выполнение таймера с идентификато-

ром **timer**.

setInterval(callback, delay) - Выполнять функцию **callback** через промежутки времени равные **delay** миллисекунд. Функция возвращает идентификатор таймера.

clearInterval(timer) - Отменить выполнение интервального таймера с идентификатором **timer**.

Дискретные входы

discreteInput(index) - Получить объект, предоставляющий функции работы с дискретным входом с номером **index** (нумерация с единицы).

DiscreteInput.index - Свойство только для чтения. Возвращает номер дискретного входа.

DiscreteInput.getValue() - Получить текущее значение (bool) дискретного входа.

Дискретные выходы

discreteOutput(index) - Получить объект, предоставляющий функции работы с дискретным выходом с номером **index** (нумерация с единицы).

DiscreteOutput.index - Свойство только для чтения. Возвращает номер дискретного выхода.

DiscreteOutput.getValue() - Получить текущее значение (bool) дискретного выхода.

DiscreteOutput.setValue(value) - Установить значение **value** (bool) дискретного выхода. Установка значения выполняется асинхронно.

Аналоговые входы

analogInput(index) - Получить объект, предоставляющий функции работы с аналоговым входом с номером **index** (нумерация с единицы).

AnalogInput.index - Свойство только для чтения. Возвращает номер аналогового входа.

AnalogInput.getValue() - Получить текущее значение (number) аналогового входа.

Аналоговые выходы

analogOutput(index) - Получить объект, предоставляющий функции работы с аналоговым выходом с номером **index** (нумерация с единицы).

AnalogOutput.index - Свойство только для чтения. Возвращает номер аналогового выхода.

AnalogOutput.getValue() - Получить текущее значение (number) аналогового выхода.

AnalogOutput.setValue(value) - Установить значение **value** (number) ана-

логового выхода. Установка значения выполняется асинхронно.

Вспомогательные функции

alert(obj) - Занести в журнал событий контроллера сообщение со значением строкового представления **obj**.

М.4 Пример программы

Ниже приведен листинг примерной программы на JavaScript:

```
/**
 * Пример модуля управления освещением.
 * К дискретному входу №15 подключен датчик движения.
 * К дискретному выходу №11 подключен сигнал управления освещением.
 * Освещение непрерывно включено с 9:00 до 18:00 (рабочее время), в
 * остальное время освещение включается только при обнаружении движения.
 */
// Сигнал от датчика движения
var motionSensor = discreteInput(15);
// Сигнал управления освещением
var lightRelay = discreteOutput(11);
// Статус текущего времени суток (рабочее или нерабочее время).
// Для возможности мониторинга значения по внешним протоколам эту
// переменную можно настроить в качестве программного дискретного входа.
var isWorkingTime = false;
// Задержка выключения реле освещения
// при отсутствии движения в миллисекундах.
// Для возможности регулирования значения
// по внешним протоколам эту переменную
// можно настроить в качестве программного аналогового выхода.
var lightOffDelay = 30000;
/**
 * Функция управления освещением
 */
function lightControl() {
  var now = new Date();
  // Обновление статуса текущего времени суток
  isWorkingTime = now.getHours() >= 9 && now.getHours() < 18;
  // Держать освещение постоянно включенным в рабочее время
  // В остальное время - только при наличии движения
```

```
  lightRelay.setValue(isWorkingTime || motionSensor.getValue()
      || now - motionSensor.lastChangeTime < lightOffDelay);
}
/**
 * Запуск управления освещением раз в секунду и при обнаружении движения.
*/
setInterval(lightControl, 1000);
motionSensor.on('change', lightControl)
```