

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ
ЕТ**

ЗТФЛА.499.017 РЭ

Руководство по эксплуатации

Содержание

Вводная часть.....	3
1 Описание и работа.....	3
1.1 Назначение изделия.....	3
1.2 Технические характеристики.....	5
1.3 Состав изделия.....	10
1.4 Устройство и работа.....	10
1.5 Маркировка и пломбирование	13
1.6 Упаковка.....	13
2 Использование по назначению.....	13
2.1 Подготовка изделия к использованию.....	13
2.2 Использование изделия.....	14
3 Техническое обслуживание.....	14
4 Хранение и транспортирование.....	15
4.1 Хранение ПИМ.....	15
4.2 Транспортирование ПИМ.....	15
5 Утилизация.....	15
Приложение А Габаритные и установочные размеры ПИМ	16
Приложение Б Схемы электрические подключений	17
Приложение В Руководство по эксплуатации программы "EMaster".....	19
Приложение Г Протоколы обмена преобразователей серии ETxxx.....	26



Внимание!

При выпуске из производства для обоих интерфейсов преобразователя устанавливаются следующие параметры связи:

- протокол Modbus RTU;
- скорость обмена – 9600 бит/сек;
- формат передачи слова (байта) данных – 8N2:
 - 1 стартовый бит;
 - 8 бит данных (младший бит посылается первым);
 - 2 стоповых бита (нет бита паритета);
- смещение адресов информационных объектов 0x0000;
- сетевой адрес прибора совпадает с двумя последними цифрами его серийного номера.

Интерфейс-2 имеет следующие функциональные особенности:

- при подаче питания на прибор, интерфейс в течение 10 сек находится в режиме обмена в соответствии с заводскими настройками (независимо от пользовательских настроек интерфейса). Это дает возможность пользователю с помощью СПО «EMaster» обнаружить и восстановить утраченные параметры настройки интерфейсов ПИМ;
- имеет специальный режим работы для осуществления метрологической поверки прибора.

Настоящее руководство (РЭ) предназначено для ознакомления с принципом работы преобразователей измерительных многофункциональных ЕТ (далее ПИМ), содержит технические характеристики, описание конструкции и другие сведения, необходимые для правильной их эксплуатации и обслуживания.

В РЭ приняты следующие сокращения:

ПИМ - преобразователь измерительный многофункциональный;

ТИТ - телеизмерения текущих значений параметров;

ВПО – встроенное программное обеспечение;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

EEPROM – энергонезависимая память.

ИТТ – измерительный трансформатор тока;

ИТН – измерительный трансформатор напряжения;

K_T – коэффициент трансформации ИТТ;

K_N - коэффициент трансформации ИТН;

ПЭВМ - персональная электронно-вычислительная машина;

СПО – сервисное программное обеспечение ПЭВМ;

При дальнейшем совершенствовании ПИМ возможны незначительные изменения в конструкции и ВПО, повышающие их технико-эксплуатационные параметры, не отраженные в РЭ.

1 Описание и работа

1.1 Назначение изделия

1.1.1 ПИМ предназначены для линейного преобразования параметров трехпроводных или четырехпроводных электрических сетей переменного трехфазного тока частотой 50 Гц в цифровые сигналы и передачи их в локальную информационную сеть автоматизированной системы диспетчерского управления.

1.1.2 ПИМ могут применяться для контроля параметров электрических сетей и установок при комплексной автоматизации объектов электроэнергетики, в автоматизированных системах управления технологическими процессами энергоемких объектов различных отраслей промышленности.

1.1.3 ПИМ соответствуют ТУ ВУ 300436592.014 -2009, комплекту конструкторской документации ЗТФЛА.499.017 и ГОСТ 12997. Внешний вид ПИМ приведен в приложении А.

1.1.4 ПИМ подключаются к измерительной цепи непосредственно или через ИТТ и ИТН.

1.1.5 ПИМ имеют два независимых изолированных порта типа RS-485, каждый из которых (или оба одновременно) может быть использован для:

- передачи измеренных параметров в локальную информационную сеть;
- передачи данных на интеллектуальное индикаторное устройство;
- технологических настроек ПИМ;
- метрологической поверки ПИМ.

1.1.6 В таблице 1 представлены параметры трехпроводных и четырехпроводных электрических сетей, измеряемые преобразователями серии ЕТxxx.

1.1.7 Питание ПИМ осуществляется от сети переменного тока номинальным напряжением 230 В частотой 50 Гц или от измерительной цепи, в зависимости от модификации.

1.1.8 ПИМ выполнены в корпусах, предназначенных для навесного монтажа на панелях, щитах или DIN-рейках с передним присоединением монтажных проводов.

1.1.9 ПИМ работают при температуре окружающего воздуха от минус 40 до плюс 60 °С и относительной влажности до 95 % при температуре 35 °С.

1.1.10 ПИМ относятся к оборудованию, эксплуатируемому в стационарных условиях производственных помещений (вне жилых домов).

1.1.11 ПИМ не предназначены для применения в пожароопасных и взрывоопасных зонах.

1.1.12 ПИМ являются восстанавливаемыми, взаимозаменяемыми и ремонтпригодными изделиями.

Таблица 1-а Измеряемые параметры при четырехпроводной схеме подключения

Наименование параметра	Обозначение	Измеряемые параметры				Расчетные выражения
		E1xx	E2xx	E3xx	E4xx	
Действующее значение фазного напряжения	Ua Ub Uc	+	+	+	+	$U_{\phi} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} u_{\phi i}^2}$
Действующее значение напряжения нулевой последовательности	Uo	+	+	+	+	$U_0 = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (u_{Ai} + u_{Bi} + u_{Ci})^2}$
Действующее значение междуфазного напряжения	Uab Ubc Uca	+	+	+	+	$U_{AB} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (u_{Ai} - u_{Bi})^2}$
Действующее значение силы фазного тока	Ia Ib Ic	+	+	+	+	$I_{\phi} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} i_{\phi i}^2}$
Действующее значение силы тока нулевой последовательности	Io	+	+	+	+	$I_0 = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (i_{Ai} + i_{Bi} + i_{Ci})^2}$
Активная мощность фазы нагрузки	Pa Pb Pc	-	+	+	+	$P_{\phi} = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} u_{\phi i} \cdot i_{\phi i}$
Суммарная активная мощность	P	-	+	+	+	$P = P_A + P_B + P_C$
Реактивная мощность фазы нагрузки	Qa Qb Qc	-	-	+	+	$Q_{\phi} = \pm \sqrt{S_{\phi}^2 - P_{\phi}^2}$
Суммарная реактивная мощность	Q	-	-	+	+	$Q = Q_A + Q_B + Q_C$
Полная мощность фазы нагрузки	Sa Sb Sc	-	-	+	+	$S_{\phi} = U_{\phi} \cdot I_{\phi}$
Суммарная полная мощность	S	-	-	+	+	$S = S_A + S_B + S_C$
Коэффициент мощности фазы нагрузки	Cosφa Cosφb Cosφc	-	-	-	+	$\text{Cos} \varphi_{\phi} = \frac{P_{\phi}}{S_{\phi}}$
Коэффициент мощности 3-х фазной системы	Cosφ	-	-	-	+	$\text{Cos} \varphi = \frac{P}{S}$
Частота сети	f	-	-	-	+	$f = \frac{1}{T}$
Примечание: Знак «+» означает, что параметр измеряется, знак «-» - не измеряется.						

Таблица 1-б Измеряемые параметры при трехпроводной схеме подключения

Наименование Параметра	Обозначение	Измеряемые параметры				Расчетные выражения
		ET1xx	ET2xx	ET3xx	ET4xx	
Действующее значение междуфазного напряжения	Uab Ubc Uca	+	+	+	+	$U_{AB} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (u_{Ai} - u_{Bi})^2}$
Действующее значение силы фазного тока	Ia Ib Ic	+	+	+	+	$I_{\phi} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} i_{\phi i}^2}$
Суммарная активная мощность	P	-	+	+	+	$P = P_{AB} + P_{BC}$
Суммарная реактивная мощность	Q	-	-	+	+	$Q = \pm \sqrt{S^2 - P^2}$
Суммарная полная мощность	S	-	-	+	+	$S = (S_{AB} + S_{BC}) \cdot \cos 30$
Коэффициент мощности 3-х фазной системы	Cosφ	-	-	-	+	$\cos \varphi = \frac{P}{S}$
Частота сети	f	-	-	-	+	$f = \frac{1}{T}$
Примечание: Знак «+» означает, что параметр измеряется, знак «-» - не измеряется.						

Пример записи преобразователя измерительного многофункционального серии ET4xx, модификации с питанием от измерительной цепи и номинальным током фазы 0,5 А в других документах и при заказе:

Преобразователь измерительный многофункциональный ET434 ТУ ВУ 300436592.014 -2009

1.2. Технические характеристики

1.2.1 Номинальные значения основных измеряемых параметров, серия ПИМ, модификация и вид питания приведены в таблице 2.

1.2.2 Номинальное значение измеряемой частоты $f_H = 50$ Гц.

1.2.3 Номинальное значение коэффициентов:

активной мощности $\cos \varphi_H = \pm 1$; реактивной мощности $\sin \varphi_H = \pm 1$.

1.2.4 Текущие значения измеряемых параметров (ТИТ), в зависимости от настройки ПИМ, могут считываться устройствами верхнего уровня в следующих форматах:

- двухбайтные значения в относительном целочисленном формате (нормализованные значения);
- двухбайтные масштабированные значения с фиксированной запятой (физические значения);
- четырехбайтные масштабированные значения с плавающей запятой (физические значения).

Таблица 2

Серия ПИМ	Модификация	Номинальные значения измеряемых параметров					Вид питания	
		Ток фазы, Ин, А	Напряжение фазное, Унф, В	Напряжение междуфазное (линейное), Унл, В	Мощность фазы, Рнф, Вт Qнф, вар Snф, В·А	Мощность суммарная Рнф, Вт Qнф, вар Snф, В·А		
1	2	3	4	5	6	7	8	
ET1xx	ET111	5,0	$100/\sqrt{3}$ =57,735	100	-	-	230 В, 50 Гц	
	ET112	2,5			-	-		
	ET113	1,0			-	-		
	ET114	0,5			-	-		
	ET121	5,0	$380/\sqrt{3}$ =219,39	380	-	-		
	ET122	2,5			-	-		
	ET123	1,0			-	-		
	ET124	0,5			-	-		
	ET131	5,0	$100/\sqrt{3}$	100	-	-		измерительная цепь
	ET132	2,5			-	-		
	ET133	1,0			-	-		
	ET134	0,5			-	-		
ET2xx	ET211	5,0	$100/\sqrt{3}$	100	288,7	866,0	230 В, 50 Гц	
	ET212	2,5			144,3	433,0		
	ET213	1,0			57,74	173,0		
	ET214	0,5			28,87	86,60		
	ET221	5,0	$380/\sqrt{3}$	380	1097	-		
	ET222	2,5			548,5	-		
	ET223	1,0			219,4	-		
	ET224	0,5			109,7	-		
	ET231	5,0	$100/\sqrt{3}$	100	288,7	866,0		измерительная цепь
	ET232	2,5			144,3	433,0		
	ET233	1,0			57,74	173,0		
	ET234	0,5			28,87	86,60		
ET3xx	ET311	5,0	$100/\sqrt{3}$	100	288,7	866,0	230 В, 50 Гц	
	ET312	2,5			144,3	433,0		
	ET313	1,0			57,74	173,0		
	ET314	0,5			28,87	86,60		
	ET321	5,0	$380/\sqrt{3}$	380	1097	3291		
	ET322	2,5			548,5	1645		
	ET323	1,0			219,4	658,2		
	ET324	0,5			109,7	329,1		
	ET331	5,0	$100/\sqrt{3}$	100	288,7	866,0		измерительная цепь
	ET332	2,5			144,3	433,0		
	ET333	1,0			57,74	173,0		
	ET334	0,5			28,87	86,60		
ET4xx	ET411	5,0	$100/\sqrt{3}$	100	288,7	866,0	230 В, 50 Гц	
	ET412	2,5			144,3	433,0		
	ET413	1,0			57,74	173,0		
	ET414	0,5			28,87	86,60		
	ET421	5,0	$380/\sqrt{3}$	380	1097	3291		
	ET422	2,5			548,5	1645		
	ET423	1,0			219,4	658,2		
	ET424	0,5			109,7	329,1		
	ET431	5,0	$100/\sqrt{3}$	100	288,7	866,0		измерительная цепь
	ET432	2,5			144,3	433,0		
	ET433	1,0			57,74	173,0		
	ET434	0,5			28,87	86,60		

1.2.4.1 Нормализованные значения ТИТ представляются и считываются из прибора в виде:

$$N = K \cdot A / A_{ном}$$

Для преобразования N в значения физических величин следует пользоваться выражением:

$$A = N \cdot A_{ном} / K, \quad \text{где:}$$

N – полученное с прибора значение параметра (нормализованное число, 2 байта);

K – коэффициент приведения (нормирующее значение Таблица-4);

A – значение измеряемого параметра в физических единицах (В, А, Вт, вар, В·А, Гц, ед.);

$A_{ном}$ – номинальное значение параметра (Таблица-2 и п.1.2.2).

Для повышения точности считывания значения частоты сети, коэффициент приведения по этому параметру может быть увеличен в 10 раз ($K=50000$) при настройке ПИМ. Тогда нормализованное значение N считывается с прибора как двухбайтное положительное число без знака (номинальное значение 50000).

1.2.4.2 Масштабированные значения физических величин с фиксированной запятой (только для протокола МЭК 60870-5-101) представляются в виде:

- значение физической величины в физических единицах - 2-байта.
- положение запятой – дополнительный байт.

1.2.4.3 Четырехбайтные масштабированные значения физических величин с плавающей запятой представляются в виде короткого формата стандарта IEEE STD 754:

В 4-х байтах передаются: знак числа, порядок числа и дробная часть мантиссы.

Более подробные сведения о представлении чисел в соответствующих протоколах обмена - см. Приложение-Г.

1.2.5 В таблице 3 указаны рабочие диапазоны измеряемых параметров и напряжений питания ПИМ различных модификаций.

Таблица 3

Наименование параметра	Диапазон изменения	Модификация ПИМ
Частота измеряемых сигналов (f)	45 ... 55 Гц	все
Коэффициент активной мощности (cosφ)	±(0...1...0)	ET211-ET214, ET221-ET224 ET231-ET234; ET311-ET314, ET321-ET324 ET331-ET334; ET411-ET414, ET421-ET424 ET431-ET434
Коэффициент реактивной мощности (sinφ)	±(0,5...1...0,5)	ET311-ET314, ET321-ET324 ET331-ET334; ET411-ET414, ET421-ET424 ET431-ET434
Действующие значения фазных и между- фазных напряжений (Uф, Ул)	0 ... 1,2•U _н	ET111-ET114, ET121-ET124 ET211-ET214, ET221-ET224 ET311-ET314, ET321-ET324 ET411-ET414, ET421-ET424
	0,8 ... 1,2•U _н	ET131- ET134, ET231-ET234, ET331-ET334, ET431-ET434
Действующие значения фазных токов (Iф)	0 ... 1,2•I _н	все
Напряжение питания ПИМ (Uп)	195,5 ... 253 В	ET111-ET114, ET121-ET124 ET211-ET214, ET221-ET224 ET311-ET314, ET321-ET324 ET411-ET414, ET421-ET424
Примечание: U _н , I _н – номинальные значения измеряемых напряжений и токов (Таблица 2)		

1.2.6 Пределы допускаемых основных приведенных погрешностей измерений не превышают значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Измеряемый параметр	$\gamma, \%$	Нормирующее значение
Действующее значение фазного напряжения	$\pm 0,2$	5000
Действующее значение междуфазного напряжения	$\pm 0,2$	5000
Действующее значение напряжения нулевой последовательности	$\pm 0,2$	5000
Действующее значение фазного тока	$\pm 0,2$	5000
Действующее значение тока нулевой последовательности	$\pm 0,2$	5000
Активная мощность фазы нагрузки	$\pm 0,5$	5000
Суммарная активная мощность	$\pm 0,5$	5000
Реактивная мощность фазы нагрузки	$\pm 0,5$	5000
Суммарная реактивная мощность	$\pm 0,5$	5000
Полная мощность фазы нагрузки	$\pm 0,5$	5000
Суммарная полная мощность	$\pm 0,5$	5000
Частота сети	$\pm 0,01$	5000 (x10)
Коэффициент мощности фазы нагрузки	$\pm 0,5$	5000
Коэффициент мощности 3-х фазной системы	$\pm 0,5$	5000

1.2.7 Время установления рабочего режима не превышает 5 мин после подачи питания.

1.2.8 Частота обновления измеренных данных в регистрах ПИМ - не менее 12 Гц.

1.2.9 Точность хода встроенных часов астрономического времени не хуже ± 3 с/сутки.

1.2.10 Количество одновременно обслуживаемых каналов передачи данных на скоростях 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/сек – два.

1.2.11 Приемник интерфейса RS-485 имеет входное сопротивление, эквивалентное 1/4 единичной (стандартной) нагрузке, что позволяет подключать к шине данных до 128 таких же устройств. Защитные цепи интерфейса реализованы внутри микросхемы приемо-передатчика и выдерживают короткие выбросы напряжения в шине данных мощностью до 400 Вт в пике.

1.2.12 С помощью СПО «EMaster» прибор конфигурируется по следующим основным параметрам (см. Приложение В):

1) Вид измеряемой сети (трехпроводная, четырехпроводная);

2) Параметры связи:

- адрес в локальной сети в диапазоне от 1 до 254;
- скорость обмена от 1200 до 115200 бит/с;
- контроль паритета (четность, нечетность, отсутствие).

3) Тип протоколов обмена и параметры протоколов:

- Modbus RTU (Modbus ASCII);
- МЭК 60870-5-101.

4) Форматы представления данных:

- нормализованные значения;
- масштабированные значения с фиксированной запятой;
- масштабированные значения с плавающей запятой.

5) Параметры для поддержки службы единого времени:

- установка и синхронизация встроенных часов;
- переход на летнее время;
- установка таймера действительности времени.

6) Конфигурация групп параметров (две группы ТИТ);

- произвольный набор измеряемых параметров из списка доступных;
- смещение начальных адресов групп ТИТ (для команд считывания данных).

7) Дополнительные информационные параметры:

- произвольное сообщение пользователя (текстовая строка длиной до 64 символов);
- значения коэффициентов трансформации КТТ и КТН, к которым подключен ПИМ.

8) Параметры для проведения поверки ПИМ.

1.2.13 Степень защиты корпуса ПИМ от воздействия окружающей среды IP54, клеммной колодки - IP20 (ГОСТ 14254).

1.2.14 По безопасности от поражения электрическим током ПИМ соответствуют требованиям ГОСТ 12.2.091. Для цепи питания категория перенапряжения (категория монтажа) II, степень загрязнения 1. Для входных цепей напряжения категория перенапряжения (категория монтажа) I, степень загрязнения 1 по ГОСТ 12.2.091.1.

1.2.15 По защите от поражения электрическим током ПИМ относится к классу защиты II по ГОСТ 12.2.091.

1.2.16 Изоляция электрических цепей ПИМ относительно корпуса и между собой выдерживает в течение 1 мин испытательное напряжение практически синусоидальной формы частотой 50 Гц, величина которого указана в таблице 5.

1.2.17 Клеммные зажимы, предназначенные для подключения измерительных цепей с опасным напряжением, закрыты крышками.

1.2.18 ПИМ устойчивы к электростатическим разрядам 3-го испытательного уровня по СТБ МЭК 61000-4-2.

1.2.19 ПИМ устойчивы к радиочастотному электромагнитному полю 2-й степени жесткости по СТБ ГОСТ Р 51317.4.3.

1.2.20 ПИМ устойчивы к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения испытательного уровня для класса 3 по СТБ МЭК 61000-4-11.

Таблица 5

Наименование цепей	Климатические условия			
	Температура, (20±2) °С, влажность до 80 %		Температура, (35±3) °С, влажность (95±3) %	Температура, (60±3) °С, влажность до 80 %
	Испытательное напряжение, кВ	Сопротивление изоляции, МОм	Сопротивление изоляции, МОм	Сопротивление изоляции, МОм
Корпус – остальные цепи	2,3	40	2,0	10
Цепь питания – остальные цепи	2,3	40	2,0	10
Входные цепи (Ua, Ub, Uc, N, Ia, Ib, Ic) - выход RS-485	1,4	40	2,0	10
Параллельные входные цепи (Ua, Ub, Uc, N) – последовательные входные цепи (Ia, Ib, Ic)	1,4	40	2,0	10
Ia - Ib, Ic; Ib - Ic	1,4	40	2,0	10

1.2.21 ПИМ устойчивы к наносекундным импульсным помехам 3-го испытательного уровня по СТБ МЭК 61000-4-4.

1.2.22 ПИМ устойчивы к микросекундным импульсным помехам большой энергии 2-го испытательного уровня по СТБ МЭК 61000-4-5.

1.2.23 ПИМ удовлетворяют нормам помехоэмиссии для оборудования класса А по СТБ ГОСТ Р 51522.

1.2.24 ПИМ устойчивы к воздействию синусоидальной вибрации частотой от 10 до 55 Гц с амплитудой смещения до 0,15 мм.

1.2.25 Конструкция ПИМ обеспечивает возможность крепления на щитах, панелях и на 35-миллиметровую DIN-рейку.

1.2.26 Мощность, потребляемая ПИМ от цепи входного сигнала (при номинальных значениях входных сигналов) не превышает:

- для каждой последовательной цепи – 0,1 В·А.

- для параллельных цепей ET131 – ET134; ET231 – ET234; ET334 – ET334; ET431 – ET434: от фазы А – 0,9 В·А; от фазы В – 0,1 В·А; от фазы С – 0,9 В·А.

- для каждой параллельной цепи ET111 – ET114; ET211 – ET214; ET311 – ET314; ET411 – ET414 – 0,05 В·А.

- для каждой параллельной цепи ET121 – ET124; ET221 – ET224; ET321 – ET324; ET421 – ET424 – 0,2 В·А

1.2.27 Мощность потребляемая ПИМ от источника питания не превышает 2,5 В·А.

1.2.28 Масса ПИМ, не более 0,7 кг.

1.2.29 Габаритные размеры ИП, не более 110x120x125 мм.

1.2.30 Средняя наработка на отказ, с учетом техобслуживания, не менее 150000 ч.

1.2.31 Среднее время восстановления работоспособного состояния не превышает 1 час.

1.2.32 Средний срок службы ПИМ, не менее 15 лет.

1.2.33 ПИМ драгоценных металлов не содержит.

1.3 Состав изделия

1.3.1 Комплектность поставки ПИМ указана в таблице 6.

Таблица 6

Обозначение документа	Наименование и условное обозначение	Количество, шт.
ЗТФЛА.499.017	Преобразователь измерительный многофункциональный ET.	1
ЗТФЛА.499.017 ПС	Преобразователи измерительные многофункциональные ET. Паспорт	1
ЗТФЛА.499.017 РЭ	Преобразователи измерительные многофункциональные ET. Руководство по эксплуатации	1*
МП.ВТ.196-2008	Преобразователи измерительные многофункциональные ET. Методика поверки	1*
5ТФЛА.804.003-02	Упаковка картонная	1
	Компакт-диск с программным обеспечением	1**
Примечания: 1) * допускается поставка в электронном виде на компакт-диске, вместе с СПО; 2) ** при поставке одному потребителю нескольких ПИМ допускается прилагать по одному диску на каждые три изделия, или количество по согласованию с потребителем.		

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Габаритные и установочные размеры ПИМ приведены в приложении А.

1.4.2 Конструктивно ПИМ состоит из: основания корпуса с расположенными на нем контактными узлами, крышки корпуса, двух крышек контактных узлов и двух печатных плат с электронными компонентами.

Зажимные клеммы контактных узлов обеспечивают надежный контакт с подводящими медными или алюминиевыми проводами сечением от 0,28 мм² (d=0,6 мм) до 7,07 мм² (d=3 мм).

Крышки контактных узлов защищают клеммы от попадания на них посторонних предметов и касания токопроводящих контактов руками. Крышка корпуса крепится к основанию при помощи двух винтов, шлицы которых пломбируются.

1.4.3 Электрическая часть ПИМ (Рисунок 1) состоит из формирователей входных сигналов токов и напряжений (Ф-1 – Ф-6), электронного вычислительного модуля (микроконтроллер), двух модулей интерфейсов (RS-485) и модуля питания (БП).

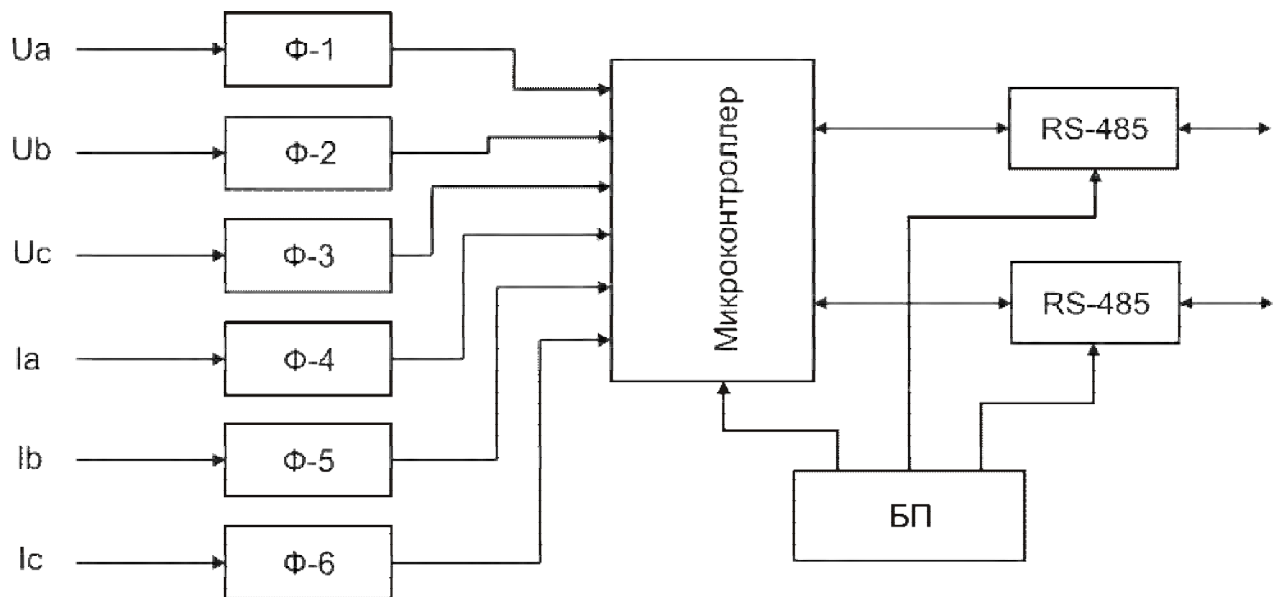


Рисунок 1 Функциональная схема ETxxx

1.4.4 Все электронные узлы ПИМ размещены на двух печатных платах, которые крепятся к основанию корпуса с помощью винтов.

Каждый из шести формирователей входных сигналов состоит из резистивного делителя напряжения (тока), элементов защиты от перенапряжений, антиэлайсингового фильтра и операционного усилителя, согласующего измеряемую цепь с АЦП.

Быстродействующий АЦП разрядностью 12 бит находится на кристалле микроконтроллера и выполняет 64 преобразования по каждому из 6-ти измерительных каналов за период входного сигнала (номинально за 20 мсек).

В качестве вычислительного ядра используется 16-ти разрядный RISC-процессор с производительностью 16 млн. операций в секунду. Умножение 16-ти разрядных чисел выполняется аппаратно.

Встроенные часы реального времени используются для поддержки системы единого времени на объекте и реализованы с использованием высокоточного кварцевого резонатора и встроенного в микроконтроллер 16-ти разрядного таймера-счетчика. Дополнительного питания для их функционирования не требуется.

Предусмотрена возможность перехода на летнее время. Переход на летнее время осуществляется автоматическим переводом счетчика часов (с 02:00 часов на 03:00 часа) в последнее воскресенье марта. Возврат с летнего времени осуществляется переводом счетчика часов (с 03:00 часов на 02:00 час) в последнее воскресенье октября.

Два интерфейсных модуля выполняют электрическое согласование между каналами передачи данных процессора и физическими линиями передачи данных интерфейсов RS-485. Гальваническая развязка измерительных цепей от интерфейсных модулей обеспечена специализированными микросхемами с прочностью изоляции 2500 В переменного тока.

Питание микроконтроллера и модулей интерфейсов осуществляется от 3-х отдельных обмоток питающего трансформатора.

1.4.5 ВПО обеспечивает считывание мгновенных значений сигналов переменных напряжений и токов с АЦП, фазовую коррекцию этих сигналов и вычисление параметров измеряемой 3-х фазной сети переменного тока. Полный цикл измерений синхронизирован с периодом измеряемого сигнала.

Дискретность преобразования аналоговых сигналов зависит от их периода и номинально составляет 312,5 мкс по каждому каналу (64 преобразования за период), что позволяет с достаточной степенью точности фиксировать их 13-ю гармонику.

Обработанные данные каждые 80 мсек обновляются в буферном массиве памяти процессора и могут быть считаны в произвольный момент времени двумя интеллектуальными устройствами верхнего уровня (контроллер, ПЭВМ) по двум последовательным интерфейсам одновременно.

ВПО поддерживает обмен данными в соответствии с протоколами Modbus RTU, Modbus ASCII, МЭК 60870-5-101. Каждому интерфейсу может быть назначен индивидуальный протокол обмена, параметры передачи, адрес считываемых объектов информации (см. Приложение Г).

1.4.6 Особенности работы интерфейсов передачи данных.

Настройка интерфейсов при выпуске из производства приведена в таблице 7

Сетевой адрес совпадает с двумя последними цифрами серийного номера по системе нумерации предприятия-изготовителя кроме случая, когда две последние цифры номера равны нулю. Например, серийному номеру 10xxx00 соответствует сетевой адрес 100, номеру 10xxx05 соответствует сетевой адрес 5, а номеру 10xxx38 – сетевой адрес 38.

Таблица 7

№	Наименование параметра	Настройка	Примечание
Интерфейс-1 и Интерфейс-2			
1	Скорость обмена	9600 бод	бит/сек
2	Формат байта	8N2	два стоп бита
3	Паритет	отсутствует	
4	Протокол обмена	Modbus RTU	

Интерфейс-2 имеет следующие функциональные особенности:

- имеет специальный режим работы для осуществления метрологической поверки прибора;
- при подаче питания на прибор, интерфейс в течение 10 сек находится в режиме обмена соответствующем Таблице 7 (независимо от пользовательских настроек интерфейса). Это дает возможность пользователю с помощью СПО (например, «EMaster») обнаружить и восстановить утраченные параметры настройки интерфейсов ПИМ.

1.4.7 Доступные для считывания измеренные значения представляются в виде 3-х групп параметров (объектов информации):

Группа 0 – полные (общие) данные. Параметры доступны всегда, не зависимо от настройки. Их количество определяется модификацией преобразователя;

Группа 1 – параметры, выбираемые из полных данных при конфигурировании прибора. Последовательность передачи параметров в канал и их количество произвольны;

Группа 2 – параметры, выбираемые из полных данных при конфигурировании прибора. Последовательность передачи параметров в канал и их количество произвольны.

Каждая группа параметров может считываться независимо по двум интерфейсам одновременно двумя ведущими устройствами (допускаются разные протоколы обмена).

Каждый объект информации (одиночный параметр или группа параметров) имеет свой уникальный адрес. Адреса объектов информации перенастраиваются с помощью программы конфигурации для каждого интерфейса отдельно, и могут смещаться в пределах 16-ти разрядного адресного пространства от -32768 до +32767.

Внимание!

Изготовитель рекомендует в качестве основных информационных объектов для считывания использовать Группу-1 и Группу-2.

В совокупности с перестраиваемым начальным адресом, произвольным набором параметров и произвольной последовательностью их передачи в канал эти информационные объекты можно рассматривать как универсальные.

1.4.8 В комплект поставки преобразователей входит сервисное программное обеспечение «EMaster», которое функционирует под управлением ОС Windows XP/2000/NT, Windows-7 и обеспечивает (см. приложение В):

- автоматическое распознавание ПИМ, подключенного к последовательному порту компьютера;
- изменение конфигурационных параметров ПИМ под нужды пользователя;
- восстановление заводских настроек;
- инициализацию средств поддержки службы единого времени;
- наблюдение измеряемых параметров ПИМ;

- метрологическую поверку параметров ПИМ;
- обновление версий протоколов обмена из файла ПК.

Автоматическое распознавание ПИМ (определение его адреса) возможно, если в программе «EMaster» изначально правильно установлены параметры связи с прибором:

- протокол обмена;
- скорость обмена;
- формат передачи байта данных.

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 Содержание маркировки, место и способ нанесения соответствуют конструкторской документации.

Маркировка ПИМ содержит:

- наименование ПИМ и его обозначение;
- номинальные значения входных сигналов;
- символ двойной изоляции;
- год изготовления и порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- схему подключения (с обозначением полярности зажимов);
- Знак Государственного реестра РБ;
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- надпись: «Сделано в Беларуси».

Маркировка ПИМ, поставляемых на экспорт, соответствует требованиям заказа-наряда.

1.5.2 При выпуске ПИМ с производства на один из винтов, крепящих крышку к основанию, наносится оттиск поверительного клейма, а на другой - оттиск клейма предприятия-изготовителя.

1.6 Упаковка

1.6.1 Преобразователь поставляется в транспортной таре, в которую вкладывается упаковочный лист.

1.6.2 В качестве транспортной тары следует применять дощатые ящики типов II-1, II-2, III-1 по ГОСТ 2991, фанерные ящики типов II-1, V1 по ГОСТ 5959.

1.6.3 Требования к таре и упаковке ПИМ, предназначенных для экспорта, соответствуют СТБ 993 и чертежам предприятия-изготовителя.

2 Использование по назначению

2.1 Подготовка изделия к использованию

2.1.1 Перед установкой ПИМ на объекте необходимо:

- сконфигурировать ПИМ, используя программу E-Master (Приложение В). Подключение ПИМ к ПЭВМ осуществляется с помощью преобразователей интерфейсов RS-232/RS-485 или USB/RS-485 (в комплект поставки не входят);
- обесточить электрические цепи, подключаемые к ПИМ: сигнальные и питания;
- разметить место крепления ПИМ в соответствии с установочными размерами, приведенными в приложении А.
- проверить электрическое сопротивление изоляции подключаемых цепей, проверить соответствие параметров измеряемых цепей входным параметрам ПИМ.

2.1.2 Установить ПИМ на рабочее место и закрепить с помощью двух винтов или с помощью фиксатора на DIN-рейку.

2.1.3 Снять крышки контактных узлов и выполнить внешние соединения в соответствии со схемами подключений (Приложения А, Б). Усилие затяжки винтов клеммных колодок при фиксации подключаемого провода не должно превышать 3,0 Н·м.

2.1.4 После окончания монтажа перед включением ПИМ необходимо установить крышки контактных узлов на место.

2.1.5 Допускается удаленное конфигурирование ПИМ после его установки на рабочее место и подключения.



Внимание!

Контактные узлы и электрические цепи, подключенные к ним, не должны быть доступными для случайного прикосновения.

2.2 Использование изделия

2.2.1 Все работы по монтажу и эксплуатации должны производиться с соблюдением действующих правил, обеспечивающих безопасное обслуживание и эксплуатацию электроустановок.

2.2.2 Персонал, допущенный к работе с ПИМ, должен:

- 1) знать ПИМ в объеме настоящего РЭ;
- 2) знать и строго выполнять меры безопасности при работе с электрическими установками напряжением до 1000 В. Иметь группу по электробезопасности не ниже IV.

2.2.3 Запрещается:

- 1) эксплуатировать ПИМ в условиях, отличающихся от указанных в разделе 1;
- 2) производить внешние присоединения, не сняв напряжения с подключаемых проводов;
- 3) вскрывать ПИМ, опломбированный клеймом предприятия-изготовителя.

2.2.4 Опасный фактор — напряжение питания 230 В переменного тока и входной сигнал.

3 Техническое обслуживание

3.1 Эксплуатационный надзор за работой ПИМ производится лицами, за которыми закреплено данное оборудование.

Корпус ПИМ пломбируется и не должен вскрываться в процессе эксплуатации.

3.2 Планово-предупредительный осмотр (ППО) производить один раз в три месяца. Допускается производить ППО один раз в год.

Порядок проведения ППО:

- 1) снять все напряжения и токи с ПИМ;
- 2) провести наружный осмотр ПИМ, удалить ветошью с корпуса пыль, грязь и влагу;
- 3) снять крышки контактных узлов;
- 4) удалить пыль, грязь с контактных узлов, убедиться в отсутствии механических повреждений, проверить состояние крепления подводящих проводов;
- 5) поставить на место крышки контактных узлов;
- 6) подать напряжение питания и входные сигналы.

3.3 Плановые ревизии и ремонт ПИМ рекомендуется производить один раз в 3 года. В программу плановой ревизии входят все пункты планово-предупредительного осмотра, кроме того, производится проверка сопротивления изоляции, определение основной погрешности, в соответствии с методикой поверки.

3.4 По вопросу ремонта ПИМ следует обращаться на предприятие-изготовитель по адресу:

ОДО «Энергоприбор» ул. Чапаева, 32 210033, г. Витебск Республика Беларусь Тел./факс (0212) 55-01-24

4 Хранение и транспортирование

4.1 Хранение ПИМ

4.1.1 Хранение ПИМ на складах производится на стеллажах в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 1 до 40 °С и относительной влажности воздуха не более 80 % при температуре 25 °С. В хранилище не должно быть пыли, а также газов и паров, вызывающих коррозию металлов.

4.2 Транспортирование ПИМ

4.2.1 Преобразователь в транспортной таре может транспортироваться в закрытых транспортных средствах любого вида. При транспортировании самолетом преобразователь должен быть размещен в отапливаемом герметизированном отсеке.

4.2.2 Транспортирование должно проводиться в условиях:

- температура окружающего воздуха, °Сот минус 40 до 55;
- относительная влажность воздуха при температуре 35°С95%;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.).....84-106 (630-800);
- пиковые ударные ускорения не более, м/с²98.

5 Утилизация

5.1 После окончания срока службы (эксплуатации) ПИМ направляют на утилизацию в соответствии с руководящими документами органов местной власти.

5.2 ПИМ не содержит опасных для здоровья потребителей и окружающей среды материалов. При утилизации ПИМ принятия специальных мер по экологической безопасности не требуется.

Приложение А
(справочное)

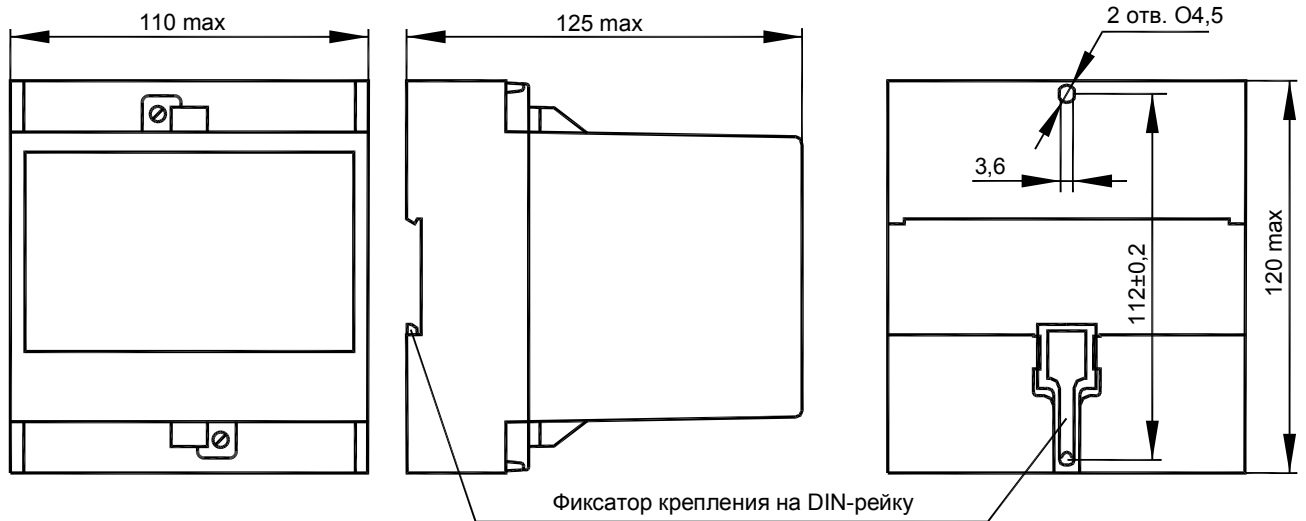


Рисунок А.1
Габаритные и установочные размеры ПИМ

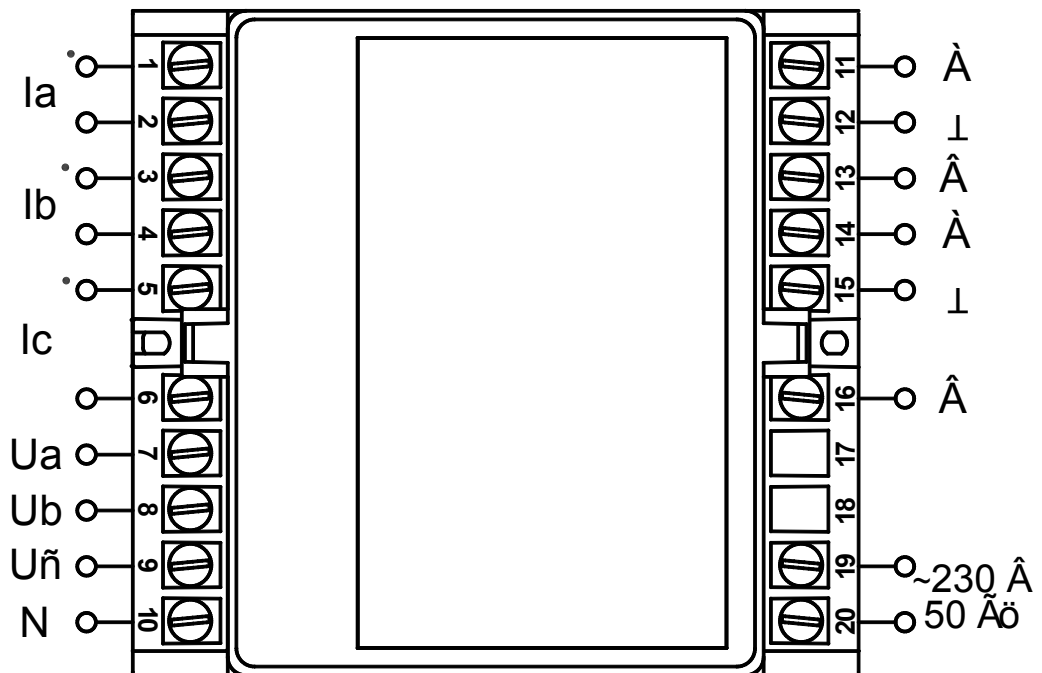


Рисунок А.2
Вид ПИМ со снятыми крышками клеммных колодок.
Расположение клемм подключения

Приложение Б
(обязательное)

Схемы электрические подключений

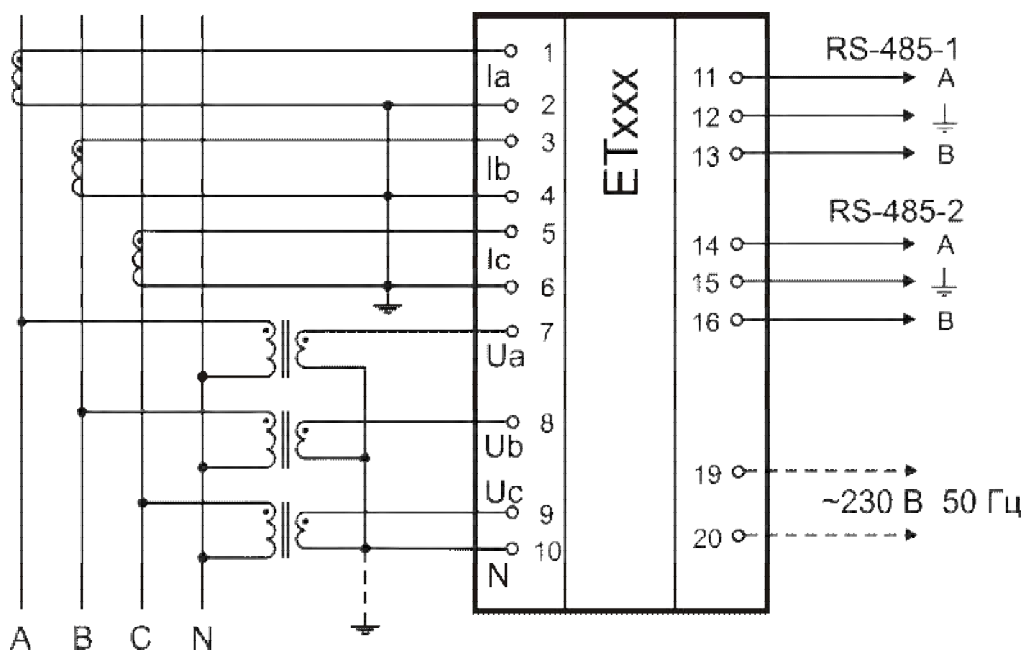


Рисунок Б.1 Схема 4-х проводного включения

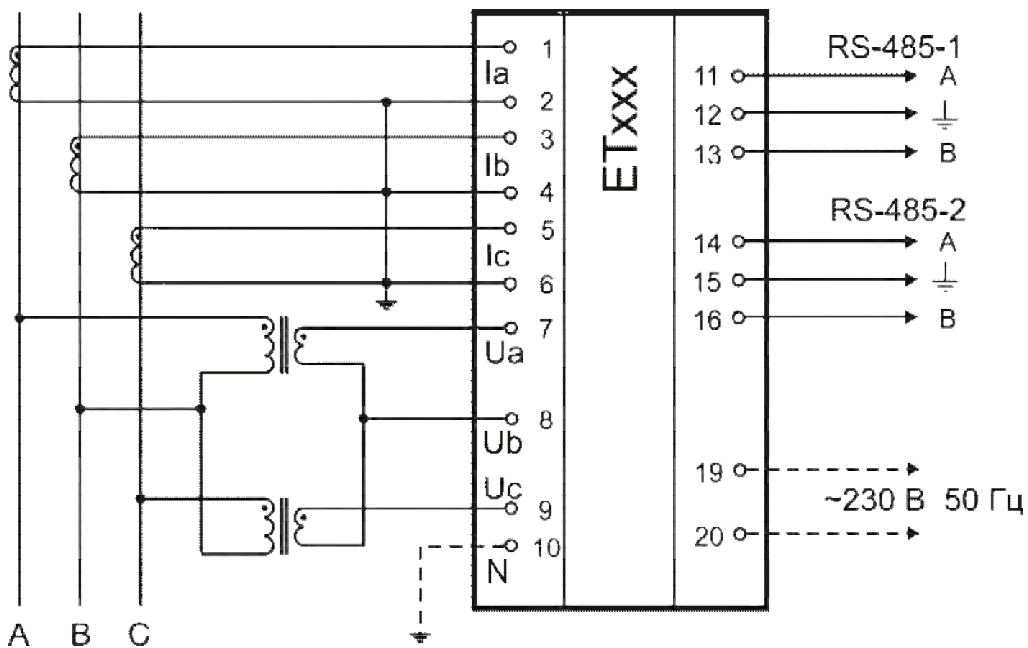
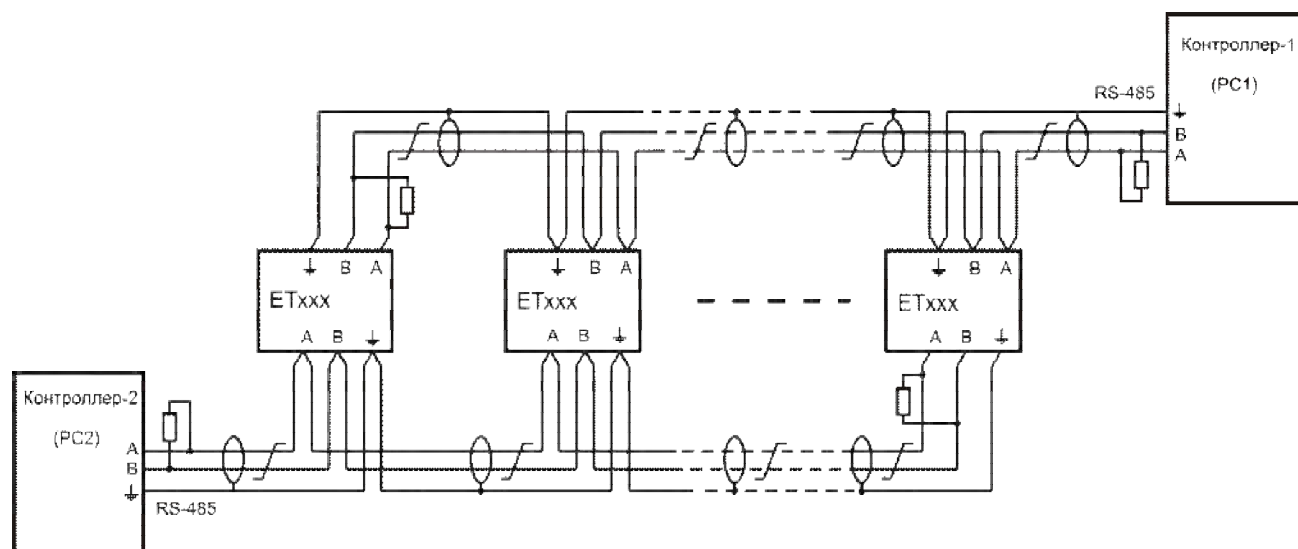


Рисунок Б.2 Схема 3-х проводного включения

Продолжение приложения Б



В качестве резисторов-терминаторов использовать резисторы 120 Ом, $\pm 5\%$, 0,25 Вт.
Сечение провода в кабеле, не менее - 0,2 мм².

Рисунок Б.3 - Подключение ПИМ к линиям интерфейсов RS-485

Руководство по эксплуатации программы "EMaster"

Программа «EMaster» предназначена для:

- конфигурирования преобразователей измерительных многофункциональных (ПИМ) ЕТ;
- считывания с преобразователей текущих значений измеряемых параметров трехпроводных или четырехпроводных электрических сетей переменного тока частотой 50 Гц (режим точка-точка);
- проведения метрологической поверки преобразователей.

Для установки программы скопируйте папку «EMaster», расположенную на компакт-диске на жесткий диск. Специальной установки программа не требует.

Для подключения преобразователя служит кнопка «Подключение преобразователя» в виде перекидной клавиши. Ниже расположены меню и окно протокола работы программы.

Меню программы состоит из разделов:

- Настройка
- Информация
- Конфигурация
- Группы параметров
- Синхронизация
- Поверка
- Справка
- Выход

Вид окна программы «EMaster» после запуска представлен на рис. 1.

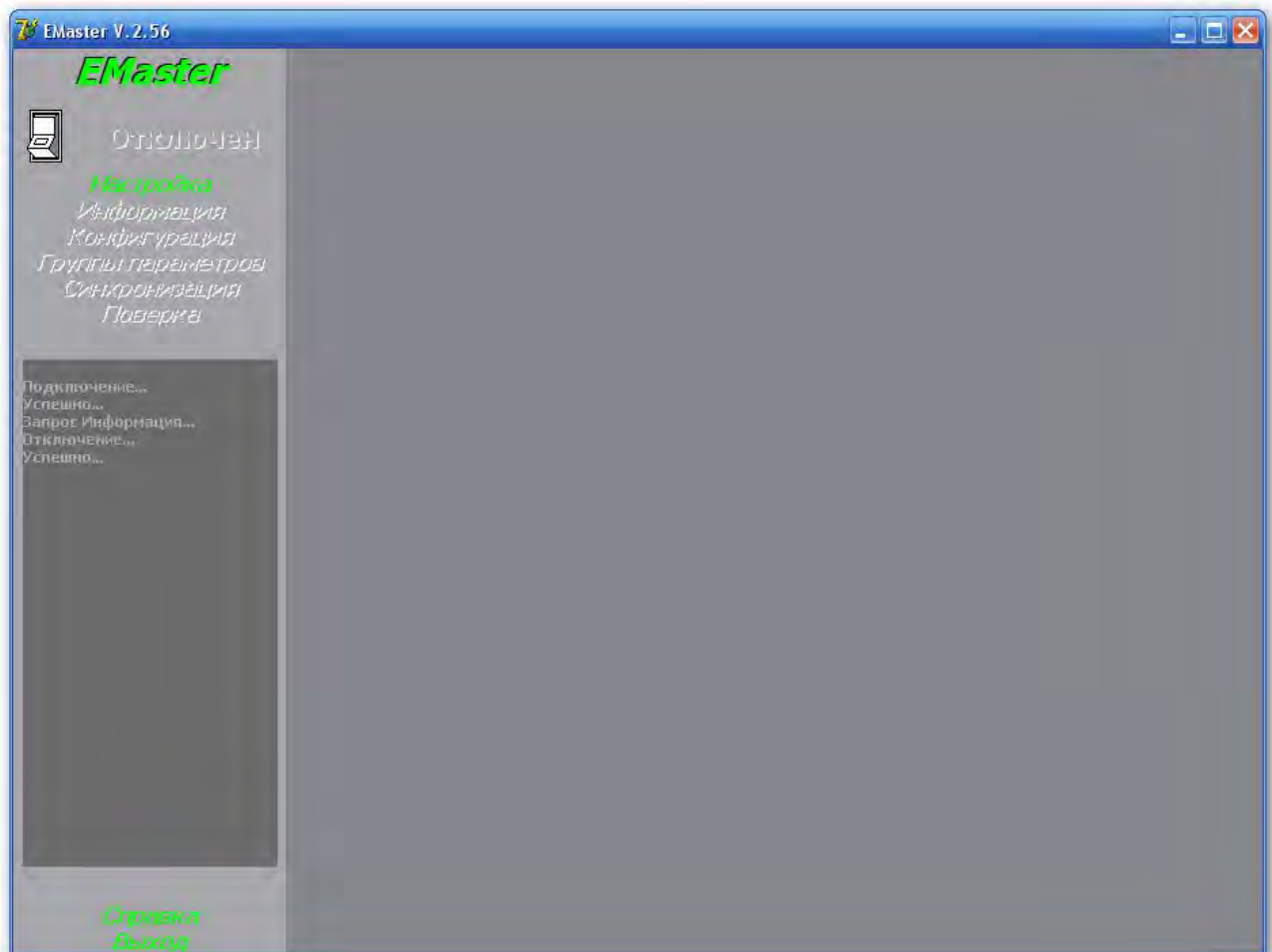


Рис. 1.

Меню "Настройка"

Для настройки соединения программы с прибором используется раздел меню «Настройка» (рис. 2).

Окно настройки программы EMaster позволяет выбрать COM-порт к которому подключен прибор, скорость соединения (1200-115200 бод) и протокол обмена. По нажатию кнопки «Дополнительно» имеется возможность выбрать режим контроля паритета и количество стоп-бит в передаваемом слове. Дополнительно можно указать адрес прибора в составе информационной системы и тип запроса.

Элемент управления «Конфигурационный адрес» дает возможность обращаться к прибору с неизвестным адресом. В этом случае программа посылает запрос идентификационных параметров по адресу 255. Ответное сообщение от преобразователя будет содержать его действительный адрес, который будет использоваться для последующих запросов программы. Режим обмена с конфигурационным адресом нельзя применять при работе прибора в составе информационной сети.

Сделанные настройки автоматически сохраняются в конфигурационном файле, расположенном в корневом каталоге программы.

После настройки соединения для установления связи с преобразователем нужно нажать кнопку «Подключение преобразователя». Когда связь будет установлена, программа автоматически перейдет в меню отображения идентификационных параметров подключенного преобразователя «Информация».



Рис. 2

Меню "Информация"

Информационное окно раздела «Информация» (рис. 3) отображает конфигурационные параметры подключенного прибора и настройки его интерфейсов. Окно несет исключительно информативную функцию и не имеет элементов управления.

В заголовке окна указано, по какому интерфейсу прибора произошло подключение.

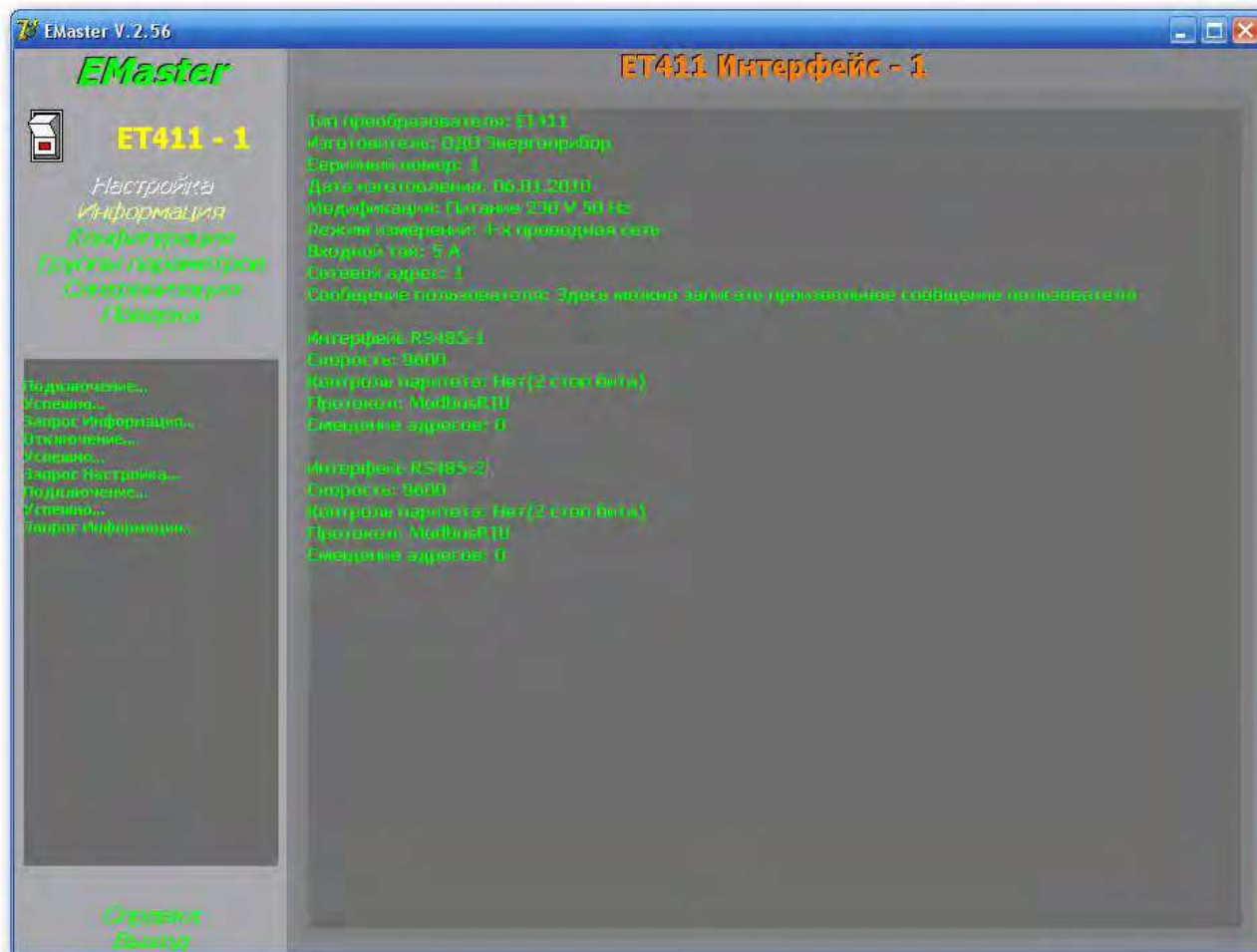


Рис. 3

Меню "Конфигурация"

Раздел меню «Конфигурация» (рис. 4) служит для изменения текущих настроек прибора. В окне «Конфигурация преобразователя» имеются две панели для настройки интерфейсов, панель «Общие настройки» для задания режима работы прибора, и панель «Заводские установки» для отображения идентификационных параметров.

Панели «RS-485/1», «RS-485/2» идентичны и предназначены для настройки параметров соединения: скорости обмена, контроля паритета, выбора и настройки протоколов обмена. На панелях можно задать смещение адресов считываемых информационных объектов в диапазоне от – 32768 до +32767 отдельно для каждого интерфейса.

После нажатия кнопки «Записать в ЕТ», настройки сохраняются в приборе. Параметры соединения применяются примерно через 2 секунды после их сохранения. При этом возможна потеря связи с прибором. В этом случае нужно отключиться от прибора, используя выключатель «Подключение преобразователя», установить новые параметры соединения с прибором (меню «Настройка») и заново подключиться.

Панель «Общие настройки» позволяет:

- выбрать режим измерения (3-х или 4-х проводная измеряемая сеть);

- записать сообщение пользователя (любое сообщение длиной до 64 символов);
- изменить сетевой адрес прибора;
- указать коэффициенты трансформации подключенных измерительных трансформаторов напряжений и токов (используется при представлении данных в формате с плавающей точкой);
- установить параметры поддержки службы единого времени:
 - а) временной интервал после синхронизации, в течение которого прибор должен быть повторно синхронизирован. По истечении этого интервала в метке времени, считываемой с прибора, появляется признак «не действительно». Этот временной интервал пользователь рассчитывает исходя из требований точности локальной службы единого времени, с учетом погрешности встроенных часов;
 - б) признак перехода встроенных часов на летнее время;
- установить признак отключения функции начальной инициализации Интерфейса-2 после включения прибора. В этом случае, при утрате параметров связи по обоим интерфейсам, соединиться с прибором будет крайне сложно из-за многообразия параметров настроек.

Панель «Заводские установки» отображает заводские настройки прибора.

Панель «Обновление ВПО» позволяет восстановить заводские настройки ЕТ по умолчанию и загрузить/выгрузить файл обновления версии протоколов обмена ЕТ. Для того чтобы обновить микропрограмму ЕТ необходимо нажать кнопку «Обновить версию протоколов обмена». В появившемся диалоговом окне указать файл с новой микропрограммой и нажать кнопку «Открыть». В результате запустится процесс обновления. Аналогичным образом можно сохранить существующую версию микропрограммы в файл (кнопка «Сохранить версию протоколов обмена»).



Внимание!

В течение процесса обновления микропрограммы следует следить за сохранением работоспособности ПК и программы «EMaster». В случае сбоев, работоспособность преобразователя может быть утрачена.

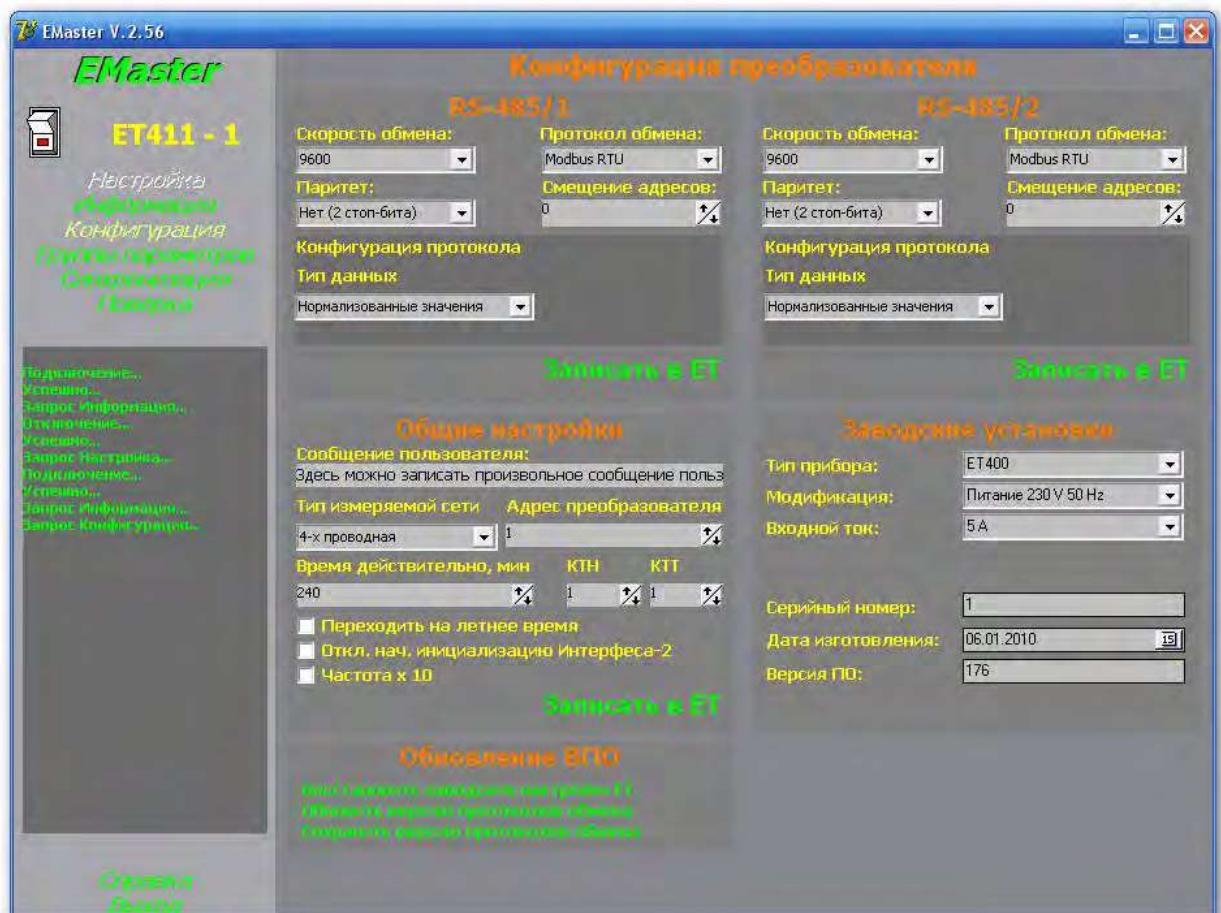


Рис.4
22

Меню "Группы параметров"

Раздел меню «Группы параметров» предназначен для настройки информационных объектов – группы, и наблюдения значений их параметров в реальном времени на экране ПК.

Окно «Группы параметров» имеет два режима работы – режим настройки (рис. 5) и режим наблюдения (рис. 6). Режимы переключаются кнопками, в верхней части окна.

Окно режима настройки содержит панель со списком доступных параметров подключенного преобразователя и две конфигурируемые панели «Группа-1» и «Группа-2». Настройка групп заключается в выделении на панели «Доступные параметры» тех параметров, которые нужно включить в группу, и «перетаскивании» их мышкой на панель желаемой группы. Изменять порядок параметров внутри группы (порядок их передачи по интерфейсу) можно также посредством «перетаскивания» их внутри группы. Один и тот же параметр может присутствовать в группе только один раз (т.е. нельзя, например, внутрь одной группы поместить Напряжение фазы А 2 раза). Удаление параметра из группы осуществляется посредством выделения параметра мышкой и нажатием клавиши Delete на клавиатуре компьютера. Сохранение настроек в приборе осуществляется нажатием кнопки «Записать в ЕТ».

Для считывания значений установленных в группах параметров предназначен режим наблюдения. Окно режима наблюдения имеет панель отображения и панель настройки для каждой группы. Панель настройки имеет элементы управления - кнопка «Старт» и поле «Интервал опроса».

При нажатии кнопки «Старт» программа начинает опрашивать соответствующую группу параметров и выводить их значения (в установленном формате) на панель наблюдения (рис. 6). Поле запуска опроса группы кнопка «Старт» меняется на кнопку «Стоп», нажатием которой опрос останавливается.

Элемент управления «Интервал опроса» предназначен для изменения интервала опроса группы. По умолчанию интервал опроса равен 1000 миллисекунд. На панели настройки также отображается количество ошибок приема-передачи в ходе опроса группы.



Рис. 5



Рис. 6

Меню "Синхронизация"

Для установки текущих даты, времени и наблюдения их значений предназначен раздел меню «Синхронизация» (рис. 7). Окно «Синхронизация времени» отображает время компьютера и текущее время преобразователя. Для синхронизации времени необходимо нажать кнопку «Синхронизировать от ПК».

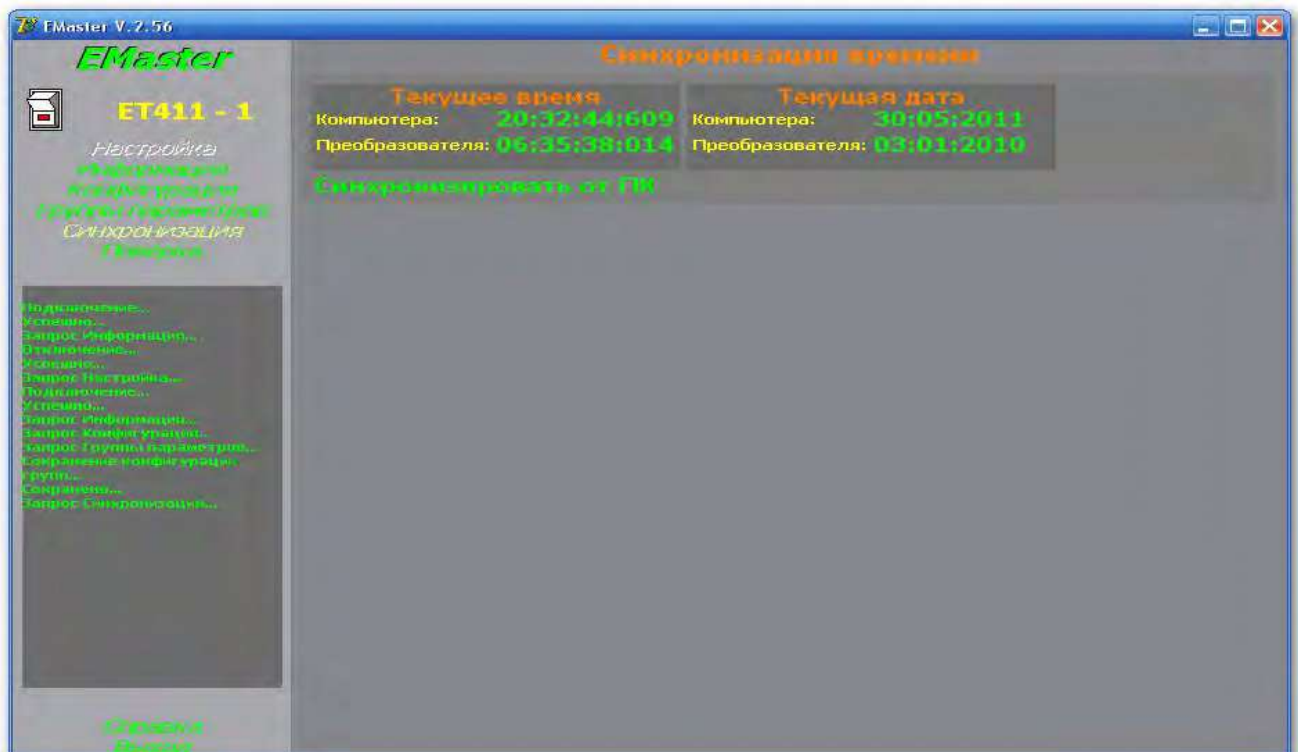


Рис. 7

Меню "Поверка"

Для проведения метрологической поверки ПИМ служит раздел меню «Поверка». При проведении поверки прибор должен подключаться, как правило (не обязательно), к интерфейсу-1, т.к. второй интерфейс при этом может использоваться для поверки временных параметров преобразователя.

Окно «Параметры для поверки» (рис.8) отображает все параметры подключенного преобразователя, которые требуется поверять. Параметры отображаются в нормализованных значениях их величин, приведенных к числу 5000 (см. РЭ).

Элемент управления «Контроль часовой частоты» предназначен для перевода интерфейса 2 прибора в режим контроля часовой частоты. Этот режим предназначен для проведения поверки встроенных часов астрономического времени. При установке «птички», в интерфейс 2 из прибора будет поступать прямоугольный сигнал с частотой равной 32768 Гц. Для отключения этого режима «птичку» нужно снять. Элемент управления работает и отображается только при подключении прибора по интерфейсу 1.



Рис. 8

Меню "Справка" и "Выход"

Раздел меню «Справка» предоставляет справочную информацию по работе с программой. Опция меню «Выход» разрывает соединение с преобразователем и завершает работу программы.

Протоколы обмена преобразователей серии ЕТxxx (rev 1.75 от 01.04.11)

Встроенное программное обеспечение преобразователей измерительных многофункциональных (ПИМ) серии ЕТxxx предусматривает обмен данными с устройствами верхнего уровня в режиме подчиненного по двум независимым последовательным интерфейсам.

Оба интерфейса на физическом уровне выполнены в стандарте RS-485, и предназначены для:

- включения ПИМ в локальную информационную сеть автоматизированной системы диспетчерского контроля;
- передачи данных в режиме «подчиненного» на интеллектуальное индикаторное устройство;
- конфигурации ПИМ;
- метрологической поверки ПИМ.

Интерфейсы имеют независимые настройки:

- скоростей обмена: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бит/сек;
- форматов передачи байта данных: 8N1, 8N2, 8E1, 8O1;
- протоколов обмена: Modbus, МЭК 60870-5-101;
- смещений адресов информационных объектов.



Внимание!

При выпуске из производства для обоих интерфейсов устанавливаются следующие параметры связи:

- протокол **Modbus RTU**;
- скорость обмена – **9600 бит/сек**;
- формат передачи слова (байта) данных – **8N2**:
 - 1 стартовый бит**;
 - 8 бит данных (младший бит посылается первым)**;
 - нет бита паритета**;
 - 2 стоповых бита**;
- смещение адресов информационных объектов **0x0000**;
- сетевой адрес прибора совпадает с двумя последними цифрами его серийного номера (**00** соответствует сетевому адресу **100**).

Преобразователи поддерживают только метод передачи данных по запросу.

Доступны следующие виды технологических информационных сообщений:

- телеизмерения текущих значений параметров (ТИТ);
- единовременные срезы группы ТИТ;
- астрономическое время для синхронизации системы контроля;
- информация диагностического контроля;
- идентификационные данные ПИМ;
- пользовательские сообщения.

Значения ТИТ могут передаваться на устройства верхнего уровня в зависимости от используемых протоколов обмена и их настройки в следующих форматах:

- двухбайтные значения в относительном целочисленном формате (нормализованные значения);
- двухбайтные масштабированные значения с фиксированной запятой;
- четырехбайтные масштабированные значения с плавающей запятой.

Доступные для считывания значения ТИТ (до 32-х однотипных значений) представляются в виде 3-х групп параметров (объектов информации):

Группа 0 – полные (общие) данные. Параметры доступны всегда, их количество определяется модификацией преобразователя;

Группа 1 – параметры, выбираемые из полных данных при конфигурировании прибора. Последовательность передачи параметров и их количество произвольны;

Группа 2 – параметры, выбираемые из полных данных при конфигурировании прибора. Последовательность передачи параметров и их количество произвольны.

Каждая группа параметров может считываться независимо по двум интерфейсам одновременно двумя ведущими устройствами (допускаются разные протоколы обмена). Параметры могут быть разделены между двумя интерфейсами для повышения скорости опроса преобразователей.

Каждый объект информации (одиночный параметр или группа параметров) имеет свой уникальный адрес. Адреса объектов информации перенастраиваются с помощью программы конфигурации для каждого интерфейса отдельно, и могут смещаться в пределах 16-ти разрядного адресного пространства от -32768 до +32767.

Для реализации в информационной системе функции единовременных срезов ТИТ, поддерживается метка времени в формате 7-ми байт (ГОСТ Р МЭК 870-5-4) и 8-ми байт для протокола Modbus.

Конфигурация ПИМ может быть выполнена с помощью специализированной программы «EMaster» разработки ОДО «Энергоприбор» или с помощью другой программы, написанной на основании данного документа.

Далее приводятся особенности локальной реализации протоколов обмена Modbus и протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-101, поддерживаемых преобразователем.



Внимание!

Изготовитель рекомендует в качестве основных информационных объектов для считывания использовать Группу-1 и Группу-2.

В совокупности с перестраиваемым начальным адресом, произвольным набором параметров и произвольной последовательностью их передачи в канал эти информационные объекты можно рассматривать как универсальные.

I Особенности реализации протокола обмена «Modbus»

1 Форматы данных

Преобразователь поддерживает два режима передачи протокола: MODBUS-RTU и MODBUS-ASCII.

Диапазон адресов ПИМ в локальной сети может устанавливаться в пределах 1...254.

Широковещательный адрес «0» используется для команд синхронизации метки времени и модификации настроечных параметров, общих для всех ПИМ в сети. При приеме сообщения с адресом «0» ответ преобразователем не инициируется.

Адрес 255 (конфигурационный адрес) используется программой «EMaster» при индивидуальном подключении преобразователя к ПК для определения установленных параметров интерфейса связи - сетевого адреса ПИМ, формата слова (данных) и скорости обмена. Если преобразователь включен в локальную сеть, использование этого адреса приведет к ошибке обмена.

Преобразователь поддерживает следующие функции протокола Modbus:

Функция 3 – чтение регистров настроек;

Функция 4 – чтение входных регистров (текущие значения параметров);

Функция 16 – модификация регистров настроек;

Функция 17 – чтение идентификатора преобразователя.

Максимальная длина сообщения вместе с заголовком и контрольной суммой не может превышать 256 байт.

Считываемые с помощью протокола Modbus данные могут быть представлены в следующих форматах:

Ф1	Ф3	Ф4	Ф5
ст. байт	Знак-пор.	“П”	мсек ст.
мл.байт	мант. ст.	“о”	мсек мл.
	мант.	“в”	час
	мант. мл.	“е”	минута
		“р”	месяц
		“к”	день
		“а”	год ст.
			год мл.

***Ф1 - двухбайтная нормализованная величина. Номинальное значение параметра соответствует ± 5000 условных единиц. При передаче значения первым передается старший байт.

Старший разряд первого байта – знак: 0 – положительная величина, 1 – отрицательная величина. Диапазон передаваемых значений от -5000 до $+5000 \cdot 2^{-15}$. Отрицательные значения представляются в дополнительном коде.

$$N = K \cdot A / A_{ном}$$

Для преобразования N в значения физических величин следует пользоваться выражением:

$$A = N \cdot A_{ном} / K, \quad \text{где:}$$

N – полученное с прибора значение параметра (нормализованное число, 2 байта);

K – коэффициент приведения равный 5000 для всех параметров (для частоты сети дополнительно может применяться $K=50000$);

A – значение измеряемого параметра в физических единицах (В, А, Вт, вар, В·А, Гц, ед.);

$A_{ном}$ – номинальное значение параметра (Таблица-2 и п.1.2.2 РЭ).

Для повышения точности считывания значения частоты сети, коэффициент приведения по этому параметру может быть увеличен в 10 раз при настройке ПИМ. Тогда нормализованное значение N считывается с прибора как двухбайтное положительное число без знака (номинальное значение 50000).

***Ф3 - масштабированное значение – короткий формат с плавающей запятой IEEE STD 754 (4 байта). Первым передается Байт 1 (мл. битом вперед):

Биты	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Байт 1	S	E 2^7	E 2^6	E 2^5	E 2^4	E 2^3	E 2^2	E 2^1
Байт 2	E 2^0	F 2^{-1}	F 2^{-2}	F 2^{-3}	F 2^{-4}	F 2^{-5}	F 2^{-6}	F 2^{-7}
Байт 3	F 2^{-8}	F 2^{-9}	F 2^{-10}	F 2^{-11}	F 2^{-12}	F 2^{-13}	F 2^{-14}	F 2^{-15}
Байт 4	F 2^{-16}	F 2^{-17}	F 2^{-18}	F 2^{-19}	F 2^{-20}	F 2^{-21}	F 2^{-22}	F 2^{-23}

S – знак числа;

E – порядок;

F – дробная часть мантииссы.

Значение числа с плавающей запятой составляет $R = (-1)^S * 2^{E-127} * (1,F)$;

***Ф4 - Однобайтные символьные данные передаются парой в одном регистре. Первым передается первый для представления символ;

***Ф5 – значение метки времени. Первым передается старший байт миллисекунд.

Формат значения времени: миллисекунды (0-59999), минуты (0-59), IV – время недействительно, часы (0-23), SU – летнее время (0 – стандартное время, 1 – летнее время), день месяца (1-31), день недели (1-7), месяцы (1-12), годы (2000-2099).

Биты	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Байт 1	миллисекунды (старший байт)							
Байт 2	миллисекунды (младший байт)							
Байт 3	SU	рез2			часы			
Байт 4	IV	0	минуты					
Байт 5	рез3				месяцы			
Байт 6	дни недели			дни месяца				
Байт 7	годы (старший байт)							
Байт 8	годы (младший байт)							

Примечание:

1. «рез» - означает группу неиспользуемых битов.

2. Параметр IV принимает значение «0» после синхронизации времени ведущим устройством, и значение «1» по истечении временного интервала, установленного в таймере действительного времени ПИМ при настройке преобразователя. При считывании значения времени этот флаг говорит ведущему, что со времени последней синхронизации ПИМ могла возникнуть погрешность измерения времени и часы ПИМ пора синхронизировать с эталоном.

Данные могут быть считаны с помощью Функции-4 как одиночные параметры ТИТ, или как блоки однородных величин (Группы) в следующих форматах:

Таблица 1.1

Форм	Описание формата	Байт	RTU	ASCII	Группа
Ф1	Двухбайтное нормализованное число в дополнительном коде.	2	да	да	0, 1, 2
Ф3	Масштабированное значение – короткий формат с плавающей запятой	4	да	нет	1, 2
Ф4	Однобайтные символьные данные	1	да	да	---
Ф5	Астрономическое время	8	да	да	0, 1, 2

Адреса регистров доступных пользователю приведены далее в разделе 2, табл. 2.2.

Перечень возвращаемых кодов ошибок при некорректном обращении к ПИМ:

Код	Название	Описание
01	ILLEGAL FUNCTION	Принятый код функции не поддерживается
02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес данных указанный в запросе не доступен
03	ILLEGAL DATA VALUE	Величина, содержащаяся в поле данных запроса, является не допустимой величиной для ПИМ

1.1 Режим RTU

В этом режиме данные передаются числовым двоичным кодом, каждое сообщение передается непрерывным потоком, синхронизация сообщений происходит по паузам между сообщениями в соответствии со спецификацией Modicon, Inc., Industrial Automation Systems.

Типичный фрейм сообщения:

Старт	Адрес	Функция	Данные	CRC	Конец
T1-T2-T3-T4	8 бит	8 бит	N x 8 бит	16 бит	T1-T2-T3-T4

В RTU режиме сообщение начинается после интервала тишины равного времени передачи 3.5 слова при данной скорости передачи. Первым полем передается адрес ПИМ.

Вслед за последним передаваемым байтом также следует интервал тишины продолжительностью не менее 3.5 слова (байта). Новое сообщение в канале передачи должно начинаться после этого интервала.

Перед передачей ответа ПИМ устанавливает передатчик в активное состояние логической единицы на время 1,5 слова для уверенной синхронизации приемников в линии.

Возможные форматы передачи слова (байта) данных в RTU-режиме:

- 1 стартовый бит;
- 8 бит данных, младшим битом вперед;
- 1 бит паритета (чет/нечет); нет бита паритета;
- 1 стоповый бит (если есть паритет); 2 стоповых бита (если нет паритета).

Значения параметров ТИГ для групп 0, 1 и 2 представляются в форматах, указанных в Табл. 1.1.

1.2 Режим ASCII

При использовании ASCII-режима каждый байт сообщения передается как два ASCII символа. Главное преимущество этого способа – время между передачей символов может достигать 1 сек. без возникновения ошибок обмена.

Основной недостаток этого способа обмена – большая длина сообщений и, как следствие, низкая скорость считывания данных с ПИМ. Из-за большой длины сообщений формат представления данных ФЗ в этом режиме не поддерживается.

Возможные форматы передачи байта данных в ASCII-режиме:

- Система кодировки данных - шестнадцатеричная как два ASCII-символа 0 - 9, A - F ;
- Назначение бит:
 - 1 стартовый бит;
 - 7 бит данных, младшим битом вперед;
 - 1 бит паритета (чет/нечет); нет бита паритета;
 - 1 стоповый бит (если есть паритет); 2 стоповых бита (если нет паритета).

Сообщение начинается с символа «:» (3A hex) и заканчивается последовательностью символов «возврат каретки – CR» и «перевод строки – LF» (0D и 0A hex).

Интервал между символами сообщения не должен превышать 1 сек. Если интервал больше, ИП воспринимает это как ошибку и ответ ведущему не инициируется. Типичный фрейм сообщения представляется так:

Старт	Адрес	Функция	Данные	LRC	Конец
1 сим (":")	2 сим	2 сим	N сим	2 сим	2 сим (CR LF)

Значения параметров ТИГ для групп 0, 1 и 2 представляются в форматах, указанных в Табл. 1.1.

2 Регистры данных пользователя

2.1 Регистры идентификации

Таблица 2.1

N	Назначение регистров	Кол-во регистров	Содержание регистров	Функция
0	Идентификатор-статус	7	<p>1. ст.байт – Идентификатор устр-ва: - 41h – ETxxx мл.байт - Статус D0 – был перерыв питания D1 – установлен режим поверки D2 – ошибка данных на приеме D3 – ошибка коммуникации (CRC) D4 – перегрузка входа D5 – отсутствие напряжения фазы D6 – изменена настройка D7 – 0/1 (интерфейс обмена)</p> <p>2. ст.байт – код изготовителя - 51h – «Энергоприбор» мл.байт – адрес в сети (1...254)</p> <p>3. ст.байт – исполнение физическое D2-D0 - по диапазону входных токов 001 – 5,0 А 010 – 2,5 А 011 – 1,0 А 100 – 0,5 А D4,D3 – по диапазону входных напряжений 00 – 100 Вольт 10 – 380 Вольт D6,D5 – типу питания 01 - питание от сети пер. напряжения 11 - питание от измерительной цепи D7 – резерв мл.байт – исполнение программное D2-D0 - по функциям измерения 001 - ET100 010 - ET200 011 - ET300 100 - ET400 D3 – типу измеряемой сети 0 - 4-х проводная 1 - 3-х проводная D5,D4 –протокол интерфейса-1 00 – Modbus RTU 01 – Modbus ASCII 10 – МЭК 60870-5-101 D7,D6 –протокол интерфейса-2 00 – Modbus RTU 01 – Modbus ASCII 10 – МЭК 60870-5-101</p> <p>4.5. – заводской номер – двоичное число. (сначала идет ст.разряд).</p> <p>6.7. – дата изготовления: 6. ст. байт – месяц (1..12) мл. байт: дни недели (биты 7-5) (1..7) дни месяца (биты 4-0) (1..31)</p> <p>7. – год (2000..2099)</p>	17

Функция 17 считывает регистры идентификатора (статуса) ПИМ для получения сведений об устройстве в составе информационной системы.

Регистр «Статус» позволяет оценить текущее состояние ПИМ. Флаги регистра автоматически сбрасывается после его прочтения.

2.2 Регистры параметров (Группа-0)

Таблица 2.2 Номера параметров (регистров) и их назначение

N	3п	Назначение регистров	Нач. адрес	Содержание регистров	Ф-я
1		Напряжение фазы А	0x0000+E	значение	4
2		Напряжение фазы В	0x0001+E	значение	4
3		Напряжение фазы С	0x0002+E	значение	4
4		Напряжение нулевой последовательности	0x0003+E	значение	4
5	*	Ток фазы А	0x0004+E	значение	4
6	*	Ток фазы В	0x0005+E	значение	4
7	*	Ток фазы С	0x0006+E	значение	4
8		Ток нулевой последовательности	0x0007+E	значение	4
9	*	Напряжение межфазное Uab	0x0008+E	значение	4
10	*	Напряжение межфазное Ubc	0x0009+E	значение	4
11	*	Напряжение межфазное Uca	0x000A+E	значение	4
12		Активная мощность фазы А	0x000B+E	значение	4
13		Активная мощность фазы В	0x000C+E	значение	4
14		Активная мощность фазы С	0x000D+E	значение	4
15	*	Акт. мощность суммарная	0x000E+E	значение	4
16		Реактивная мощность фазы А	0x000F+E	значение	4
17		Реактивная мощность фазы В	0x0010+E	значение	4
18		Реактивная мощность фазы С	0x0011+E	значение	4
19	*	Реактив. мощность суммарная	0x0012+E	значение	4
20		Полная мощность фазы А	0x0013+E	значение	4
21		Полная мощность фазы В	0x0014+E	значение	4
22		Полная мощность фазы С	0x0015+E	значение	4
23	*	Суммарная полная мощность	0x0016+E	значение	4
24		Кэфф. мощности (CosA)	0x0017+E	значение	4
25		Кэфф. мощности (CosB)	0x0018+E	значение	4
26		Кэфф. мощности (CosC)	0x0019+E	значение	4
27	*	Общий кэфф. мощности	0x001A+E	значение	4
28	*	Частота сети	0x001B+E	значение	4
29	*	Миллисекунды	0x001C+E	миллисекунды	4
30	*	Часы/Минуты	0x001D+E	ст. байт – час мл. байт – минута	4
31	*	Месяц/День	0x001E+E	ст. байт – месяц мл. байт - день	4
32	*	- / Год	0x001F+E	год (2000..2099)	4

При 3-х проводном включении ПИМ считываемые параметры ограничены перечнем, указанным в столбце «3п». Значения параметров представляются в виде двухбайтных нормализованных чисел (отрицательные значения представляются в дополнительном коде).

Смещение адресов ТИТ определяется параметром Е при настройке ПИМ (отдельно для каждого интерфейса) в пределах 16-ти разрядного адресного пространства (по умолчанию Е=0). Например, если в программе конфигурации указать Е = -50, то значения параметров Группы-0 по этому интерфейсу следует считывать, начиная с адреса -50 (0xFFCE в hex-представлении).

Параметр 28 (частота сети) для увеличения разрешающей способности может представляться в формате беззнакового двухбайтового числа (нормализованное значение 50000 ед.). Указывается при конфигурировании преобразователя.

2.3 Регистры групп (Группа-1 и Группа-2)

Наиболее универсальными информационными объектами для считывания являются группы. Каждая группа может считываться независимо по двум интерфейсам двумя ведущими устройствами (возможно использование разных протоколов обмена).

Группы 1 и 2 формируются из списка полных данных Группы-0 (Таблица 2.2) в процессе конфигурирования прибора. Последовательность назначения параметров в группу, а значит и последовательность их групповой передачи в канал произвольны. Количество параметров в группе – не более 32;

Адреса групп могут быть смещены в пределах 16-ти разрядного адресного пространства от -32768 до +32767 (параметр смещения E). Например, если установить для первого интерфейса E = -32, то значения параметров Группы-1 по этому интерфейсу следует считывать, начиная с адреса 0x0000. А параметры Группы-2 – с адреса 0x0040.

При этом параметр E для второго интерфейса может быть назначен другим.

Параметры ТИТ могут быть разделены между двумя интерфейсами для повышения скорости опроса ПИМ одновременно по двум каналам.

Значения ТИТ в группах с помощью программы конфигурации представляются в форматах Ф1, Ф3 и доступны для считывания с помощью Функции-4 (Таблица 2.3).

Таблица 2.3

Назначение регистров	Нач. адрес	Регистров	Содержание регистров	Функция
Параметры Группы-1	0x0020+E	64	1...32 значения параметров в формате Ф1	4
			1...64 значения параметров в формате Ф3	
Параметры Группы-2	0x0060+E	64	1...32 значения параметров в формате Ф1	4
			1...64 значения параметров в формате Ф3	

Если при конфигурировании ПИМ в Группу-1 занесены, например, пять параметров с номерами 1, 2, 3, 4, 28, то из регистров Группы-1, начиная с адреса 0x0020, можно считывать только пять обновляемых значений параметров: U_a, U_b, U_c, U₀, f. Остальные регистры Группы-1 обновляться не будут.

Если значения параметров Группы формируются как числа с плавающей запятой, то регистры группы следует рассматривать как 4-х байтные объекты.

В каждой группе доступна метка времени в формате Ф5 как параметры, назначенные при конфигурировании ПИМ. При считывании группы одновременно может быть считана и метка времени.

2.4 Сообщение пользователя

Пользователь имеет возможность наряду с данными телеизмерений считывать текстовое сообщение, записанное в ПИМ с помощью программы конфигурации.

В регистры сообщения можно занести произвольную текстовую информацию длиной до 64 символов. Например, сведения об объекте (месте установки ПИМ), или дату очередной поверки ПИМ.

Таблица 2.4

Назначение регистров	Нач. адрес	Регистров	Содержание регистров	Функция
Сообщение пользователя	0x0100+E	32	1. ст.байт – символ-1 мл.байт - символ -2 32.ст.байт – символ-63 мл.байт - символ -64	4

4 Регистры конфигурации

Используются для самостоятельного написания программ конфигурирования ПИМ.

Таблица 4.1

Назначение регистров	Нач. адрес	Кол рег.	Содержание регистров	Функция
Настройки программы Адрес преобразователя	0x0000	1	1. ст.байт – настройки программы D0 - резерв D1 – запретить нач. инициализацию интерфейса-2 (Modbus RTU) D2 - резерв D3 – тип измеряемой сети - 3п D4 – D5 – коэфф. по F увеличить в 10 раз D6 – D7 – вкл . передачу на индикаторы мл.байт - адрес в сети (1...247)	3/16
Настройки интерфейса-1				
Формат слова Скорость обмена	0x0001	1	1. ст.байт - формат слова 0 – нет паритета (два стоп-бита); 1 – контроль четности; 2 – контроль нечетности; 3 – нет паритета, один стоп-бит мл.байт - скорость обмена: 0 – 1200 бод; 1 – 2400 бод; 2 – 4800 бод; 3 – 9600 бод; 4 – 19200 бод. 5 – 38400 бод. 6 – 57600 бод. 7 – 115200 бод	3/16
Представление данных	0x0002	1	1. ст.байт: D3-D0 – тип протокола: 0 – Modbus RTU 1 – Modbus ASCII 2 – МЭК 60870-5-101 3...7 8 - ModI (протокол индикации) D7-D4 – формат данных Modbus: 0 – нормализованное значение 1 – масштаб. с плавающей запятой мл.байт: D3-D0 – тип ASDU МЭК 60870-5-101: 0 – тип 21 (нормал.) 1 – тип 9 (нормал. с ОК) 2 – тип 13 (масшт. с пл.зпт, ОК) 3 – тип 143 (нормал. с ОК и OMB7) 4 – тип 144 (масшт. с ОК и OMB7) 5 – тип 145 (масшт. с пл.зпт, ОК, OMB7) D7-D4 – код указателя опроса: 0 – опрос общий (опрос Группы-0) 1 – опрос Группы-1 2 – опрос Группы-2	3/16

Продолжение Таблицы 4.1

Настройки интерфейса-2				
аналогично интерфейсу-1	0x0003	1	1. ст.байт - формат слова мл.байт - скорость обмена	3/16
аналогично интерфейсу-1	0x0004	1	1. представление данных	3/16
Настройки ПИМ				
Коэфф. транс. тока КТТ	0x0005	1	1. Коэффициент $K_T=1..65000$	3/16
Коэфф. транс. напр. КТН	0x0006	1	1. Коэффициент $K_N=1..65000$	3/16
	0x0007	1	1. Резерв	3/16
Конфигурация RTC	0x0008	1	1. конфигурация RTC D13-D0 – таймер действительного времени (0..16383 мин) D14 – резерв D15 – переходить на летнее время	3/16
Смещение адресов (E) для интерфейса-1	0x0009	1	1. Значение смещения – целое в диапазоне от -32768 до +32767	3/16
Смещение адресов (E) для интерфейса-2	0x000A	1	1. Значение смещения – целое в диапазоне от -32768 до +32767	3/16
Установка времени и календаря				
Время	0x001C	2	1. – миллисекунды (0-59999) 2.- ст. байт – часы (0..23) мл. байт – минуты (0..59)	3/16
Календарь	0x001E	2	1. ст. байт – месяц (1..12) мл. байт: дни недели (биты 7-5) (1..7) дни месяца (биты 4-0) (1..31) 2. – год (2000..2099)	3/16
Конфигурация групп (маски групп)				
Маска Группы-1 (номера параметров из диапазона чисел 1...35)	0x0040	16	1. ст.байт – номер пар-ра мл.байт - номер пар-ра 16. ст.байт – номер пар-ра мл.байт – номер пар-ра	3/16
Маска Группы-2 (номера параметров из диапазона чисел 1...35)	0x0050	16	1. ст.байт – номер пар-ра мл.байт - номер пар-ра 16. ст.байт – номер пар-ра мл.байт – номер пар-ра	3/16
Сообщение пользователя				
Сообщение пользователя (расширенный набор символов ASCII)	0x0100	32	1. ст.байт – символ-1 мл.байт - символ -2 32.ст.байт – символ-63 мл.байт - символ -64	3/16



Внимание!

Если маска группы должна содержать менее 32-х номеров ТИТ (Таблица 2.2), после последнего номера параметра необходимо записывать байт со значением 0xFF.

Например:

Если в регистры маски Группы-1 записать последовательность: 01 02 03 04 1C FF, то из регистров Группы-1, начиная с адреса 0x0020, можно считывать Функцией-4 только пять обновляемых регистров (значений параметров): Ua, Ub, Uc, U0, f. Остальные регистры Группы-1 обновляться не будут.

Если значения параметров Группы формируются как числа с плавающей запятой, то регистры группы следует рассматривать как 4-х байтные объекты.

II Особенности реализации унифицированного протокола информационного обмена ГОСТ Р МЭК 60870-5-101

1 Вводная часть

Реализация протокола разработана на основании требований ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 и ОТТ стандарта СО 34.48.160-2004 департамента научно-технической политики и развития РАО «ЕЭС РОССИИ» для организаций, применяющих измерительные преобразователи серии ЕТххх (ПИМ) в энергосистемах Беларуси, Российской Федерации и странах ближнего зарубежья.

Протокол поддерживает небалансную передачу между пунктами управления (ПУ) и контролируемыми пунктами (КП) в локальной сети автоматизированной системы диспетчерского контроля, имеющей структуру «точка-точка» или «многоточечная магистраль». Поддерживается процедура прикладного уровня на ПУ «Сбор данных при помощи опроса».

В контексте с ГОСТ Р МЭК 60870-5-101, ПИМ выступает в роли КП со своим уникальным сетевым адресом.

Использование локальной версии протокола обеспечивает:

- совместимость при обмене информацией между телемеханическими комплексами и устройствами различных производителей, как отечественных, так и зарубежных;
- унификацию протоколов обмена для различных уровней иерархии.
- передачу оперативной информации с метками времени и атрибутами качества;
- передачу как традиционных (в рамках стандарта МЭК), так и новых видов оперативной информации с повышенной скоростью и увеличенным объемом;

ПИМ поддерживает передачу следующих типов блоков данных прикладного уровня (ASDU):

Стандартные ASDU: 9, 13, 21;

Нестандартные ASDU: 143, 144, 145.

В новых типах информационных блоков содержится один объект, состоящий из последовательности элементов информации и общей для всех элементов меткой времени.

Адреса объектов считывания могут быть смещены в диапазоне от -32768 до +32767 с помощью программы-конфигуратора. Величина смещения может быть разной для каждого интерфейса.

Групповые информационные объекты «Группа-1» и «Группа-2» позволяют гибко конфигурировать порядок следования ТИТ и их количество в передаваемом сообщении (по каждой группе отдельно).

Конфигурация ПИМ может быть выполнена с помощью специализированной программы «EMaster» разработки ОДО «Энергоприбор».

Настройки интерфейса исходные при выборе протокола МЭК 60870-5-101:

Скорость - 9600 бод (или ранее установленная);

Бит паритета - ЧЕТ;

Стоповые байты - 1.

Параметры МЭК 60870-5-101 исходные:

Тип блоков данных прикладного уровня (ASDU) – 21;

Общий адрес ASDU - соответствует сетевому адресу ПИМ;

Размер общего адреса ASDU - 1 байт (неизменный);

Размер адреса объекта информации - 2 байта (неизменный);

Размер поля причина передачи - 1 байт (неизменный);

Формат метки времени – 7 байт (неизменный).

Перечень принятых сокращений:

ПИМ – преобразователь измерительный многофункциональный;
ОК – описатель качества;
КП – контролируемый пункт;
ПУ – пункт управления;
КС – арифметическая сумма;
ASDU – блоки данных прикладного уровня (ASDU – application service data units);
ТИТ - телеизмерения текущих значений;

2 Канальный уровень

2.1 Классы услуг канального уровня

Протоколом не предусматривается разделение данных на приоритетные классы 1 и 2. В соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 измеренные преобразователем параметры относятся к данным класса 2 и могут передаваться по запросу ПУ индивидуально или группами (объектами).

В функции канального уровня входят опросы ПИМ, передача квитанций, переспросы и повторы при искажениях в канале.

2.2 Формат протокола - FT1.2

В соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 и СО 34.48.160-2004 протокол использует на канальном уровне обмен с форматом передачи данных FT1.2.

В FT1.2 используется пословная старт-стоповая передача формата - 8E1 (8 информационных бит с контрольным битом проверки на четность и одним стоп-битом).

Применяются следующие виды информационных кадров:

- кадр фиксированной длины, начинающийся байтом START1 = 10h;
- кадр переменной длины, начинающийся байтом START2 = 68h;

Кадр фиксированной длины
START1 = 10h
С – байт управления
А – адрес станции
Пользовательские данные
КС – контрольная сумма
END – 16h

Кадр переменной длины
START2 = 68h
L – длина
L – длина
START2 = 68h
С – байт управления
А – адрес станции
Пользовательские данные
КС – контрольная сумма
END – 16h

L – определяет число байт пользовательских данных, включая поле управления С и адресное поле А.

КС – арифметическая сумма по модулю 256 всех байтов пользовательских данных, начиная с байта управления С.

А - адресное поле канального уровня размером один байт, используется в обоих направлениях для адресации соответствующего КП (вторичной станции).

Если передаются блоки данных прикладного уровня (ASDU), используется формат кадра с переменной длиной блока. Если ASDU не передаются, используется формат кадра с фиксированной длиной блока. Однобайтовая посылка CONTROL1 = E5h для квитирования (подтверждения) в приборе не предусмотрена.

Байт управления С - содержит информацию о направлении передачи, типе услуги, а также биты для защиты от потери и дублирования информации.

	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
1 => 2	0	PRM=1	FCB	FCV	Функциональный код			
2 => 1	0	PRM=0	0	0				

Обозначения битов в верхней строке соответствуют кадрам, передаваемым от первичной станции к вторичной (1 => 2), в нижней – от вторичной к первичной (2 => 1).

PRM 1 – сообщение от первичной станции, 0 – сообщение от вторичной станции;

FCB (Frame Count Bit) бит счетчика кадров, передаваемых первичной станцией, служит для защиты от потери и дублирования кадров при искажениях в канале связи;

FCV бит, указывающий актуальность функции бита FCB:

1 – изменение бита FCB актуально и должно контролироваться при приеме;

0 – изменение бита FCB (по сравнению с предыдущим кадром) не должно контролироваться при приеме, но значение FCB должно запоминаться для контроля изменения при приеме следующего кадра с FCB=1;

При передаче каждого нового сообщения в режиме ПОСЫЛКА/ПОДТВЕРЖДЕНИЕ или ЗАПРОС/ОТВЕТ тому же адресату (вторичной станции) значение бита FCB изменяется на обратное (кадры нумеруются по модулю 2). Повторная передача кадра с тем же значением FCB производится в двух случаях: когда ответный кадр от вторичной станции бракуется и когда ответ отсутствует в течение установленного тайм-аута.

Функциональные коды байта управления в сообщениях между ПУ и ПИМ:

Функциональные коды от первичной станции – ПУ	FCV	Ответные функциональные коды преобразователя - КП
<0> – сброс канала	0	<0> – положит. подтверждение <1> – отрицат. подтверждение
<1> – сброс процесса	0	<0> – положит. подтверждение <1> – отрицат. подтверждение
<3> – ПОСЫЛКА/ПОДТВЕРЖДЕНИЕ передача пользовательских данных	1	<0> – положит. подтверждение <1> – отрицат. подтверждение
<4> – ПОСЫЛКА/БЕЗ ОТВЕТА передача пользовательских данных	0	Нет ответа
<9> – ЗАПРОС/ОТВЕТ запрос состояния канала	0	<11> – состояние канала
<11> – ЗАПРОС/ОТВЕТ запрос данных класса 2	1	<8> – передача пользоват. данных <9> – данные не доступны

В режиме ЗАПРОС/ОТВЕТ положительная квитанция не требуется – ответом на запрос являются пользовательские данные. Отрицательная квитанция передается от КП в следующих случаях:

- Функциональный код <9> "запрошенные данные недоступны", когда, например, ПУ запрашивает группу параметров, не существующую на данном ПИМ, или данные еще обрабатываются.

- Функциональный код <1>, когда кадр с данными от ПУ принят канальным уровнем КП без ошибок, но ASDU не может быть передан прикладному уровню, например, из-за занятости буфера.

Если запрашиваемые услуги канального уровня не предусмотрены, ПИМ отвечает функциональным кодом <15>.

Адресное поле канального уровня определено размером один байт в диапазоне 1...254. Номер адреса 255 (циркулярный адрес) используется для общей (широковещательной) команды (всегда для режима ПОСЫЛКА /БЕЗ ОТВЕТА).

Структура блока, содержащего один объект, состоящий из j элементов информации:

Содержание блока		Размер поля (в байтах)
ИДЕНТИФИКАТОР БЛОКА ДАННЫХ	Идентификатор типа	1
	Классификатор структуры, SQ=1: 80h+j	1
	Причина передачи	1
	Адрес станции (общий адрес ASDU)	1
Объект информации	Адрес объекта информации	2
	Элемент информации № 1	1,2,3,4,5
	-----	----
	Элемент информации № j	1,2,3,4,5
Время	Значение времени	0,7

Размер поля в байтах (1,2,3,4,5) или (0,7) означает, что в этой позиции структуры данных может передаваться различное количество байт (зависит от типа передаваемых ASDU).

3.2.1 Идентификатор типа

Однобайтное число, которое определяет структуру, тип и формат объекта информации.

Преобразователь поддерживает следующие идентификаторы (типы) ASDU:

- для передачи данных в направлении ПУ >> КП:

<100> команда опроса (активизация блоков данных);

<102> команда чтения (запрос одиночных или групповых объектов) ;

<103> команда синхронизации часов;

- для передачи данных в направлении ПУ << КП:

<9> - элемент информации - измеряемая величина (нормализованное значение 2 байта) с ОК;

<13> - элемент информации - измеряемая величина (масштабированное значение 4 байта – короткий формат с плавающей запятой) с ОК;

<21> - элемент информации - измеряемая величина (нормализованное значение 2 байта) без ОК;

<143> - элемент информации - измеряемая величина (нормализованное значение 2 байта) с ОК и общей меткой времени - 7 байт;

<144> - элемент информации - измеряемая величина (масштабированное значение 2 байта) с ОК и общей меткой времени - 7 байт;

<145> - элемент информации - измеряемая величина (масштабированное значение 4 байта, короткий формат с плавающей запятой с ОК и общей меткой времени - 7 байт;

<200> - элемент информации - 8-ми битный символ из расширенного набора символов ASCII;

3.2.2 Классификатор переменной структуры

Для преобразователей серии ETxxx классификатор определяется как:

00h+j – для команд управления (направление передачи ПУ >> КП);

80h+j - при считывании данных (направление передачи ПУ << КП),

где j – количество однотипных элементов информации или однотипных комбинаций элементов информации.

3.2.3 Причина передачи

Байт «Причина передачи» поясняет источник, инициирующий передачу данных в канал.

Бит D7 - <0> рабочая передача.

Бит D6 - <0> положительное подтверждение (квитанция),

<1> отрицательное подтверждение (квитанция);

Биты D5..D0 – причина передачи.

Семантика значений причины передачи, поддерживаемых ПИМ:

- 5 – запрос или запрашиваемые данные;
- 6 – активация данных;
- 7 – подтверждение активации данных;
- 20 - ответ на опрос преобразователя;
- 21 - ответ на опрос группы-1;
- 22 - ответ на опрос группы-2;
- 44 - неизвестный идентификатор типа;
- 45 - неизвестная причина передачи;
- 46 - неизвестный общий адрес ASDU;
- 47 - неизвестный адрес объекта информации.

Причины 44-47 используются в посылках ПУ << КП в тех случаях, когда КП не может исполнить принятую от ПУ команду или запрос. Обычно причиной этого является расхождение конфигурационной информации. В этом случае преобразователь «зеркально» отражает полученную от ПУ посылку, устанавливая D6=1 и номер причины передачи, что помогает эксплуатационному персоналу обнаружить и устранить расхождение.

3.2.4 Адрес станции (общий адрес ASDU)

Общий адрес ASDU совпадает с уникальным адресом ПИМ в локальной сети. Размер адреса в соответствии с рекомендациями СО 34.48.169-2004 принят равным 1 байт.

- <0> := не используется;
- <1>...<254> := адрес ПИМ;
- <255> := широковещательный (общий) адрес (FFh).

Использование широковещательных адресов в направлении управления ограничено следующими типами ASDU:

- <100>:= команда опроса (для смены информационных объектов считывания одновременно на всех ПИМ);
- <103>:= команда синхронизации часов.

При получении ASDU с широковещательным адресом FFh, прибор ответ не инициирует.

3.2.5 Адрес объекта информации

В преобразователе используется 2 байта для идентификации объекта информации (одного или группы параметров).

Адреса объектов могут перенастраиваться для каждого интерфейса отдельно с помощью программы-конфигуратора в пределах 16-ти разрядного адресного пространства от -32767 до +32767.

Если адрес объекта информации не используется, в каких то ASDU, то он устанавливается в ноль.

3.2.6 Элементы информации

В преобразователе поддерживаются следующие элементы информации:

- строка символов ASCII (OS8iASCII):

Строка 8-ми битных символов из расширенного набора символов ASCII;

- нормализованное значение измеряемой величины (2 байта):

Младший байт данных передается первым. Старший разряд второго байта – знак: 0 – положительная величина, 1 – отрицательная величина.

Диапазон передаваемых значений от -1 до $+1 \cdot 2^{-15}$. Отрицательные значения – в дополнительном коде;

- масштабированное значение измеряемой величины (2 байта):

Младший байт данных передается первым. Старший разряд второго байта – знак: 0 – положительная величина, 1 – отрицательная величина. Диапазон передаваемых значений от -2^{15} до $+2^{15}-1$. Отрицательные значения – в дополнительном коде. Используется с описателем качества, в котором определяется положение запятой (рекомендация СО 34.48.160-2004);

- масштабированное значение измеряемой величины, короткий формат с плавающей запятой IEEE STD 754 (4 байта):

Структура информационных байтов:

Биты	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Байт 1	S	E 2^7	E 2^6	E 2^5	E 2^4	E 2^3	E 2^2	E 2^1
Байт 2	E 2^0	F 2^{-1}	F 2^{-2}	F 2^{-3}	F 2^{-4}	F 2^{-5}	F 2^{-6}	F 2^{-7}
Байт 3	F 2^{-8}	F 2^{-9}	F 2^{-10}	F 2^{-11}	F 2^{-12}	F 2^{-13}	F 2^{-14}	F 2^{-15}
Байт 4	F 2^{-16}	F 2^{-17}	F 2^{-18}	F 2^{-19}	F 2^{-20}	F 2^{-21}	F 2^{-22}	F 2^{-23}

S – знак числа;

E – порядок;

F – дробная часть мантииссы.

Значение числа с плавающей запятой составляет $R = (-1)^S * 2^{E-127} * (1,F)$;

- описатель качества (1 байт):

Структура описателя качества:

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	Бит
0	NT	0	0	0	ЗП		OV	Значение

- NT: 0 – актуальное значение, 1- значение неактуально.

Значение величины актуально, если оно было обновлено в течение последнего цикла измерений.

- ЗП - положение запятой:

00 – нет запятой (целое значение);

01 – после запятой одна цифра;

10 – после запятой две цифры;

11 – после запятой три цифры.

- OV: 0 - нет нарушения пределов, 1 – есть нарушение пределов (значение находится вне заранее определенного диапазона значений);

- время в двоичном коде (7 байт):

СР56Время2а - значение времени в двоичном формате 7 байт (ГОСТ Р МЭК 60870-5-4): миллисекунды (0-59999), минуты (0-59), SB – время установлено промежуточным оборудованием (всегда-0), IV – время недействительно, часы (0-23), рез2, SU – летнее время (0 – стандартное время, 1 – летнее время), день месяца (1-31), день недели (1-7), месяцы (1-12), рез3, годы (0-99), рез4. Младший байт – миллисекунды, старший байт – годы.

Биты	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Байт 1	миллисекунды (младший байт)							
Байт 2	миллисекунды (старший байт)							
Байт 3	IV	SB	минуты					
Байт 4	SU	рез2			часы			
Байт 5	дни недели				дни месяца			
Байт 6	рез3				месяцы			
Байт 7	рез4	годы						

Примечание:

1. рез - означает группу неиспользуемых битов.

2. Параметр IV принимает значение «0» после синхронизации времени ведущим устройством, и значение «1» по истечении временного интервала, установленного в таймере действительного времени при настройке преобразователя.

3.3 Передача в направлении управления (ПУ → КП)

<100> Команда опроса (активация данных в ПИМ)

В блоке данных передается один объект информации – команда группового запроса данных. Адрес объекта информации равен нулю. Объект информации содержит один информационный байт – описатель запроса, имеющий следующие значения:

20 – запрос полных (общих) данных;

21 – запрос группы 1;

22 – запрос группы 2;

Команда опроса может быть послана как сервис «ПОСЫЛКА БЕЗ ОТВЕТА» (возможно по широковещательному адресу 0xFF), или как сервис «ПОСЫЛКА/ПОДТВЕРЖДЕНИЕ» на уровне канала.

В ответ на команду опроса, ПИМ передает в направлении контроля то же ASDU с причиной передачи <7> - подтверждение активации.

<102> Команда чтения

При использовании команды чтения, ведущий должен на канальном уровне запросить с ПИМ данные класса-2 (функциональный код «11»).

В блоке данных передается один объект информации – команда запроса определенного объекта информации, адрес которого передается в данной команде в качестве адреса объекта информации.

Используется для вызова конкретного объекта информации, например, величины определенного ТИТ или группового объекта (Таблица 5.1).

Запрошенные объекты возвращаются в формате текущего ASDU с причиной передачи <5> - «запрошено», без метки времени.

<103> Команда синхронизации часов

В блоке данных передается один объект информации – команда синхронизации часов.

Адрес объекта информации равен нулю. Данными передаваемого объекта информации является значение времени в формате **CP56Время2а**. Команда синхронизации может быть послана как сервис «ПОСЫЛКА БЕЗ ОТВЕТА» (возможно по широковещательному адресу 0xFF), или как сервис «ПОСЫЛКА/ПОДТВЕРЖДЕНИЕ» на уровне канала.

Подтверждение активации синхронизации времени содержит время ПИМ на момент перед синхронизацией.

3.4 Передача в направлении контроля (ПУ ← КП)

<9> Значение измеряемой величины - нормализованное, с ОК.

Передается последовательность элементов информации.

Элемент информации – измеряемая величина (нормализованное значение – 2 байта) и описатель качества (1 байт).

Блок данных имеет структуру – один объект, содержащий **j** однотипных комбинаций элементов.

<13> Значение измеряемой величины - короткий формат с плавающей запятой, с ОК.

Передается последовательность элементов информации.

Элемент информации – измеряемая величина (короткий формат с плавающей запятой – 4 байта) и описатель качества (1 байт).

Блок данных имеет структуру – один объект, содержащий **j** однотипных комбинаций элементов.

<21> Значение измеряемой величины - нормализованное, без ОК.

Передается последовательность элементов информации.

Элемент информации – измеряемая величина (нормализованное значение – 2 байта).

Блок данных имеет структуру – один объект, содержащий **j** однотипных элементов.

3.4.1 Не стандартные типы блоков данных в направлении контроля (ПУ ← КП)

<143> Значение измеряемой величины - нормализованное, с ОК и общей меткой времени 7 байт (частный диапазон идентификаторов).

Передается последовательность элементов информации.

Элемент информации – измеряемая величина (нормализованное значение – 2 байта) и описатель качества (1 байт).

Блок данных имеет структуру – один объект, содержащий **j** однотипных комбинаций элементов.

Время – общая метка на весь блок передается 7 байтами в двоичном коде.

<144> Значение измеряемой величины - масштабированное значение, с ОК и общей меткой времени 7 байт (частный диапазон идентификаторов).

Передается последовательность элементов информации.

Элемент информации - измеряемая величина (масштабированное значение – 2 байта) и описатель качества (1 байт).

Блок данных имеет структуру – один объект, содержащий **j** однотипных комбинаций элементов.

Время – общая метка на весь блок, которая передается 7 байтами в двоичном коде.

<145> Значение измеряемой величины – короткий формат с плавающей запятой, с ОК и общей меткой времени 7 байт (частный диапазон идентификаторов).

Передается последовательность элементов информации.

Элемент информации - измеряемая величина (масштабированное значение – короткий формат с плавающей запятой 4 байта) и описатель качества (1 байт).

Блок данных имеет структуру – один объект, содержащий **j** однотипных комбинаций элементов.

Время – общая метка на весь блок, которая передается 7 байтами в двоичном коде.

<200> Символьное сообщение (частный диапазон идентификаторов)

Передается последовательность элементов информации.

Элемент информации - 8-ми битный символ из расширенного набора символов ASCII.

Блок данных имеет структуру – один объект, содержащий **j** однотипных элементов.

Используется для передачи сообщения пользователя.

3.4.0 Групповые блоки данных в направлении контроля (ПУ ← КП)

При конфигурировании ПИМ имеется возможность организовывать одноэлементные объекты информации (измеряемые параметры) в группы. Допускается возможность создания двух конфигурируемых групп данных – Группа-1 и Группа-2.

Группы 1 и 2 формируются из списка полных данных одноэлементных объектов (Таблица 5.1) и могут содержать от 0 до 32-х измеряемых параметров каждая. Последовательность назначения параметров в группах и, соответственно, последовательность их передачи - произвольны.

Группа-0 представляется как не конфигурируемый набор одноэлементных объектов от 1 до 28 в зависимости от исполнения ПИМ (столбцы 1,2,3,4). Последовательность их передачи в канал фиксирована и соответствует Табл.3.1.

Каждый групповой объект может считываться независимо по двум интерфейсам двумя ведущими устройствами. Считывание групповых объектов может осуществляться либо с использованием процедуры опроса на канальном уровне, либо на прикладном уровне с помощью команды чтения <102>.

Формат представления измеряемых параметров определяется типом ASDU, установленным по данному интерфейсу при конфигурации ПИМ.

Сообщение пользователя так же имеет свой групповой адрес и содержит произвольные символьные данные, сформированные на этапе конфигурирования прибора. Сообщение можно читать командой <102>.

4 Процедуры считывания данных

Считывания данных с ПИМ возможно как на канальном, так и на прикладном уровнях. В приведенных ниже примерах считываются ТИТ в формате ASDU типа 21 (нормализованные значения величин).

4.1 Считывание данных на канальном уровне

На запрос данных класса 2 ПИМ формирует блок данных ASDU типа 21:

Запрос: 10 5B 01 5C 16 (запрос данных)
Ответ: 68 40 40 68 08 01 15 9C 14 01 01 00 0B 01 A1 1C 14 01 7C 09 14 01 0B 01 1B 01 93 00 95 10 9D 10 F2 00 FE FF 33 00 00 00 10 00 0D 00 7D FE 0F 00 89 FF 0E 00 87 01 0F 00 8C 00 36 FD 8C 02 00 00 3B 02 8A 13 72 16 (значения параметров)
Запрос: 10 7B 01 7C 16 (запрос данных)
Ответ: 68 40 40 68 08 01 15 9C 14 01 01 00 0B 01 A1 1C 14 01 7C 09 14 01 0B 01 1B 01 93 00 95 10 9D 10 F2 00 FE FF 33 00 00 00 10 00 0D 00 7D FE 0F 00 89 FF 0E 00 87 01 0F 00 8C 00 36 FD 8C 02 00 00 3B 02 8A 13 72 16 (значения параметров)

4.2 Считывание данных на прикладном уровне

На прикладном уровне доступно адресное считывание ТИТ (одноэлементных или групповых) с помощью команды чтения (ASDU типа 102).

Пример считывания значения частоты сети (в формате ASDU типа 21):

Запрос: 68 08 08 68 5B 01 66 01 05 01 1C 00 E5 16
Ответ: 68 0A 0A 68 08 01 15 81 05 01 1C 00 87 13 5B 16

Пример считывания параметров Группы-1 (в формате ASDU типа 21):

Запрос: 68 08 08 68 5B 01 66 01 05 01 80 00 49 16
Ответ: 68 12 12 68 08 01 15 85 05 01 80 00 08 01 C0 1C 07 01 92 09 04 01 B6 16

4.3 Использование Команды опроса

С помощью команды опроса (ASDU<100>) в ПИМ можно установить описатель опроса, имеющий следующие значения:

- 20 – опрос Группы-0 (полные данные);
- 21 – опрос Группы-1;
- 22 – опрос Группы-2;

Пример установки описателя для чтения Группы-1:

Запрос: 68 09 09 68 53 01 64 01 06 01 00 00 15 D5 16 (активация опроса – ASDU<100>)
Ответ: 10 00 01 01 16 (положительная квитанция)
Запрос: 10 5B 01 5C 16 (запрос данных)
Ответ: 68 09 09 68 08 01 64 01 07 01 00 00 15 8B 16 (подтверждение активации опроса)
Запрос: 10 5B 01 5C 16 (запрос данных)
Ответ: 68 12 12 68 08 01 15 85 15 01 80 00 00 01 C3 1C 05 01 91 09 0B 01 C5 16 (значения параметров группы-1)

5 Перечень информационных объектов

Таблица 5.1

№	Зп	Наименование информационного объекта	ПИМ				Адрес
			ЕТ1xx	ЕТ2xx	ЕТ3xx	ЕТ4xx	
Полные данные (одноэлементные объекты)							
1		Действующее значение напряжения фазы А (Ua)	+	+	+	+	0x0001+E
2		Действующее значение напряжения фазы В (Ub)	+	+	+	+	0x0002+E
3		Действующее значение напряжения фазы С (Uc)	+	+	+	+	0x0003+E
4		Действующее значение напряж. нулевой последовательности (Uo)	+	+	+	+	0x0004+E
5	*	Действующее значение силы тока фазы А (Ia)	+	+	+	+	0x0005+E
6	*	Действующее значение силы тока фазы В (Ib)	+	+	+	+	0x0006+E
7	*	Действующее значение силы тока фазы С (Ic)	+	+	+	+	0x0007+E
8		Действующее значение силы тока нулевой последовательности(Io)	+	+	+	+	0x0008+E
9	*	Действующее значение междуфазного напряжения (Uab)	+	+	+	+	0x0009+E
10	*	Действующее значение междуфазного напряжения (Ubc)	+	+	+	+	0x000A+E
11	*	Действующее значение междуфазного напряжения (Uca)	+	+	+	+	0x000B+E
12		Активная мощность фазы А (Pa)		+	+	+	0x000C+E
13		Активная мощность фазы В (Pb)		+	+	+	0x000D+E
14		Активная мощность фазы С (Pc)		+	+	+	0x000E+E
15	*	Активная мощность трехфазной системы (P)		+	+	+	0x000F+E
16		Реактивная мощность фазы А (Qa)			+	+	0x0010+E
17		Реактивная мощность фазы В (Qb)			+	+	0x0011+E
18		Реактивная мощность фазы С (Qc)			+	+	0x0012+E
19	*	Реактивная мощность трехфазной системы (Q)			+	+	0x0013+E
20		Полная мощность фазы А (Sa)			+	+	0x0014+E
21		Полная мощность фазы В (Sb)			+	+	0x0015+E
22		Полная мощность фазы С (Sc)			+	+	0x0016+E
23	*	Полная мощность трехфазной системы (S)			+	+	0x0017+E
24		Коэффициент мощности фазы А (CosA)				+	0x0018+E
25		Коэффициент мощности фазы В (CosB)				+	0x0019+E
26		Коэффициент мощности фазы С (CosC)				+	0x001A+E
27	*	Общий коэффициент мощности (CosS)				+	0x001B+E
28	*	Частота (f)				+	0x001C+E
Групповые объекты							
32	*	Время (1 объект, 1 элемент)	+	+	+	+	0x001D+E
33	*	Параметры Группы-1 (1 объект, до 32 элементов)	+	+	+	+	0x0020+E
34	*	Параметры Группы-2 (1 объект, до 32 элементов)	+	+	+	+	0x0060+E
35	*	Сообщение пользователя (1 объект, 64элемента)	+	+	+	+	0x0100+E
36	*	Параметры Группы-0 (1 объект, до 31 элемента)	+	+	+	+	0x0200+E
Примечание:							
При 3-х проводном подключении ПИМ считываемые параметры ограничены перечнем, указанным в столбце «Зп».							

Смещение адресов информационных объектов определяется параметром Е и устанавливается в пределах 16-ти разрядного адресного пространства от -32768 до +32767 при настройке ПИМ (по умолчанию Е=0).