



**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ
ЕТ**

ЗТФЛА.499.017 РЭ

Руководство по эксплуатации

- 2013 -

Содержание

Вводная часть.....	3
1 Описание и работа.....	3
1.1 Назначение изделия.....	3
1.2 Технические характеристики.....	5
1.3 Состав изделия.....	11
1.4 Устройство и работа.....	11
1.5 Маркировка и пломбирование	14
1.6 Упаковка.....	14
2 Использование по назначению.....	14
2.1 Подготовка изделия к использованию.....	14
2.2 Использование изделия.....	15
3 Техническое обслуживание.....	15
4 Хранение и транспортирование.....	16
4.1 Хранение ПИМ.....	16
4.2 Транспортирование ПИМ.....	16
5 Утилизация.....	16
Приложение А Габаритные и установочные размеры ПИМ	17
Приложение Б Схемы электрические подключений	18
Приложение В Описание программы EMasterNet.....	22
Приложение Г Протоколы обмена преобразователей серии ETxxx.....	41



Внимание!

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

- протокол Modbus RTU;
- скорость обмена – 9600 бит/сек;
- формат байта данных – 8N1 (8N2 - для ET с датой выпуска до 01.06.2013 и версией прошивки до 178 включительно):
 - 1 стартовый бит;
 - 8 бит данных (младший бит посылается первым);
 - 1 стоповый бит (нет бита паритета);
- смещение адресов информационных объектов E=0;
- сетевой адрес прибора совпадает с двумя последними цифрами его серийного номера (два последних нуля в номере соответствуют сетевому адресу 100).

Для восстановления утраченных параметров связи с преобразователем существует 2 способа:

Способ 1

- воспользоваться функциональными особенностями интерфейса-2: при подаче питания на прибор, интерфейс в течение 10 сек находится в режиме обмена в соответствии с заводскими настройками, независимо от пользовательских настроек интерфейса (для EMaster версии 2.56);

Способ 2

- воспользоваться программой EMasterNet, которая позволяет соединиться с прибором методом сканирования сетевых адресов, параметров настройки интерфейсов и протоколов обмена.

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

Принятые сокращения:

ПИМ - преобразователь измерительный многофункциональный;

ТИ (ТИТ) - телеизмерения текущих значений параметров сети переменного тока;

ВПО – встроенное программное обеспечение;

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

ИТТ – измерительный трансформатор тока;

ИТН – измерительный трансформатор напряжения;

Ктт – коэффициент трансформации ИТТ;

Ктн - коэффициент трансформации ИТН;

ПЭВМ - персональная электронно-вычислительная машина;

СПО – сервисное программное обеспечение;

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

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

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

1.1.5 Имеют два независимых порта ввода/вывода 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.

Преобразователь поддерживает следующие виды протоколов обмена:

- Modbus RTU, Modbus ASCII;
- МЭК 60870-5-101.

1.1.6 В таблице 1 представлены параметры четырехпроводных и трехпроводных 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 Изделия выполнены в корпусах, предназначенных для навесного монтажа на панелях, щитах или DIN-рейках с передним присоединением монтажных проводов.

1.1.9 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 Они 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
		ET1xx	ET2xx	ET3xx	ET4xx	
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	+	+	+	+	$U_0 = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (u_{Ai} + u_{Bi} + u_{Ci})^2}$
Среднее действующее значение фазных напряжений	Ucp.φ	+	+	+	+	$U_{cp.\phi} = (U_A + U_B + U_C)/3$
Действующее значение междуфазного напряжения	Uab Ubc Uca	+	+	+	+	$U_{\text{Л}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (u_{Ai} - u_{Bi})^2}$
Среднее действующее значение междуфазных напряжений	Ucp.л	+	+	+	+	$U_{cp.\text{л}} = (U_{AB} + U_{BC} + U_{CA})/3$
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	+	+	+	+	$I_0 = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (i_{Ai} + i_{Bi} + i_{Ci})^2}$
Среднее действующее значение силы фазных токов	Icp.φ	+	+	+	+	$I_{cp.\phi} = (I_A + I_B + I_C)/3$
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 пара- метры				Расчетные выражения
		ET1xx	ET2xx	ET3xx	ET4xx	
Действующее значение междуфазного напряжения	Uab Ubc Uca	+	+	+	+	$U_{\text{Л}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (u_{Ai} - u_{Bi})^2}$
Среднее действующее значение междуфазных напряжений	Ucp.л	+	+	+	+	$U_{\text{cp.л}} = (U_{AB} + U_{BC} + U_{CA})/3$
Действующее значение силы фазного тока	Ia Ib Ic	+	+	+	+	$I_{\phi} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} i_{\phi i}^2}$
Среднее действующее значение силы фазных токов	Icp.ф	+	+	+	+	$I_{\text{cp.ф}} = (I_A + I_B + I_C)/3$
Суммарная активная мощность	P	-	+	+	+	$P = P_{AB} + P_{BC}$
Суммарная реактивная мощность	Q	-	-	+	+	$Q = \pm \sqrt{S^2 - P^2}$
Суммарная полная мощность	S	-	-	+	+	$S = (S_{AB} + S_{BC}) \cdot \text{Cos}30$
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.						

1.2. Технические характеристики

1.2.1 Номинальные значения основных измеряемых параметров преобразователей серии ETxxx, модификации и вид питания приведены в Таблице 2.

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

1.2.3 Номинальное значение коэффициента активной мощности $\text{Cos}\varphi_H = \pm 1$, номинальный коэффициент реактивной мощности $\text{Sin}\varphi_H = \pm 1$.

1.2.4 Текущие значения измеряемых параметров, в зависимости от настройки ПИМ и используемых протоколов обмена, могут считываться устройствами верхнего уровня в следующих форматах:

Таблица 1-в

№	Форматы передачи данных	Modbus		МЭК 60870-5-101
		RTU	ASCII	
1	Двухбайтные значения в относительном целочисленном формате (нормированные значения)	+	+	-
2	Двухбайтные нормализованные значения	-	-	+
3	Двухбайтные масштабированные значения с фиксированной запятой	-	-	+
4	Четырехбайтные масштабированные значения с плавающей запятой (с учетом установленных Ктт и Ктн)	+	-	+

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			

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

1.2.4.1 Двухбайтные нормированные значения ТИ в основном используются для быстрого считывания параметров при использовании протокола Modbus и для проведения метрологической поверки ПИМ. Значения считываются и представляются как:

$$C = K \cdot A / A_{ном}$$

Для преобразования C в значения физических величин следует пользоваться выражением:

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

C – полученное с прибора значение параметра (нормированное число $0 \dots \pm 5000$);

K – коэффициент приведения (нормирующее значение выходного сигнала согласно Таблице 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 нормированное значение C считывается с прибора как двухбайтное положительное число без знака (номинальное значение 50000).

1.2.4.2 Нормализованные значения измеряемых величин используются только для протокола МЭК 60870-5-101.

1.2.4.3 Масштабированные значения измеряемых величин с фиксированной запятой используются только для протокола МЭК 60870-5-101.

1.2.4.4 Четырехбайтные масштабированные значения физических величин с плавающей запятой представляются в виде короткого формата стандарта IEEE STD 754 и используются для протоколов Modbus RTU и МЭК 60870-5-101. При этом учитываются значения коэффициентов $K_{тг}$, $K_{тн}$ и единиц измерений, установленные при настройке преобразователя.

Подробные сведения о представлении значений считываемых параметров можно найти в описании соответствующих протоколов обмена Приложения 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)	$\pm(0 \dots 1 \dots 0)$	ET211-ET214, ET221-ET224 ET231-ET234; ET311-ET314, ET321-ET324 ET331-ET334; ET411-ET414, ET421-ET424 ET431-ET434
Действующие значения фазных и междуфазных напряжений (Uф, Ул)	$0 \dots 1,2 \cdot U_{н}$	ET111-ET114, ET121-ET124 ET211-ET214, ET221-ET224 ET311-ET314, ET321-ET324 ET411-ET414, ET421-ET424
	$0,8 \dots 1,2 \cdot U_{н}$	ET131- ET134, ET231-ET234, ET331-ET334, ET431-ET434
Действующие значения фазных токов (Iф)	$0 \dots 1,2 \cdot I_{н}$	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	γ , %	Нормирующее значение
Действующее значение фазного напряжения	$\pm 0,2$	5000
Среднее действующее значение фазного напряжения	$\pm 0,2$	5000
Действующее значение междуфазного напряжения	$\pm 0,2$	5000
Среднее 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
Среднее 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	$\pm 0,01$	50000
Коэффициент мощности фазы нагрузки ($\cos \varphi$)	$\pm 0,5$	5000
Коэффициент мощности 3-х фазной системы ($\cos \varphi$)	$\pm 0,5$	5000

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

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

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 на шине данных мощностью до 400 Вт в пике.

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

- Вид измеряемой сети (трехпроводная, четырехпроводная);
- Параметры каналов обмена данными:
 - адрес в локальной сети в диапазоне от 1 до 254;
 - скорость обмена от 1200 до 115200 бит/с;
 - контроль паритета (четность, нечетность, отсутствие).
- Тип и параметры протоколов обмена:
 - Modbus RTU (Modbus ASCII);
 - МЭК 60870-5-101.
- Форматы представления данных:
 - нормированные значения (Modbus);
 - нормализованные значения (МЭК 60870-5-101);
 - масштабированные значения с фиксированной запятой (МЭК 60870-5-101);
 - масштабированные значения с плавающей запятой (Modbus RTU, МЭК 60870-5-101).
- Параметры для поддержки службы единого времени:
 - установка и синхронизация значения времени встроенных часов;
 - установка таймера действительности времени;
 - установка меток единовременного среза параметров от начала часа.
- Конфигурация групп параметров (Группа-1 и Группа-2);
 - произвольный набор измеряемых параметров в группу из списка доступных;
 - смещение начальных адресов групп ТИ;

- режим единовременного среза параметров для Группы-2.
- **Дополнительные установочные параметры:**
 - индивидуальная установка значений замещений параметров;
 - установка единиц измерений;
 - индивидуальная установка зоны нечувствительности по основным измеряемым параметрам;
 - индивидуальная установка апертур для спорадической передачи (МЭК 60870-5-101);
 - произвольное сообщение пользователя (текстовая строка длиной до 64 символов);
 - значения коэффициентов трансформации Ктт и Ктн.

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.I.

1.2.15 По защите от поражения электрическим током ПИМ относятся 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 защитными 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	2,5	40	2,0	10
Цепь питания – остальные цепи	2,5	40	2,0	10
Входные цепи (Ua, Ub, Uc, N, Ia, Ib, Ic) - выход RS-485	2,5	40	2,0	10
Параллельные входные цепи (Ua, Ub, Uc, N) – последовательные входные цепи (Ia, Ib, Ic)	2,5	40	2,0	10
Ia - Ib, Ic; Ib - Ic	1,4	40	2,0	10

1.2.21 ПИМ соответствуют требованиям 1.2.6 через 2 мин после кратковременных перегрузок в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

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

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

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

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

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

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

1.2.27 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

1.2.28 Мощность потребляемая ПИМ от источника питания не превышает 1,5 В·А.

1.2.29 Масса ПИМ, не более 0,7 кг.

1.2.30 Габаритные размеры ИП, не более 110x120x125 мм.

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

1.2.32 Среднее время восстановления работоспособного состояния не превышает 1 час.

1.2.33 Средний срок службы ПИМ, не менее 15 лет.

1.2.34 ПИМ драгоценных металлов не содержит.

1.3 Состав изделия

1.3.1 Комплектность поставки ПИМ указана в таблице 7.

Таблица 7

Обозначение документа	Наименование и условное обозначение	Количество, шт.
ЗТФЛА.499.017	Преобразователь измерительный многофункциональный ЕТ	1
ЗТФЛА.499.017 ПС	Преобразователи измерительные многофункциональные ЕТ. Паспорт	1
ЗТФЛА.499.017 РЭ	Преобразователи измерительные многофункциональные ЕТ. Руководство по эксплуатации	1*
МП.ВТ.196-2008	Преобразователи измерительные многофункциональные ЕТ. Методика поверки	1*
5ТФЛА.804.003-02	Упаковка картонная	1
ЗТФЛА.499.017 ПО	Компакт-диск с программным обеспечением (СПО)	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.

Под лицевой частью крышки корпуса расположены три светодиода индицирующие наличие питающего напряжения (красный) и работу интерфейсных модулей (двухцветные).

Зажимные клеммы контактных узлов обеспечивают надежный контакт с подводящими медными или алюминиевыми проводами сечением от $0,28 \text{ мм}^2$ ($d=0,6 \text{ мм}$) до $7,07 \text{ мм}^2$ ($d=3 \text{ мм}$).

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 ($\Phi-1 - \Phi-6$), электронного вычислительного модуля (микроконтроллера), двух модулей интерфейсов (RS-485) и модуля питания (БП).

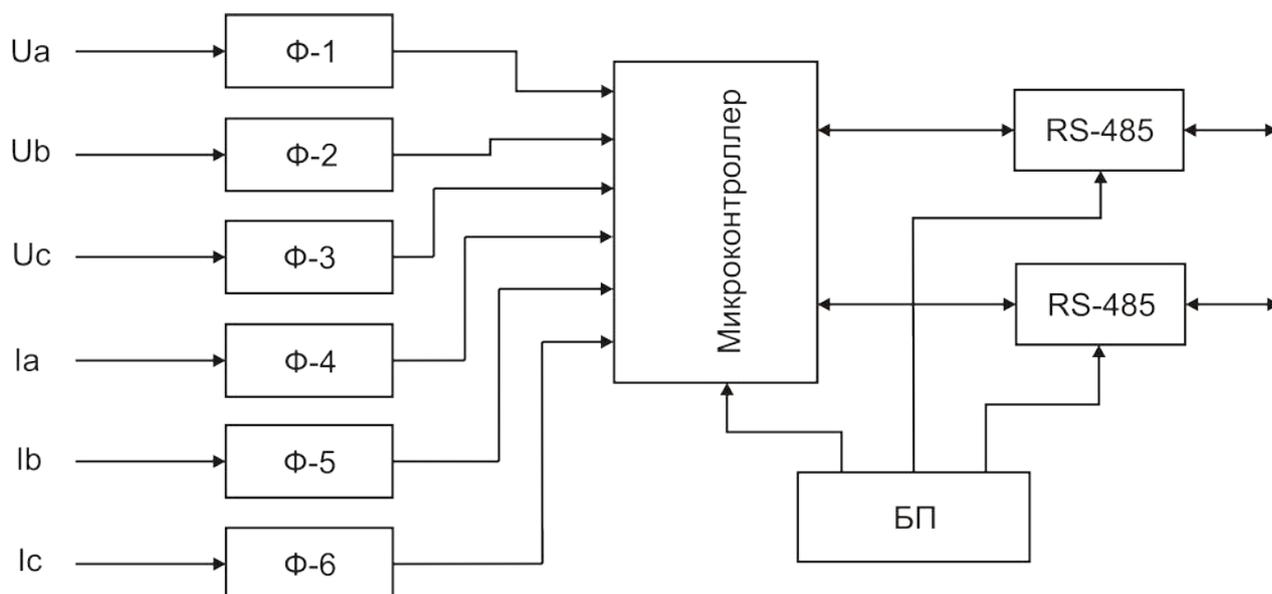


Рисунок 1 Функциональная схема ЕТxxx

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 интерфейсов RS-485. Гальваническая развязка измерительных цепей от интерфейсных модулей обеспечена специализированными микросхемами с прочностью изоляции 2500 В переменного тока.

Индикацию работоспособности каналов приема/передачи данных обеспечивают два двухцветных светодиода, по одному на канал. Во время поступления данных в приемник интерфейса RS-485 светодиод горит зеленым цветом. Во время передачи ответа от прибора цвет свечения становится красным.

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

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

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

Рассчитанные выходные 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, ASCII) и МЭК 60870-5-101. Каждому интерфейсу может быть назначен индивидуальный протокол обмена, параметры передачи, адрес считываемых объектов информации (см. Приложение Г).

Одновременная работа интерфейсов по протоколу МЭК 60870-5-101 не предусмотрена.

1.4.6 Особенности работы интерфейсов передачи данных.

Настройка интерфейсов при выпуске из производства приведена в таблице 8

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 8

№	Наименование параметра	Настройка	Примечание
Интерфейс-1 и Интерфейс-2			
1	Скорость обмена	9600 бод	бит/сек
2	Формат байта	8N1 (8N2 до 1.06.13г)	один стоп бит
3	Паритет	отсутствует	
4	Протокол обмена	Modbus RTU	

Интерфейс-2 имеет следующие функциональные особенности:

- при подаче питания на прибор, интерфейс в течение 10 сек находится в конфигурации, соответствующей Таблице 7 (независимо от пользовательских настроек). Это дает возможность пользователю с помощью СПО обнаружить и восстановить утраченные параметры настройки интерфейсов ПИМ;

- имеет специальный режим работы для осуществления метрологической поверки прибора.

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

Группа 0 – полные (общие) данные. Параметры доступны независимо от настройки ПИМ. 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.

Группа-1 может использоваться для передачи сформированных в ней данных на внешнее индикаторное устройство через один из интерфейсов.

Группа-2 может использоваться для регистрации единовременных срезов значений ТИ в заданные моменты времени относительно начала часа.



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.

Группу-1 рекомендуется использовать для формирования ограниченного или полного набора измеряемых параметров, и считывания их с произвольного информационного адреса в произвольной последовательности.

Группу-2 рекомендуется использовать для формирования единовременных срезов ограниченного или полного набора измеряемых параметров, и считывания их с произвольного информационного адреса в произвольной последовательности.

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

- формирование рабочего пространства из одной или нескольких групп ПИМ, подключенных к локальной информационной сети через СОМ-порт ПК;

- автоматическое распознавание ПИМ в сети и считывание с них настроечных параметров;

- автоматическое распознавание одного ПИМ, подключенного к последовательному порту компьютера или локальной информационной сети;
- изменение конфигурационных параметров ПИМ под нужды пользователя отдельно или в составе сети;
- перепрограммирование встроенной программы ПИМ в части обновления версии протоколов обмена;
- инициализацию средств поддержки службы единого времени во всех подключенных ПИМ рабочего пространства;
- периодический опрос измеряемых параметров выбранного ПИМ и представление полученных значений в форматах определенных настройками;
- сохранение конфигурационных параметров программы и их восстановление при очередном сеансе работы;
- сохранение лог-файла процедур обмена через СОМ-порт.

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 П-1, П-2, Ш-1 по ГОСТ 2991, фанерные ящики типов П-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:

- при необходимости сконфигурировать ПИМ, используя программу EMasterNet (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.



Внимание!

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

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

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 Изделие не содержит в своем составе опасных или ядовитых веществ, способных нанести вред здоровью человека или окружающей среде и не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды.

5.2 По окончании срока службы утилизация изделия должна проводиться по правилам утилизации общепромышленных отходов.

Приложение А (справочное)

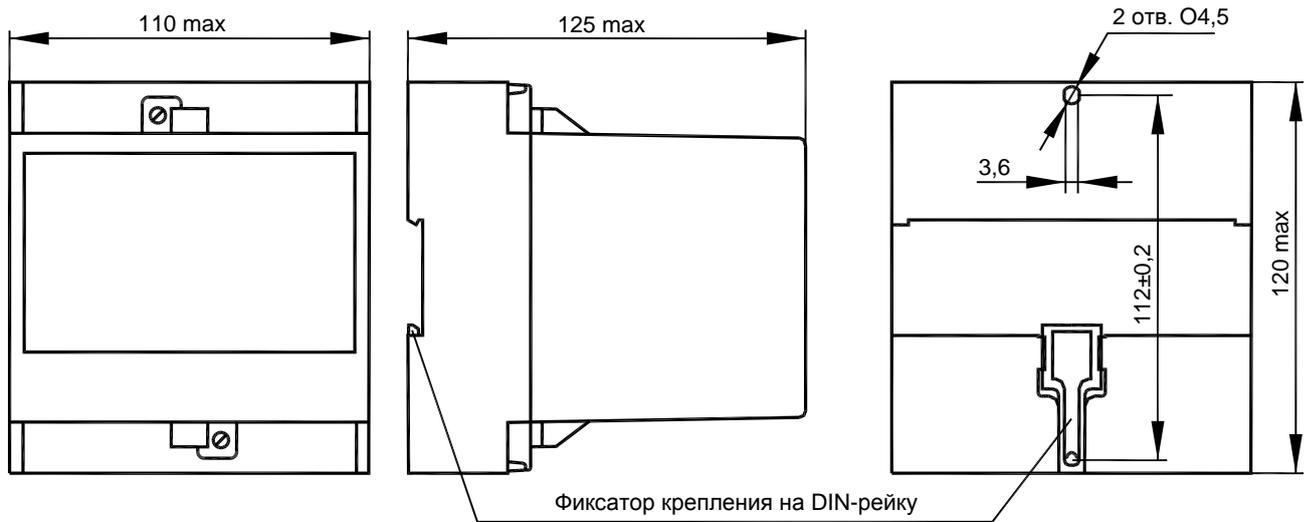


Рисунок А.1
Габаритные и установочные размеры ПИМ



Рисунок А.2
Внешний вид ПИМ со снятыми крышками клеммных колодок

Приложение Б (обязательное)

Схемы электрические подключений

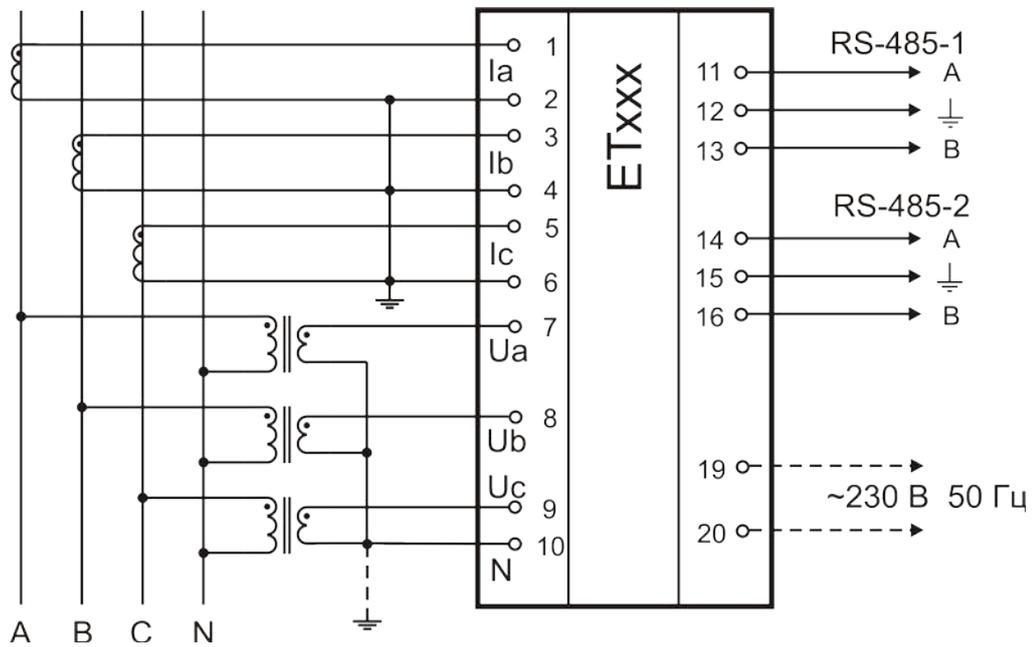


Рисунок Б.1 Схема 4-х проводного включения

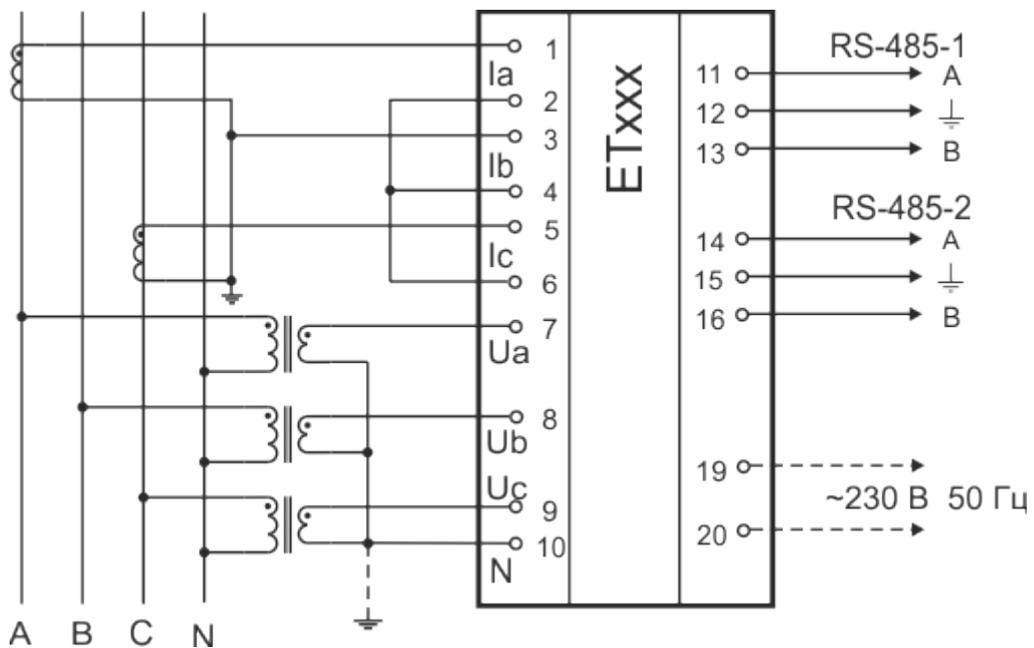


Рисунок Б.2 Схема 4-х проводного включения с двумя ИТТ
(для симметричной нагрузки)

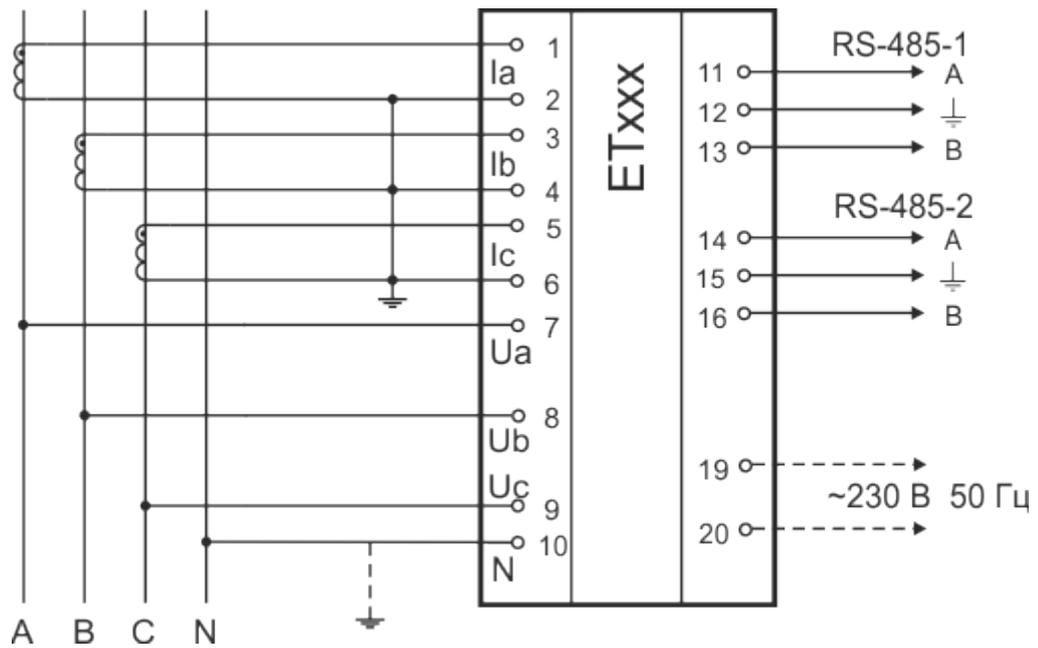


Рисунок Б.3 Схема 4-х проводного включения без ИТН

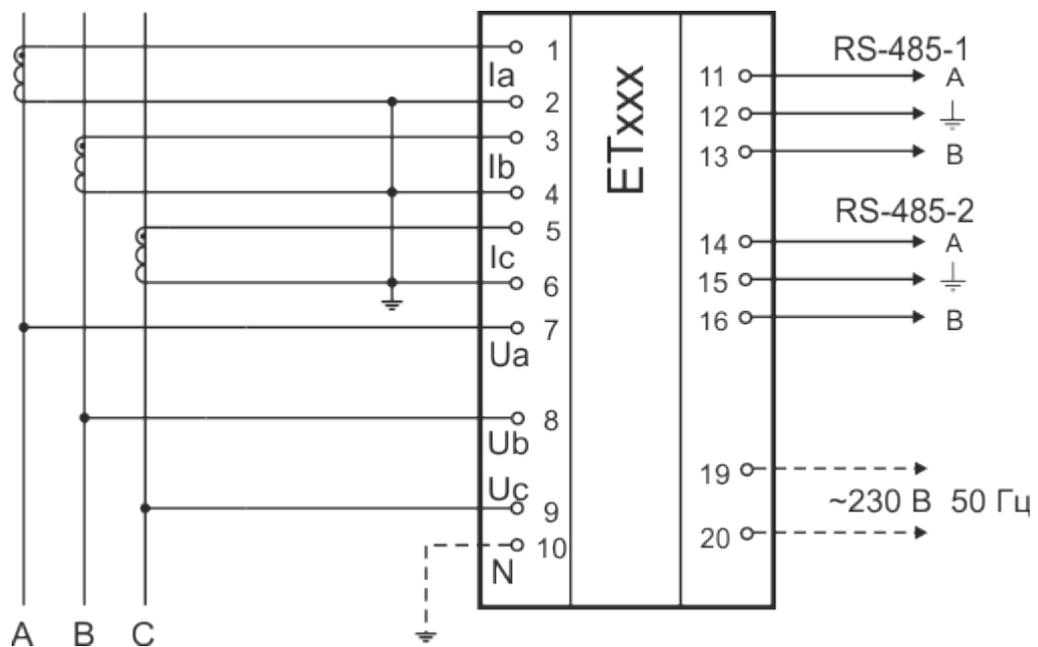


Рисунок Б.4 Схема 3-х проводного включения без ИТН

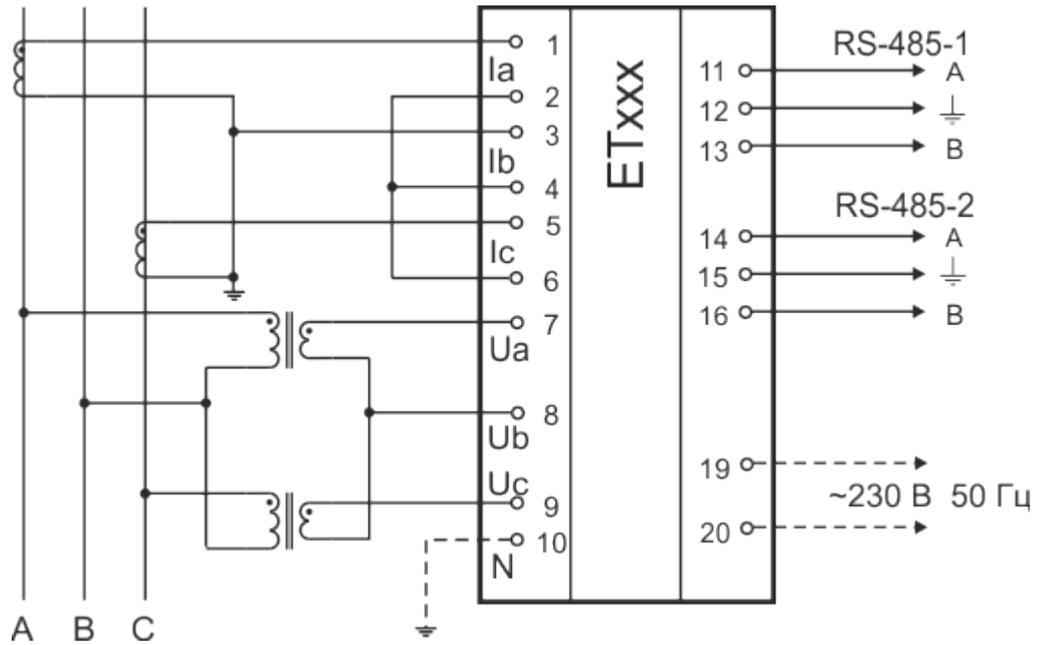


Рисунок Б.5 Схема 3-х проводного включения с двумя ИТТ и двумя ИТН (для симметричной нагрузки)

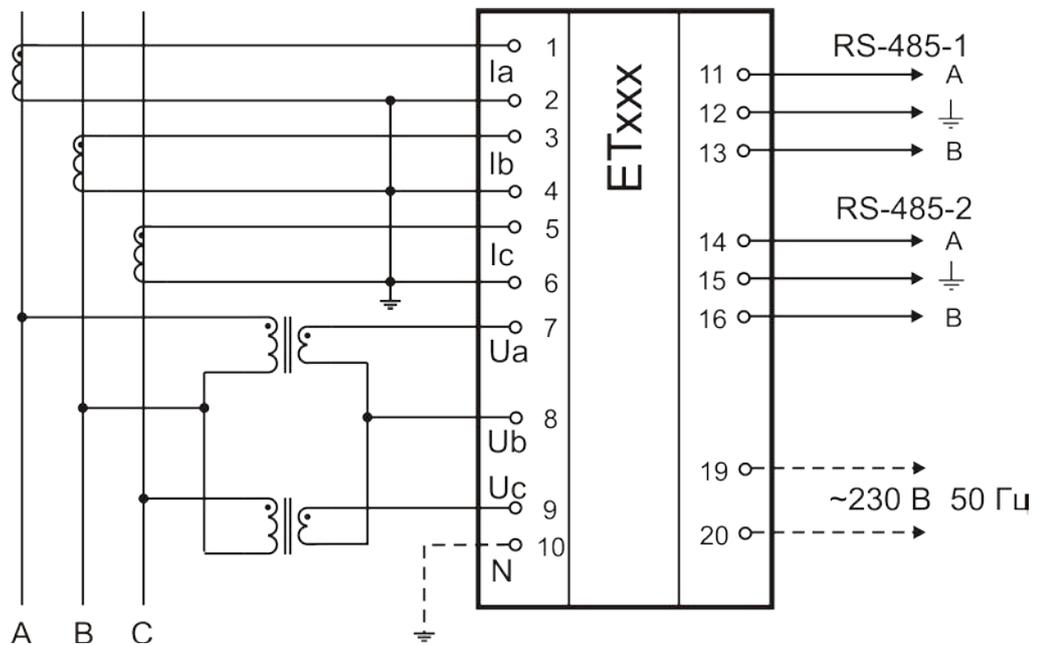
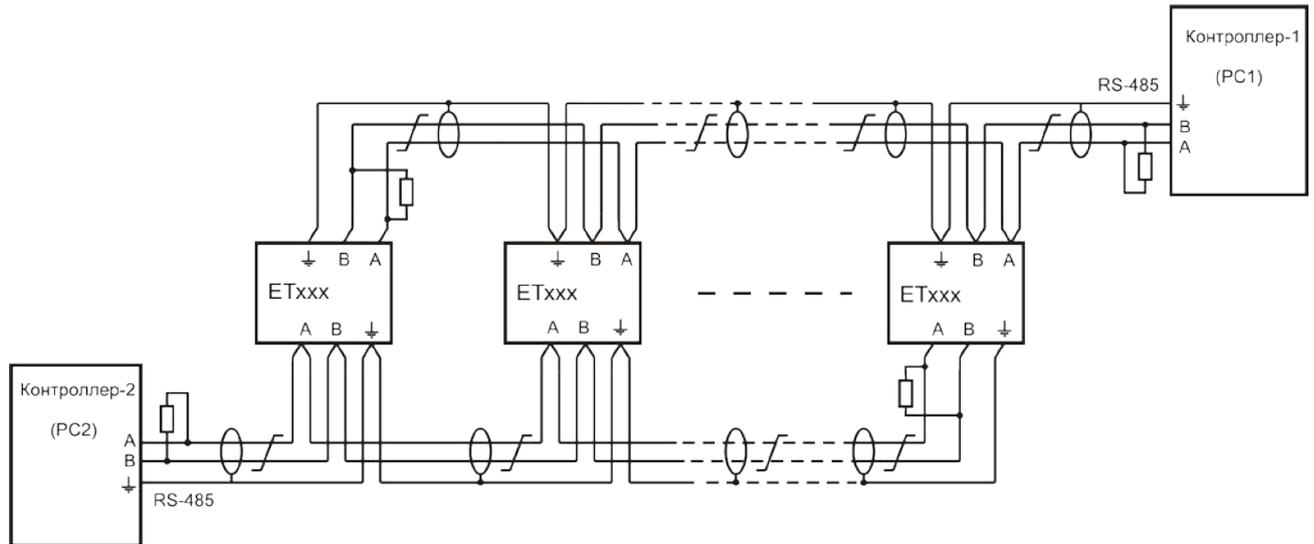


Рисунок Б.6 Схема 3-х проводного включения с двумя ИТН



В качестве резисторов-терминаторов использовать резисторы 120 Ом, $\pm 5\%$, 0,25 Вт.
Сечение провода в кабеле, не менее - 0,28 мм².

Рисунок Б.7 Рекомендуемый способ подключения ПИМ к линиям интерфейсов RS-485

Описание программы EMasterNet (rev 1.1)

1 Вводная часть

Программа «EMasterNet» предназначена для конфигурирования измерительных многофункциональных преобразователей серии ETxxx (далее ПИМ) в составе локальной информационной сети и считывания с них текущих значений измеренных параметров с целью проверки работоспособности ПИМ.

Она легко устанавливается и запускается с любого стандартного носителя ПК под управлением ОС Windows XP, Windows 7. Ресурсоемкость программы не превышает возможностей среднего офисного ПК.

Обмен данными с подчиненными ПИМ осуществляется через локальный COM-порт ПК по протоколам **Modbus** и **МЭК 60870-5-101**.

Физическая реализация информационной локальной шины – стандарт RS-485, реализуемый, как правило, с помощью преобразователя интерфейсов RS232-RS485 или USB-RS485.

Программа правильно функционирует как с одним, так и с множеством ПИМ (до 100 шт.), подключенным к магистрали сети.

«EMasterNet» может обеспечивать функции метрологического контроля ПИМ при проведении очередной поверки в региональных метрологических службах.

Программа свободно распространяемая, и может предоставляться пользователю на CD-носителе в комплекте поставки ПИМ или через web-сайт изготовителя.

Можно выделить три основных режима работы программы:

- Поиск и идентификация ПИМ в локальной сети;
- Конфигурирование преобразователей;
- Контроль измеряемых параметров и функций обмена.

Соответственно, функции программы можно разделить на 3 части:

1.1 Поиск и идентификация ПИМ в локальной сети

- конфигурация локального COM-порта ПК;
- формирование алгоритмов поиска ПИМ;
- поиск и идентификация ПИМ в составе локальной сети;
- формирование образа локальной информационной сети (дерево папок);
- считывание настроечных параметров с ПИМ;
- сохранение параметров поиска и настроек всех ПИМ с возможностью их восстановления и размножения из файла.

1.2 Конфигурирование преобразователей

Следующие процедуры позволяют конфигурировать один или группу ПИМ под требования локальной системы технологического контроля. Процедуры первой группы используют команды (функции) широковещательной записи одновременно во все приборы. Процедуры второй группы используют индивидуальные адреса ПИМ с подтверждением выполнения.

■ Процедуры групповой конфигурации параметров:

- изменение адресов ПИ в составе локальной сети в диапазоне 1...254;
- установка единой скорости обмена и формата передачи данных;
- установка единого протокола обмена и его настройка;
- установка единого смещения адресов информационных объектов;
- настройка параметров службы времени;
- настройка функции единовременного среза группы параметров;
- сохранение параметров групповой настройки в файлах конфигурации.

■ Процедуры индивидуальной конфигурации параметров:

- выбор типа измеряемой сети (3-х, 4-х проводная);
- установка коэффициентов трансформации Ктн и Ктт;
- индивидуальная настройка параметров измерительных каналов;
- настройка параметров групповых информационных объектов;
- дополнительное конфигурирование противоположного интерфейса ПИМ;
- дополнительная индивидуальная настройка протоколов обмена;
- перепрограммирование ПИМ (обновление версии протоколов обмена);
- формирование и запись в ПИМ сообщения пользователя (64 символа);
- сохранение параметров индивидуальной настройки в файлах конфигурации.

1.3 Контроль измеряемых параметров и функций обмена

Программа обеспечивает считывание значений телеизмерений (до 31-го значения ТИ), которые представляются в виде 3-х групп параметров (объектов информации):

Группа 0 – полные (общие) данные. Количество параметров в группе определяется модификацией преобразователя. В качестве сервиса можно использовать режим «Замещение значений ТИ» (подмена измеренных значений ТИ константами из настроечных таблиц). Этот режим работы ПИМ используется при проведении работ по тестированию и отладке процедур информационного обмена;

Группа-1 и Группа-2 – параметры, выбираемые из полных данных (Группы-0) при конфигурировании прибора. Последовательность приема параметров (определяется последовательностью их передачи в канал) и их количество произвольны.

Программа позволяет считывать данные телеизмерений с выбранного ПИМ, в зависимости от используемых протоколов обмена и их настроек, в следующих форматах:

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

При использовании протокола обмена Modbus программа обеспечивает:

- считывание текущих параметров организованных в Группу-0 в относительном целочисленном формате;
- считывание текущих параметров организованных в Группу-1 и Группу-2 в относительном целочисленном формате и в формате четырехбайтных масштабированных значений с плавающей запятой;
- смещение адресов объектов считывания в диапазоне от -32768 до +32767;
- режим метрологического контроля, при котором считывание текущих параметров Группы-0 дополняется переводом интерфейса-2 в режим вывода тактового сигнала часов реального времени.

При использовании протокола МЭК 60870-5-101 программа обеспечивает:

- конфигурирование процедур обмена с целью минимизации времени опроса ПИМ в составе информационной сети.
- сбор данных при помощи опроса на канальном уровне, путем запроса данных классов 1(2).
- прием как традиционных (в рамках стандарта), так и новых типов ASDU с повышенной скоростью и увеличенным объемом:
 - Стандартные ASDU:** 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 34, 35, 36;
 - Нестандартные ASDU:** 143, 144, 145.
- смещение адресов объектов считывания в диапазоне от -32768 до +32767.
- считывание и отображение текущих параметров организованных в информационные блоки групп 0,1 и 2.

Временной интервал между запросами задается в настройках программы.

2 Описание программы

Основные компоненты программы

- [Пользовательский интерфейс](#)
 - [Меню](#)
 - [Панель инструментов](#)
 - [Область рабочего пространства](#)
 - [Рабочая область \(область режимов работы\)](#)
 - [Лог программы](#)
 - [Лог последовательно порта](#)
 - [Панель состояния](#)
- [Рабочее пространство](#)
 - [Сохранение/загрузка рабочего пространства](#)
 - [Настройка рабочего пространства](#)
 - [Соединение с приборами](#)
 - [Интерфейс связи](#)
 - [Обновление конфигурационных данных устройств](#)
- [Сканирование](#)
- [Режимы работы](#)
 - Основные режимы
 - Конфигурирование
 - Чтение входных данных
 - Синхронизация времени
 - Дополнительные режимы
 - Добавление новых устройств
 - Переименование устройств
 - Поверка

2.1 Пользовательский интерфейс

Интерфейс состоит из следующих элементов:

- [Меню](#) - в меню представлены все команды и инструменты программы;
- [Панель инструментов](#) - содержит наиболее часто используемые команды
- [Область рабочего пространства](#) - в данной области отображены приборы, с которыми работает программа
- [Рабочая область \(область режимов работы\)](#) - эта основная область программы, которая зависит от выбранных режимов работы
- [Лог программы](#) – протоколирование работы программы;
- [Лог последовательно порта](#) – протоколирование процедур обмена по COM-порту;
- [Панель состояния](#) - отображает текущее состояние программы

Меню

Меню располагается сразу под шапкой программы. В нём находятся команды и инструменты программы.

Файл

- **Загрузить рабочее пространство** - восстанавливает настройки рабочего пространства из файла и применяет как текущие. См. [Сохранение/загрузка рабочего пространства](#).
- **Сохранить рабочее пространство** - сохраняет текущие настройки рабочего пространства в файл. См. [Сохранение/загрузка рабочего пространства](#).
- **Сохранить лог последовательного порта** - сохраняет лог последовательного порта в файл.
- **Выход** - выход из программы.

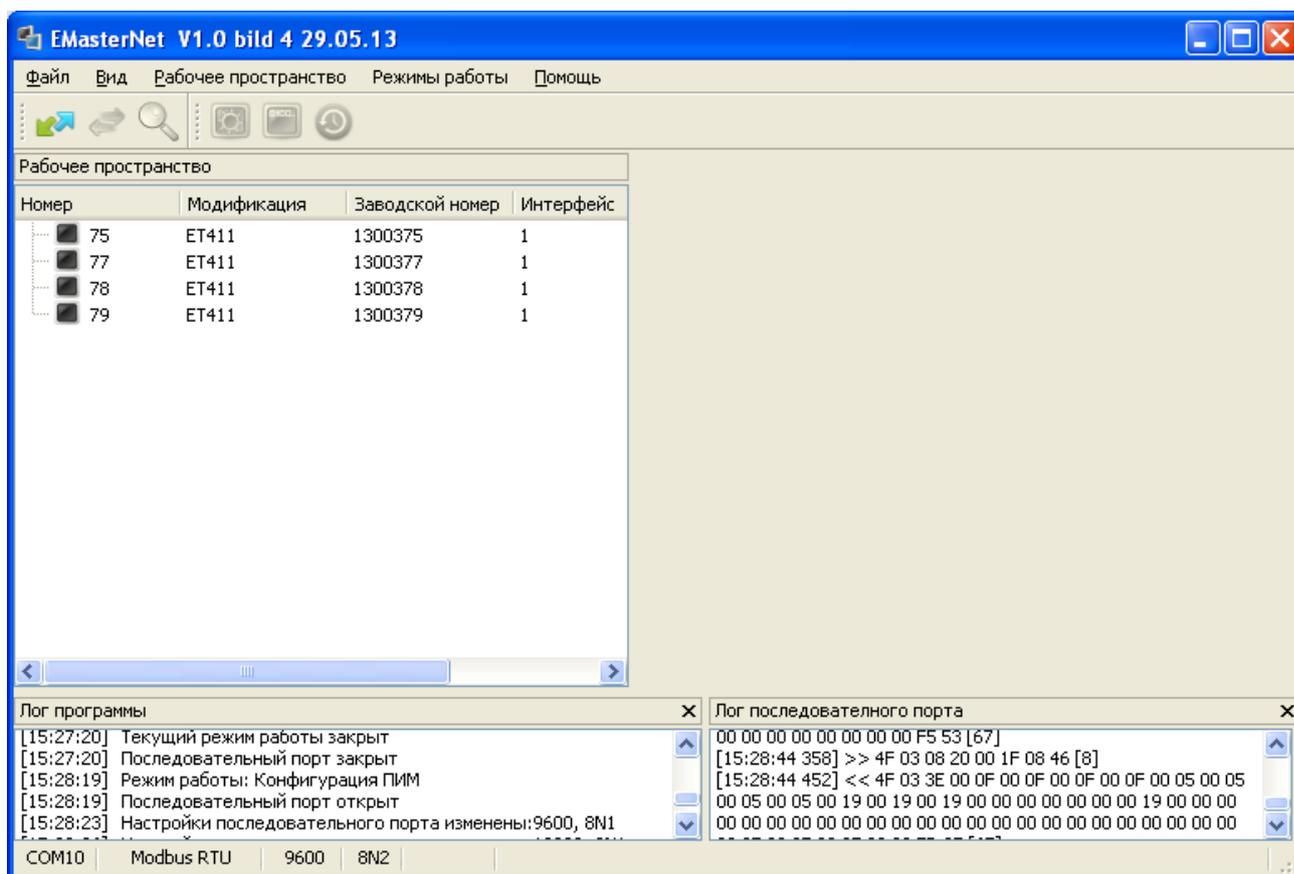


Рисунок В1 – Основные окна программы (рабочее окно не активировано)

Вид

- **Лог программы** - отображает или скрывает область [лога программы](#).
- **Лог последовательного порта** - отображает или скрывает область [лога последовательного порта](#).

Рабочее пространство

- **Подключиться/Отключиться** - при подключении программа переходит в активное состояние, опрашивает все приборы в рабочем пространстве и считывает у ответивших приборов конфигурационные данные. После завершения обмена при подключении можно работать с программой в различных [режимах](#). При отключении, программа завершает все обменные операции с приборами и освобождает последовательный порт.
- **Прервать текущий запрос** - принудительно завершает обмен данными с приборами.
- **Перечитать выбранные устройства** - обновляет конфигурационные данные у выбранных устройств.
- **Сканировать/Остановить сканирование** - включает или отключает [сканирование](#) устройств в сети.
- **Интерфейс связи** - открывает окно [свойств интерфейса связи](#). Данный пункт меню отображается, только при активном состоянии рабочего пространства.
- **Настройки рабочего пространства** - открывает окно [настроек рабочего пространства](#).

Режимы работы

- **Конфигурация ПИМ** - вызов [режима работы конфигурирования](#).
- **Чтение данных с ПИМ** - вызов [режима работы чтения данных](#).

- **Синхронизация времени ПИМ** - вызов [режима работы синхронизации даты и времени](#).
- **Добавить устройства** - вызов [режима работы добавления новых устройств](#).
- **Нумерация** - вызов [режима изменения сетевых номеров](#).

Данный пункт меню может содержать и другие элементы меню в зависимости от выбранного режима работы. См. описание конкретного [режима работы](#).

Помощь

- **Справка** - вызов справочной документации программы.
- **О программе** - отображает окно с краткой информацией о программе.

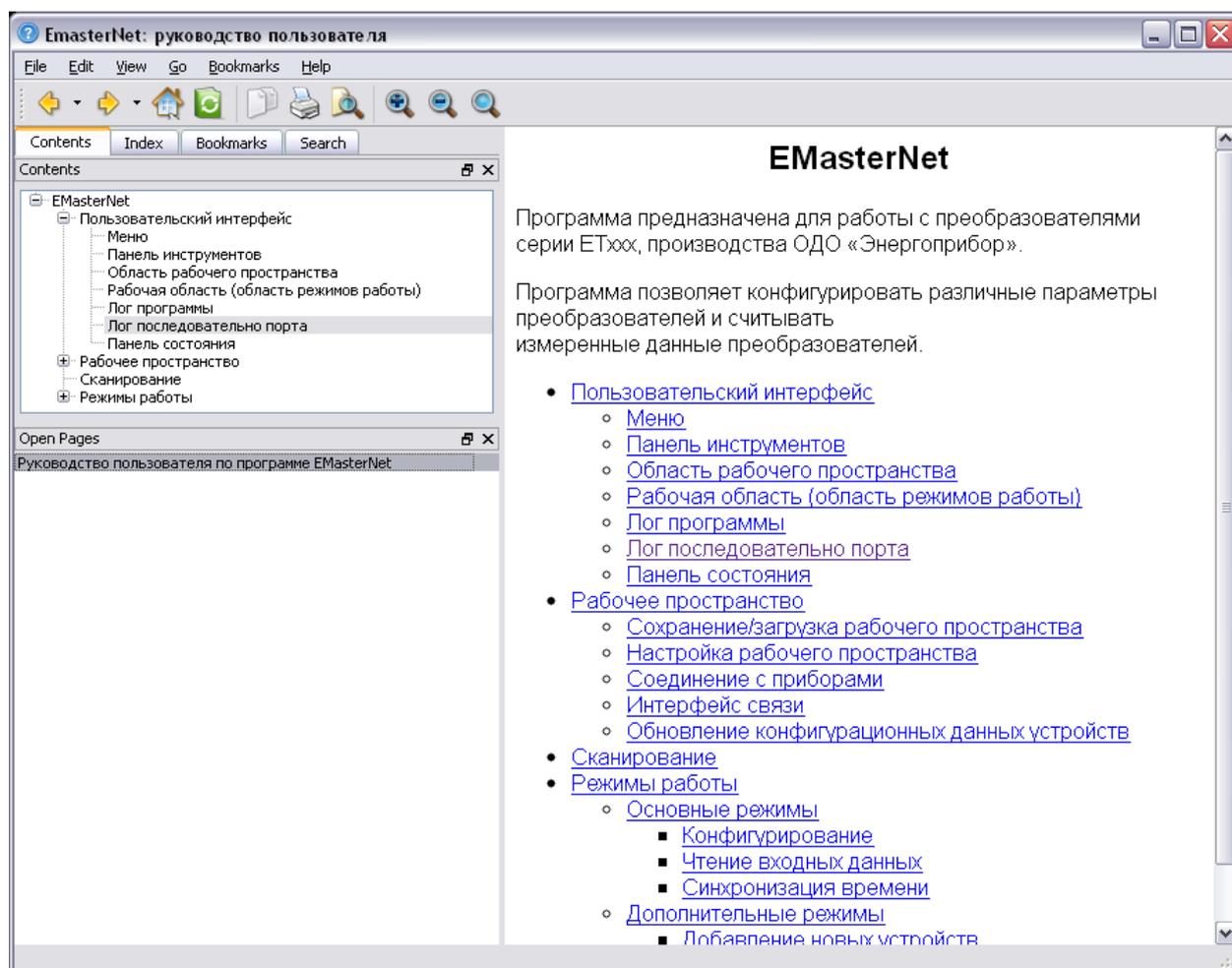


Рисунок В2 – Вид базового окна помощи

Панель инструментов

Панель инструментов по умолчанию находится сразу под меню, но с помощью мышки может быть перемещена в любое место программы. Она содержит наиболее часто используемые пункты меню.

Панель рабочего пространства



- подключиться/отключиться. См. пункт меню [Рабочее пространство - Подключиться/Отключиться](#)



- прервать текущий запрос. См. пункт меню [Рабочее пространство - Прервать текущий запрос.](#)



- сканирование. См. пункт меню [Рабочее пространство - Сканировать](#)

Панель режимов работы



- конфигурирование. См. пункт меню [Режимы работы - Конфигурирование.](#)



- чтение данных. См. пункт меню [Режимы работы - Чтение данных.](#)



- синхронизация времени. См. пункт меню [Режимы работы - Синхронизация времени.](#)

В зависимости от [режима работы](#), панель инструментов может содержать, дополнительные пункты.

Область рабочего пространства

Область рабочего пространства по умолчанию располагается в левой части программы, но с помощью мышки может быть перемещена. Также с помощью мышки можно регулировать занимаемую область. Здесь отображаются устройства, с которыми работает программа. Устройства отображаются в виде списка. В первом столбце отображается пиктограмма состояния и сетевой номер устройства. Остальные столбцы отображают данные устройства (опционально, отображаются в зависимости от [настроек рабочего пространства](#)): модификация устройства, текущий интерфейс, сообщение пользователя. Также устройства могут отображаться группами, в зависимости от [настроек рабочего пространства](#).

Устройства может находится в одном из трёх состоянии (каждое состояние отображается соответствующей пиктограммой):



- нет соединения с устройством



- соединение с устройством установлено, но информация о устройстве недоступна



- соединение с устройством установлено, и вся информация из устройства считана

Рабочая область программы

Это основная область программы, в которой происходит вся работа. Данная область всегда находится в центре программы, и как правило имеет наибольший размер. Её вид определяет конкретный [режим работы](#).

Лог программы

Лог программы по умолчанию находится в нижней левой части программы, но с помощью мышки может быть перемещён. Его размер может изменяться с помощью мышки. Он в хронометрическом порядке отображает действия оператора. Данную область можно скрыть или отобразить с помощью пункта меню [Вид - Лог программы](#).

Лог последовательного порта

Лог последовательного порта по умолчанию находится в нижней правой части программы, но с помощью мышки может быть перемещён в любую часть программы. Его размер может быть изменён с помощью мышки. Он в хронометрическом порядке отображает полученные и отправленные данные. Данную область можно скрыть или отобразить с помощью пункта меню [Вид - Лог последовательного порта](#). Этот лог можно сохранить в файл кликнув правой клавишей мыши по области лога и выбрав соответствующий пункт в сплывающем меню или с помощью пункта меню [Файл - Сохранить лог последовательного порта](#).

Панель состояния

Панель состояния всегда располагается в самом низу программы. Панель состояния отображает следующие данные:

- Последовательный порт, с которым работает программа.
- Протокол, который использует программа, для связи с прибором (см. [интерфейс связи](#)).
- Скорость последовательного порта (см. [интерфейс связи](#)).
- Формат сообщения последовательного порта (см. [интерфейс связи](#)).
- Режим работы.
- Текущая выполняемая операция.

2.2 Рабочее пространство

В рамках данной программы под рабочим пространством, подразумевается совокупность устройств, объединённых в одну сеть (конкретно, преобразователи серии ETxxx, подключённые по интерфейсу RS-485). А также, способ отображения и группировки устройств, протокол обмена, настройки последовательного порта, способ поиска устройств в сети. Важно заметить, что программа не может работать с устройствами, у которых разные настройки текущего интерфейса. Т.е. устройства, подключённые к сети должны иметь одинаковые настройки текущего интерфейса (за исключением режима [добавление новых устройств](#)).

- [Сохранение/загрузка рабочего пространства](#)
- [Настройка рабочего пространства](#)
- [Соединение с приборами](#)
- [Интерфейс связи](#)
- [Обновление конфигурационных данных устройств](#)

Сохранение/загрузка рабочего пространства

Рабочее пространство можно сохранять и загружать в/из файла. Данные операции возможны только, когда рабочее пространство не активно.

Для сохранения рабочего пространства выберите пункт меню [Файл - Сохранить рабочее пространство](#).

Для загрузки рабочего пространства из файла выберите пункт меню [Файл - Загрузить рабочее пространство](#).

Настройки рабочего пространства

Изменять настройки рабочего пространства можно, когда оно неактивно. Для вызова окна настроек выберите пункт меню [Рабочее пространство - Настройки рабочего пространства](#). Настройки разделены на несколько категорий:

- [Основные](#)
- [Поиск](#) - параметры сканирования устройств в сети

- [Вид](#) - способ отображения устройств в рабочем пространстве
- [Группировка](#) - способ группировки устройств в рабочем пространстве

Основные

Поле **Порт** - указывает имя последовательного порта, с которым будет работать программа. Список данного поля можно обновить с помощью кнопки  **Обновить список названий портов**.

Группа **Таймаут** определяет время ожидания при запросе к устройству. При выборе **Автоматически** программа сама подбирает таймаут. В противном случае можно выбрать таймаут **В интервалах** (один интервал - это время отсылки одного слова) или **В мс**.

Группа **Количество ошибок** определяет, количество повторных запросов, при возникновении ошибок обмена (в том числе и ошибок по таймауту).

Поиск

Группа **Шаблон поиска**, содержит список настроек интерфейса, в соответствии с которым будет осуществляться [сканирование](#) устройств в сети. В данный список можно добавлять, удалять и редактировать записи, а так же изменять очерёдность (с помощью соответствующих кнопок справа от списка). Приоритет настроек определяется сверху вниз.

Группа **Маски устройств** содержит два поля, в котором нужно указать сетевые номера устройств. Номера можно указать непосредственно через запятую или как диапазон через знак тире. Приведём пример строки содержащей номера 5, 7, с 13 по 45, 55, с 100 по 203: **5, 7, 13-45, 55, 100-203**.

Поле **Маска поиска**, содержит сетевые номера устройств среди которых будет осуществляться [сканирование](#).

Поле **Маска ожидаемых устройств в сети**, содержит сетевые номера устройств, которые будут [сканироваться](#) в первую очередь.

Вид

Поле **Ожидаемые устройства отображать всегда** - при выборе данного поля устройства из **маски ожидаемых устройств**, в категории [Поиск](#) будут отображаться в рабочем пространстве всегда, даже если программа эти устройства не обнаружила.

Группа **Параметры отображаемые в окне рабочего пространства**, определяют параметры устройств, которые будут отображаться в [области рабочего пространства](#). Рабочее пространство позволяет отображать следующие поля **Модификация** (например ET410, ET111 и т.д.), **Текущий интерфейс** (номер интерфейса устройства, по которому идёт обмен), **Сообщение пользователя** (строка в памяти устройства).

Группировка

В **области рабочего пространства** устройства могут быть сгруппированы по следующим признакам:

- **Версия** (ET1xx, ET2xx, ET3xx, ET4xx)
- **Модификация** (ET110, ET111 и т.д.)
- **Диапазону сетевых номеров**
- **Сообщение пользователя**

Группировка может быть вложенной. Для добавления способа группировки нужно кликнуть по кнопке  и выбрать соответствующий тип группировки. При успешном добавлении тип группировки отображается в списке. Очерёдность группировки определяется очерёдностью в

списке (очередность можно менять с помощью соответствующих кнопок). Также способ группировки можно редактировать (если это возможно) или удалить из списка.

При добавлении группировки **по диапазону сетевых номеров** появляется окно в котором располагается список диапазонов. Для каждого элемента в нём нужно указать название группы и номера от и до. Эти элементы можно добавлять, удалять и редактировать, а также менять их порядок.

При добавлении группировки **по сообщению пользователя** появляется окно, в котором располагается список строк. Для каждого элемента в нём нужно указать сообщение. Эти элементы можно добавлять, удалять и редактировать, а также менять их порядок.

Соединение с приборами

Для соединения с прибором есть пункт меню [Рабочее пространство - Подключиться](#) и кнопка  на панели инструментов. Если данная кнопка нажата - рабочее пространство - активно, если нет - неактивно.

При соединении данная кнопка переходит в нажатое состояние, затем программа занимает последовательный порт указанный в [настройках](#) и опрашивает все устройства находящиеся в рабочем пространстве. Для тех устройств которые откликнулись на запрос считываются все конфигурационные параметры, при этом данные устройства отображаются [соответствующим образом](#). Если устройство находилось в рабочем пространстве не откликнулось, оно удаляется (за исключением, устройств которые отображаются всегда, см. [настройки](#)).

При разъединении программа освобождает последовательный порт и устройства с которыми было соединение отображаются, как неактивные (см. [область рабочего пространства](#)).

Интерфейс связи

Настройки интерфейса связи вызываются с помощью пункта меню [Рабочее пространство - Интерфейс связи](#). Данная опция доступна только когда рабочее пространство активно.

Данная опция позволяет изменяться настройки интерфейса по которому работает программа. Важно заметить, что при изменении этих настроек изменяются не только настройки последовательно порта, который использует программа, но и настройки интерфейсов всех устройств, которые видит программа. Т.е программа сначала посылает команды изменения настроек текущего интерфейса для каждого устройства, затем изменяются настройки собственного последовательного порта, затем опрашивает устройства, что бы удостовериться, что новые настройки для устройств применены.

Поле Протокол - протокол по которому осуществляется обмен с устройствами. Доступны следующие протоколы: Modbus RTU (Modbus ASCII), МЭК 60870-5-101.

Поле Скорость - скорость на которой осуществляется обмен с устройствами. Доступны скорости: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 бод/сек.

Поле Паритет - использовать или нет паритет.

Поле Стоп бит - количество стоп бит.

Поле Размер данных - размер информационного байта в посылке.

Доступны следующие форматы сообщений:

Modbus RTU - 8N1, 8N2, 8E1, 8O1

Modbus ASCII - 7N1, 7N2, 7E1, 7O1

МЭК 60870-5-101 - 8E1

Обновление конфигурационных данных устройств

Для любого устройства (или нескольких устройств) можно обновить (считать) все конфигурационные данные. Для этого служит пункт меню [Рабочее пространство - Перечитать выбранные устройства](#).

Чтобы обновить конфигурационные данные, нужно выделить устройство (или несколько устройств) в области рабочего пространства и нажать на указанную выше кнопку.

2.3 Сканирование устройств

Сканирование доступно, когда рабочее пространство активно. Вызывается с помощью пункта меню [Рабочее пространство - Сканировать](#) или кнопки  на панели инструментов.

При нажатии на данную кнопку начинается поиск устройств в сети, с различными настройками интерфейса. Алгоритм работы:

1. Выбираются настройки интерфейса согласно первому элементу из списка [Шаблон поиска](#).
2. На данных настройках интерфейса опрашиваются устройства из списка [Маска ожидаемых устройств в сети](#). Если какое либо устройство откликнулось, считываются его конфигурационные данные и оно добавляется в рабочее пространство.
3. Опрашиваются устройства из списка [Маска поиска](#). Если какое либо устройство откликнулось, считываются его конфигурационные данные и оно добавляется в рабочее пространство.
4. Если хоть одно устройство было найдено, поиск прекращается и текущие настройки интерфейса применяются для рабочего пространства.
5. Если устройств не найдено, выбираются настройки интерфейса согласно следующему элементу из списка [Шаблон поиска](#) и продолжается поиск (переход к пункту 2). До тех пор пока не будут перебраны все элементы списка.

Сканирование можно остановить в любой момент, выбрав пункт меню [Сканирование - Остановить сканировать](#) или нажав на кнопку  на панели инструментов. При этом текущие настройки интерфейса, станут настройками интерфейса рабочего пространства.

2.4 Режимы работы

При выборе какого либо режима работы, кнопка выбора переходит в нажатое состояние. Одновременно работать в нескольких режимах невозможно. При выборе нового режима работы, старый режим автоматически деактивируется.

- [Основные режимы](#)
 - [Конфигурация ПИМ](#)
 - [Чтение данных с ПИМ](#)
 - [Синхронизация времени ПИМ](#)
- [Дополнительные режимы](#)
 - [Добавление новых устройств](#)
 - [Нумерация устройств](#)
 - [Поверка](#)

Конфигурация ПИМ

Режим работы конфигурирование предназначен для [просмотра](#) и [изменения](#) настроек устройств (одного или нескольких), с которыми работает программа.

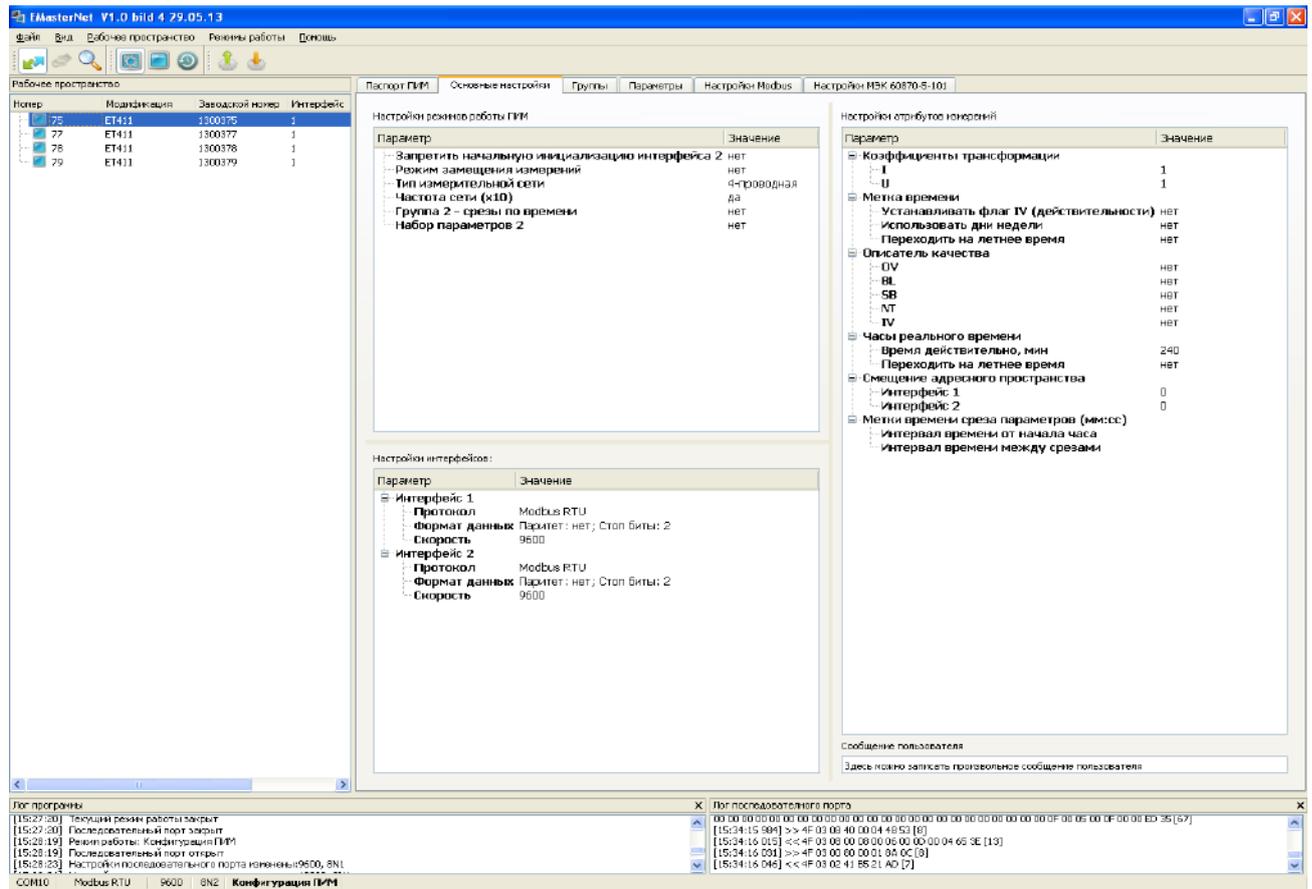


Рисунок В3 – Основные настройки выделенного прибора

Все настройки устройств серии ETxxx сосредоточены на четырёх вкладках:

- **Паспорт ПИМ** - общая информация о ПИМ.
- **Основные настройки** - настройки интерфейсов, коэффициенты трансформации, метки времени, описатель качества, часы реального времени, сдвиги адресного пространства, метка среза времени и др.
- **Группы** - параметры группы 1 и 2.
- **Параметры** - параметры замещения, единицы измерения, зоны нечувствительности.
- **Настройки Modbus** - настройки протокола Modbus.
- **Настройки МЭК 60870-5-101** - настройки протокола МЭК 60870-5-101.

Для получения информации о конфигурационных данных приборов серии ETxxx смотрите руководство по эксплуатации.

Режим конфигурирования добавляет в меню [Рабочее пространство](#) следующие команды:

-  **Записать конфигурационные параметры в ПИМ** - запись параметров отображённых в текущей вкладке в выделенные устройства.
-  **Прочитать конфигурационные параметры ПИМ** - чтение параметров текущей вкладки для выделенных устройств.
-  **Сохранить конфигурацию ПИМ** - сохранение всех конфигурационных параметров выделенного устройства (одного) в файл.

Просмотр конфигурационных данных

Для того, чтобы просмотреть текущие конфигурационные данные устройства, нужно выделить его в области рабочего пространства и в окне конфигурирования отобразятся его параметры. Если выделено несколько устройств и какой либо параметр у них отличается, то этот параметр будет отображаться символом «...». Если среди выделенных устройств будет присутствовать устройство у которого конфигурационные данные недоступны (например у отключённого устройства), то параметры отображаться не будут и область конфигурирования будет недоступна. С помощью кнопки  **Прочитать конфигурационные параметры ПИМ** можно перечитать данные на текущей вкладке для выбранных устройств.

Запись конфигурационных данных

Любые конфигурационные данные для выбранных устройств можно редактировать, кликнув по значению соответствующего параметра. Для записи параметров служит кнопка  **Записать конфигурационные параметры в ПИМ**. Если какой либо параметр для группы устройств отображается символом «...», то при записи он меняться не будет.

Сохранение/Загрузка конфигурации в файл

Для сохранения всей конфигурации устройства в файл предназначена команда  **Сохранить конфигурацию ПИМ** в меню [Рабочее пространство](#). Конфигурацию можно сохранить только для одного устройства.

Для восстановления всей конфигурации для группы файлов, нужно выделить нужные устройства и выбрать команду  **Загрузить конфигурацию ПИМ** из меню [Рабочее пространство](#).

Внимание после восстановления конфигурации из файла для выбранных устройств, необходимо синхронизировать дату и время.

Чтение входных данных

Режим **Чтения входных данных** позволяет считывать измеренные данные для выделенного прибора.

Режим чтения входных данных добавляет в меню [Рабочее пространство](#) следующие команды:

-  **Чтение входных данных** - включить/отключить циклическое чтение входных данных. Когда чтение активно находится в нажатом состоянии.

Вид области режима чтения можно изменить в разделе «Вид» главного меню.

-  **Синхронизация** - синхронизирует дату и время устройства. Для протокола МЭК 60870-5-101 синхронизация выполняется командой **-синхронизация (103)**. Дата/время синхронизации соответствует текущей дате/времени ПК.
- Команды специфичные для протокола МЭК 60870-5-101:
 -  **Сбросить канал** - посылает команду по широковещательному адресу - Сбросить канал. Доступна только при работе по протоколу МЭК 60870-5-101.

Дополнительные команды и опции на панели инструментов:

- Кнопка-переключатель, для быстрого выбора группы опроса ( Группа 0,  Группа 1,  Группа 2). При работе по протоколу Modbus - выбор соответствующей группы, определяет адрес блока данных, при работе по протоколу МЭК 60870-5-101 - происходит программирование прибора (настройки МЭК 60870-5-101 - группы опроса спорадических данных).
- Поле **интервал опроса** - содержит период опроса данных в мс.
- Команды специфичные для протокола МЭК 60870-5-101:
 - **Чтение полных данных** конкретной группы ( Группа 0,  Группа 1,  Группа 2), с помощью команды *запрос полных данных (100)*.
 - **Чтение параметра** - чтение одного из параметров прибора ( Ua,  Ub,  Uc, ...), с помощью команды *чтение (102)*.

Режим **Чтение входных данных** позволяет выводить данные считанные с устройства, а также преобразовывать их физические единицы. Приборы серии ETxxx могут выдавать данные в следующих форматах:

- Для протоколов Modbus (RTU/ASCII):
 - Нормированное значение (внутренний формат ET) - 2-байтовое целое число. Физическая величина измеренного значения приводится к 5000 (или к 50000 для частоты).
 - Значение с плавающей запятой - 4-байтовое число с плавающей запятой. Значение физической величины с учётом настроек устройств (коэффициенты трансформации и единицы измерения параметров). Только для протокола Modbus RTU и для параметров в группах 1 и 2.
- Для протокола МЭК 60870-5-101:
 - Нормализованное значение - 2-байтовое целое число. См. описание протокола.
 - Масштабированное значение - 2-байтовое целое число. См. описание протокола.
 - Значение с плавающей точкой - 4-байтовое число с плавающей запятой. Значение физической величины с учётом настроек устройств (коэффициенты трансформации и единицы измерения параметров).

Для протокола МЭК вместе с данными могут передаваться следующие параметры (в зависимости от настроек устройств):

- Описатели качества - см. описание протокола.
- Метка времени - в полном формате (дата + время - 7 байт) или в сокращённом формате (минуты + секунды - 3 байта).

Для получения информации о работе протоколов данных, приборов серии ETxxx, смотрите руководство по эксплуатации.

Считывание входных данных

Для считывания входных данных нужно выбрать нужный прибор в области рабочего пространства и нажать на кнопку  **Чтение входных данных**. При этом данная кнопка переходит в нажатое состояние и данные считываются циклически, с периодом указанным в соответствующем поле. Повторное нажатие на данную кнопку отключает считывание данных. Для считывания данных с другого прибора не нужно деактивировать считывание, можно просто выбрать нужный прибор в области рабочего пространства.

Считывание по протоколам Modbus RTU/ASCII. Данные считываемые программой соответствуют одно их групп прибора. Группы прибора выбираются с помощью кнопки на панели инструментов. Параметры выбранной группы для конкретного прибора отображаются [цветом согласно настройкам чтения](#).

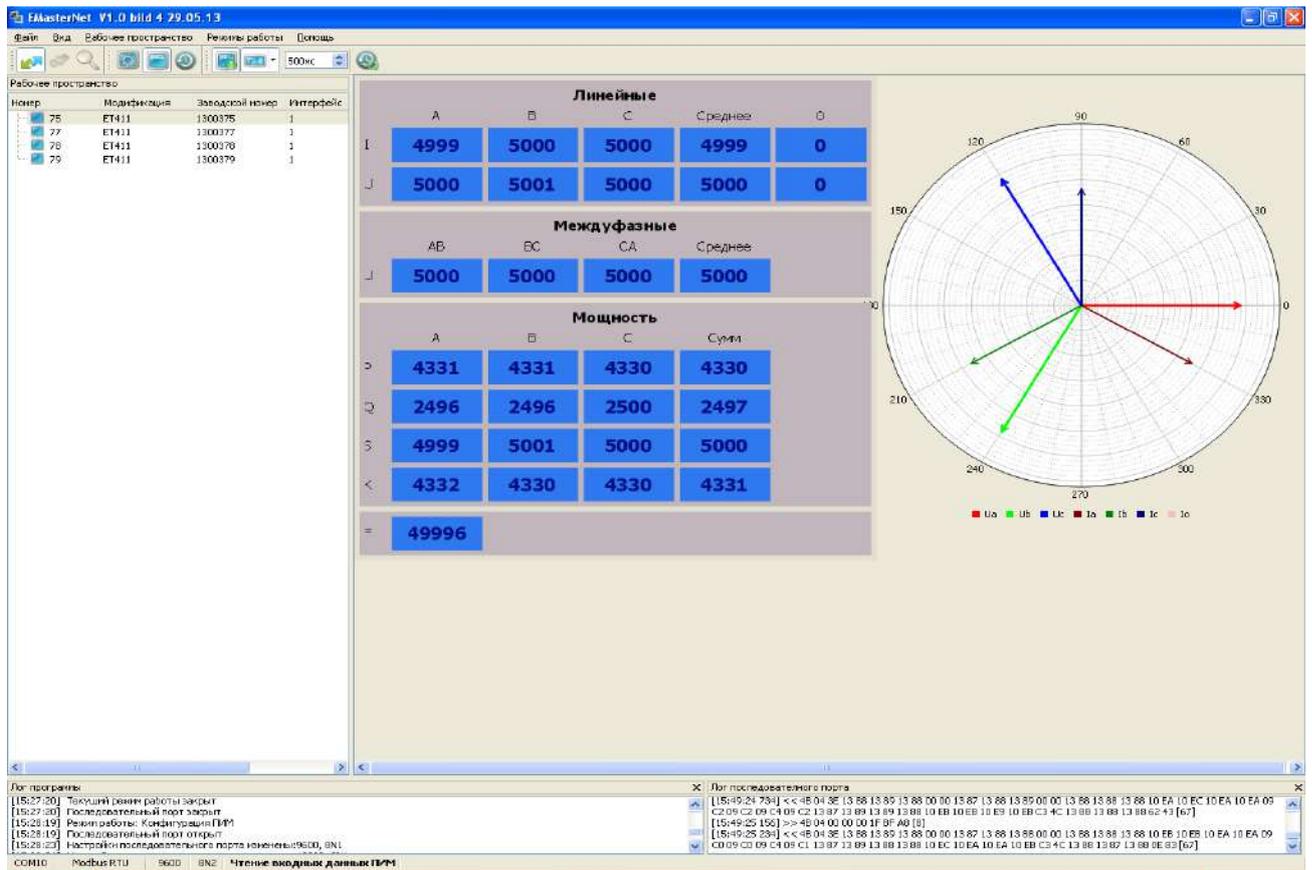


Рисунок В6 – Режим чтения Группы-0 по протоколу Modbus (нормированные значения)

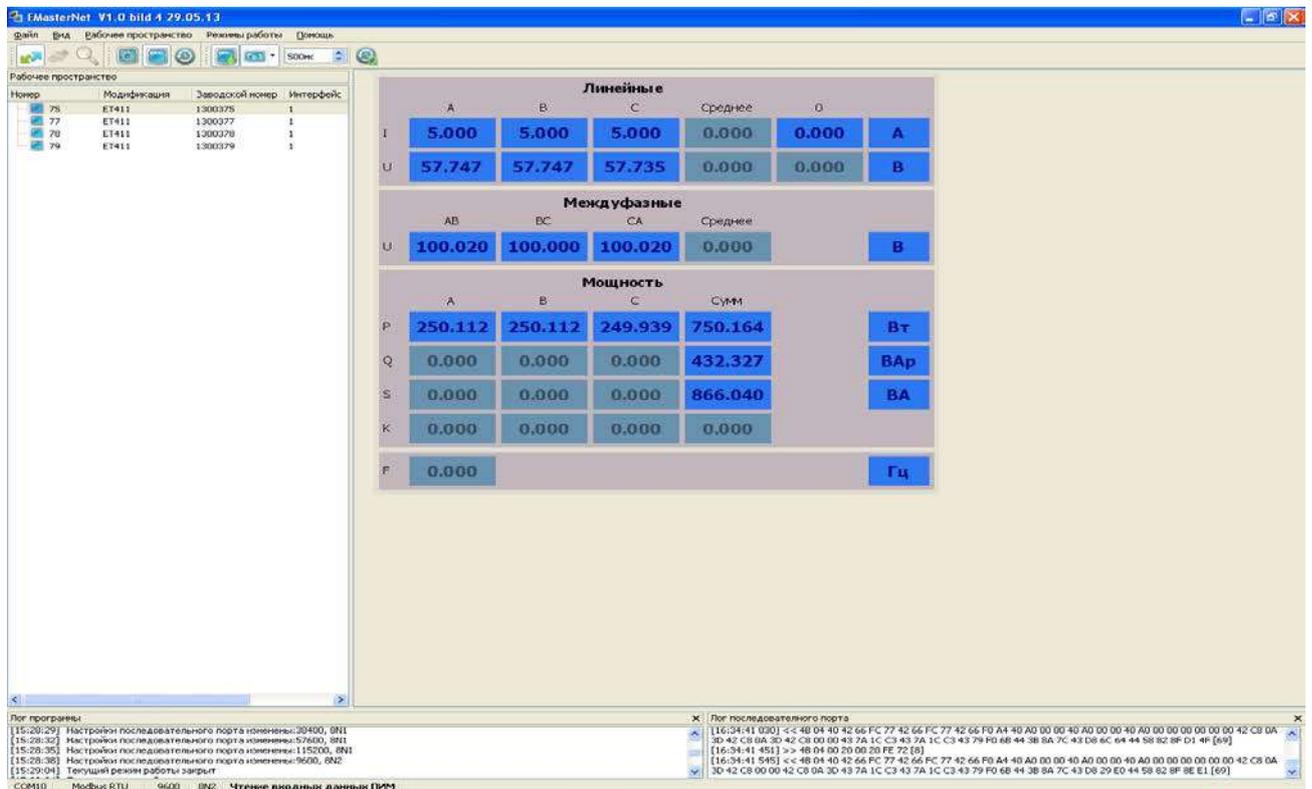


Рисунок В7 – Режим чтения Группы-1 по протоколу Modbus (значения с плавающей запятой)

Считывание по протоколу МЭК 60870-5-101. Данные считываются с помощью команды канального уровня протокола МЭК 60870-5-101. Параметры группы указанной в настройках конкретного прибора для протокола МЭК 60870-5-101 (Опрос данных (Спорадическая передача) - Код указателя опроса) отображаются цветом согласно настройкам, т.е это данные которые считываются с помощью спорадической передачи. Данные полученные с помощью других запросов также отображаются (опрос полных данных (100), чтение (102), периодические данные).

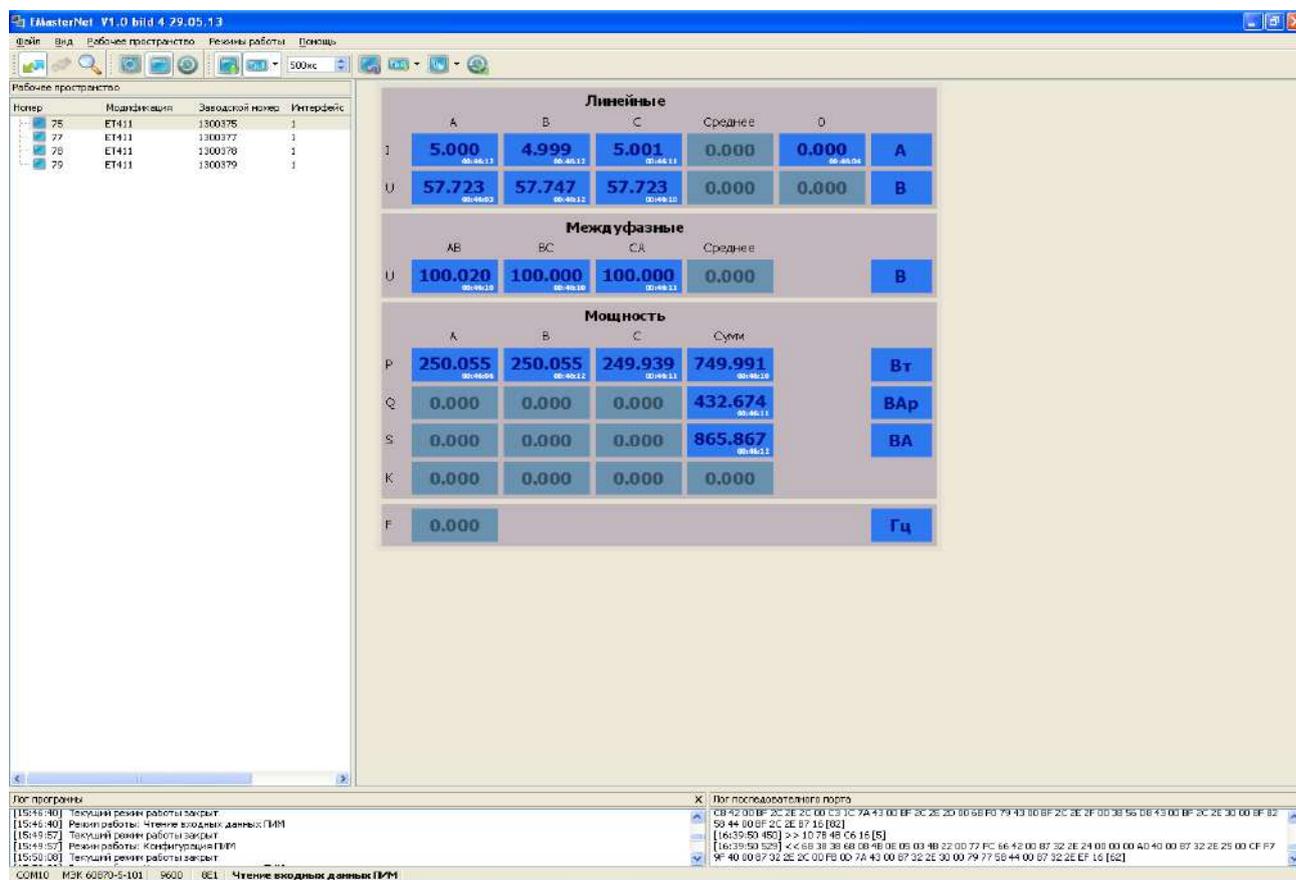


Рисунок В8 – Режим чтения Группы-1 по протоколу МЭК 60870-5-101 (ASDU тип <14>)

Вид области режима чтения

Данная опция вызывается с помощью пункта меню **Рабочее пространство - Вид области режима чтения**.

С помощью поля **масштаб** можно выставить масштаб для отображаемых данных. Под полем **масштаб** представлен макет форма вывода данных, с помощью которого можно выбрать нужную цветовую гамму. Для выбора цвета фона и текста нужного элемента надо кликнуть по этому элементу и выбрать цвет.

Синхронизация времени ПИМ

В режиме **Синхронизации времени** производится синхронизация времени ПК и устройств. Так же данный режим позволяет установить любую дату и время.

Режим чтения входных данных добавляет в меню **Рабочее пространство** следующие команды:

-  **Синхронизировать** - синхронизация/установка даты и времени для выбранных устройств

-  **Прочитать время** - чтение даты и времени для выбранных устройств

Чтение даты и времени

Чтобы прочитать дату и время для нужных устройств, необходимо выбрать их в области рабочего пространства (при этом они отобразятся в области **Синхронизации времени** и для каждого из них будет отображена дата и время актуальная для последнего считывания конфигурационных параметров) и нажать кнопку  **Прочитать время**.

Синхронизация даты и времени

Чтобы синхронизировать дату и время для нужных устройств, необходимо выбрать их в области рабочего пространства, затем в области **Синхронизации времени** выбрать переключатель **Синхронизация от ПК** и нажать на кнопку  **Синхронизировать**.

Установка даты и времени

Чтобы установить дату и время для нужных устройств, необходимо выбрать их в области рабочего пространства, затем в области **Синхронизации времени** выбрать переключатель **Произвольная установка**, установить в поле ввода дату и время и нажать на кнопку  **Синхронизировать**.

Добавление новых устройств

Данный режим предназначен для добавления в рабочее пространства устройств с настройками интерфейса отличными от исходного (настройки при которых работает рабочее пространство). Добавление новых устройств происходит в два этапа:

- Поиск новых устройств
- Добавление новых устройств

Поиск новых устройств

Для поиска устройств с настройками отличными от настроек рабочего пространства нужно выполнить следующее:

1. В группе **Параметры соединения** выбрать настройки интерфейса соответствующие подключённым устройствам.
2. В поле **Устройства** записать номера устройств.
3. Нажать кнопку **Сканировать**.
4. Дождаться пока в списке ниже появятся найденные устройства.

Добавление устройств

После того как устройства найдены и отображены в списке их можно добавить в рабочее пространство. При добавлении происходит перенастройка рабочих интерфейсов устройств настройками соответствующими рабочему пространству. Чтобы добавить устройства нужно прописать им новые номера в колонке **Новые номера** (опционально) и нажать на кнопку **Добавить**.

Нумерация устройств

Данный режим позволяет изменять сетевые номера устройств в рабочем пространстве. Для этого сначала нужно выбрать устройства, в которых будут производиться изменения (при

этом они появятся в области Переименования устройств). Затем в колонке Новые номера записать желаемые сетевые номера и нажать кнопку Переименовать.

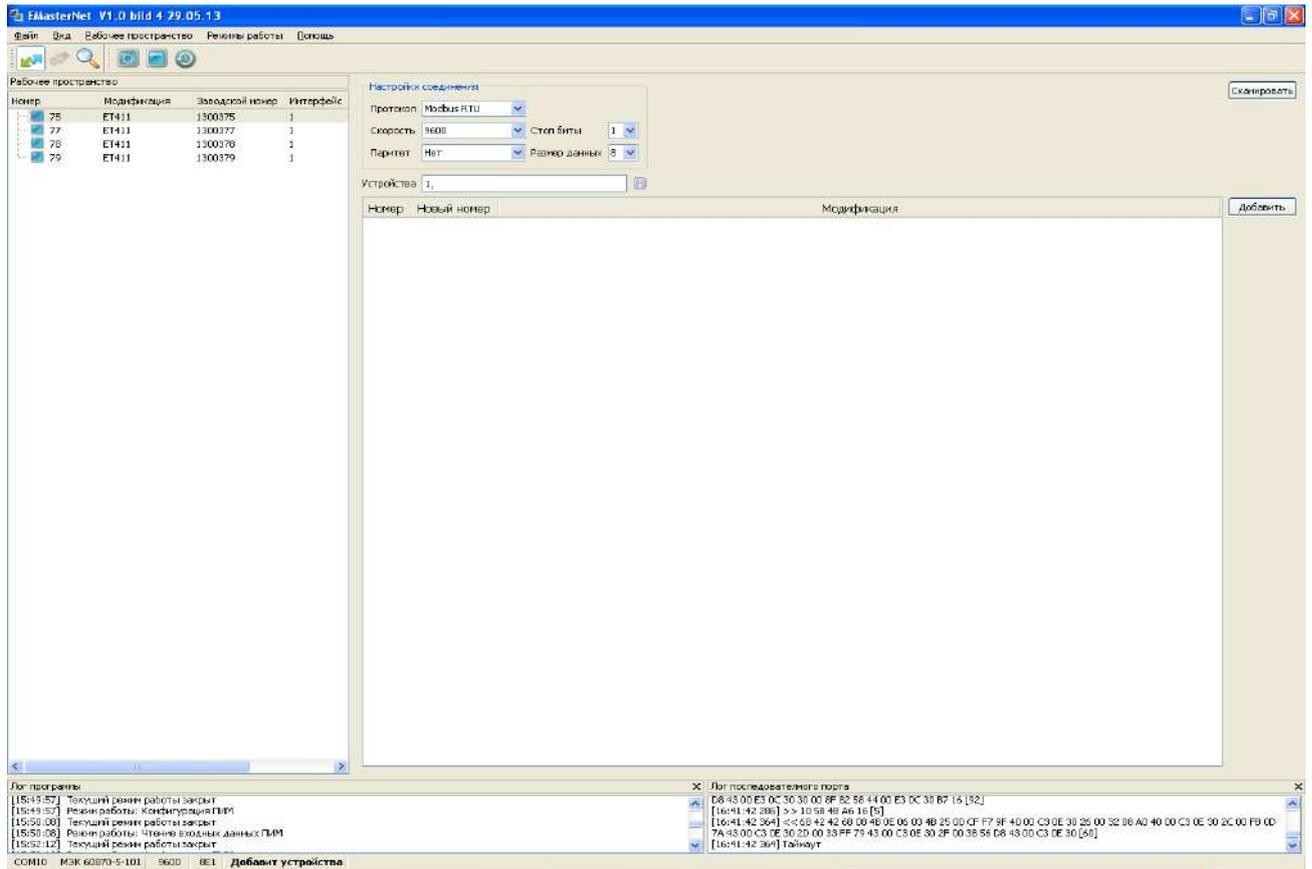


Рисунок В9 – Режим добавления новых устройств

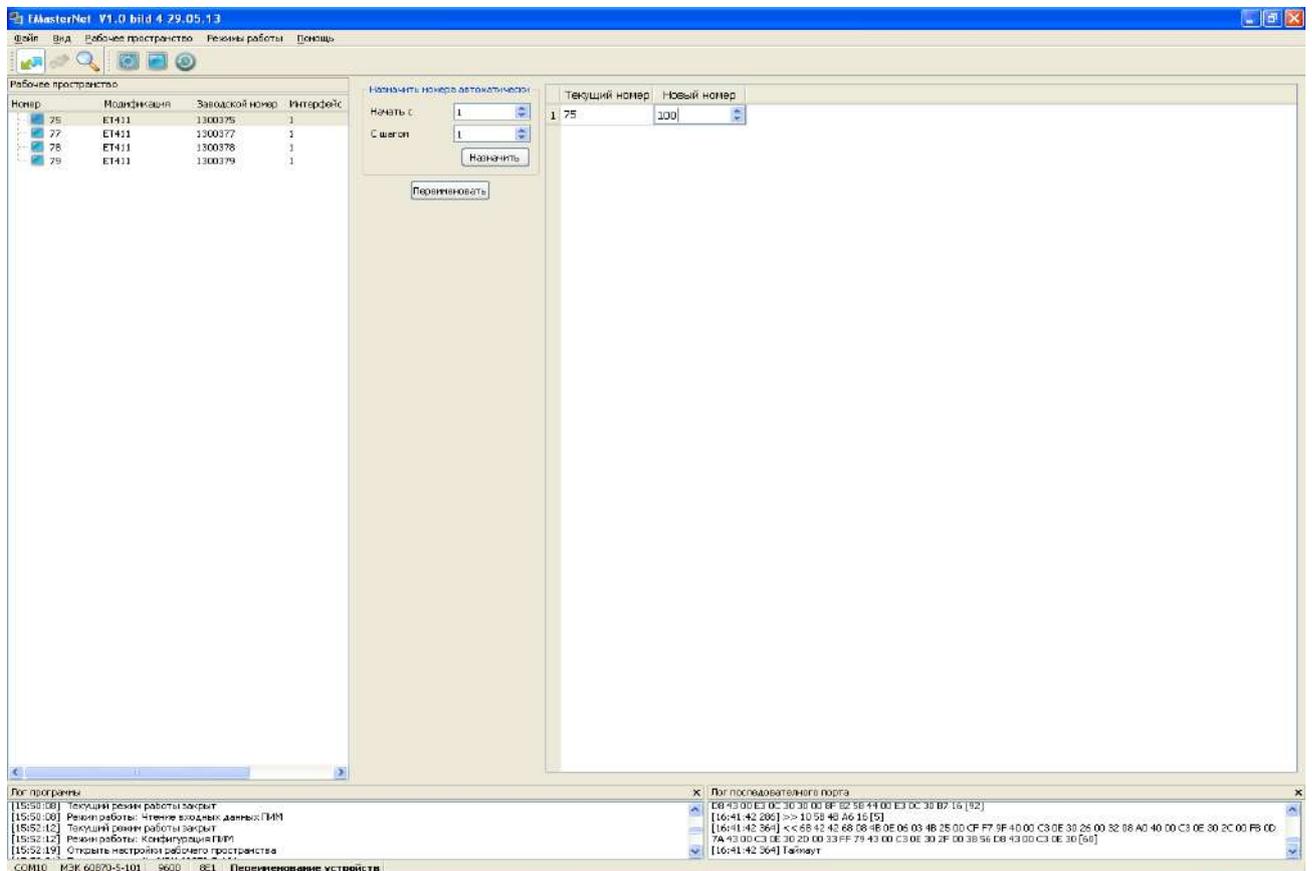


Рисунок В10 – Режим нумерации устройств

Поверка

Режим предназначен для метрологической поверки ПИМ. Он доступен только при настройках интерфейса Modbus RTU и при подключении всех приборов в сети к первому интерфейсу.

При активации данного режима, программа перенастраивает интерфейс 2, для всех ПИМ в сети, в режим измерения точности часов ПИМ и отображает на экране все параметры по группе 0.

При выходе из данного режима программа восстанавливает работу интерфейса 2.

Протоколы обмена преобразователей серии ETxxx (rev 1.92 от 3.06.13)

Принятые сокращения:

- ПИМ - преобразователь измерительный многофункциональный;
ТИ (ТИТ) - телеизмерения текущих значений параметров сети переменного тока;
ВПО – встроенное программное обеспечение;
Ктт – коэффициент трансформации тока;
Ктн - коэффициент трансформации напряжения;

Встроенное программное обеспечение преобразователей измерительных многофункциональных (ПИМ) серии ETxxx 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 могут использоваться для:

- включения ПИМ в локальную информационную сеть автоматизированной системы диспетчерского контроля;
- резервирования канала передачи данных;
- передачи данных 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 объектов информации.



Внимание!

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

- протокол обмена -Modbus RTU;
- скорость обмена – 9600 бит/сек;
- формат передачи слова (байта) данных – 8N1 (8N2 - для ET с датой выпуска до 01.06.2013):
 - 1 стартовый бит;
 - 8 бит данных (младший бит посылается первым);
 - нет бита паритета, 1 стоповый бит;
- смещение адресов информационных объектов 0x0000;
- сетевой адрес прибора совпадает с двумя последними цифрами его серийного номера (00 соответствует сетевому адресу 100).

Каждый из интерфейсов может использоваться в качестве резервного канала.

Измеренные параметры могут быть разделены между двумя интерфейсами для повышения скорости опроса преобразователя.

Интерфейс-2 наделен дополнительными технологическими функциями (см. далее).

Ведущему устройству доступны следующие виды технологических информационных сообщений (объектов информации):

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

Значения ТИ могут передаваться на устройства верхнего уровня, в зависимости от используемых протоколов обмена и их настроек, в следующих форматах:

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

Доступные для считывания значения ТИ (до 31-го однотипного значения) представляются в виде 3-х групп параметров (объектов информации):

Группа 0 – полные (общие) данные. Группа параметров доступна всегда. Количество параметров в группе определяется модификацией преобразователя. Расположение и последовательность параметров в адресном пространстве регистров (для протокола Modbus) фиксирована и не зависит от конфигурации преобразователя. В качестве сервиса можно использовать режим «Замещение значений ТИ» (подмена измеренных значений ТИ константами из настроечных таблиц). Этот режим работы ПИМ используется при проведении работ по тестированию и отладке процедур информационного обмена;

Группа 1 – параметры, выбираемые из полных данных (Группы-0) при конфигурировании прибора. Последовательность набора параметров (определяет последовательность их передачи в канал) и их количество произвольны;

Группа 2 – параметры, выбираемые из полных данных (Группы-0) при конфигурировании прибора. Последовательность набора параметров (определяет последовательность их передачи в канал) и их количество произвольны.

Параметры каждой группы могут считываться независимо по двум интерфейсам одновременно двумя ведущими устройствами (допускаются разные протоколы обмена).

Группа-1 может использоваться для передачи сформированных в ней данных на индикаторное устройство.

Группа-2 дополнительно может использоваться для регистрации единовременных срезов значений ТИ в заданные моменты времени относительно начала часа.

Для реализации функций системы единого времени, поддерживается метка времени в формате 3-х или 7-ми байт для протокола МЭК 60870-5-101, и 8-ми байт для протокола Modbus.

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

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

Программа «EMasterNet» предназначена для работы в локальной информационной сети. Она позволяет в режиме сканирования определять наличие подключенных ПИМ, считывать с них идентификационные параметры, выполнять удаленное конфигурирование приборов и периодически считывать с них значения ТИ в режиме реального времени.

Далее приводятся особенности локальной реализации протокола 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»

Преобразователь поддерживает два режима работы 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 астрономического времени и календаря, а так же для 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 быстрого определения сетевого адреса ПИМ. Использование этого адреса для работы в локальной сети не допускается (приведет к ошибкам 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.

1 Форматы данных

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** – двухбайтное масштабированное значение величины в относительном целочисленном формате (нормированные значения). Номинальное физическое 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 допустимых значений от -32768 до +32767. Отрицательные значения представляются в дополнительном коде.

$$C = K \cdot A / \text{Аном}$$

Для преобразования **C** в значения физических величин следует пользоваться выражением:

$$A = C \cdot \text{Аном} / K, \quad \text{где:}$$

C – полученное с прибора значение параметра в формате Ф1;

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.);

Аном – номинальное значение измеряемого параметра на входе ПИМ (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 значение пара-

метра С считывается с прибора как двухбайтное положительное число без знака (номинальное значение 50000).

Параметры Группы-0 можно считывать только в этом целочисленном формате. Формат применяется для быстрого считывания данных и для метрологической поверки ПИМ.

■ **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 $R = (-1)^S \cdot 2^{E-127} \cdot (1,F)$;

Полученное с ПИМ значение параметра представляется в физических единицах с учетом установленных коэффициентов трансформации $K_{тн}$, $K_{тт}$ и единиц измерений.

Этот формат применяется для параметров Группы 1 и Группы-2.

Для вычисления физической величины и передачи ее в канал в формате Ф3 используется выражение:

$$R = K_{п} \cdot C$$

где: $K_{п} = Y_{ном} \cdot K_{т} / 5000$;

R – значение параметра в формате с плавающей точкой;

C – значение параметра в формате Ф1;

$K_{п}$ = коэффициент приведения (таблица памяти ПИМ);

$Y_{ном}$ – номинальное значение параметра в физических единицах (Таблица 1.1);

$K_{т}$ – установленный в настройках коэффициент трансформации (Таблица 1.2);

Таблица 1.1 Единицы измерений

Наименование параметра	$Y_{ном}$ = номинальные значения параметров·единицы измерения		
	0	3	6
Показатель единиц измерений (таблица настроек)			
Напряжения фазные	$U_{нф}$ [В]	$U_{нф} \cdot 10^{-3}$ [кВ]	-
Напряжение нул. последовательности	$U_{но/3}$ [В]	$U_{но/3} \cdot 10^{-3}$ [кВ]	-
Напряжения междуфазные	$U_{нл}$ [В]	$U_{нл} \cdot 10^{-3}$ [кВ]	-
Ток фазный	$I_{нф}$ [А]	-	-
Ток нулевой последовательности	$I_{н/3}$ [А]	-	-
Мощность активная	$P_{нф}$ [Вт]	$P_{нф} \cdot 10^{-3}$ [кВт]	$P_{нф} \cdot 10^{-6}$ [МВт]
Мощность реактивная	$Q_{нф}$ [вар]	$Q_{нф} \cdot 10^{-3}$ [квар]	$Q_{нф} \cdot 10^{-6}$ [Мвар]
Мощность полная	$S_{нф}$ [В·А]	$S_{нф} \cdot 10^{-3}$ [кВ·А]	$S_{нф} \cdot 10^{-6}$ [МВ·А]
Косинусы углов	ед.	-	-
Частота сети	Гц	-	-
Примечание: номинальные значения параметров см. РЭ (Таблица-2)			

Таблица 1.2 Коэффициенты трансформации КТ для №ТИ

№ТИ	1	2	3	4	5	6	7	8
Парам.	U_a	U_b	U_c	$U_o/U/UI$	I_a	I_b	I_c	I_o/I
КТ	$K_{тн}$	$K_{тн}$	$K_{тн}$	$K_{тн}$	$K_{тт}$	$K_{тт}$	$K_{тт}$	$K_{тт}$

№ТИ	9	10	11	12	13	14	15	16
Парам.	Uab	Ubc	Uca	Pa	Pb	Pc	Ps	Qa
КТ	КТн	КТн	КТн	КТн·КТт	КТн·КТт	КТн·КТт	КТн·КТт	КТн·КТт

№ТИ	17	18	19	20	21	22	23	24
Парам.	Qb	Qc	Qs	Sa	Sb	Sc	Ss	Ca
КТ	КТн·КТт	1						

№ТИ	25	26	27	28	29	30	31	32
Парам.	Cb	Cc	Cs	F	U	I	UI	-
КТ	1	1	1	1	КТн	КТт	КТн	-

■ **Ф4** - элемент информации - 8-ми битный символ из расширенного набора символов ASCII. 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	
Время	Байт 1	миллисекунды (старший байт)								
	Байт 2	миллисекунды (младший байт)								
	Байт 3	SU	0	0	часы					
	Байт 4	IV	0	минуты						
Дата	Байт 5	0	0	0	0	месяцы				
	Байт 6	дни недели			дни месяца					
	Байт 7	годы (старший байт)								
	Байт 8	годы (младший байт)								

Значение метки времени представляется как **Дата** (2 регистра) и **Время** (2 регистра).

Флаги SU, IV и «дни недели» устанавливаются в метку времени, если они разрешены при конфигурации ПИМ.



Внимание!

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 возможно превышение предела погрешности измерения времени, и часы ПИМ пора синхронизировать с эталоном.

Значения параметров ТИ могут быть считаны с помощью Функции-4 как одиночные параметры, или как блоки однородных величин (Группы) в форматах, указанных в Таблице 1.3.

Значение даты и времени может быть считано с помощью Функции-3 и модифицировано с помощью Функции-16 в указанном выше формате по адресу 0x001C (см. Табл.4.1).

Адреса групп и регистров, доступных пользователю, приведены далее в разделе 2, Таблица 2.2. и Таблица 2.3.

Таблица 1.3

Форм	Описание формата	Байт	RTU	ASCII	Группа
Ф1	Значения в относительном целочисленном формате (нормированные значения)	2	да	да	0, 1, 2
Ф3	Масштабированное значение – короткий формат с плавающей запятой	4	да	нет	1, 2
Ф4	Однobaйтные символные данные	1	да	да	---

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.

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; 2 стоповых бита.

Значения параметров ТИ (данные) для групп 0, 1 и 2 представляются в форматах, указанных в Таблице 1.3.

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 Ф3 в этом режиме не поддерживается.

Формат 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; 2 стоповых бита.

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, ПИМ 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)

Алгоритм генерации LRC:

- 1) Сложить все байты сообщения по модулю 256 (перенос отбрасывается), исключая стартовый символ ":" и конечные CR, LF;
- 2) Отнять получившееся значение от числа FF(Hex) - это является первым дополнением;
- 3) Прибавить к получившемуся значению 1 - это второе дополнение.

Значения параметров ТИ (данные) для групп 0, 1 и 2 представляются в форматах, указанных в Таблице 1.3.

1.3 Коды ошибок

ПИМ поддерживает коды ошибок указанные в Таблице 1.3.

Таблица 1.3 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

2 Регистры данных пользователя

2.1 Регистры идентификации

Регистры идентификации используются для быстрого получения основных сведений о приборе в составе информационной системы, - «паспорт» ПИМ.

На запрос Функции-17 прибор предоставляет (Таблица 2.1):

- байт текущего состояния (статус) ПИМ;
- идентификационные параметры прибора;
- параметры конструктивного и программного исполнения;
- номер используемого в данный момент интерфейса ПИМ;
- настройки параметров интерфейсов;
- заводской номер прибора;
- дату изготовления.

Флаги байта статуса, установленные в приборе, автоматически сбрасываются после выполнения функции.

Таблица 2.1 Регистры идентификации

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 – выход за пределы измерения D5 – отсутствие напряжения фазы D6 – изменена настройка D7 – 0/1 (номер текущего интерфейса)</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 11 – Modbus (протокол индикации) D7,D6 –протокол интерфейса-2 00 – Modbus RTU 01 – Modbus ASCII 10 – МЭК 60870-5-101 11 – Modbus (протокол индикации)</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

2.2 Регистры параметров (Группа-0)

Таблица 2.2 Номера параметров (регистров) N и их назначение

N	Зп	Назначение регистров	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		Напр. 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 междуфазное Uab	0x0008+E	значение	4
10	*	Напряжение междуфазное Ubc	0x0009+E	значение	4
11	*	Напряжение междуфазное 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		Коэфф. мощности (CosA)	0x0017+E	значение	4
25		Коэфф. мощности (CosB)	0x0018+E	значение	4
26		Коэфф. мощности (CosC)	0x0019+E	значение	4
27	*	Общий коэфф. мощности	0x001A+E	значение	4
28	*	Частота сети	0x001B+E	значение	4
29		Среднее значение фазного напряжения	0x001C+E	значение	4
30	*	Среднее значение фазного тока	0x001D+E	значение	4
31	*	Ср. значение междуфазного напряжения	0x001E+E	значение	4

При 3-х проводном включении ПИМ считываемые параметры определены перечнем, отмеченным в столбце «Зп». Значения параметров представляются в виде двухбайтных чисел в относительном целочисленном формате (отрицательные значения представляются в дополнительном коде). Значения параметров обновляются каждые 80 мс. Неиспользуемые параметры (см. РЭ, Таблица 1а и Таблица 1б) обнуляются.

Смещение адресов ТИ 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). Индивидуальное смещение адресов параметров не предусмотрено.

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

В качестве сервиса «Замещение значений ТИ» используется режим подмены измеренных значений ТИ константами из настроечных таблиц (Таблица 4.1. Значения параметров замещения). Если установлен бит D2 в регистре «Настройки ВПО», по адресам Групп 0, 1 и 2 будут считываться замещающие значения.

Такой режим работы ПИМ используется при проведении работ по тестированию и отладке процедур информационного обмена на объекте.

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

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

Группы 1 и 2 могут быть сформированы 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 (регистров) 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 ТИ могут быть разделены между двумя интерфейсами для повышения скорости опроса ПИМ одновременно по двум каналам.

Значения ТИ 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 - регистры значений параметров в формате Ф1. 33...64 – регистры не исп.	4
			1...64 - регистры значений параметров в формате Ф3	
Параметры Группы-2	0x0060+E	64	1...32 - регистры значений параметров в формате Ф1 33...64 – регистры не исп.	4
			1...64 - регистры значений параметров в формате Ф3	

Если при конфигурировании ПИМ в Группу-1 занести, например, пять параметров формата Ф1 с номерами 1, 2, 3, 4, 28, то из регистров Группы-1, с адресов 0x0020...0x0024, можно считывать пять обновляемых значений параметров: Ua, Ub, Uc, U0, f. Остальные регистры Группы-1 будут обнулены.

Если значения параметров Группы формируются как числа с плавающей запятой (формат Ф3), то регистры группы следует рассматривать как 4-х байтные объекты, учитывающие установленные в ПИМ единицы измерений и коэффициенты Kтг, Kтн. Начальные адреса значений параметров будут следовать с кратностью равной двум.

В этом случае указанные пять параметров будут располагаться по адресам 0x0020...0x0028.

В зависимости от настройки Группа-2 может использоваться для фиксации значений параметров в определенные моменты времени относительно начала часа. Этот режим единовременных срезов ТИ (Табл.4.1, установки времени и календаря) имеет две настройки:

- интервал времени от начала часа (мсек, мин);
- интервал времени между срезами (мсек, мин).

Для реализации этого режима работы Группы-2 необходимо правильное функционирование службы времени в информационной сети:

- начальная инициализация даты и времени;
- периодическая коррекция системного времени.

Период коррекции определяется для каждой информационной системы с учетом точности хода встроенных в ПИМ часов реального времени.

Группа-1 или Группа-2 может использоваться для передачи значений параметров на интеллектуальное индикаторное устройство в режиме симплексной передачи данных (Табл.4.1, настройки ВПО).

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 в формате Ф4. 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

Регистры конфигурации можно использовать для самостоятельного написания программных модулей настройки ПИМ.

Таблица 4.1

Назначение регистров	Нач. адрес	Кол рег.	Содержание регистров	Функция
Настройки ВПО Адрес преобразователя	0x0000	1	1. <i>ст.байт</i> – настройки программы D0 – включить набор параметров (2) D1 – запретить нач. инициализацию интерфейса-2 (Modbus RTU) D2 – режим замещения ТИ D3 – тип измеряемой сети - 3п D4 – Группа-2 для среза параметров D5 – коэфф. по F увеличить в 10 раз D7,D6 –резерв. <i>мл.байт</i> - адрес в сети - диапазон значений 1...247.	3/16
Настройки интерфейса-1				
Формат слова Скорость обмена	0x0001	1	1. <i>ст.байт</i> - формат слова 0 – нет паритета (два стоп-бита); 1 – контроль четности; 2 – контроль нечетности; 3 – нет паритета, один стоп-бит <i>мл.байт</i> - 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. <i>ст.байт</i> : D3-D0 – тип протокола: 0 – Modbus RTU 1 – Modbus ASCII 2 – МЭК 60870-5-101 8 – Modbus (протокол индикации) D7-D4 – формат данных Modbus: 0 – нормализованное значение 1 – масштаб. с плавающей запятой <i>мл.байт</i> – резерв	3/16
Настройки интерфейса-2				
Формат слова Скорость обмена	0x0003	1	<i>ст.байт</i> - аналогично интерфейсу-1 <i>мл.байт</i> - аналогично интерфейсу-1	3/16
Представление данных	0x0004	1	1. аналогично интерфейсу-1	3/16
Настройки ПИМ				
Коэфф. транс. тока КТТ	0x0005	1	1. Коэффициент КТТ=1..65535	3/16
Коэфф. транс. напр. КТН	0x0006	1	1. Коэффициент КТН=1..65535	3/16
Конфигурация метки времени Активизация флагов описателя качества	0x0007	1	1. <i>ст.байт</i> – Конфиг. метки времени D0 – устанавливать флаг IV (недействит.) D1 – устанавливать дни недели D2 – уст. флаг перехода на летнее время <i>мл.байт</i> – активизация флагов ОК D0 – OV активен D4 - BL активен D5 – SB активен D6 - NT активен	3/16

			D7 – IV активен	
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
Время метки среза от начала часа (мсек, мин)	0x000B	2	1. – миллисекунды (0-59999) 2.- <i>ст. байт</i> – 00 <i>мл. байт</i> – минуты (0..59)	3/16
Приращение времени между срезами (мсек, мин)	0x000D	2	1. – миллисекунды (0-59999) 2.- <i>ст. байт</i> – 00 <i>мл. байт</i> – минуты (0..59)	3/16
Установки времени и календаря				
Время	0x001C	2	1. – миллисекунды (0-59999) 2.- <i>ст. байт</i> – часы (0..23) <i>мл. байт</i> – минуты (0..59)	3/16
Дата	0x001E	2	1. - <i>ст. байт</i> – месяц (1..12) <i>мл. байт</i> : 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...32)	0x0040	16	1. <i>ст.байт</i> – номер пар-ра <i>мл.байт</i> – номер пар-ра 16. <i>ст.байт</i> – номер пар-ра <i>мл.байт</i> – номер пар-ра	3/16
Маска Группы-2 (номера параметров из диапазона чисел 1...32)	0x0050	16	1. <i>ст.байт</i> – номер пар-ра <i>мл.байт</i> – номер пар-ра 16. <i>ст.байт</i> – номер пар-ра <i>мл.байт</i> – номер пар-ра	3/16
Сообщение пользователя				
Сообщение пользователя (расширенный набор символов ASCII)	0x0100	32	1. <i>ст.байт</i> – символ-1 <i>мл.байт</i> – символ -2 32. <i>ст.байт</i> – символ-63 <i>мл.байт</i> – символ -64	3/16
Значения параметров замещения				
Значения замещений (±0...5000) или 0xFFFF	0x0700	32	1. значение Int 32. значение Int	3/16
Единицы измерения				
Значения степени множителя (0,3,6) (единицы измерений)	0x0720	32	1. значение Int 32. значение Int	3/16
Настройки протокола МЭК 60870-5-101				
Апертуры параметров	0x0800	32	1. значение Int 32. значение Int	3/16
Зоны нечувствительности	0x0820	32	1. значение Int 32. значение Int	3/16
Параметры функции «Сбор данных при помо-	0x0840	1	1. <i>ст.байт</i> - код указателя опроса: 0 – опрос Группы-0	3/16

щи опроса» (спорадическая передача)			1 – опрос Группы-1 2 – опрос Группы-2 <i>мл.байт</i> – код типа ASDU 0 – тип 9-1 (нормал. с ОК) 1 – тип 9-2 (нормал. с ОК) 2 – тип 10-1 (нормал. с ОК и MB3) 3 – тип 11-1 (масшт. с ОК) 4 – тип 11-2 (масшт. с ОК) 5 – тип 12-1 (масшт. с ОК и MB3) 6 – тип 13-1 (масшт. float, ОК) 7 - тип 13-2 (масшт. float, ОК) 8 - тип 14-1 (масшт. float, ОК, MB3) 9 - тип 21-1 (нормал.) 10 – тип 21-2 (нормал.) 11 – тип 34-1 (нормал. с ОК и MB7) 12 – тип 35-1 (масшт. с ОК и MB7) 13 – тип 36-1 (масшт. float, ОК, MB7) 14 – тип 143-2 (нормал. с ОК и OMB7) 15 – тип 144-2 (масшт. с ОК и OMB7) 16 – тип 145-2 (масшт. float, ОК, OMB7)	
Параметры функции «Общий опрос»	0x0841	1	1. <i>ст.байт</i> – резерв <i>мл.байт</i> – код типа ASDU (см. выше)	3/16
Параметры процедуры «чтение»	0x0842	1	1. <i>ст.байт</i> – резерв <i>мл.байт</i> – код типа ASDU (см. выше)	3/16
Параметры процедуры «передача пар-ров среза»	0x0843	1	1. <i>ст.байт</i> – резерв <i>мл.байт</i> – код типа ASDU (см. выше)	3/16



Внимание!

1. Конфигурация групп (маски групп).

Если маска группы должна содержать менее 32-х номеров параметров (Таблица 2.2), после последнего номера параметра (N) 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 пять обновляемых значений параметров: Ua, Ub, Uc, U0, f. Остальные регистры Группы-1 будут обнулены.

Если значения параметров Группы 1 формируются как числа с плавающей запятой, то регистры группы следует рассматривать как 4-х байтные объекты формата Ф3. И тогда адресация регистров параметров кратна двум.

Это же относится к маске и параметрам Группы-2.

2. Значения параметров замещения

Определенные удобства при проверке работоспособности ПИМ, или реализации специальных режимов работы системы контроля реальных объектов, предоставляет сервис «Замещение значений».

В этом режиме значения измеренных параметров подменяются искусственными значениями, установленными программой конфигурации. Замещающие значения располагаются в энергонезависимой памяти ПИМ (см. Таблица 4.1 «Значения параметров замещения»), и после переключения питания прибора не сбрасываются. Чтобы замещающее значение, какого либо параметра, вступило в силу, необходимо выполнение двух условий:

- замещающее значение не должно равняться числу 65535 (0xFFFF);
- бит D2 регистра «Настройки ВПО» должен быть установлен в 1.

Обнуляя бит D2 можно одновременно отключить замещающие значения по всем параметрам.

3. Единицы измерения

В этом разделе таблицы каждому номеру параметра N (каждому регистру) присвоено число 0, 3 или 6 (показатель степени из Таблицы 1.1). Это число определяет единицы измерения параметров (например, Вт, кВт, МВт).

Единицы измерений автоматически учитываются при формировании значений выходных параметров представленных в формате чисел с плавающей запятой (ФЗ) для Групп 1 и 2.

При формировании выходных значений в формате Ф1 (двухбайтное масштабированное значение величин в относительном целочисленном формате) единицы измерений не учитываются и показатель степени из таблицы 1.1 принимается равным 0.

4. Настройки протокола МЭК 60870-5-101

В приборе реализована локальная версия стандарта ГОСТ Р МЭК 60870-5-101- 2006 с учетом отраслевых методик и рекомендаций.

Параметры раздела «Настройки протокола МЭК 60870-5-101» описаны далее, во второй части Приложения Г.

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

1 Вводная часть

Локальная версия протокола базируется на следующих стандартах и рекомендациях:

- ГОСТ Р МЭК 60870-5-101- 2006;
- СО 34.48.160-2004 «Унифицированные протоколы информационного обмена» («Научно-исследовательский институт электроэнергетики» (ОАО «ВНИИЭ» 2004 г.);
- Спецификации отраслевых протоколов для прикладного, канального и физического уровней для обмена между энергообъектами и верхним уровнем управления («Научно-исследовательский институт электроэнергетики» (ОАО «ВНИИЭ» 2004 г.);
- «Методические рекомендации по реализации информационного обмена энергообъектов с корпоративной информационной системой ОАО «Системный оператор единой энергетической системы» по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-101», 2008 г.

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». ПИМ выступает в роли КП со своим уникальным сетевым адресом и локальными информационными объектами.

Доступные для считывания значения ТИ (до 31-го однотипного значения) представляются в виде 3-х групп параметров (объектов информации):

Группа 0 – полные (общие) данные. Количество параметров в группе определяется модификацией преобразователя.

В качестве сервиса «Замещение значений ТИ» можно использовать режим подмены измеренных значений ТИ константами из настроечных таблиц. Этот режим работы ПИМ используется при проведении работ по тестированию и отладке процедур обмена;

Группа 1 – набор параметров, выбираемых из полных данных (Группы-0) при конфигурировании прибора;

Группа 2 – параметры, выбираемые из полных данных (Группы-0) при конфигурировании прибора.

Группа-2 дополнительно может использоваться для формирования единовременных срезов значений ТИ в заданные моменты времени. Для вывода этих значений в канал используется стандартная процедура «Сбор данных при помощи опроса» запросом данных классов 1 или 2.

При настройке ПИМ, пользователь может установить указатель опроса, тем самым, определяя, какая из 3-х групп параметров будет формировать основной блок данных прикладного уровня (ASDU) в ответ на запросы канального уровня (FC=10/11). При этом обеспечивается спорадическая передача данных соответствующей группы параметров от ПИМ.

В процедурах обмена выдержаны требования стандарта к построению канального уровня – на любой кадр от ПУ, содержащий пользовательские данные (FC=3), КП отвечает только квитанцией короткого формата.

ПИМ передает пользовательские данные (FC=8) только в ответ на запрос короткого формата, формируемый канальным уровнем ПУ (FC=10/11). К пользовательским данным относятся также служебные данные прикладного уровня, например, отраженные блоки, посылаемые от КП с причиной передачи 7 – подтверждение активации.

ПИМ поддерживает передачу как стандартных (в рамках стандарта МЭК), так и новых (пользовательских) типов ASDU с повышенной скоростью и увеличенным объемом:

Стандартные ASDU: 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 34, 35, 36;

Нестандартные ASDU: 143, 144, 145.

В новых типах информационных блоков (нестандартных) содержится один объект, состоящий из последовательности однотипных 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 разных интерфейсов.

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

Настройки интерфейса:

Скорость - 9600 бод (или ранее установленная);

Бит паритета - ЧЕТ;

Стоповые байты - 1.

Параметры МЭК 60870-5-101 исходные:

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);

На опрос данных уровня канала (Группа-0) - ASDU тип 14 (настраивается);

Передача данных по срезу - ASDU тип 11 (настраивается);

На опрос полных данных - ASDU тип 13 (настраивается);

На команду чтения - ASDU тип 36 (настраивается);

Перечень принятых сокращений:

ПИМ – преобразователь измерительный многофункциональный;

ОК – описатель качества;

КП – контролируемый пункт - ПИМ;

ПУ – пункт управления;

КС – арифметическая сумма;

ASDU – блоки данных прикладного уровня (ASDU – application service data units);

ТИ - телеизмерения текущих значений параметров сети переменного тока;

МВ – метка времени.

2 Канальный уровень

2.1 Функции канального уровня

Функции канального уровня обеспечивают:

- выполнение процедуры соединения ПУ и КП;

- контроль правильности доставки, защиту от потерь и дублирования кадров;

- формирование кадров при получении информационных блоков от прикладного уровня ПИМ;

- декодирование принимаемых кадров и передачу успешно принятых ASDU на прикладной уровень ПИМ.

Канальный уровень поддерживает только небалансную передачу данных.

2.2 Формат передачи данных - 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 FT.1.2 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.

направление	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
1 => 2	0	1	FCB	FCV	Функциональный код			
1 <= 2	0	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).

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 запоминается для контроля изменения при приеме следующего кадра с FCV=1;

При передаче мастером каждого нового сообщения в режиме ПОСЫЛКА/ПОДТВЕРЖДЕНИЕ (или в режиме ЗАПРОС/ОТВЕТ) тому же адресату (ПИМ), значение бита FCB должно изменяться на обратное (кадры нумеруются по модулю 2). Повторную передачу кадра с тем же значением FCB нужно производить в двух случаях: когда ответный кадр от ПИМ бракуется и когда ответ отсутствует в течение установленного тайм-аута.

После сброса канала, в этих режимах ПИМ посылает первое сообщение с FCB=1.

В ПИМ не предусматривается разделение данных на приоритетные классы 1 и 2.

Понятия класс 1 и класс 2 далее относятся только к приоритетам информации и не имеют никакого специального протокольного оформления. Все вопросы приоритетов передачи информации различных типов решаются ПИМ самостоятельно (см. далее).

При запросе данных класса 2 могут передаваться данные класса 1, при этом положительная квитанция не требуется – ответом на запрос являются пользовательские данные. Отрицательная квитанция фиксированной длины <9> передается от КП в случаях, когда, например, ПУ запрашивает группу ТИ, не существующую на данном ПИМ.

3 Прикладной уровень

3.1 Виды технологических информационных сообщений

Основными видами информационных сообщений между ПУ и ПИМ являются сообщения типа ТИ (телеизмерения текущих значений).

По запросу канального уровня значения ТИ передаются блоками (группами), которые представляют собой массивы значений параметров в формате двухбайтных нормализованных чисел, двухбайтных чисел с фиксированной запятой или четырех байтных чисел с плавающей запятой.

Описатель качества (ОК) данных содержит набор атрибутов, которые отражают признаки текущих параметров.

Для реализации функции единовременных срезов ТИ в приборе поддерживается служба единого времени.

3.2 Структуры блоков данных

Блоки данных прикладного уровня (ASDU – application service data units) используемые в преобразователе предусматривают две структуры:

- **структура-1** состоит из идентификатора блока данных и одного или более объектов информации, каждый из которых содержит один элемент информации (или одну комбинацию элементов):

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

- **структура-2** состоит из идентификатора блока данных и одного объекта информации, который включает в себя один или более однородных 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	2,3,4,5
	-----	----
	Элемент информации № j	2,3,4,5
Время	Время	0,3,7

Размер поля показывает количество используемых байт, для разного типа применяемых ASDU.

3.2.1 Идентификатор типа

Однobaйтное число, которое определяет структуру, тип и формат объекта информации. Преобразователь поддерживает следующие идентификаторы (типы) ASDU:

Передача данных в направлении ПУ => КП:

Идентификатор типа	Назначение
<100>	команда опроса (активизация блоков данных)
<102>	команда чтения (запрос одиночных объектов)
<103>	команда синхронизации часов

Передача данных в направлении ПУ <= КП:

Идентификатор типа (структура)	Измеряемая величина	Наличие описателя качества	Наличие метки времени
Стандартные типы блоков данных			
<9> (1, 2)	нормализованное значение 2 байта	ОК	нет
<10> (1)	нормализованное значение 2 байта	ОК	3 байт
<11> (1, 2)	масштабированное значение 2 байта	ОК	Нет
<12> (1)	масштабированное значение 2 байта	ОК	3 байт
<13> (1, 2)	короткий формат с плавающей запятой 4 байта	ОК	нет
<14> (1)	короткий формат с плавающей запятой 4 байта	ОК	3 байт
<21> (1, 2)	нормализованное значение 2 байта	нет	нет
<34> (1)	нормализованное значение 2 байта	ОК	7 байт
<35> (1)	масштабированное значение 2 байта	ОК	7 байт
<36> (1)	короткий формат с плавающей запятой 4 байта	ОК	7 байт
Не стандартные типы блоков данных			
<143> (2)	нормализованное значение 2 байта	ОК	7 байт
<144> (2)	масштабированное значение 2 байта	ОК	7 байт
<145> (2)	короткий формат с плавающей запятой 4 байта	ОК	7 байт

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:

1 – периодически (ответ за запрос канального уровня);
3 – спорадически (ответ за запрос канального уровня);
5 – запрос или запрашиваемые данные;
6 – активация данных;
7 – подтверждение активации данных;
20 - ответ на опрос Группы-0;
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 считывания информационных объектов Группа-0, Группа-1, Группа-2);
<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), см. Таблица 5.1.

Адреса объектов могут перенастраиваться для каждого интерфейса отдельно с помощью программы-конфигуратора в пределах 16-ти разрядного адресного пространства от -32768 до +32767.

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

3.2.6 Элементы информации

- 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;

- 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	F 2^{-16}	F 2^{-17}	F 2^{-18}	F 2^{-19}	F 2^{-20}	F 2^{-21}	F 2^{-22}	F 2^{-23}
Байт 2	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 3	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 4	S	E 2^7	E 2^6	E 2^5	E 2^4	E 2^3	E 2^2	E 2^1

S – знак числа;

E – порядок;

F – дробная часть мантииссы.

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

Младшая часть мантииссы передается первой.

- описатель качества (1 байт):

Структура описателя качества:

2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	Бит
IV	0	SB	BL	0	0	0	OV	Значение

OV = переполнение/нет переполнения. Значение объекта информации находится вне рабочего диапазона значений:

- для Ua, Ub, Uc, Ia, Ib, Ic, Uab, Ubc, Uca рабочий диапазон – $0...1,2 * U_{ном}$ ($0...6000$ ед.);

- для ПИМ с питанием от измерительной сети рабочий диапазон Uab, Ubc, Uca - от $0,8 * U_{ном}$ до $+1,2 * U_{ном}$ (от 4000 до 6000 ед.);

- для F - это диапазон от 45 до 55 Гц (4500...5500 ед).

BL = блокировка/нет блокировки (используется совместно с SB).

SB = проведено замещение/нет замещения. Изменяемой величине может быть присвоено замещающее значение от ПК при настройке конфигурации измерительной системы.

IV = недействительное/действительное значение. Значение действительно, если правильно получено. Бит «недействительно» используется для указания получателю, что значение величины может быть неправильным и им нельзя пользоваться. Используется для указания, что значение параметра находится в установленной зоне нечувствительности и передается как ноль.

Все указанные биты можно сделать не активными (устанавливаются равными 0) с помощью программы конфигурации «EMaster Net».

- время в двоичном коде (7 байт):

CP56Время2а - 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. Флаги SU, IV и «дни недели» устанавливаются в метку времени, если они разрешены при конфигурации ПИМ.
3. 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

С помощью команды чтения могут быть запрошены требуемые объекты информации путем опроса соответствующих адресов ТИ (Таблица 5.1).

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

Запрошенные объекты возвращаются в формате, определяемом настройками ПИМ, с причиной передачи <5> - «запрошено».

<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.

Посылка подтверждения активации содержит время ПИМ на момент перед синхронизацией.

3.4 Передача в направлении контроля (ПУ <= КП)

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

Блок данных может иметь структуру, содержащую **i** однотипных объектов, или иметь структуру – один объект, содержащий **j** однотипных комбинаций элементов.

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

<10> Значение изм. величины - нормализованное, с ОК и меткой времени 3 байта.

Передается последовательность объектов информации.

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

Блок данных имеет структуру, содержащую **i** однотипных объектов.

<11> Значение измеряемой величины – масштабированное значение с ОК.

Блок данных может иметь структуру, содержащую **i** однотипных объектов, или иметь структуру – один объект, содержащий **j** однотипных комбинаций элементов.

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

<12> Значение измеряемой величины – масштабированное значение с ОК и меткой времени 3 байта.

Передается последовательность объектов информации.

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

Блок данных имеет структуру, содержащую **i** однотипных объектов.

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

Блок данных может иметь структуру, содержащую **i** однотипных объектов, или иметь структуру – один объект, содержащий **j** однотипных комбинаций элементов.

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

<14> Значение измеряемой величины - короткий формат с плавающей запятой, с ОК и меткой времени 3 байта.

Передается последовательность объектов информации.

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

Блок данных имеет структуру, содержащую **i** однотипных объектов.

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

Блок данных может иметь структуру, содержащую **i** однотипных объектов, или иметь структуру – один объект, содержащий **j** однотипных комбинаций элементов.

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

<34> Значение измеряемой величины - нормализованное, с ОК и меткой времени 7 байт.

Передается последовательность объектов информации.

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

Блок данных имеет структуру, содержащую **i** однотипных объектов.

<35> Значение измеряемой величины – масштабированное значение, с ОК и меткой времени 7 байт.

Передается последовательность объектов информации.

Объект информации – измеряемая величина (масштабированное значение – 2 байта), описатель качества (1 байт) и метка времени в двоичном коде (7 байт).

Блок данных имеет структуру – последовательность из **i** объектов.

<36> Значение измеряемой величины – короткий формат с плавающей запятой, описателем качества и меткой времени 7 байт.

Передается последовательность объектов информации.

Объект информации – измеряемая величина (короткий формат с плавающей запятой – 4 байта), описатель качества (1 байт) и метка времени в двоичном коде (7 байт).

Блок данных имеет структуру – последовательность из **i** объектов.

3.4.1 Нестандартные 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.

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 (Группы-0) одноэлементных объектов (Таблица 5.1) и могут содержать от 1 до 32 измеряемых параметров каждая. Последовательность назначения параметров в группах и, соответственно, последовательность их передачи в канал – произвольны и формируются в процессе настройки ПИМ (если это не спорадическая передача).

Группа-0 представляется как не конфигурируемый набор одноэлементных объектов от 1 до 31 в зависимости от исполнения ПИМ. Последовательность их передачи в канал фиксирована и соответствует Таблице 5.1.

Считывание параметров объединенных в группы может осуществляться либо запросом данных класса 2 (1) на канальном уровне (спорадическая передача), либо с использованием процедуры опроса на прикладном уровне (ASDU <100>).

Форматы представления измеряемых параметров для первого и второго случаев определяются типами установленных ASDU при конфигурировании ПИМ.

Для спорадической передачи применяются только ASDU структуры-1 (блок, содержащий множество одноэлементных объектов информации).

4 Реализация основных прикладных функций

В реализованных процедурах строго выдержаны требования стандарта к построению канального уровня – на любой кадр от ПУ, содержащий пользовательские данные (FC=3), ПИМ отвечает только квитанцией короткого формата.

Поскольку рассматривается только небалансный режим, ПИМ передает пользовательские данные (FC=8) только в ответ на запрос короткого формата, формируемый канальным уровнем ПУ (FC=10/11).

К пользовательским данным относятся также служебные данные прикладного уровня, например, отраженные блоки, посылаемые от ПИМ с причиной передачи 7 (подтверждение активации).

Любые пользовательские данные от ПИМ передаются только в ответ на запрос «короткого» формата, формируемый канальным уровнем ПУ. Сбор данных при помощи опроса – основная процедура, занимающая большую часть времени канала.

Для всех прикладных функций применим широковещательный адрес ПИМ равный 255 <0xFF>.

Обозначения в таблицах:

M – передача от ПУ (Master).

S – передача от ПИМ (Slave).

FC – Функциональный Код (Functional Code).

TI – Идентификатор Типа (Type Identification).

COT – Причина Передачи (Cause Of Transmission).

*** – различные значения в зависимости от наличия и приоритета данных.

4.1 Сброс канала и прикладного процесса

От	FC	TI	COT	Информация	Действия/Условия
M	0				Сброс канала FCB=0
S	0				
M	1				Сброс процесса
S	0				

Пример сброса канала и прикладного процесса:

Запрос: 10 40 01 41 16 (сброс канала FCB=0)

Ответ: 10 00 01 01 16 (успешно)

Запрос: 10 41 01 42 16 (сброс процесса)

Ответ: 10 00 01 01 16 (успешно)

Запрос: 10 49 01 4A 16 (запрос статуса канала)

Ответ: 10 0B 01 0C 16 (статус канального уровня)

4.2 Синхронизация времени

Период коррекции встроенных часов ПИМ определяется максимально возможной ошибкой встроенного кварцевого генератора и допустимым расхождением реального времени на разных станциях.

Ниже приведена процедура синхронизации времени, когда в буфере ПИМ нет не переданных сообщений о событиях с метками времени.

Время в кадре синхронизации, передаваемом с ПУ, должно соответствовать моменту начала передачи этого кадра. ПИМ устанавливает свое время после приема всего кадра, производя коррекцию на время его передачи и время задержки в канале связи.

Передача значения времени ПИМ в момент установки часов по команде 103 позволяет на станции ПУ привести к единой шкале метки времени событий, происшедших в ПИМ до и после установки времени.

От	FC	TI	COT	Информация	Действия/Условия
M	3	103	6	Время 7 байт	Запомнить старое Установить новое
S	0				
M	11				
S	8	103	7	Запомненное время	В буфере нет событий
M	11				
S	8	1-40	3	Последующие события (МВ по часам после коррекции)	События после коррекции

Пример синхронизации ПИМ:

Запрос: 10 5B 01 5C 16

(запрос данных)

Ответ: 10 09 01 0A 16

(данные отсутствуют)

Запрос: 68 0F 0F 68 73 01 67 01 06 01 00 00

58 D9 22 0A FD 07 0C 50 16

(команда синхронизации, ASDU<103>)

Ответ: 10 00 01 01 16

Запрос: 10 5B 01 5C 16

(запрос данных)

Ответ: 68 0F 0F 68 08 01 67 01 07 01 00 00

BB E0 22 0A 1D 07 0C 70 16

(подтверждение синхронизации, ASDU<103>)

Запрос: 10 7B 01 7C 16

(запрос данных)

Ответ: 10 09 01 0A 16

(данные отсутствуют)

4.3 Сбор данных при помощи опроса

Стандарт МЭК 60870-5-101 предусматривает использование двух классов данных, относя к классу 1 события (изменение ТС, уход ТИ за границы), а к классу 2 периодическую передачу, фоновое сканирование и другие виды передачи низкого приоритета.

Нижеследующая таблица показывает пример процедуры опроса ПИМ, где понятия класс 1 и класс 2 относятся только к приоритетам информации и не имеют никакого специального протокольного оформления (ACD всегда равно 0). Все вопросы приоритетов передачи информации различных типов решаются ПИМ самостоятельно на основе предварительно согласованных правил.

Сбор данных при помощи опроса является основной процедурой считывания данных с ПИМ и занимает большую часть времени канала, поэтому объем передаваемых данных имеет существенное значение при увеличении скорости опроса преобразователей.

От	FC	ACD	TI	COT	Информация	Действия/Условия
M	11					
S	9	0				Нет данных
M	11					
S	8	0	***	3	Данные опроса	Класс 1 и 2
M	11					
S	9	0				Нет данных
M	11					
S	8	0	***	1	Данные среза (Группа-2)	Только класс 2
M	11					
S	8	0	***	3	Данные опроса	Класс 1 и 2
M	11					
S	9	0				Нет данных

При конфигурировании ПИМ можно определить группу параметров для считывания в режиме спорадической передачи – Группа-0, Группа-1 или Группа-2. Наряду с установкой апертур для каждого параметра, это позволит выбрать объем передаваемых данных для формирования оптимального трафика передачи.

Спорадический метод передачи реализован путем передачи последнего состояния информационного объекта на момент формирования кадра. При этом, значение ТИ должно отличаться от ранее переданного на величину превышающую значение апертуры для данного параметра. В противном случае значение ТИ не передается.

В нижеследующем примере на команды сбора данных ПИМ формирует блок спорадических данных (ASDU типа 14) и блок данных единовременного среза параметров (ASDU типа 11):

Запрос: 10 7B 01 7C 16 (запрос данных)
 Ответ: 68 24 24 68 08 01 0E 03 03 01 09 00 5C 8F 44 42 00 BD CB 20 0A 00 CD CC 44 42 00 BD CB 20 0B 00 8F C2 C4 42 00 BD CB 20 1B 16 (спор.данные Гр-1, ASDU<14>)
 Запрос: 10 5B 01 5C 16 (запрос данных)
 Ответ: 10 09 01 0A 16 (данные отсутствуют)
 Запрос: 10 7B 01 7C 16 (запрос данных)
 Ответ: 68 14 14 68 08 01 0B 84 01 01 61 00 06 00 00 09 00 00 07 00 00 87 13 00 AB 16 (данные среза Гр-2, ASDU<11>)
 Запрос: 10 5B 01 5C 16 (запрос данных)
 Ответ: 68 10 10 68 08 01 0E 01 03 01 0B 00 EB 51 C2 42 00 20 DD 27 8B 16 (спор.данные Гр-1, ASDU<14>)
 Запрос: 10 7B 01 7C 16 (запрос данных)
 Ответ: 10 09 01 0A 16 (данные отсутствуют)

4.4 Команда опроса (запрос полного объема или группы параметров)

С помощью команды опроса (ASDU<100>) с ПИМ можно считать значения полного списка параметров Группы-0, Группы-1 или Группы-2.

Описатель опроса QOI может принимать следующие значения:

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

По запросу полного объема или группы данные могут передаваться несколькими блоками без меток времени и с метками времени, в зависимости от выбранного типа ASDU.

Запрос Группы-0 производится с указателем опроса QOI = 20. Соответственно, то же значение имеет причина передачи COT в кадрах с данными от КП.

От	FC	TI	COT	Информация	Действия/Условия
M	3	100	6	QOI=20	
S	0				
M	11				
S	8	100	7	Подтверждение активации	Нет данных
M	11				
S	8	***	20	Данные группы-0	Только класс 2
M	11				
S	8	100	10	Завершение активации	Нет данных

Запрос группы блоков данных Группа-1 и Группа-2, состав которых установлен заранее, производится так же. Отличие заключается только в том, что указатель опроса QOI имеет значение 21 или 22. Соответственно, то же значение имеет причина передачи COT в кадрах с данными от КП.

От	FC	TI	COT	Информация	Действия/Условия
M	3	100	6	QOI=21	
S	0				
M	11				
S	8	100	7	Подтверждение активации	Нет данных
M	11				
S	8	***	21	Данные группы-1	Только класс 2
M	11				
S	8	100	10	Завершение активации	Нет данных

Пример опроса Группы-1:

Запрос: 10 5B 01 5C 16 (запрос данных)
 Ответ: 10 09 01 0A 16 (данные отсутствуют)
 Запрос: 68 09 09 68 73 01 64 01 06 01 00 00 15 F5 16 (активация опроса – ASDU<100>)
 Ответ: 10 00 01 01 16 (успешный прием запроса)
 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 7B 01 7C 16 (запрос данных)
 Ответ: 68 35 35 68 08 01 0D 89 15 01 21 00 A4 F0 66 42 30 A4 F0 66 42 30
 A4 F0 66 42 30 00 00 00 00 30 00 00 A0 40 30 00 00 A0 40 30 00 00 A0 40 30
 00 00 00 00 30 00 00 48 42 30 64 16 (параметры Группы-1, ASDU<13>)
 Запрос: 10 5B 01 5C 16 (запрос данных)
 Ответ: 68 09 09 68 08 01 64 01 0A 01 00 00 15 8E 16 (завершение активации опроса)
 Запрос: 10 7B 01 7C 16 (запрос данных)
 Ответ: 10 09 01 0A 16 (данные отсутствуют)

4.5 Команда чтения

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

Команда позволяет селективно вызвать одиночный объект информации (Таблица 5.1).

От	FC	TI	COT	Информация	Действия/Условия
M	11				
S	9				Нет данных
M	3	102	5	Адрес запрашиваемого объекта	
S	0				
M	11				
S	8	***	5	Запрошенный объект	

Варианты использования команды чтения:

- переспрос ТИ для подтверждения состояния;
- выделение ТИ по вызову, которые вообще нормально не передаются и группой не объявлены;
- контроль значения параметров.

Пример считывания значения частоты сети (в формате ASDU типа 36):

Запрос: 10 7B 01 7C 16 (запрос данных)
 Ответ: 10 09 01 0A 16 (данные отсутствуют)
 Запрос: 68 08 08 68 53 01 66 01 05 01 1C 00 DD 16 (запрос частоты сети)
 Ответ: 10 00 01 01 16 (успешный прием запроса)
 Запрос: 10 7B 01 7C 16 (запрос данных)
 Ответ: 68 14 14 68 08 01 24 01 05 01 1C 00 00 00 48 42 30
 8E C8 20 06 1B 07 0C B4 16 (значение частоты, ASDU типа 36)

4.6 Передача срезов

Группа-2 может использоваться для фиксации единовременных срезов значений ТИ в заданные моменты времени относительно начала часа.

Режим работы Группы-2 и состав ее параметров (ТИ) устанавливаются при конфигурации преобразователя.

Для формирования моментов срезов имеется две настройки (Табл.4.1, Настройки ПИМ):

- интервал времени от начала часа (мсек, мин);
- интервал времени между срезами (мсек, мин).

Изменение моментов среза должно производиться по всем объектам (ПИМ) контролируемого региона за короткое время. Для ПИМ данной серии можно использовать программу «EMaster Net» в режиме широковещательной передачи данных.

Для вывода значений параметров Группы-2 в канал используется стандартная процедура «Сбор данных при помощи опроса».

ПИМ готовит данные для среза без команды от ПУ в соответствии со встроенными астрономическими часами. Передача срезов происходит по запросу канального уровня в свободное время в канале связи. Данные должны быть переданы за время интервала между срезами.

От	FC	ТИ	СОТ	Информация	Действия/Условия
M	11				
S	9				Нет данных
M	11				
S	8	***	1	Периодическая передача (Группа-2)	Только класс 2
M	11				
S	8				Нет данных

Пример считывания значений параметров среза в формате ASDU типа 11:

Запрос: 10 7B 01 7C 16 (запрос данных)
Ответ: 10 09 01 0A 16 (данные отсутствуют)
Запрос: 10 5B 01 5C 16 (запрос данных)
Ответ: 68 20 20 68 08 01 **0B 88 01 01** 61 00 8D 16 30 8D 16 30 8D 16 30 00 00 30 88 13 30 88
 13 30 88 13 30 00 00 30 39 16 (параметры Группы-2, ASDU<11>)
Запрос: 10 7B 01 7C 16 (запрос данных)
Ответ: 10 09 01 0A 16 (данные отсутствуют)

5 Перечень информационных объектов ПИМ (МЭК 60870-5-101)

Таблица 5.1

№	Зп	Наименование информационного объекта	ПИМ				Адрес
			ЕТ1хх	ЕТ2хх	ЕТ3хх	ЕТ4хх	
Измеряемые параметры Группы-0 (полные данные)							
1		Значение напряжения фазы А (Ua)	+	+	+	+	0x0001+E
2		Значение напряжения фазы В (Ub)	+	+	+	+	0x0002+E
3		Значение напряжения фазы С (Uc)	+	+	+	+	0x0003+E
4		Значение напр. нулевой последовательности (Uo)	+	+	+	+	0x0004+E
5	*	Значение силы тока фазы А (Ia)	+	+	+	+	0x0005+E
6	*	Значение силы тока фазы В (Ib)	+	+	+	+	0x0006+E
7	*	Значение силы тока фазы С (Ic)	+	+	+	+	0x0007+E
8		Значение силы тока нулевой последовательности(Io)	+	+	+	+	0x0008+E
9	*	Значение междуфазного напряжения (Uab)	+	+	+	+	0x0009+E
10	*	Значение междуфазного напряжения (Ubc)	+	+	+	+	0x000A+E
11	*	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
29		Среднее значение фазного напряжения (Uср.ф)	+	+	+	+	0x001D+E
30	*	Среднее значение фазного тока (Iср.ф)	+	+	+	+	0x001E+E
31	*	Среднее значение междуфазного напряжения (Uср.л)	+	+	+	+	0x001F+E
Измеряемые параметры Группы-1 (от 1 до 32 параметров)							
1	*	Значение параметра	+	+	+	+	0x0021+E
2	*	Значение параметра	+	+	+	+	0x0022+E
...
32	*	Значение параметра	+	+	+	+	0x0041+E
Измеряемые параметры Группы-2 (от 1 до 32 параметров)							
1	*	Значение параметра	+	+	+	+	0x0061+E
2	*	Значение параметра	+	+	+	+	0x0062+E
...
32	*	Значение параметра	+	+	+	+	0x0081+E
Примечание:							
<ol style="list-style-type: none"> 1. При 3-х проводном подключении ПИМ измеряемые параметры определены перечнем, отмеченным в столбце «Зп». Не отмеченные параметры обнуляются. 2. Измеряемые параметры групп могут считываться командой чтения <102> как одиночные элементы информации. Значения параметров по не используемым адресам обнуляются. 3. Смещение адресов информационных объектов определяется параметром Е и может устанавливаться в пределах 16-ти разрядного адресного пространства от -32768 до +32767 при настройке ПИМ (по умолчанию Е=0). 							