

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ
АЕТ**

Протокол информационного обмена

Часть 2. МЭК 60870-5-101

47113964.505100.054-03 90 03-2

1 Основные положения

1.1 Настоящий документ распространяется на преобразователи измерительные многофункциональные АЕТ100, АЕТ200, АЕТ300, АЕТ400 (далее – преобразователь), работающие в составе автоматизированной системы диспетчерского управления.

Преобразователь обеспечивает измерение параметров трехпроводных и четырехпроводных электрических сетей переменного тока и выдачу результатов измерения по интерфейсу RS-485.

1.2 Протокол информационного обмена реализован в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006.

Протокол информационного обмена - это обмен данными между ведущим и ведомым устройствами. Ведущее устройство управляет всей последовательной деятельностью путем избирательного опроса одного или нескольких ведомых устройств. Протокол допускает одно ведущее устройство и до 247 ведомых устройств на общей линии. Каждому устройству присваивается адрес, чтобы отличать его от других подключенных устройств.

Устройства соединяются с использованием технологии «главный/подчиненный», при которой только одно устройство (главный) может инициировать передачу (сделать запрос). Другие устройства (подчиненные) передают запрашиваемые главным устройством данные или производят запрашиваемые действия. Типичное главное устройство - контроллер верхнего уровня. Типичное подчиненное устройство – преобразователь.

Главный может адресоваться к индивидуальному подчиненному. Подчиненное устройство возвращает сообщение в ответ на запрос, адресуемый именно ему.

2 Используемые наборы параметров и вариантов

2.1 Система или устройство

Преобразователь является контролируемой станцией (Slave).

2.2 Конфигурация сети

Преобразователь подключается к магистральной сети RS-485.

2.3 Физический уровень

Скорость обмена, бит/с: 1200; 2400; 4800; 9600; 19200; 38400; 56000; 64000.

2.4 Канальный уровень

При передаче данных используется формат кадра FT1.2, определенный в ГОСТ Р МЭК 870-5-2. Допускается формат как с фиксированной, так и с переменной длиной блока. Если передаются блоки данных прикладного уровня (ASDU), то должен использоваться формат кадра с переменной длиной блока. Если ASDU не передаются, то должен использоваться формат кадра с фиксированной длиной блока или единичный символ (0xE5).

Преобразователь поддерживает только небалансную передачу по каналу.

Адресное поле канального уровня размером один или два байта обязательно.

Длина кадра не должна превышать 255 байт.

Максимальное время задержки между временем прихода запроса и началом ответа не более 15 мс.

2.5 Прикладной уровень

Для передачи прикладных данных используется только режим «1» (младший байт передается первым).

Общий адрес ASDU может состоять из одного или двух байт (должен соответствовать адресному полю канального уровня).

Размер адреса объекта информации выбирается из ряда: 1, 2 или 3 байта.

Поле причина передачи может состоять из одного или двух байт.

Преобразователь поддерживает следующие ASDU:

<9> Значение измеряемой величины, нормализованное значение;

<10> Значение измеряемой величины, нормализованное значение с меткой времени
CP24Время2а;

<21> Значение измеряемой величины, нормализованное значение без описателя
качества;

<34> Значение измеряемой величины, нормализованное значение с меткой времени
CP56Время2а;

<100> Команда опроса;

<102> Команда чтения;

<103> Команда синхронизации времени;

<106> Команда определения запаздывания;

<143> Значение измеряемой величины, нормализованное значение с меткой времени
CP56Время2а.

Описание ASDU 143 приведено в приложении А.

Выбор ASDU <9>, <10>, <21>, <34>, <143> осуществляется программой для конфигурирования преобразователя.

2.5.1 Процедура чтения на канальном уровне

Для чтения данных преобразователя можно использовать только канальный уровень.

На запрос канального уровня будет сформировано ASDU, выбранное с помощью программы конфигурирования преобразователя. Формирование ASDU начинается с объекта данных «Ua» и продолжается до тех пор, пока идет непрерывная адресация объектов, или все объекты не будут включены в ASDU.

Ниже приведен пример чтения ASDU 143.

(M) Length 5: 10 5B 01 5C 16 (запрос данных пользователя)

(S) Length 102: 68 60 60 68 08 01 8F 9B 03 01 01 00 01 00 00 01 00 00 02 00 00 01 00 00 02
00 00 01 00 00 01 00 00 01 00 00 01 00 00 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00
00 00 00 00 00 00 AA CD 17 08 6C 0C 07 59 16

(M) Length 5: 10 7B 01 7C 16 (запрос данных пользователя)

(S) Length 102: 68 60 60 68 08 01 8F 9B 03 01 01 00 02 00 00 01 00 00 02 00 00 01 00 00 02
00 00 01 00 00 01 00 00 01 00 00 01 00 00 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00
00 00 00 00 00 00 94 CF 17 08 6C 0C 07 47 16

(M) Length 5: 10 5B 01 5C 16 (запрос данных пользователя)

(S) Length 102: 68 60 60 68 08 01 8F 9B 03 01 01 00 01 00 00 01 00 00 02 00 00 01 00 00 01
00 00 01 00 00 01 00 00 01 00 00 01 00 00 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00
00 00 00 00 00 00 7E D1 17 08 6C 0C 07 31 16,

где (M) - Master (ведущий)

(S) - Slave (ведомый).

2.5.2 Процедура опроса

Процедура опроса обеспечивается на канальном уровне, который запрашивает пользовательские данные классов 1 и 2. В преобразователе нет разбиения на классы, и преобразователь выдает одни и те же данные на запрос класса 1 и класса 2.

В преобразователе опрашивается активная группа, выбор которой осуществляется ASDU с идентификатором типа <100> с помощью описателя QOI.

Объединение регистров в группы осуществляется программой конфигурирования преобразователя.

Поддерживается опрос станции (ASDU содержит все объекты информации преобразователя).

Ниже приведен пример опроса станции с ASDU 9.

(M) Length 15: 68 09 09 68 73 01 64 01 06 01 01 00 14 F5 16 (активация опроса)

(S) Length 5: 10 00 01 01 16 (положительное подтверждение)

(M) Length 5: 10 5B 01 5C 16 (запрос данных пользователя)

(S) Length 15: 68 09 09 68 08 01 64 01 07 01 00 00 14 8A 16 (подтверждение активации опроса)

(M) Length 5: 10 7B 01 7C 16 (запрос данных пользователя)

(S) Length 147: 68 8D 8D 68 08 01 09 1B 14 01 01 00 8A 13 00 02 00 88 13 00 03 00 89 13 00 04 00 01 00 00 05 00 89 13 00 06 00 88 13 00 07 00 89 13 00 08 00 01 00 00 09 00 88 13 00 0A 00 88 13 00 0B 00 89 13 00 0C 00 89 13 00 0D 00 87 13 00 0E 00 89 13 00 0F 00 89 13 00 10 00 01 00 00 11 00 00 00 00 12 00 FF FF 00 13 00 00 00 00 14 00 8B 13 00 15 00 88 13 00 16 00 8A 13 00 17 00 8A 13 00 18 00 8E 00 00 19 00 64 00 00 1A 00 65 00 00 1B 00 1E 4E 00 DA 16

(M) Length 5: 10 5B 01 5C 16 (запрос данных пользователя)

(S) Length 15: 68 09 09 68 08 01 64 01 0A 01 00 00 14 8D 16 (завершение активации опроса)

2.5.3 Процедура чтения

Прикладной процесс на контролирующей станции (рисунок 1) посылает команду чтения A_RD_DATA.req к услугам связи, услуги связи передают блок данных C_RD_NA_1 <5> REQ (ASDU 102), содержащий адрес объекта информации, который определяет запрошенный объект информации. Прикладной процесс на контролируемой станции возвращает запрошенный объект информации как A_M_DATA.req услугам связи. Услуги связи на контролируемой станции формируют ASDU, содержащий запрошенный объект информации, и передают его в направлении контроля с причиной передачи <5> REQ.

Контролирующая станция	Услуги связи	Контролируемая станция	Действие
A_RD_DATA.req	C_RD_NA_1 <5> REQ	A_RD_DATA.ind	Чтение объекта информации, определенного Адресом Объекта информации
A_M_DATA.ind	M_ <5> REQ	A_M_DATA.req	Ответ – объект информации, который был запрошен

Рисунок 1 – Последовательная процедура — процедура чтения

Команда чтения считывает данные, начиная с адреса, указанного в запросе, и продолжает считывать, пока идет непрерывная адресация объектов информации.

На один запрос чтения в ответе содержится один блок ASDU.

Ниже приведен пример чтения ASDU 10.

(M) Length 14: 68 08 08 68 7B 01 66 01 05 01 01 00 EA 16 (команда чтения)

(S) Length 228: 68 DE DE 68 08 01 0A 1B 05 01 01 00 02 00 00 DA E8 04 02 00 01 00 00 DA E8 04 03 00 02 00 00 DA E8 04 04 00 01 00 00 DA E8 04 05 00 01 00 00 DA E8 04 06 00 02 00 00 DA E8 04 07 00 01 00 00 DA E8 04 08 00 01 00 00 DA E8 04 09 00 01 00 00 DA E8 04 0A 00 01 00 00 DA E8 04 0B 00 01 00 00 DA E8 04 0C 00 00 00 00 DA E8 04 0D 00 00 00 00 DA E8 04 0E 00 00 00 00 DA E8 04 0F 00 00 00 00 DA E8 04 10 00 00 00 00 DA E8 04 11 00 00 00 00 DA E8 04 12 00 00 00 00 DA E8 04 13 00 00 00 00 DA E8 04 14 00 00 00 00 DA E8 04 15 00 00 00 00 DA E8 04 16 00 00 00 00 DA E8 04 17 00 00 00 00 DA E8 04 18 00 00 00 00 DA E8 04 19 00 00 00 00 DA E8 04 1A 00 00 00 00 DA E8 04 1B 00 00 00 00 DA E8 04 9E 16

(M) Length 14: 68 08 08 68 5B 01 66 01 05 01 01 00 CA 16 (команда чтения)

(S) Length 228: 68 DE DE 68 08 01 0A 1B 05 01 01 00 02 00 00 64 00 05 02 00 01 00 00 64 00 05 03 00 02 00 00 64 00 05 04 00 01 00 00 64 00 05 05 00 01 00 00 64 00 05 06 00 01 00 00 64 00 05 07 00 01 00 00 64 00 05 08 00 01 00 00 64 00 05 09 00 01 00 00 64 00 05 0A 00 01 00 00 64 00 05 0B 00 01 00 00 64 00 05 0C 00 00 00 00 64 00 05 0D 00 00 00 00 64 00 05 0E 00 00 00 00 64 00 05 0F 00 00 00 00 64 00 05 10 00 00 00 00 64 00 05 11 00 00 00 00 64 00 05 12 00 00 00 00 64 00 05 13 00 00 00 00 64 00 05 14 00 00 00 00 64 00 05 15 00 00 00 00 64 00 05 16 00 00 00 00 64 00 05 17 00 00 00 00 64 00 05 18 00 00 00 00 64 00 05 19 00 00 00 00 64 00 05 1A 00 00 00 00 64 00 05 1B 00 00 00 00 64 00 05 CE 16

2.5.4 Команда синхронизации часов

Идентификатор типа <103> используется для синхронизации часов преобразователя. По команде синхронизации производится запись семи байт текущего времени в двоичном коде.

Структура элемента информации CP56Время2а приведена на рисунке 2.

Биты	8	7	6	5	4	3	2	1		
Байты	Миллисекунды									
1	2^7							2^0		
2	2^{15}								2^8	0 .. 59999 миллисекунд
3	IV	RES1	Минуты							
			2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	0 .. 59 минут	
4	SU	RES2		Часы						
				2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	0 .. 23 часов	
5	Дни недели			Дни месяца						
	2^2	2^1	2^0	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	1 .. 31 дней месяца 1 .. 7 дней недели	
6	RES3				Месяцы					
					2^3	2^2	2^1	2^0	1 .. 12 месяцев	
7	RES4	Годы								
		2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	0 .. 99 лет	

Рисунок 2 – Структура элемента информации CP56Время2а

Ниже приведен пример работы с командой синхронизации часов:

(M) Length 21: 68 0F 0F 68 73 01 67 01 06 01 00 00 E7 D6 10 09 6C 0C 07 38 16 (команда синхронизации часов)

(S) Length 5: 10 00 01 01 16 (положительное подтверждение)

(M) Length 5: 10 5B 01 5C 16 (запрос данных пользователя)

(S) Length 21: 68 0F 0F 68 08 01 67 01 07 01 00 00 D8 D6 10 09 6C 0C 07 BF 16

(подтверждение активации синхронизации времени; содержит время преобразователя в момент перед синхронизацией).

Примечания

1 Допускается широковещательная посылка.

2 По умолчанию в преобразователе установлено время по Гринвичу (GMT).

2.5.5 Команда определение запаздывания передачи

Идентификатор типа <106> используется для вычисления задержки передачи данных , используемой для более точной синхронизации часов с помощью ASDU <103>.

Ниже приведен пример работы с командой определения запаздывания передачи.

(M) Length 16: 68 0A 0A 68 73 01 6A 01 06 01 00 00 6B 80 D1 16 (команда определения запаздывания; содержит значение времени в момент, когда передается первый бит ASDU 106 (SDT))

(S) Length 5: 10 00 01 01 16 (положительное подтверждение)

(M) Length 5: 10 5B 01 5C 16 (запрос данных пользователя)

(S) Length 16: 68 0A 0A 68 08 01 6A 01 07 01 00 00 72 81 6F 16 (значение времени в момент, когда передается первый бит ответа на ASDU 106 (SDT+tR))

(M) Length 16: 68 0A 0A 68 73 01 6A 01 03 01 00 00 38 00 1B 16 (вычисленное значение задержки передачи (tD))

$tD = (RDT - (SDT+tR)) / 2;$

где RDT – время в момент получения (M) ASDU 106.

(S) Length 5: 10 00 01 01 16 (положительное подтверждение)

3 Список объектов информации преобразователя

Список объектов информации преобразователя приведен в таблице 1.

Таблица 1

Имя регистра	Адрес	Чтение/Запись
Действующее значение напряжения фазы А (U_a)	0x0000	+/-
Действующее значение напряжения фазы В (U_b)	0x0001	+/-
Действующее значение напряжения фазы С (U_c)	0x0002	+/-
Действующее значение напряжения нулевой последовательности (U_o)	0x0003	+/-
Действующее значение силы тока фазы А (I_a)	0x0004	+/-
Действующее значение силы тока фазы В (I_b)	0x0005	+/-
Действующее значение силы тока фазы С (I_c)	0x0006	+/-
Действующее значение силы тока нулевой последовательности (I_o)	0x0007	+/-
Действующее значение междуфазного напряжения (U_{ab})	0x0008	+/-
Действующее значение междуфазного напряжения (U_{bc})	0x0009	+/-
Действующее значение междуфазного напряжения (U_{ca})	0x000A	+/-
Активная мощность фазы А (P_a)	0x000B	+/-
Активная мощность фазы В (P_b)	0x000C	+/-
Активная мощность фазы С (P_c)	0x000D	+/-
Активная мощность трехфазной системы (P)	0x000E	+/-
Реактивная мощность фазы А (Q_a)	0x000F	+/-
Реактивная мощность фазы В (Q_b)	0x0010	+/-
Реактивная мощность фазы С (Q_c)	0x0011	+/-
Реактивная мощность трехфазной системы (Q)	0x0012	+/-
Полная мощность фазы А (S_a)	0x0013	+/-
Полная мощность фазы В (S_b)	0x0014	+/-
Полная мощность фазы С (S_c)	0x0015	+/-
Полная мощность трехфазной системы (S)	0x0016	+/-
Реактивная мощность фазы А (Q_{fa})	0x0017	+/-
Реактивная мощность фазы В (Q_{fb})	0x0018	+/-
Реактивная мощность фазы С (Q_{fc})	0x0019	+/-
Частота (f)	0x001A	+/-
Среднее значение фазных напряжений ($U_{ф.ср}$)	0x001B	+/-
Среднее значение силы фазных токов ($I_{ср}$)	0x001C	+/-
Среднее значение междуфазных напряжений ($U_{ср}$)	0x001D	+/-
Коэффициент мощности фазы А (PF_a)	0x001E	+/-
Коэффициент мощности фазы В (PF_b)	0x001F	+/-
Коэффициент мощности фазы С (PF_c)	0x0020	+/-
Коэффициент мощности трехфазной системы (PF)	0x0021	+/-
Коэффициент мощности фазы А по первой гармонике (DPF_a)	0x0022	+/-
Коэффициент мощности фазы В по первой гармонике (DPF_b)	0x0023	+/-
Коэффициент мощности фазы С по первой гармонике (DPF_c)	0x0024	+/-
Коэффициент мощности трехфазной системы по первой гармонике (DPF)	0x0025	+/-

Примечания

1 Адреса регистров могут быть изменены в адресном пространстве от 0x000000 до 0xFFFFF с помощью программы для конфигурирования преобразователя.

2 Программа конфигурирования входит в комплект поставки преобразователя.

3 Коэффициенты мощности можно исключить из опроса. Для этого необходимо воспользоваться программой конфигурирования преобразователя.

4 Параметры обмена по умолчанию

Параметры RS-485:

Скорость	9600 бит/с
Бит четности	ЧЕТ
Стоповые байты	1

Параметры протокола обмена:

Адрес устройства	1
Размер общего адреса ASDU	1
Размер адреса объекта информации	2
Используемое ASDU	143
Размер поля причина передачи	1
Число групп объектов	1
ID группы объектов	1

5 Используемая нормативная документация

ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 101. Обобщающий стандарт по основным функциям телемеханики.

ГОСТ Р МЭК 870-5-2-95 Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 2. Процедуры в каналах передачи.

Приложение А

Описание блока данных прикладного уровня ASDU 143

А.1 Введение

Блок данных ASDU 143 относится к блокам специального применения по ГОСТ Р МЭК 870-5-101. Данный блок соответствует отраслевой концепции реализации протокола обмена МЭК 60870-5-101 и применяется на сегодняшний день рядом российских производителей оборудования телемеханики, поддерживающими этот протокол («РТ-Софт», «Торнадо» и др.).

Использование ASDU 143 позволяет передавать данные наиболее оптимальным образом - три байта на одно значение плюс общая метка времени.

А.2 Реализация ASDU 143

Тип блока данных - 143. Передается последовательность элементов информации. Каждый элемент состоит из одной измеряемой величины, которая имеет нормализованное значение.

Структура ASDU 143 приведена на рисунке А.1.

Содержание	Размер поля (в байтах)
1000 1111 (Идентификатор типа=143)	1
80h + j (Классификатор переменной структуры)	1 (7 младших бит определяют количество элементов j)
Причина передачи	1
Общий адрес станции	1 (определяет № КП)

Адрес объекта информации	1, 2
Элемент информации № 1	2 (нормализованная величина)
Описатель качества IV NT SB BL AV 0 0 OV	1
Элемент информации № 2	2
Описатель качества IV NT SB BL AV 0 0 OV	1

Элемент информации № j	2
Описатель качества IV NT SB BL AV 0 0 OV	1
Время	7

Рисунок А.1 Структура ASDU 143

Время передается тремя байтами в двоичном коде:

- миллисекунды (два байта);
- минуты, RES1, недействительно (один байт).

Четыре старших байта полного семибайтного формата отбрасываются.

Блок типа 143 не используется в формате последовательности объектов информации, так как в этом случае он совпадает с блоком типа 34.

Преобразователь в описателе качества использует биты:

OV – выход измеряемой величины из рабочего диапазона

<0> - измеряемая величина в рабочем диапазоне;

<1> - измеряемая величина вышла из рабочего диапазона.

NT – значение измеряемой величины обновлено

<0> - значение измеряемой величины обновлено;

<1> - значение измеряемой величины не обновлено.

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (стр.) в докум.	Номер докум.	Входящий № сопр. докум. и дата	Подп.	Дата
	изме- ненных	заме- ненных	новых	анну- лиро- ванных					