



Протокол DUT-E COM

Версия 3.5

1. Назначение

Данный протокол используется для обмена данными с цифровыми датчиками уровня топлива DUT-E 232 и DUT-E 485 (далее – датчики), разработанных СП Технотон, Минск, Беларусь. Протокол действителен для датчиков с прошивкой версии 1.13 и старше.

2. Общие сведения

На физическом и канальном уровнях обмен данными осуществляется согласно стандартам ANSI/TIA-485-A и TIA/EIA 232-F.

В шине RS-485 адресация осуществляется по адресу датчика. Заводская настройка адреса в датчиках – последние 2 цифры серийного номера.

Активным на шине может быть только одно устройство – поддерживается идеология «мастер-ведомый».

Межбайтовый интервал обмена данными не должен превышать 100 мс.



3. Сеанс

Возможны два режима обмена данными (в зависимости от настройки «Режим периодической выдачи параметров»):

1) Автоматическая выдача данных. Интервал выдачи можно настраивать. В данный режим датчики настроены на заводе. Интервал выдачи – 60с.

2) Режим обмена данными «Запрос - Ответ». Датчик выступает в роли ведомого. При обмене данными должны быть соблюдены временные интервалы.

Таблица 1. Временные интервалы

Временные интервалы	Min, мс	Max, мс
Время между Запросом и Ответом	1	300
Время между Ответом и началом следующего Запроса	3	500

4. Запрос

Таблица 2. Структура Запроса

Ox31	Adr	Fmt	Data	CS
1 байт	1 байт	1 байт	от 0 до 128 байт	1 байт

Поле **Adr** задает адрес датчика, которому направлен Запрос.

Значение байта адреса 255 обозначает отправку Запроса по всем возможным адресам.

Поле **Fmt** определяет тип Запроса. Возможные значения описаны в таблице 4.

Возможные значения поля **Data** описаны в таблице 4.

Подсчет контрольной суммы **CS** см. раздел 6.

5. Ответ

Таблица 3. Структура Ответа.

Ox3e	Adr	Fmt	Data	CS
1 байт	1 байт	1 байт	от 1 до 128 байт	1 байт

Поле **Adr** задает адрес датчика, от которого исходит Ответ.

Поле **Fmt** определяет тип Запроса, на который дан Ответ.

Возможные значения поля **Data** описаны в таблице 4.

Подсчет контрольной суммы **CS** см. раздел 6.



Таблица 4. Запросы и ответы

№	Запрос					Ответ – поле Data		
	Fmt		Data			Тип	Описание	Дискрет
	Значение	Описание	Тип	Описание	Дискрет			
1.	0x02	Чтение серийного номера	-	-	-	U32	Серийный номер	
2.	0x06	Чтение фильтрованных параметров ⁵⁾	-	-	-	S8 S16 U16	Температура ⁴⁾ Передаваемый Параметр <ul style="list-style-type: none"> • уровень топлива (0..1000) • уровень топлива • объем топлива в баке • объем топлива в баке Текущая частота генератора	1 °C 1 ед. 0.1 мм 0.1 л 0.4 % 1 Гц
3.	0x1F ²⁾	Чтение нефильтрованных параметров	-	-	-	S8 S16 U16	Температура ⁴⁾ Передаваемый параметр <ul style="list-style-type: none"> • уровень топлива (0..1000) • уровень топлива • объем топлива в баке • объем топлива в баке Текущая частота генератора	1 °C 1 ед. 0.1 мм 0.1 л 0.4 % 1 Гц
4.	0x05	Чтение полной конфигурации	-	-	-	U32 U16 U16 S16 S8 U16 U16 U8 U8 U8	серийный номер (T_IDVU) макс. калибровочная частота мин. калибровочная частота коэффициент температурной коррекции k1 дополнительный коэффициент температурной коррекции k2 не используется не используется адрес датчика в сети (T_NET_ADRES) не используется не используется	1 Гц 1 Гц
5.	0x14 ²⁾	Чтение интервала фильтрации	-	-	-	U8	0..25	5с
6.	0x26 ²⁾	Чтение таблицы тарировки бака	-	-	-	S8 S8 S8 S8 struct{ U16 x; U16 y; }dim[30]	макс. допустимое количество строк в таблице (30) реальное количество строк в таблице (2..30) служебное поле служебное поле массив строк (x,y).	0.1 мм 0.1 л
7.	0x1B ²⁾	Чтение времени компиляции прошивки	-	-	-	U8 dim[16]	Строка	



№	Запрос					Ответ – поле Data		
	Fmt		Data			Тип	Описание	Дискрет
	Значение	Описание	Тип	Описание	Дискрет			
8.	0x1A ²⁾	Чтение даты компиляции прошивки	-	-	-	U8 dim[16]	Строка	
9.	0x1C ²⁾	Чтение версии прошивки	-	-	-	U8 dim[3]		
10.	0x23 ²⁾	Чтение рабочих параметров	-	-	-	S16 температура топлива S16 температура платы U16 частота опорного генератора U32 частота измерительного генератора исходная U32 частота измерительного генератора компенсированная S16 не используется S16 высота топлива в у.е. S16 не используется S16 не используется S16 не используется S16 объём топлива в баке S16 не используется S16 не используется S32 высота топлива в датчике исходная S32 высота топлива в датчике скорректированная S32 высота топлива в датчике фильтрованная U16 не используется U8 не используется U8 объём топлива в % от объема бака S16 не используется	0.1 °C 0.1 °C 1 Гц 0.01 Гц 0.01 Гц 1 у.е. 0.1 л 0.1 мм 0.1 мм 0.1 мм 0.4 %	
11.	0x1E ²⁾	Чтение структуры дополнительных настроек	-	-	-	U16 не используется U8 интервал фильтрации параметра (0..25) U8 интервал автоматической выдачи параметра (0..255) U8 режим периодической выдачи параметров (0..3) U8 режим фильтрации параметров (1-выкл /0-вкл)	5 с 1 с	
12.	0x24 ²⁾	Чтение структуры настроек диапазонов выходных сигналов	-	-	-	S16 макс значение для частотного выхода (1500) S16 мин значение для частотного выхода (500) S16 макс значение высоты топлива S16 мин значение высоты топлива в датчике S16 макс значение уровня топлива в у.е. (1000) S16 мин значение уровня топлива (0) S16 не используется U8 выбор параметра на частотном выходе (0 – у.е., 1 – л, 2 – мм, 3 – %) U8 выбор параметра на цифровом интерфейсе	1 Гц 1 Гц 0.1 мм 0.1 мм 1 1	



№	Запрос					Ответ – поле Data		
	Fmt		Data			Тип	Описание	Дискрет
	Значение	Описание	Тип	Описание	Дискрет			
13.	0x15	Читать пароль установщика	-	-	-	U8 dim[8]	Массив значений с Закодированным Паролем	
14.	0x03 ³⁾	Записать адрес датчика в сети	U8	0...254		U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	
15.	0x0A ^{2) 3)}	Записать параметры температурной коррекции	U16 S8	Коэффициент k1 Дополнительный коэффициент k2		U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	
16.	0x11 ³⁾	Записать интервал фильтрации	U8	0...25	5с	U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	
17.	0x13 ³⁾	Записать интервал автоматической выдачи параметров	U8	0..255	1с	U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	
18.	0x17 ^{3) 6)}	Записать режим периодической выдачи параметров после рестарта (подачи питания)	U8	<ul style="list-style-type: none"> • 0 – выкл • 1 – HEX • 2 – ASCII • 3 – ASCII EXT 		U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	
19.	0x27 ^{2) 3)}	Записать таблицу тарифовки	S8 S8 S8 S8 struct{ U16 x; U16 y; }dim[30]	макс. допустимое количество строк в таблице (30) реальное количество строк в таблице (2..30) 0x07 служебное поле 0x00 служебное поле массив строк (x,y).	0.1 мм 0.1 л	U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	
20.	0x0B ³⁾	Записать минимальную частоту калибровки	U16	Значение минимальной калибровочной частоты	1 Гц	U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	
21.	0x0C ³⁾	Записать максимальную частоту калибровки	U16	Значение максимальной калибровочной частоты	1 Гц	U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	
22.	0x25 ^{2) 3)}	Записать структуру настроек диапазонов выходных сигналов	S16 S16 S16 S16 S16	макс значение для частотного выхода (1500) мин значение для частотного выхода (500) макс значение высоты топлива мин значение высоты топлива в датчике макс значение уровня топ-	1 Гц 1 Гц 0.1 мм 0.1 мм 1	U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	

№	Запрос					Ответ – поле Data		
	Fmt		Data			Тип	Описание	Дискрет
	Значение	Описание	Тип	Описание	Дискрет			
			S16 S16 U8 U8	лива в у.е. (1000) мин значение для нормированного уровня топлива (0) не используется выбор параметра на частотном выходе (0 – у.е., 1 – л, 2 – мм, 3 - %) выбор параметра на цифровом интерфейсе	1			
23.	0x16 ³⁾	Записать пароль установщика	U8 dim[8]	Массив значений с Закодированным Паролем	-	U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	
24.	0x12 ³⁾	Установить уровень доступа установщика (действует 3 с, если не поступает никаких запросов)	U8 dim[8]	Массив значений с Закодированным Паролем	-	U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	
25.	0x07 ³⁾	Включить периодическую выдачу параметров. Выдача прекращается при получении устройством любого другого корректного запроса или отключением питания.	-	-	-	U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	
26.	0x08 ³⁾	Калибровать на минимум	-	-	-	U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	
27.	0x09 ³⁾	Калибровать на максимум	-	-	-	U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	
28.	0x1D ^{2) 3)}	Стартовать загрузку прошивки	-	-	-	U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	
29.	0x35 ⁶⁾	Читать ASCII-EXT префикс и постфикс	-	-	-	struct{ U8 pre[30]; U8 post[30]; }	Две строки символов, заканчивающиеся нулем	
30.	0x34 ⁶⁾	Записать ASCII-EXT префикс и постфикс	struct{ U8 pre[30]; U8 post[30]; }	Две строки символов, заканчивающиеся нулем	-	U8	0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой	

- 2) Только для DUT-E с прошивкой версии 1.5 и выше.
- 3) Требуется уровень доступа установщика. Алгоритм получения доступа передается по Соглашению о неразглашении конфиденциальной информации.
- 4) Если обнаружена ошибка в работе датчика, в поле температуры передается Код неисправности (см. таблицу 5 и 5а).
- 5) Фильтрованные параметры – значения параметров, обработанные функцией фильтрации за настраиваемый интервал.
- 6) Режим – ASCII EXT доступен только для DUT-E с прошивкой версии 2.8 и выше.

Типы:

- U8 – беззнаковое 8 битовое значение
- S8 – знаковое 8 битовое значение
- U16 – беззнаковое 16 битовое значение
- S16 – знаковое 16 битовое значение
- U32 – беззнаковое 32 битовое значение
- S32 – знаковое 32 битовое значение

Таблица 5. Коды неисправностей для версии микропрограммы датчика ниже 2.9.

Код неисправности	Описание неисправности
255	Датчик не откалиброван на минимум или на максимум (разница между калибровочными частотами измерительного генератора при минимальном и максимальном уровнях топлива менее 100Гц).
254	Датчик не откалиброван на максимум уровня топлива.
253	В датчике не работает измерительный генератор, возможно замыкание измерительных трубок датчика.
252	Калибровочные значения для минимального и максимального уровней топлива в датчике различаются менее чем на 5Гц.
251	Ошибка EEPROM. Аппаратный сбой датчика.
250	Текущая частота измерительного генератора больше зафиксированной при калибровке на минимум (разница более чем на 100Гц).

Таблица 5а. Коды неисправностей для версии микропрограммы датчика 2.9 и выше.

Код неисправности	Описание неисправности
128	Датчик не откалиброван на минимум или на максимум (разница между калибровочными частотами измерительного генератора при минимальном и максимальном уровнях топлива менее 100Гц).
129	Датчик не откалиброван на максимум уровня топлива.
130	В датчике не работает измерительный генератор, возможно замыкание измерительных трубок датчика.
131	Калибровочные значения для минимального и максимального уровней топлива в датчике различаются менее чем на 5Гц.
132	Ошибка EEPROM. Аппаратный сбой датчика.
133	Текущая частота измерительного генератора больше зафиксированной при калибровке на минимум (разница более чем на 100Гц).



6. Контрольная сумма

Контрольная сумма подсчитывается для всех байт сообщения (исключая контрольную сумму) по полиному $a^8+a^5+a^4+1$.

Для расчета CRC можно воспользоваться следующими алгоритмами (язык C):

1)

```
U8 CRC8(U8 data, U8 crc)
{
    U8 i = data ^ crc;
    crc = 0;
    if(i & 0x01) crc ^= 0x5e;
    if(i & 0x02) crc ^= 0xbc;
    if(i & 0x04) crc ^= 0x61;
    if(i & 0x08) crc ^= 0xc2;
    if(i & 0x10) crc ^= 0x9d;
    if(i & 0x20) crc ^= 0x23;
    if(i & 0x40) crc ^= 0x46;
    if(i & 0x80) crc ^= 0x8c;
    return crc;
}
```

2)

```
U8 CRC8 (U8 b, U8 crc)
{
    U8 i = 8;
    do {
        if ( (b ^ crc) & 0x01) {
            crc = (crc ^ 0x18) >> 1 | 0x80;
        } else {
            crc >>= 1;
        }
        b >>= 1;
    } while (--i);
    return crc;
}
```

3) Табличным методом, описанным в Dallas APPLICATION NOTE 27: Understanding and Using Cyclic Redundancy Checks with Dallas Semiconductor iButton Products.