



# Протокол DUT-E COM

Версия 3.4

## 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,<br>мс | Max,<br>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   |
|    | Зна-<br>чение      | Описание                                      | Тип  | Описание | Дискрет |   |   |   |
| 1. | 0x02               | Чтение серийного номера                       | -    | -        | -       | U32   | Серийный номер  |   |
| 2. | 0x06               | Чтение фильтрованных параметров <sup>5)</sup> | -    | -        | -       | S8<br>S16<br><br>U16  | Температура <sup>4)</sup><br>Передаваемый Параметр <ul style="list-style-type: none"> <li>• уровень топлива (0..1000)</li> <li>• уровень топлива</li> <li>• объём топлива в баке</li> <li>• объём топлива в баке</li> </ul> Текущая частота генератора  | 1 °C<br><br>1 ед.<br>0.1 мм<br>0.1 л<br>0.4 %<br>1 Гц |
| 3. | 0x1F <sup>2)</sup> | Чтение нефильтрованных параметров             | -    | -        | -       | S8<br>S16<br><br>U16  | Температура <sup>4)</sup><br>Передаваемый параметр <ul style="list-style-type: none"> <li>• уровень топлива (0..1000)</li> <li>• уровень топлива</li> <li>• объём топлива в баке</li> <li>• объём топлива в баке</li> </ul> Текущая частота генератора  | 1 °C<br><br>1 ед.<br>0.1 мм<br>0.1 л<br>0.4 %<br>1 Гц |
| 4. | 0x05               | Чтение полной конфигурации                    | -    | -        | -       | U32<br>U16<br>U16<br>S16<br>S8<br><br>U16<br>U16<br>U8<br>U8<br>U8  | серийный номер (T_IDVU)<br>макс. калибровочная частота<br>мин. калибровочная частота<br>коэффициент температурной коррекции k1<br>дополнительный коэффициент температурной коррекции k2<br>не используется<br>не используется<br>адрес датчика в сети (T_NET_ADRES)<br>не используется<br>не используется | 1 Гц<br>1 Гц  |
| 5. | 0x14 <sup>2)</sup> | Чтение интервала фильтрации                   | -    | -        | -       | U8  | 0..25   | 5с  |
| 6. | 0x26 <sup>2)</sup> | Чтение таблицы тарировки бака                 | -    | -        | -       | S8<br><br>S8<br>S8<br>S8<br>struct{ U16<br>x;<br>U16 y;<br>}dim[30] | макс. допустимое количество строк в таблице (30)<br>реальное количество строк в таблице (2..30)<br>служебное поле<br>служебное поле<br>массив строк (x,y).  | 0.1 мм<br>0.1 л                                       |
| 7. | 0x1B <sup>2)</sup> | Чтение времени компиляции про-                | -    | -        | -       | U8 dim[16]  | Строка  |   |



| №   | Запрос             |  |      |          |         | Ответ – поле Data   |   |  |
|-----|--------------------|--|------|----------|---------|---|---|--|
|     | Fmt                |  | Data |          |         | Тип   | Описание  | Дискрет  |
|     | Значение           | Описание   | Тип  | Описание | Дискрет |   |   |  |
|     |                    | шивки  |      |          |         |   |   |  |
| 8.  | 0x1A <sup>2)</sup> | Чтение даты компиляции прошивки                        | -    | -        | -       | U8 dim[16]  | Строка  |  |
| 9.  | 0x1C <sup>2)</sup> | Чтение версии прошивки                                 | -    | -        | -       | U8 dim[3]   |   |  |
| 10. | 0x23 <sup>2)</sup> | Чтение рабочих параметров                              | -    | -        | -       | S16<br>S16<br>U16<br>U32<br>U32<br><br>S16<br>S16<br>S16<br>S16<br>S16<br>S16<br>S32<br>S32<br>S32<br>U16<br>U8<br>U8<br>S8 | температура топлива<br>температура платы<br>частота опорного генератора<br>частота измерительного генератора исходная<br>частота измерительного генератора компенсированная<br>не используется<br>высота топлива в у.е.<br>не используется<br>не используется<br>не используется<br>объем топлива в баке<br>не используется<br>не используется<br>высота топлива в датчике исходная<br>высота топлива в датчике скорректированная<br>высота топлива в датчике фильтрованная<br>не используется<br>объем топлива в % от объема бака<br>не используется | 0.1 °C<br>0.1 °C<br>1 Гц<br>0.01 Гц<br>0.01 Гц<br><br>1 у.е.<br><br>0.1 л<br><br>0.1 мм<br>0.1 мм<br>0.1 мм<br><br>0.4 % |
| 11. | 0x1E <sup>2)</sup> | Чтение структуры дополнительных настроек               | -    | -        | -       | U16<br>U8<br>U8<br><br>U8<br>U8   | не используется<br>интервал фильтрации параметра (0..25)<br>интервал автоматической выдачи параметра (0..255)<br>режим периодической выдачи параметров (0..3)<br>режим фильтрации параметров (1-выкл /0-вкл)  | 5 с<br>1 с   |
| 12. | 0x24 <sup>2)</sup> | Чтение структуры настроек диапазонов выходных сигналов | -    | -        | -       | S16<br>S16<br>S16<br>S16<br>S16<br>S16<br>S16<br>U8   | макс значение для частотного выхода (1500)<br>мин значение для частотного выхода (500)<br>макс значение высоты топлива<br>мин значение высоты топлива в датчике<br>макс значение уровня топлива в у.е. (1000)<br>мин значение уровня топлива (0)<br>не используется<br>выбор параметра на частотном выходе (0 –   | 1 Гц<br>1 Гц<br>0.1 мм<br>0.1 мм<br>1<br>1   |



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



| №   | Запрос                |   |           |  |         | Ответ – поле Data                      |   |         |
|-----|-----------------------|---|-----------|--|---------|--|---|---------|
|     | Fmt                   |   | Data      |  |         | Тип                                    | Описание                                  | Дискрет |
|     | Значение              | Описание  | Тип       | Описание   | Дискрет |  |   |         |
|     |                       |   | S16       | топлива<br>мин значение высоты<br>топлива в датчике                          | 0.1 мм  |  |   |         |
|     |                       |   | S16       | макс значение уровня<br>топлива в у.е. (1000)                                | 1       |  |   |         |
|     |                       |   | S16       | мин значение для норми-<br>рованного уровня топли-<br>ва (0)                 | 1       |  |   |         |
|     |                       |   | S16       | не используется  |         |  |   |         |
|     |                       |   | U8        | выбор параметра на час-<br>тотном выходе (0 – у.е.,<br>1 – л, 2 – мм, 3 - %) |         |  |   |         |
|     |                       |   | U8        | выбор параметра на<br>цифровом интерфейсе                                    |         |  |   |         |
| 23. | 0x16 <sup>3)</sup>    | Записать пароль<br>установщика  | U8 dim[8] | Массив значений с зако-<br>дированным Паролем                                | -       | U8                                     | 0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой        |         |
| 24. | 0x12 <sup>3)</sup>    | Установить уровень<br>доступа установщи-<br>ка (действует 3 с,<br>если не поступает<br>никаких запросов)  | U8 dim[8] | Массив значений с зако-<br>дированным Паролем                                | -       | U8                                     | 0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой        |         |
| 25. | 0x07 <sup>3)</sup>    | Включить периоди-<br>ческую выдачу па-<br>раметров.<br>Выдача прекращает-<br>ся при получении<br>устройством любого<br>другого корректного<br>запроса или отклю-<br>чением питания. | -         | -  | -       | U8                                     | 0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой        |         |
| 26. | 0x08 <sup>3)</sup>    | Калибровать на ми-<br>нимум   | -         | -  | -       | U8                                     | 0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой        |         |
| 27. | 0x09 <sup>3)</sup>    | Калибровать на<br>максимум  | -         | -  | -       | U8                                     | 0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой        |         |
| 28. | 0x1D <sup>2) 3)</sup> | Стартовать загрузку<br>прошивки   | -         | -  | -       | U8                                     | 0x00 - без ошибок/0x01 - с ошибкой        |         |
| 29. | 0x35 <sup>6)</sup>    | Читать ASCII-EXT<br>префикс и постфикс  | -         | -  | -       | struct{<br>U8 pre[30];<br>U8 post[30]; | Две строки символов, закачивающиеся нулем |         |



| №   | Запрос             |                                       |   |  |         | Ответ – поле Data |                                    |         |
|-----|--------------------|---------------------------------------|---|--|---------|-------------------|------------------------------------|---------|
|     | Fmt                |                                       | Data  |  |         | Тип               | Описание                           | Дискрет |
|     | Зна-<br>чение      | Описание                              | Тип   | Описание                                 | Дискрет |                   |                                    |         |
| 30. | 0x34 <sup>6)</sup> | Записать ASCII-EXT префикс и постфикс | struct{<br>U8 pre[30];<br>U8 post[30];<br>} | Две строки символов, зачисляющиеся 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.