

## Форматы данных датчика уровня и плотности ДТУ.

1. Датчик ДТУ поддерживает 4 различных программных протокола на базе аппаратного последовательного интерфейса RS-485 – LSit, Omnicomm-2, Omnicomm-3, Modbus RTU. При включении датчик работает по одному, предварительно настроенному протоколу. Для настройки протокола используется специальная программа DTU configurator.
2. Протокол LSit
  - a. LSit – это очень простой двоичный протокол. При этом ДТУ выступает в роли slave устройства (т.е. ДТУ только отвечает на запросы master устройства). Каждое устройство в сети RS-485 должно иметь уникальный сетевой адрес от 1 до 247. Датчик отвечает на любую команду от мастера, содержащую сетевой адрес датчика или нулевой адрес. Протокол LSit поддерживает фиксированную скорость обмена 2400 бод/секунда, по parity, 8 data bits, 1 stop bit.
  - b. Каждая команда от мастера (устройство, которое желает получить данные от датчика) состоит из N байт: B1, B2, ... B<sub>n</sub>. B<sub>n-1</sub> и B<sub>n</sub> это байты с контрольной суммой CRC (B<sub>n-1</sub> младший байт CRC, B<sub>n</sub> – старший байт CRC). B1 – сетевой адрес, B2 – код команды. Алгоритм вычисления CRC приведен в виде кода на языке Си в Приложении А.
  - c. Команды 'Получить данные'. N=6, B1=сетевой адрес, B2=1, B3=0, B4=0, B5 CRC (младший байт), B6 CRC (старший байт). В ответ на команду ДТУ посылает 15 байт: B1...B15:
    - i. B1=сетевой адрес ДТУ
    - ii. B2 температура топлива в Цельсиях (в прямом формате)
    - iii. B3 младший байт уровня топлива, B4 – старший байт уровня топлива. Значение 1 соответствует уровню в 0.1 мм. Для совместимости старший бит 16 всегда равен единице.
    - iv. B5 младший байт плотности топлива, B6 старший байт плотности топлива в кг/м<sup>3</sup>
    - v. B7, B8 зарезервированы
    - vi. B9 – версия ПО ДТУ
    - vii. B10 – тип топлива (влияет на точность измерения плотности топлива). 0 – универсальная солярка, 1 – летняя солярка, 2 – зимняя солярка, 3 – арктическая солярка, 4 – керосин РТ, 5 керосин ТС, 6 – бензин АI-80, 7 – бензин АI-92, 8 – бензин АI-95
    - viii. B11 счетчик акселерометра (если установлен)
    - ix. B12 младший байт верхней заглушки (если установлена)
    - x. B13 старший байт верхней заглушки. Единица соответствует 0.1 мм.
    - xi. B14 младший байт CR, B15 старший байт CRC.
  - d. Команда 'Установить настройки' (используется для задания нового сетевого адреса и типа топлива). N=64, B1=текущий сетевой адрес ДТУ, B2=101 (decimal), B3...B34 – массив с настройками с собственным CRC, B63 CRC (младший байт), B64 CRC (старший байт). Новый сетевой адрес вступит в силу после перезагрузки ДТУ. В ответ ДТУ посылает три байта.
    - i. Формат массива в команде 'Установить настройки': B3=0x77, B4= новый сетевой адрес, B5=тип топлива, B6...B22 – зарезервированы, B33...B34 -> CRC
    - ii. Ответ от ДТУ: три байта: B1 -> текущий сетевой адрес, B2 младший байт CRC, B3 старший байт CRC.
  - e. Команда 'Получить настройки' (используется для чтения записанного сетевого адреса и типа топлива). N=6, B1=текущий сетевой адрес (может быть нулевым,

если в сети только один датчик), B2=102 (decimal), B3=0, B4=0, B5 = младший байт CRC, B6 = старший байт CRC.

- i. Ответ от ДТУ: N=41, B1...B32 массив с настройками, B40, B41 – CRC.  
Формат массива с настройками: B1=0x77, B2=записанный сетевой адрес, B3=тип топлива, B31..B32=CRC.

### 3. Протокол Omnicomm-2

- a. Omnicomm-2 – простой бинарный протокол с поддержкой одной команды (команда 6 – ‘выдать данные’). Настройки RS-485: 19200 baud rate, no parity, 8 bit data, 1 stop bit.
- b. Формат команды 6: длина 4 байта. B1=0x31, B2=сетевой адрес ДТУ, B3=6, B4=CRC (8-bit CRC). Расчет алгоритма CRC представлен в приложении В.
- c. Ответ на команду 6: B1=0x3E, B2=сетевой адрес ДТУ, B3=6, B4, B5, B6, B7, B8, B9=CRC (8-bit).  
Протокол Omnicomm-2 разработан для конкретных GSM/GPS трекеров, которые используют команду 6, но посылают через GSM только три байта: B4, B5, B6 (стандартно B4 – знаковая байтная температура, B5,B6 = уровень; B7,B8 частота). Поскольку ДТУ необходимо передать не три, а шесть байт, один ДТУ отвечает на два сетевых адреса: сетевое адрес ДТУ & сетевой адрес ДТУ+1. Поэтому при использовании протокола Omnicomm-2 адреса ДТУ должны отличаться более, чем на 1 (на пример, 1,3,5,7 и т.д.).
- d. Формат ответа на сетевой адрес ДТУ. B4 знаковая байтная температура в Цельсиях. B5,B6 без знаковое значение уровня, значение 1 соответствует 0.1 мм.
- e. Формат ответа на сетевой адрес ДТУ + 1. B4 –тип топлива (0 – универсальная солярка, 1 – летняя солярка, 2 – зимняя солярка, 3 – арктическая солярка, 4 – керосин РТ, 5 керосин ТС, 6 – бензин АI-80, 7 – бензин АI-92, 8 – бензин АI-95). B5,B6 без знаковое значение плотности топлива, значение 1 соответствуето 0.1 кг/м<sup>3</sup>.

### 4. Протокол Omnicomm-3

- a. Omnicomm-3 – простой бинарный протокол с поддержкой одной команды (команда 6 – ‘выдать данные’). Настройки RS-485: 19200 baud rate, no parity, 8 bit data, 1 stop bit.
- b. Формат команды 6: длина 4 байта. B1=0x31, B2=сетевой адрес ДТУ, B3=6, B4=CRC (8-bit CRC). Расчет алгоритма CRC представлен в приложении В.
- c. Ответ на команду 6: B1=0x3E, B2=сетевой адрес ДТУ, B3=6, B4, B5, B6, B7, B8, B9=CRC (8-bit).  
Omnicom-3 разработан для конкретных GSM/GPS трекеров, использующих команду 6, но посылающих по GSM только два байта: B5, B6. Поскольку ДТУ необходимо передать не два, а шесть байт, один ДТУ отвечает на три сетевых адреса: сетевое адрес ДТУ, сетевой адрес ДТУ+1 и сетевой адрес ДТУ+2. Поэтому при использовании протокола Omnicomm-2 адреса ДТУ должны отличаться более, чем на 2 (на пример, 1,3,5,7 и т.д.).
- d. Формат ответа на сетевой адрес ДТУ: B5,B6 без знаковое значение уровня, значение 1 соответствует 0.1 мм.
- e. Формат ответа на сетевой адрес + 1. B5,B6 без знаковое значение плотности топлива, значение 1 соответствуето 0.1 кг/м<sup>3</sup>.
- f. Формат ответа на сетевой адрес + 2. B5,B6 двубайтное знаковое значение температуры, значение 1 соответствует (1/128) °C.

### 5. Протокол Modbus

- a. ДТУ поддерживает стандартный протокол Modbus RTU. Параметры по умолчанию: сетевой адрес 1, baud rate 19200, parity – even, data bits – 8, stop bit -1. При помощи программы DTU configurator можно изменить следующие параметры: baud в диапазоне 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400; сетевой адрес в диапазоне 1...247, parity: even, odd, none. Карта регистров ДТУ представлена в Приложении С.

## Приложение А. Алгоритм CRC для протокола LSit.

Calculation of 16-bit CRC for array b with size of N character.

```
unsigned short int CRC_Calc16(unsigned char *b, unsigned int N)
{
    unsigned short int crc;
    unsigned int i;
    unsigned short int j;

    for(i=crc=0; i<N; i++)
    {
        j=b[i];
        crc = crc ^ (j << 8);
        for(j=0;j<8;j++)
        {
            if(crc & 0x8000) crc = (crc<<1) ^ 0x1021;
            else crc <<= 1;
        }
    }

    return crc;
}
```

**Приложение В. 8-bit CRC для протоколов Omnicomm-2 & Omnicomm-3.**

```
unsigned char calc_crc8( unsigned char *mas, unsigned char Len )
{
    unsigned char i,dat,crc,fb,st_byt;
    st_byt=0; crc=0;
    do{
        dat=mas[st_byt];
        for( i=0; i<8; i++) {
            fb = crc ^ dat;
            fb &= 1;
            crc >>= 1;
            dat >>= 1;
            if( fb == 1 ) crc ^= 0x8c;
        }
        st_byt++;
    } while( st_byt < Len );
    return crc;
}
```

**Приложение С. Карта регистров ДТУ для Modbus RTU.**

Modbus registers	Value Type	Access	Description
1-16	STRING(16)	R/O	Серийный номер ДТУ в формате ASCII (один символ на один регистр)
17	UNSIGNED16	R/O	Аппаратная версия ДТУ (в формате byte1.byte0)
18	UNSIGNED16	R/O	Версия ПО ДТУ (в формате byte1.byte0)
19	UNSIGNED16	R/O	Верхняя заглушка в десятых мм (опция)
20	UNSIGNED8	R/O	Тип ДТУ (0 -> стандартный ДТУ)
1000	UNSIGNED16	R/O	Уровень топлива в десятых мм, 1 соответствует 0.1 мм
1001	UNSIGNED16	R/O	Плотность в десятых кг/м <sup>3</sup> , 1 соответствует 0.1 кг/м <sup>3</sup>
1002	SIGNED16	R/O	Температура топлива °С
1003	UNSIGNED8	R/O	Индекс типа топлива (0 – универсальная солярка, 1 – летняя солярка, 2 – зимняя солярка, 3 – арктическая солярка, 4 – керосин РТ, 5 керосин ТС, 6 – бензин АI-80, 7 – бензин АI-92, 8 – бензин АI-95)
3000	UNSIGNED8	R/O	Сетевой адрес ДТУ (от 1 до 247)
3001	UNSIGNED8	R/O	Настройки четности (0 -> none, 1 -> odd, 2 -> even)
3002, 3003	UNSIGNED32	R/O	Настройки частоты baud rate (bits per second)
5000	UNSIGNED8	R/O	Признак самотестирования калибровки (0 -> все хорошо)