



**СЧЕТЧИКИ ИМПУЛЬСОВ ПРОВОДНЫЕ УНИВЕРСАЛЬНЫЕ (СИПУ)**

**Протокол обмена**

## Оглавление

|   |   |
|---|---|
| 1 Система команд .....                          | 2 |
| 2 Порядок хранения и передачи байт данных ..... | 4 |
| 3 Алгоритм расчёта контрольной суммы .....      | 5 |
| 4 Адресация регистров .....                     | 6 |
| 5 Коды ошибок .....                             | 7 |
| 6 Версия ПО.....                                | 7 |
| 7 Коды скоростей обмена .....                   | 7 |
| 8 Регистр состояния .....                       | 8 |
| 9 Командный регистр .....                       | 8 |
| 10 Тип устройства .....                         | 8 |
| 11 Поле DIB .....                               | 8 |
| 12 Поле VIB .....                               | 8 |
| 13 Назначение входа .....                       | 8 |
| 14 Маски типов событий .....                    | 9 |
| 15 Алгоритм получения архивных данных .....     | 9 |

## 1 Система команд

Командно-информационный обмен управляющего компьютера со счетчиком осуществляется в пакетном режиме по принципу “команда-ответ”. В качестве физической среды передачи информации используется канал RS485 со следующими параметрами:

- \* Режим передачи – 8 бит без проверки на четность, 2 стоп-бита.
- \* Скорость обмена – 9600.
- \* Максимальная длина посылки 128 байта.
- \* Порядок следования байтов: старший байт вперед.

Протокол обмена соответствует стандарту Modbus режим RTU.

### Формат кадра сообщения

| Адрес устройства | Команда | Данные | Контрольная сумма |
|------------------|---------|--------|-------------------|
| 1 Байт           | 1 Байт  | N Байт | 2 Байта           |

Адрес устройства может иметь следующие значения:

- 0 – универсальный адрес, по которому можно производить чтение или запись в регистры;
- 1..247 – рабочие адреса для работы в сети устройств. При выпуске из производства присваивается адрес, равный трём последним цифрам серийного номера, причём, если 3 последние цифры составляют число больше 247, то брать 2 последние цифры. Если сетевой адрес получился равным «0», то адрес будет «100»;
- 253 – специализированный адрес для чтения или записи одного или нескольких регистров по серийному номеру;

Для обмена данными со счётчиками используются следующие команды:

0x03 - Получить текущее значение одного или нескольких регистров;

0x06\* – Установить новые значения одного регистра;

0x10 – Установить новые значения одного или нескольких последовательных регистров;

0x41\* – Получить текущее значение одного или нескольких регистров по серийному номеру и специализированному адресу 253 (0xFD);

0x42\* – Установить новое значение одного регистра по серийному номеру и специализированному адресу 253 (0xFD);

0x43\* – Установить новые значения нескольких регистров по серийному номеру и специализированному адресу 253 (0xFD).

\*Команды 0x06, 0x41, 0x42, 0x43 доступны в СИПУ с номером сборки ПО не меньше 15 (0x0F).

### 03h – Получить текущее значение одного или нескольких регистров

Формат запроса:

| Адрес устройства | Команда | Начальный адрес регистра | Количество регистров | Контрольная сумма |
|------------------|---------|--------------------------|----------------------|-------------------|
| A                | 0x03    | XX (2 Байта)             | NN (2 Байта)         | CC                |

Формат ответа при выполнении без ошибок:

| Адрес устройства | Команда | Количество байт данных | Данные | Контрольная сумма |
|------------------|---------|------------------------|--------|-------------------|
| A                | 0x03    | D (1 Байт)             | D Байт | CC                |

### 06h - Установить новое значение одного регистра

Формат запроса:

| Адрес устройства | Команда | Адрес регистра | Данные       | Контрольная сумма |
|------------------|---------|----------------|--------------|-------------------|
| A                | 0x06    | XX (2 Байта)   | DD (2 Байта) | CC                |

Формат ответа при выполнении без ошибок:

| Адрес устройства | Команда | Адрес регистра | Данные       | Контрольная сумма |
|------------------|---------|----------------|--------------|-------------------|
| A                | 0x06    | XX (2 Байта)   | DD (2 Байта) | CC                |

### 10h - Установить новые значения нескольких последовательных регистров

Формат запроса:

| Адрес устройства | Команда | Начальный адрес регистра | Количество регистров | Количество байт данных | Данные | КС |
|------------------|---------|--------------------------|----------------------|------------------------|--------|----|
| A                | 0x10    | XX                       | NN                   | D (D = NN * 2)         | D Байт | CC |

Формат ответа при выполнении без ошибок:

| Адрес устройства | Команда | Начальный адрес регистра | Количество регистров | Контрольная сумма |
|------------------|---------|--------------------------|----------------------|-------------------|
| A                | 0x10    | XX                       | NN                   | CC                |

### 41h - Получить текущее значение одного или нескольких регистров по серийному номеру и специализированному адресу 253 (0xFD)

Формат запроса:

| Адрес устройства | Команда | Серийный номер счётчика | Начальный адрес регистра | Количество регистров | КС |
|------------------|---------|-------------------------|--------------------------|----------------------|----|
| 0xFD             | 0x41    | 6 байт                  | XX                       | NN                   | CC |

Формат ответа при выполнении без ошибок:

| Адрес устройства | Команда | Серийный номер счётчика | Количество байт данных | Данные | КС |
|------------------|---------|-------------------------|------------------------|--------|----|
| 0xFD             | 0x41    | 6 байт                  | D (D = NN * 2)         | D Байт | CC |

## 42h – Установить новое значение одного регистра по серийному номеру и специализированному адресу 253 (0xFD)

Формат запроса:

| Адрес устройства | Команда | Серийный номер счётчика | Адрес регистра | Данные       | КС |
|------------------|---------|-------------------------|----------------|--------------|----|
| 0xFD             | 0x42    | 6 байт                  | XX             | DD (2 Байта) | CC |

Формат ответа при выполнении без ошибок:

| Адрес устройства | Команда | Серийный номер счётчика | Адрес регистра | Данные       | КС |
|------------------|---------|-------------------------|----------------|--------------|----|
| 0xFD             | 0x42    | 6 байт                  | XX             | DD (2 Байта) | CC |

## 43h – Установить новые значения нескольких регистров по серийному номеру и специализированному адресу 253 (0xFD)

Формат запроса:

| Адрес устройства | Команда | Серийный номер счётчика | Начальный адрес регистра | Кол-во регистров | Кол-во байт данных | Данные | КС |
|------------------|---------|-------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|--------|----|
| 0xFD             | 0x43    | 6 байт                  | XX                       | NN               | D (D = NN * 2)     | D Байт | CC |

Формат ответа при выполнении без ошибок:

| Адрес устройства | Команда | Серийный номер счётчика | Начальный адрес регистра | Кол-во регистров | КС |
|------------------|---------|-------------------------|--------------------------|------------------|----|
| 0xFD             | 0x43    | 6 байт                  | XX                       | NN               | CC |

Формат ответа при выполнении с ошибкой:

| Адрес устройства | Команда                | Код ошибки | Контрольная сумма |
|------------------|------------------------|------------|-------------------|
| A                | Установлен старший бит | E          | CC                |

## 2 Порядок хранения и передачи байт данных

Для чтения и записи регистров в стандарте Modbus предусмотрены специальные функции, которые оперируют содержимым шестнадцатиразрядных регистров. Эти функции предполагают, что прибор хранит данные только типа шестнадцатиразрядное беззнаковое целое и ничего не «знают» о тех типах данных, которыми действительно представлены параметры прибора. Таким образом, получается, что в приборе данные хранятся в некоем исходном формате, а передаются по сети в виде набора шестнадцатиразрядных регистров. При передаче данных, чей размер в исходном формате превышает 16 бит (long, float, double и т.д.), используются несколько последовательных регистров. При этом младшие слова передаются в первую очередь, старшие - в последнюю. Т.о., для преобразования к порядку байт, естественному для платформы PC, требуется для каждого прочитанного/записываемого регистра изменить порядок байт.

Пример размещения данных для типа Int32

| Регистр          | Регистр A0 |         | Регистр A1 |           |
|------------------|------------|---------|------------|-----------|
| Порядок передачи | первый     |         |            | последний |
| Байт             | B1         | B0(LSB) | B3(MSB)    | B2        |

### 3 Алгоритм расчёта контрольной суммы

Алгоритм расчёта контрольной суммы соответствует CRC16-IBM, полином-  $x^{16}+x^{15}+x^2+1$ .

1. 16-ти битовый регистр загружается числом FFFF hex (все 1), и используется далее, как регистр CRC.
  2. Первый байт сообщения складывается по ИСКЛЮЧАЮЩЕМУ ИЛИ с содержимым регистра CRC. Результат помещается в регистр CRC.
  3. Регистр CRC сдвигается вправо (в направлении младшего бита) на 1 бит, старший бит заполняется 0.
  4. (Если младший бит 0): Повторяется шаг 3 (сдвиг)  
(Если младший бит 1): Делается операция ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ регистра CRC и полиномиального числа A001 hex.
  5. Шаги 3 и 4 повторяются восемь раз.
  6. Повторяются шаги со 2 по 5 для следующего сообщения. Это повторяется до тех пор, пока все байты сообщения не будут обработаны.
  7. Финальное содержание регистра CRC и есть контрольная сумма.
- Контрольная сумма передаётся младшим байтом вперёд.

// Расчет контрольной суммы кадра Modbus RTU

```
int modbus_crc( char* pdata, int len )
{
    int crc = 0xFFFF;

    while( len-- )
    {
        crc ^= *pdata++;
        for (int i=0; i<8; i++)
        {
            if (crc & 1)
                crc = (crc>>1)^0xA001;
            else
                crc >>= 1;
        }
    }

    return crc;
}
```

#### 4 Адресация регистров

Адреса и назначения регистров представлены в таблице 1.

**Табл.1 Адресация регистров**

| Адрес    | Тип данных | Назначение   | Чтен | Зап |
|----------|------------|--|------|-----|
| 0x0000   | BCD[4]     | Серийный номер*  | √    | √   |
| 0x0002   | Int16      | Версия ПО  | √    |     |
| 0x0003   | Int16      | Идентификатор ПО   | √    |     |
| 0x0004   | Int16      | Номер сборки ПО  | √    |     |
| 0x0005   | Int8       | Адрес устройства   | √    | √   |
| 0x0006   | Int8       | Код скорости обмена  | √    | √   |
| 0x0007   | Int8       | Отчётный день  | √    | √   |
| 0x0008   | Int32      | Текущее время в формате Unix Time*   | √    | √   |
| 0x000A   | Int16      | Регистр состояний  | √    |     |
| 0x000B   | Int16      | Командный регистр  |      | √   |
| 0x000C   | Int16      | Режим обмена: старший байт - контроль четности:<br>0 - нет, 2 - нечетность, 3 - четность;<br>младший байт - стоп-биты: 1 - 1 бит, 2 - 2 бита | √    | √   |
| 0x000E** | Int8       | Вариант протокола: 0 - СЭТ, 1 - ЛЭРС   | √    | √   |
|          |            |  |      |     |
| 0x0100   | Struct     | Структура настроек канала 1  | √    | √   |
| 0x0200   | Struct     | Структура настроек канала 2  | √    | √   |
| 0x0300   | Struct     | Структура настроек канала 3  | √    | √   |
| 0x0400   | Struct     | Структура настроек канала 4  | √    | √   |
| 0x0500   | Struct     | Структура настроек канала 5  | √    | √   |
| 0x0600   | Struct     | Структура настроек канала 6  | √    | √   |
| 0x0700   | Struct     | Структура настроек канала 7  | √    | √   |
| 0x0800   | Struct     | Структура настроек канала 8  | √    | √   |
| 0x0900   | Struct     | Структура настроек канала 9  | √    | √   |
| 0x0A00   | Struct     | Структура настроек канала 10   | √    | √   |
| 0x0B00   | Struct     | Структура настроек канала 11   | √    | √   |
| 0x0C00   | Struct     | Структура настроек канала 12   | √    | √   |
| 0x0D00   | Struct     | Структура настроек канала 13   | √    | √   |
| 0x0E00   | Struct     | Структура настроек канала 14   | √    | √   |
| 0x0F00   | Struct     | Структура настроек канала 15   | √    | √   |
| 0x1000   | Struct     | Структура настроек канала 16   | √    | √   |
|          |            |  |      |     |
| 0x2000   | Int32[N]   | Показания по каналам в импульсах   | √    | √   |
| 0x2050   | Float32[N] | Показания по каналам вычисленное   | √    | √   |
| 0x20A0   | Int32      | Состояния входов   | √    |     |

|        |            |  |   |   |
|--------|------------|--|---|---|
| 0x2100 | Int16      | Счётчик несчитанных часовых записей в журнал | √ | √ |
| 0x2101 | Int16      | Счётчик несчитанных событий                  | √ | √ |
| 0x2102 | Int32      | Журнальное время в формате Unix Time         | √ | √ |
| 0x2110 | Float32[N] | Показания по часам                           | √ |   |
| 0x2150 | Float32[N] | Показания по месяцам                         | √ |   |
| 0x2200 | Struct     | Структура описания события                   | √ |   |

\* если вариант протокола выбран "ЛЭРС", то серийный номер считывается в двоичном формате, а текущее время старшим регистром вперёд

\*\* регистр "Вариант протокола" доступен в СИПУ с номером сборки не менее 0x0014

Табл. 2 Структура настроек канала

| Смещение | Тип данных | Назначение                             |
|----------|------------|--|
| 0        | Int16      | Код производителя                      |
| 1        | BCD[4]     | Серийный номер устройства              |
| 3        | Int8       | Версия                                 |
| 4        | Int8       | Тип устройства                         |
| 5        | Int16      | DIB                                    |
| 6        | Int16      | VIB                                    |
| 7        | Int8       | Назначение входа                       |
| 8        | Float32    | Вес импульса                           |
| 10       | Int16      | Минимальная длительность импульса (мс) |

Табл. 3 Структура описания события

| Смещение | Тип данных | Назначение                       |
|----------|------------|----------------------------------|
| 0        | Int32      | Время в формате Unix Time        |
| 2        | Int16      | Тип события                      |
| 3        | Int32      | Состояние входов                 |
| 5        | Float32[N] | Показания по каналам вычисленное |

**N** – количество каналов

## 5 Коды ошибок

0x01 – Неизвестная команда;  
0x02 – Неизвестный адрес регистра;  
0x03 – Неверное значение параметра;  
0x04 – Переполнение буфера данных;  
0x05 – Запись в журнале отсутствует.

## 6 Версия ПО

Версия встроенного программного обеспечения определяет количество каналов у счётчика:  
0x0110 – 2 канала,  
0x0100 – 4 канала,  
0x0120 – 10 каналов,  
0x0130 – 16 каналов.

## 7 Коды скоростей обмена

0 -> 1200  
1 -> 2400  
2 -> 4800  
3 -> 9600  
4 -> 19200\*



5 -> 38400\*  
6 -> 57600\*  
7 -> 115200\*

\* только для счётчиков без гальванической изоляции интерфейса.

### **8 Регистр состояний**

0x0000 – нет ошибок,  
0x0001 – напряжение между интерфейсными и счётными входами более 250В.

### **9 Командный регистр**

При записи в этот регистр, счётчик выполняет следующие действия:  
0x0001 – стирание часового журнала.

### **10 Тип устройства**

Тип подключаемого счётчика кодируется согласно стандарту mBus:

02 – электричество,  
03 – газ,  
04 – теплосчётчик,  
06 – горячая вода,  
07 – вода,  
16 – холодная вода.

### **11 Поле DIF**

Поле DIF используется для указания типа данных и разбиения по тарифам:  
0x0005 - число с плавающей точкой без указания тарифа

Для типа устройства «вода»:

0x0005 – общая,  
0x0085 – 1-я труба,  
0x1085 – 2-я труба,  
0x2085 – 3-я труба,  
0x3085 – 4-я труба,

Для типа устройства «электричество»:

0x1085 - 1-й тариф,  
0x2085 - 2-й тариф,  
0x3085 - 3-й тариф,  
0x4085 - энергия отпущенная,  
0x5085 - энергия отпущенная 1-й тариф,  
0x6085 - - - 2-й тариф,  
0x7085 - - - 3-й тариф.

### **12 Поле VIF**

Поле VIF определяет единицы измерения параметров:

0x0003 - 1 Втч,  
0x0004 - 10 Втч,  
0x0013 - 1 л,  
0x0014 - 10л,  
0x09FB - 1 ГДж,  
0x0DFB - 1 Мкал

### **13 Назначение входа**

0 – не подключен,

- 1 – импульсный счётный вход,
- 2 – импульсный аварийный вход,
- 3 – счётный вход Namur,
- 4 – аварийный вход Namur.

#### 14 Маски типов событий

- 0x0001 – перезапуск устройства,
- 0x0002 – отключение внешнего питания,
- 0x0004 – включение внешнего питания,
- 0x0008 – изменение состояния входов защиты.

#### 15 Алгоритм получения архивных данных.

Для получения архивных данных на определённую дату, необходимо в регистр «Журнальное время в формате Unix Time» записать эту дату. После этого можно считать данные из регистров «Показания по часам» и «Показания по месяцам», причём загрузка данных из журнала в память происходит в момент считывания первого регистра показаний. В случае отсутствия данных на указанную дату, при чтении первого регистра показаний будет возвращена ошибка 0x05. При удачном считывании часовых показаний Журнальное время автоматически будет увеличиваться на 1 час, а счётчик несчитанных записей в журнал уменьшаться на 1.

При считывании структуры описания событий, счётчик несчитанных событий будет уменьшаться на 1, а указатель будет смещаться на следующее событие. Т.о. при повторном считывании структуры описания события в регистрах будет содержаться уже следующее событие. Чтобы считать более ранние события, необходимо записать в счётчик событий число, на которое нужно сместить назад указатель событий. Загрузка события из журнала в память происходит при чтении первого байта «Структуры описания события».

Размеры журналов в зависимости от количества каналов у счётчика указаны в таблице 4.

Табл. 4 Максимальное количество записей в журналы

| Журнал   | 2 канала | 4 канала | 10 каналов | 16 каналов |
|----------|----------|----------|------------|------------|
| Часовой  | 4437     | 2662     | 1210       | 783        |
| Месячный | 85       | 51       | 23         | 15         |
| Событий  | 455      | 315      | 146        | 110        |

Изменения документа

| Редакция | Описание изменения  | Дата       |
|----------|---|------------|
| 1        | Добавлены команды 0x06, 0x41, 0x42, 0x43, добавлен регистр 0x000C, Тип данных серийных номеров изменён на BCD | 21.01.2021 |
| 2        | Добавлен регистр "Вариант протокола", изменено названия регистра 0x0007 на «Отчётный день»                    | 08.02.2021 |