

ООО «НПП Электромеханика»

# Преобразователь измерительный цифровой многофункциональный ПЦ6806-03М. Описание протокола обмена данными Modbus RTU

разработано на основе Modbus Application Protocol Specification V1.1b, Modbus over Serial Line Specification and Implementation Guide V1.02 <http://www.Modbus-IDA.org>

1 декабря 2016 г.

## Оглавление

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Общие принципы передачи данных в протоколе Modbus RTU .....</b> | <b>4</b>  |
| <b>Цикл запрос – ответ.....</b>                                    | <b>4</b>  |
| <b>Содержание сообщения MODBUS .....</b>                           | <b>4</b>  |
| RTU фрейм.....   | 4         |
| Содержание адресного поля .....                                    | 5         |
| Содержание поля функции .....                                      | 5         |
| Содержание поля данных .....                                       | 5         |
| Содержание поля контрольной суммы .....                            | 5         |
| Формат передачи символов .....                                     | 5         |
| Формат каждого байта в RTU-режиме .....                            | 5         |
| Методы контроля ошибок .....                                       | 6         |
| Контроль паритета.....   | 6         |
| Контрольная сумма CRC .....  | 6         |
| <b>Функции контроля и обработки данных ПЦ6806-03М .....</b>        | <b>7</b>  |
| <b>01h Чтение выходов ТУ.....</b>                                  | <b>7</b>  |
| <b>02h Чтение входов ТС .....</b>                                  | <b>8</b>  |
| <b>03h Чтение фиксированных регистров .....</b>                    | <b>9</b>  |
| <b>04h Чтение регистров.....</b>                                   | <b>9</b>  |
| <b>05h Установка единичного выхода ТУ.....</b>                     | <b>10</b> |
| <b>06h Запись в единичный регистр.....</b>                         | <b>11</b> |
| <b>07h Чтение регистра статуса .....</b>                           | <b>13</b> |
| <b>08h Чтение регистров диагностики .....</b>                      | <b>13</b> |
| <b>0Fh Установка нескольких выходов ТУ .....</b>                   | <b>15</b> |
| <b>10h Запись нескольких регистров .....</b>                       | <b>16</b> |
| Изменение паролей.....   | 17        |
| Запись уставок.....  | 17        |
| Очистка счётчиков энергии, счётчиков ТС и журналов .....           | 17        |
| <b>14h Чтение записей журналов .....</b>                           | <b>17</b> |
| Чтение журналов из области регистров .....                         | 19        |
| <b>2Bh/0Eh (43/14) Чтение идентификации устройства.....</b>        | <b>19</b> |
| <b>Регистры ПЦ6806-03М .....</b>                                   | <b>20</b> |
| Примеры и интерпретация .....                                      | 28        |
| <b>типы данных.....</b>  | <b>28</b> |
| cp56_time .....  | 28        |
| SENSORSEASON .....   | 29        |
| SENSORSTATE.....   | 29        |
| Sns_TYPE .....   | 29        |
| UST_CONFIG .....   | 30        |
| TU_MASK.....   | 30        |
| SENSORCONFIG .....   | 30        |
| TJprof_config.....   | 31        |
| MAGAZINEPROF_SEC .....   | 31        |

|   |           |
|---|-----------|
| MAGAZINEPROF_PERIOD.....                        | 32        |
| MAGAZINEINTERCEPT .....                         | 32        |
| MAGAZINECRASH .....                             | 33        |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ А. Сообщения об ошибках .....</b> | <b>34</b> |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ В. Генерация CRC .....</b>        | <b>35</b> |
| <b>РАЗМЕЩЕНИЕ CRC В СООБЩЕНИИ .....</b>         | <b>35</b> |
| Пример.....                                     | 35        |

## ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ПРОТОКОЛЕ MODBUS RTU

Контроллеры соединяются, используя технологию 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 включает в себя ведущий (HOST) процессор и панели программирования. Типичное подчиненное устройство - программируемый контроллер.

Главный может адресоваться к индивидуальному подчиненному или может инициировать широкую передачу сообщения на все подчиненные устройства. Подчиненное устройство возвращает сообщение в ответ на запрос, адресуемый именно ему. Ответы не возвращаются при широковещательном запросе от главного.

### ЦИКЛ ЗАПРОС – ОТВЕТ

| Запрос от главного    | Ответ подчинённого    |
|-----------------------|-----------------------|
| Адрес                 | Адрес                 |
| Код функции           | Код функции           |
| 8 битные байты данных | 8 битные байты данных |
| Контрольная сумма     | Контрольная сумма     |

**Запрос:** Код функции в запросе говорит подчиненному устройству, какое действие необходимо провести. Байты данных содержат информацию, необходимую для выполнения запрошенной функции. Например, код функции 4 подразумевает запрос на чтение содержимого регистров подчиненного.

**Ответ:** Если подчиненный дает ответ, код функции в ответе повторяет код функции в запросе. В байтах данных содержится затребованная информация. Если имеет место ошибка, то код функции модифицируется, и в байтах данных передается причина ошибки.

ПЦ6806-03М начинает отвечать через временной интервал, равный времени передачи 3,5 символов, после последнего байта запроса.

### СОДЕРЖАНИЕ СООБЩЕНИЯ MODBUS

Режим ASCII не используется.

#### RTU ФРЕЙМ

В RTU режиме сообщение начинается с интервала тишины продолжительностью более 3,5 символа при данной скорости передачи в сети. Первым байтом затем передается адрес устройства.

Вслед за последним передаваемым символом также следует интервал тишины продолжительностью не менее 3,5 символов. Новое сообщение может начинаться после этого интервала.

Фрейм сообщения передается непрерывно. Интервал тишины продолжительностью более 1,5 символа во время передачи фрейма, воспринимается устройством как ошибка.

Типичный фрейм сообщения показан ниже.

| Старт       | Адрес | Функция | Данные    | CRC    | Конец       |
|-------------|-------|---------|-----------|--------|-------------|
| T1-T2-T3-T4 | 8 бит | 8 бит   | N x 8 бит | 16 бит | T1-T2-T3-T4 |

---

## СОДЕРЖАНИЕ АДРЕСНОГО ПОЛЯ

Адресное поле фрейма содержит 8 бит. Допустимый адрес передачи находится в диапазоне 0 - 247. Каждому подчиненному устройству присваивается адрес в пределах от 1 до 247.

Адрес 0 используется для широковещательной передачи, его распознает каждое устройство.

---

## СОДЕРЖАНИЕ ПОЛЯ ФУНКЦИИ

Поле функции фрейма содержит 8 бит. Диапазон числа 1–255. Набор поддерживаемых ПЦ6806-03М функций описан в разделе «[Функции контроля и обработки данных](#)».

Когда подчиненный отвечает главному, он использует поле кода функции для фиксации ошибки. В случае нормального ответа подчиненный повторяет оригинальный код функции. Если имеет место ошибка, возвращается код функции с установленным в 1 старшим битом.

Например, сообщение от главного подчиненному прочитать группу регистров имеет следующий код функции:

0000 0011 (03h) Если подчиненный выполнил затребованное действие без ошибки, он возвращает такой же код. Если имеет место ошибка, то он возвращает:

1000 0011 (83h) В дополнение к изменению кода функции, подчиненный размещает в поле данных уникальный код, который говорит главному, какая именно ошибка произошла или причину ошибки.

---

## СОДЕРЖАНИЕ ПОЛЯ ДАННЫХ

Поле данных в сообщении от главного к подчиненному содержит дополнительную информацию, которая необходима подчиненному для выполнения указанной функции. Оно может содержать адреса регистров или выходов, их количество, счетчик передаваемых байтов данных.

Например, если главный запрашивает у подчиненного прочитать группу регистров (код функции 04h), поле данных содержит адрес начального регистра и количество регистров. Если главный хочет записать группу регистров (код функции 10h), поле данных содержит адрес начального регистра, количество регистров, счетчик количества байтов данных и данные для записи в регистры.

Поле данных может не существовать (иметь нулевую длину) в определенных типах сообщений.

---

## СОДЕРЖАНИЕ ПОЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ СУММЫ

Когда используется RTU-режим, поле контрольной суммы содержит 16-ти битовую величину. Контрольная сумма является результатом вычисления Cyclical Redundancy Check сделанного над содержанием сообщения. CRC добавляется к сообщению последним полем младшим байтом вперед.

---

## ФОРМАТ ПЕРЕДАЧИ СИМВОЛОВ

Передача символов идет младшим битом вперед.

---

## ФОРМАТ КАЖДОГО БАЙТА В RTU-РЕЖИМЕ

Система кодировки: 8-ми битовая двоичная, шестнадцатеричная  
0-9, A-F

Две шестнадцатеричные цифры содержатся в каждом 8-ми битовом байте сообщения.

Назначение битов:

1 стартовый бит

8 бит данных, младшим значащим разрядом вперед

1 бит паритета с контролем четности

1 стоповый бит

|       |   |   |   |   |   |   |   |   |         |      |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|------|
| старт | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | паритет | стоп |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|------|

---

## МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ОШИБОК

Контроль паритета и контрольная сумма. Главное и подчинённое устройства проверяют каждый байт и всё сообщение в процессе приема. Если подчиненный обнаружил ошибку передачи, то он не формирует ответ главному.

---

## КОНТРОЛЬ ПАРИТЕТА

Устройства используют чётный (Even) паритет. Например, 8 бит RTU фрейма содержат биты 1100 0101. Общее количество единиц – 4. Бит паритета будет равен 0, так чтобы общее количество единиц вместе с битом паритета было чётным числом.

---

## КОНТРОЛЬНАЯ СУММА CRC

Контрольная сумма CRC состоит из двух байт. Контрольная сумма вычисляется передающим устройством и добавляется в конец сообщения. Принимающее устройство вычисляет контрольную сумму в процессе приема и сравнивает ее с полем CRC принятого сообщения.

Счетчик контрольной суммы предварительно инициализируется числом 0xFFFF. Только восемь бит данных используются для вычисления контрольной суммы CRC. Старт и стоп биты, бит паритета, если он используется, не учитываются в контрольной сумме.

Во время генерации CRC каждый байт сообщения складывается по исключающему ИЛИ с текущим содержимым регистра контрольной суммы. Результат сдвигается в направлении младшего бита, с заполнением нулем старшего бита. Если младший бит равен 1, то производится исключающее ИЛИ содержимого регистра контрольной суммы и определенного числа. Если младший бит равен 0, то исключающее ИЛИ не делается.

Процесс сдвига повторяется восемь раз. После последнего (восьмого) сдвига, следующий байт складывается с текущей величиной регистра контрольной суммы, и процесс сдвига повторяется восемь раз, как описано выше. Конечное содержание регистра и есть контрольная сумма CRC.

## ФУНКЦИИ КОНТРОЛЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПЦ6806-03М

Поддерживаемые ПЦ6806-03М функции приведены в таблице 1.

Таблица 1

| Код функции | Описание                        |
|-------------|---------------------------------|
| 01h         | Чтение выходов ТУ               |
| 02h         | Чтение входов ТС                |
| 03h         | Чтение фиксированных регистров  |
| 04h         | Чтение регистров                |
| 05h         | Установка единичного выхода ТУ  |
| 06h         | Запись в единичный регистр      |
| 07h         | Чтение регистра статуса         |
| 08h         | Функция диагностики             |
| 0Fh         | Установка нескольких выходов ТУ |
| 10h         | Запись нескольких регистров     |
| 14h         | Чтение журналов                 |
| 2Bh/0Eh     | Запрос идентификации            |

### 01H ЧТЕНИЕ ВЫХОДОВ ТУ

Функция «Чтение выходов ТУ» используется для считывания состояния выходов телеуправления.

Запрос содержит адрес начального выхода и количество выходов для чтения. Выходы ТУ адресуются с нуля: выходы 1-16 адресуются как 0-15. Адреса 8-15 соответствуют выходам ТУ, зафиксированным функцией 06h.

#### Запрос

|                  |         |                 |
|------------------|---------|-----------------|
| Код функции      | 1 байт  | 0x01            |
| Стартовый адрес  | 2 байта | 0x0000 – 0x000F |
| Количество битов | 2 байта | 1 – 16          |

#### Ответ

|                 |             |        |
|-----------------|-------------|--------|
| Код функции     | 1 байт      | 0x01   |
| Количество байт | 1 байт      | 1 – 2* |
| Значения битов  | 1 – 2 байт* |        |

\* Количество запрашиваемых битов / 8, округлённое до целого вверх

#### Сообщение об ошибке

|                |        |           |
|----------------|--------|-----------|
| Код ошибки     | 1 байт | 0x81      |
| Причина ошибки | 1 байт | 02 или 03 |

Состояние выходов ТУ передаётся, как один выход ТУ на бит.

**Пример.** Запрос для чтения выхода ТУ1.

| Запрос              |     | Ответ       |     |
|---------------------|-----|-------------|-----|
| Поле                | Hex | Поле        | Hex |
| Адрес               | 01  | Адрес       | 01  |
| Код функции         | 01  | Код функции | 01  |
| Начальный адрес ст. | 00  | Кол-во байт | 01  |

| Запрос              |     | Ответ                 |     |
|---------------------|-----|-----------------------|-----|
| Поле                | Hex | Поле                  | Hex |
| Начальный адрес мл. | 00  | Значение регистра ст. | 01  |
| Кол-во битов ст.    | 00  | CRC ст.               | 90  |
| Кол-во битов мл.    | 01  | CRC мл.               | 48  |
| CRC ст.             | FD  |                       |     |
| CRC мл.             | CA  |                       |     |

ТУ1 включено.

Если возвращаемое количество битов не кратно 8, то оставшиеся биты в последнем байте сообщения будут установлены в 0. Счётчик байт содержит количество байт, передаваемых в поле данных.

## 02H ЧТЕНИЕ ВХОДОВ ТС

Функция «Чтение входов ТС» используется для считывания состояния входов телесигнализации.

Запрос содержит адрес начального входа и количество входов для чтения. Входы ТС адресуются с нуля: входы 1-8 адресуются как 0-7. По адресам 8-15 расположены те же ТС, только зафиксированные по команде 06h.

### Запрос

|                  |         |                 |
|------------------|---------|-----------------|
| Код функции      | 1 байт  | 0x02            |
| Стартовый адрес  | 2 байта | 0x0000 – 0x000F |
| Количество битов | 2 байта | 1-16            |

### Ответ

|                 |             |        |
|-----------------|-------------|--------|
| Код функции     | 1 байт      | 0x02   |
| Количество байт | 1 байт      | 1 – 2* |
| Значения битов  | 1 – 2 байт* |        |

\* Количество запрашиваемых битов / 8, округлённое до целого вверх

### Сообщение об ошибке

|                |        |           |
|----------------|--------|-----------|
| Код ошибки     | 1 байт | 0x82      |
| Причина ошибки | 1 байт | 02 или 03 |

Состояние выходов ТС передаётся, как один выход ТС на бит.

**Пример.** Запрос для чтения 16 дискретных входов. Первые 8 текущие ТС, остальные фиксированные.

| Запрос              |     | Ответ       |     |
|---------------------|-----|-------------|-----|
| Поле                | Hex | Поле        | Hex |
| Адрес               | 01  | Адрес       | 01  |
| Код функции         | 02  | Код функции | 02  |
| Начальный адрес ст. | 00  | Кол-во байт | 02  |
| Начальный адрес мл. | 00  | Данные      | 00  |
| Кол-во битов ст.    | 00  | Данные      | 00  |
| Кол-во битов мл.    | 10  | CRC ст.     | B9  |
| CRC ст.             | 79  | CRC мл.     | B8  |
| CRC мл.             | C6  |             |     |



## 03Н ЧТЕНИЕ ФИКСИРОВАННЫХ РЕГИСТРОВ

Функция «Чтение **фиксированных регистров**» используется для считывания регистров ПЦ, зафиксированных функцией 06h. Адреса регистров приведены в [таблице 3](#).

Запрос содержит номер начального регистра и количество регистров для чтения.

Данные регистров в ответе передаются как два байта на регистр. Для каждого регистра первый байт содержит старшие биты, второй байт содержит младшие биты.

### Запрос

|                      |         |                 |
|----------------------|---------|-----------------|
| Код функции          | 1 байт  | 0x03            |
| Стартовый адрес      | 2 байта | 0x0000 – 0xFFFF |
| Количество регистров | 2 байта | 1 – 125 (0x7D)  |

### Ответ

|                    |              |        |
|--------------------|--------------|--------|
| Код функции        | 1 байт       | 0x03   |
| Количество байт    | 1 байт       | 2 x N* |
| Значения регистров | N* x 2 байта |        |

\*N = количество регистров

### Сообщение об ошибке

|                |        |                  |
|----------------|--------|------------------|
| Код ошибки     | 1 байт | 0x83             |
| Причина ошибки | 1 байт | 02 или 03 или 04 |

**Пример.** Запрос для чтения 3 регистров мгновенных фиксированных значений активной мощности фаз А, В, С.

| Запрос               |     | Ответ                 |     |
|----------------------|-----|-----------------------|-----|
| Поле                 | Hex | Поле                  | Hex |
| Адрес                | 01  | Адрес                 | 01  |
| Код функции          | 03  | Код функции           | 03  |
| Начальный адрес ст.  | 00  | Кол-во байт           | 06  |
| Начальный адрес мл.  | 07  | Значение регистра ст. | 00  |
| Кол-во регистров ст. | 00  | Значение регистра мл. | 65  |
| Кол-во регистров мл. | 03  | Значение регистра ст. | 00  |
| CRC ст.              | E5  | Значение регистра мл. | 66  |
| CRC мл.              | CA  | Значение регистра ст. | 00  |
|                      |     | Значение регистра мл. | 00  |
|                      |     | CRC ст.               | 8D  |
|                      |     | CRC мл.               | 62  |

Содержимое регистра 0x0007 - Мгновенная активная мощность фазы А (Pa) - имеет значение 0x0065 (101)

Содержимое регистра 0x0008 - Мгновенная активная мощность фазы В (Pb) - имеет значение 0x0066 (102)

Содержимое регистра 0x0009 - Мгновенная активная мощность фазы С (Pc) - имеет значение 0x0000 (0)

## 04Н ЧТЕНИЕ РЕГИСТРОВ

Функция «Чтение регистров» используется для считывания регистров ПЦ, содержащих значения параметров, указанных в [таблице 3](#).

Запрос содержит номер начального регистра и количество регистров для чтения.

Данные регистров в ответе передаются как два байта на регистр. Для каждого регистра первый байт содержит старшие биты, второй байт содержит младшие биты.

### Запрос

|                      |         |                 |
|----------------------|---------|-----------------|
| Код функции          | 1 байт  | 0x04            |
| Стартовый адрес      | 2 байта | 0x0000 – 0xFFFF |
| Количество регистров | 2 байта | 1 – 125 (0x7D)  |

### Ответ

|                    |              |        |
|--------------------|--------------|--------|
| Код функции        | 1 байт       | 0x04   |
| Количество байт    | 1 байт       | 2 x N* |
| Значения регистров | N* x 2 байта |        |

\*N = количество регистров

### Сообщение об ошибке

|                |        |                  |
|----------------|--------|------------------|
| Код ошибки     | 1 байт | 0x84             |
| Причина ошибки | 1 байт | 02 или 03 или 04 |

**Пример.** Запрос для чтения 1 регистра «Мгновенное действующее значение напряжения фазы А (U1a)»

| Запрос               |     | Ответ                 |     |
|----------------------|-----|-----------------------|-----|
| Поле                 | Hex | Поле                  | Hex |
| Адрес                | 01  | Адрес                 | 01  |
| Код функции          | 04  | Код функции           | 04  |
| Начальный адрес ст.  | 02  | Кол-во байт           | 02  |
| Начальный адрес мл.  | 00  | Значение регистра ст. | 00  |
| Кол-во регистров ст. | 00  | Значение регистра мл. | 02  |
| Кол-во регистров мл. | 01  | CRC ст.               | 38  |
| CRC ст.              | 30  | CRC мл.               | F1  |
| CRC мл.              | 72  |                       |     |

Содержимое регистра 0x0200 имеет значение 0x0002.

## 05H УСТАНОВКА ЕДИНИЧНОГО ВЫХОДА ТУ

Функция используется для установки единичного выхода телеуправления в состояние включено/выключено. При широковещательной передаче функция устанавливает все выходы с данным адресом во всех подчинённых устройствах.

Запрос содержит номер выхода ТУ для установки. Выходы ТУ адресуются с нуля: выходы 1-8 адресуются как 0-7.

Состояние, в которое необходимо установить выход описывается в поле данных. Значение 0xFF00 соответствует включению. Значение 0x0000 соответствует выключению.

### Запрос

|              |         |                   |
|--------------|---------|-------------------|
| Код функции  | 1 байт  | 0x05              |
| Адрес выхода | 2 байта | 0x0000-0x0007     |
| Данные       | 2 байта | 0x0000 или 0xFF00 |

### Ответ

|              |        |                   |
|--------------|--------|-------------------|
| Код функции  | 1 байт | 0x05              |
| Адрес выхода | 1 байт | 0x0000-0x0007     |
| Данные       | 1 байт | 0x0000 или 0xFF00 |

### Сообщение об ошибке

|                |        |                  |
|----------------|--------|------------------|
| Код ошибки     | 1 байт | 0x85             |
| Причина ошибки | 1 байт | 02 или 03 или 04 |

**Пример.** Включить ТУ1.

| Запрос       |     | Ответ        |     |
|--------------|-----|--------------|-----|
| Поле         | Hex | Поле         | Hex |
| Адрес        | 01  | Адрес        | 01  |
| Код функции  | 05  | Код функции  | 05  |
| Адрес ТУ ст. | 00  | Адрес ТУ ст. | 00  |
| Адрес ТУ мл. | 00  | Адрес ТУ мл. | 00  |
| Данные ст.   | FF  | Данные ст.   | FF  |
| Данные мл.   | 00  | Данные мл.   | 00  |
| CRC ст.      | 8C  | CRC ст.      | 8C  |
| CRC мл.      | 3A  | CRC мл.      | 3A  |

ТУ1 включено.

Нормальный ответ повторяет запрос.

## 06H ЗАПИСЬ В ЕДИНИЧНЫЙ РЕГИСТР

Эта функция используется для записи одного регистра в удалённом устройстве. Запрос содержит адрес регистра и значение, которое должно быть записано. Нормальный ответ – эхо запроса - возвращается после того как содержимое регистра в удалённом контроллере перезаписано.

### Запрос

|                   |         |         |
|-------------------|---------|---------|
| Код функции       | 1 байт  | 0x06    |
| Адрес регистра    | 2 байта | 0xXXXX* |
| Значение регистра | 2 байта | 0xXXXX* |

### Ответ

|                   |         |         |
|-------------------|---------|---------|
| Код функции       | 1 байт  | 0x06    |
| Адрес регистра    | 2 байта | 0xXXXX* |
| Значение регистра | 2 байта | 0xXXXX* |

### Сообщение об ошибке

|                |        |                  |
|----------------|--------|------------------|
| Код ошибки     | 1 байт | 0x86             |
| Причина ошибки | 1 байт | 02 или 03 или 04 |

\*Допустимые адреса и значения регистров для записи

| Адрес           | Действие                          | Возможные значения                     |
|-----------------|-----------------------------------|--|
| 0x0100 – 0x01FF | карта регистров                   | 0x0200 – 0x02FF                        |
| 0x1000 – 0x103F | конфигурация уставок              | структура <a href="#">UST_CONFIG</a>   |
| 0x1040 – 0x104F | конфигурация ТУ                   | структура <a href="#">TU_MASK</a>      |
| 0x1100 – 0x1101 | конфигурация устройства           | структура <a href="#">SENSORCONFIG</a> |
| 0x7FD0 – 0x7FD1 | пароль на уставки                 | 0x00000000 – 0xFFFFFFFF                |
| 0x7FD2 – 0x7FD3 | пароль на счётчики и журналы      | 0x00000000 – 0xFFFFFFFF                |
| 0x7FE0          | установка ТУ                      | 0x0000 – 0x000F <sup>1</sup>           |
| 0x7FE1          | защитный регистр для установки ТУ | 0x0039                                 |
| 0x7FE2          | время удержания ТУ1, с            | 0 – 255                                |
| 0x7FE3          | время удержания ТУ2, с            | 0 – 255                                |
| 0x7FE4          | время удержания ТУ3, с            | 0 – 255                                |

| Адрес         | Действие  | Возможные значения   |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
|---------------|---|--|-------|---|---|---|---|---|------|------|---|-----|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 0x7FE5        | время удержания ТУ4, с  | 0 – 255  |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0x8000        | фиксация данных   | 0x000F   |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0x8001        | сброс регистра состояния  | 0x000F   |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0x8002        | сброс регистра-защелки ТУ   | 0x000F   |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0x8010        | разрешение установки параметра, сбрасывается после записи любого параметра или чтения данных <sup>2</sup> | 0x0000 (адрес)<br>0x0001 (скорость, паритет)<br>0x0002 (уставка)<br>0x0003 (пароль)<br>0x0004 (протокол)<br>0x0005 (очистка счётчиков и журналов)  |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0x8011        | установка адреса устройства   | 0x0001 – 0x00F7  |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0x8012        | установка скорости текущего канала  | 0x0001 (19200 бит/с)<br>0x0002 (9600 бит/с)<br>0x0003 (4800 бит/с)<br>0x0004 (2400 бит/с)<br>0x0005 (1200 бит/с)<br>0x0011 (38400 бит/с)<br>0x0012 (57600 бит/с)<br>0x0013 (115200 бит/с)  |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0x8013        | установка протокола интерфейса текущего канала <sup>3</sup>   | 0x0001 (FT3)<br>0x0002 (Modbus RTU)  |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0x8014        | установка бита паритета   | 0x0000 (по умолчанию)<br><table border="1"> <tr><td>старт</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>чет</td><td>стоп</td></tr> </table> 1-8-Even-1<br>0x0001<br><table border="1"> <tr><td>старт</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>неч</td><td>стоп</td></tr> </table> 1-8-Odd-1<br>0x0002<br><table border="1"> <tr><td>старт</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>стоп</td><td>стоп</td></tr> </table> 1-8-NoParity-2<br>0x0003 (не стандарт Modbus)<br><table border="1"> <tr><td>старт</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>стоп</td></tr> </table> 1-8-NoParity-1 | старт | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6    | 7    | 8 | чет | стоп | старт | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | неч | стоп | старт | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | стоп | стоп | старт | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | стоп |
| старт         | 1   | 2  | 3     | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | чет  | стоп |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| старт         | 1   | 2  | 3     | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | неч  | стоп |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| старт         | 1   | 2  | 3     | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | стоп | стоп |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| старт         | 1   | 2  | 3     | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | стоп |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0x801F        | синхронизация времени <sup>5</sup>  | 0x000F   |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0x8020–0x8023 | установка времени   | структура <a href="#">CP56</a>   |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0x8024        | сброс счётчиков энергии <sup>4</sup>  | 0x000F   |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0x8025        | сброс счётчиков ТС <sup>4</sup>   | 0x000F   |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0x8026        | очистка журнала <sup>4</sup>  | <a href="#">номер журнала</a>  |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |
| 0x8027–0x8029 | установка дат смены сезонов   | структура <a href="#">SENSORSEASON</a>   |       |   |   |   |   |   |      |      |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |     |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |      |

<sup>1</sup>Запись 1 в соответствующий бит регистра включает ТУ, запись 0 - выключает.

<sup>2</sup>Непосредственно перед изменением параметра (например, скорости) необходимо предварительно записать соответствующую константу (например, 1 для скорости) в регистр 0x8010.

<sup>3</sup>Выполняется с нажатой кнопкой .

<sup>4</sup>См. [«Очистка счётчиков энергии, счётчиков ТС и журналов»](#).

<sup>5</sup>Команда широковещательная – отсылается по адресу 0x00 (всем подключенным ПЦ). По этой команде сбрасываются счетчики секунд и миллисекунд. Если в момент получения команды значение счетчика секунд меньше 30, то происходит просто очищение, если больше либо равно 30, то счетчик секунд очищается, а счетчик минут увеличивается на 1. Если команда подана на 59 или 0 мин, то она будет проигнорирована.

**Пример.** Выполнение фиксации всех регистров таблицы 3.

| Запрос                |     | Ответ                 |     |
|-----------------------|-----|-----------------------|-----|
| Поле                  | Hex | Поле                  | Hex |
| Адрес                 | 01  | Адрес                 | 01  |
| Код функции           | 06  | Код функции           | 06  |
| Адрес регистра ст.    | 80  | Адрес регистра ст.    | 80  |
| Адрес регистра мл.    | 00  | Адрес регистра мл.    | 00  |
| Значение регистра ст. | 00  | Значение регистра ст. | 00  |
| Значение регистра мл. | 0F  | Значение регистра мл. | 0F  |
| CRC ст.               | E0  | CRC ст.               | E0  |
| CRC мл.               | 0E  | CRC мл.               | 0E  |

0x8000 – Адрес регистра фиксации данных

0x000F – Маска фиксируемых данных

## 07H ЧТЕНИЕ РЕГИСТРА СТАТУСА

Эта функция используется для чтения восьми статусных битов в удалённом устройстве. Нормальный ответ содержит 1 байт статусного регистра.

### Запрос

|             |        |      |
|-------------|--------|------|
| Код функции | 1 байт | 0x07 |
|-------------|--------|------|

### Ответ

|                 |        |             |
|-----------------|--------|-------------|
| Код функции     | 1 байт | 0x07        |
| Данные регистра | 1 байт | 0x00 – 0xFF |

### Сообщение об ошибке

|                |        |      |
|----------------|--------|------|
| Код ошибки     | 1 байт | 0x87 |
| Причина ошибки | 1 байт | 04   |

Байт регистра статуса равен младшему байту в структуре [SENSORSTATE](#)

### Пример запроса на чтение статусного регистра

| Запрос      |     | Ответ           |     |
|-------------|-----|-----------------|-----|
| Поле        | Hex | Поле            | Hex |
| Адрес       | 01  | Адрес           | 01  |
| Код функции | 07  | Код функции     | 07  |
| CRC ст.     | 41  | Данные регистра | C1  |
| CRC мл.     | E2  | CRC ст.         | E3  |
|             |     | CRC мл.         | A0  |

0xC1 - данные регистра состояния.

## 08H ЧТЕНИЕ РЕГИСТРОВ ДИАГНОСТИКИ

Эта функция обеспечивает проверку коммуникации между главным и подчинённым и выявляет внутренние ошибки в подчинённом. Широкое вещание не поддерживается.

Функция использует два байта кода подфункции в запросе для определения типа диагностики. Подчинённый возвращает оба кода функции и подфункции в ответе.

### Запрос

|                |         |         |
|----------------|---------|---------|
| Код функции    | 1 байт  | 0x08    |
| Код подфункции | 2 байта | 0x00XX* |
| Поле данных    | 2 байта |         |

### Ответ

|                |         |         |
|----------------|---------|---------|
| Код функции    | 1 байт  | 0x08    |
| Код подфункции | 2 байта | 0x00XX* |
| Поле данных    | 2 байта |         |

\*см. в таблице диагностических подфункций функции 08

### Сообщение об ошибке

|                |        |                  |
|----------------|--------|------------------|
| Код ошибки     | 1 байт | 0x88             |
| Причина ошибки | 1 байт | 01 или 03 или 04 |

Таблица диагностических подфункций функции 08

| Код подфункции (Dec) | Применение   |
|----------------------|--|
| 00                   | эхо, возвращает принятые данные                                  |
| 01                   | инициализация UART   |
| 02                   | возвращает регистр диагностики                                   |
| 04                   | переводит в режим прослушивания сети                             |
| 10                   | очистка счетчиков и регистра диагностики                         |
| 11                   | возвращает счетчик принятых сообщений                            |
| 12                   | возвращает счетчик ошибок CRC и паритета                         |
| 13                   | возвращает счетчик неправильных запросов                         |
| 14                   | возвращает счетчик запросов устройства и широкополосных запросов |
| 15                   | возвращает счетчик запросов без ответа                           |
| 16                   | возвращает счетчик NAK   |
| 17                   | возвращает счетчик ответов «занят»                               |
| 18                   | возвращает счетчик ошибок переполнения буфера                    |
| 20                   | очищает счетчик и флаг ошибок переполнения буфера                |

00 Возвращает принятые данные. Ответ идентичен запросу.

| Подфункция | Поле данных (запрос) | Поле данных (ответ)   |
|------------|----------------------|-----------------------|
| 00 00      | Любые 2 байта        | Повтор данных запроса |

01 Инициализируется UART, все коммуникационные счётчики очищаются. Если порт находится в режиме прослушивания сети, то ответ не возвращается, но порт переходит в обычный режим. Если поле данных содержит FF00h, то происходит очистка коммуникационного журнала событий.

| Подфункция | Поле данных (запрос) | Поле данных (ответ)   |
|------------|----------------------|-----------------------|
| 00 01      | 00 00                | Повтор данных запроса |
| 00 01      | FF 00                | Повтор данных запроса |

02 Возвращает содержимое регистра диагностики. Младший байт регистра диагностики равен байту регистра статуса устройства. Старший байт содержит дополнительные флаги состояния устройства.

| Подфункция | Поле данных (запрос) | Поле данных (ответ)         |
|------------|----------------------|-----------------------------|
| 00 02      | 00 00                | Содержимое регистра статуса |

04 Устанавливает устройство в режим прослушивания сети. Все сообщения, адресуемые подчинённому или широкополосно, отслеживаются, но не выполняются никаких действий и ответы не возвращаются. Только одна функция может быть выполнена – рестарт UART, что вернёт устройство в нормальный режим.

| Подфункция | Поле данных (запрос) | Поле данных (ответ) |
|------------|----------------------|---------------------|
| 00 04      | 00 00                | не возвращается     |

#### 10 Очистка всех счётчиков и регистра диагностики

| Подфункция | Поле данных (запрос) | Поле данных (ответ) |
|------------|----------------------|---------------------|
| 00 0A      | 00 00                | Эхо данных запроса  |

11 Возвращает счётчик принятых сообщений после последнего рестарта UART, операции очистки счётчиков или включения питания.

| Подфункция | Поле данных (запрос) | Поле данных (ответ)        |
|------------|----------------------|----------------------------|
| 00 0B      | 00 00                | Счётчик принятых сообщений |

12 Возвращает счётчик ошибок CRC после последнего рестарта, операции очистки счётчиков или включения питания.

| Подфункция | Поле данных (запрос) | Поле данных (ответ) |
|------------|----------------------|---------------------|
| 00 0C      | 00 00                | Счётчик ошибок CRC  |

13 Возвращает счётчик сообщений об ошибках, насчитанных после последнего рестарта, операции очистки счётчиков или включения питания.

| Подфункция | Поле данных (запрос) | Поле данных (ответ)           |
|------------|----------------------|-------------------------------|
| 00 0D      | 00 00                | Счётчик неправильных запросов |

14 Возвращает счётчик запросов, адресованных устройству и ширококвещательных запросов, насчитанных после последнего рестарта, операции очистки счётчиков или включения питания.

| Подфункция | Поле данных (запрос) | Поле данных (ответ) |
|------------|----------------------|---------------------|
| 00 0E      | 00 00                | Счётчик запросов    |

15 Возвращает счётчик запросов подчинённому, которые остались без ответа, насчитанных после последнего рестарта, операции очистки счётчиков или включения питания.

| Подфункция | Поле данных (запрос) | Поле данных (ответ)         |
|------------|----------------------|-----------------------------|
| 00 0F      | 00 00                | Счётчик запросов без ответа |

16 Возвращает счётчик сообщений, адресованных устройству, для которых был возвращён ответ с сообщением об ошибке типа Negative Acknowledge (NAK)

| Подфункция | Поле данных (запрос) | Поле данных (ответ) |
|------------|----------------------|---------------------|
| 00 10      | 00 00                | Счётчик NAK         |

17 Возвращает счётчик ответов «занят»

| Подфункция | Поле данных (запрос) | Поле данных (ответ)     |
|------------|----------------------|-------------------------|
| 00 11      | 00 00                | Счётчик ответов «занят» |

18 Возвращает счётчик ошибок переполнения буфера

| Подфункция | Поле данных (запрос) | Поле данных (ответ)  |
|------------|----------------------|----------------------|
| 00 12      | 00 00                | Счётчик переполнения |

20 Очищает счётчик переполнений и флаг ошибок переполнения буфера

| Подфункция | Поле данных (запрос) | Поле данных (ответ) |
|------------|----------------------|---------------------|
| 00 14      | 00 00                | 00 00               |

## 0FH УСТАНОВКА НЕСКОЛЬКИХ ВЫХОДОВ ТУ

Функция устанавливает каждый выход ТУ в одно из состояний включено/выключено. При ширококвещательной передаче функция устанавливает подобные выходы во всех подчинённых устройствах.

Запрос содержит стартовый выход ТУ для установки и поле данных. Выходы ТУ адресуются с нуля: выходы 1-8 адресуются как 0-7. Состояние, в которое необходимо установить выходы, начиная со стартового, передаётся в поле данных. '1' в соответствующей битовой позиции означает включение ТУ. '0' – выключение ТУ.

### Запрос

|                    |         |               |
|--------------------|---------|---------------|
| Код функции        | 1 байт  | 0x0F          |
| Стартовый адрес    | 2 байта | 0x0000-0x0007 |
| Количество выходов | 2 байта | 1 – 8         |
| Количество байт    | 1 байт  | 1 – 2*        |
| Состояние выходов  | 1 – 2*  |               |

\* Количество выходов / 8, округлённое до целого вверх

### Ответ

|                    |         |               |
|--------------------|---------|---------------|
| Код функции        | 1 байт  | 0x0F          |
| Стартовый адрес    | 2 байта | 0x0000-0x0007 |
| Количество выходов | 2 байта | 1 – 8         |

### Сообщение об ошибке

|                |        |                  |
|----------------|--------|------------------|
| Код ошибки     | 1 байт | 0x8F             |
| Причина ошибки | 1 байт | 02 или 03 или 04 |

**Пример.** ТУ1, ТУ2 – включить, ТУ3, ТУ4 – выключить.

| Запрос            |     | Ответ          |     |
|-------------------|-----|----------------|-----|
| Поле              | Hex | Поле           | Hex |
| Адрес             | 01  | Адрес          | 01  |
| Код функции       | 0F  | Код функции    | 0F  |
| Адрес ТУ ст.      | 00  | Адрес ТУ ст.   | 00  |
| Адрес ТУ мл.      | 00  | Адрес ТУ мл.   | 00  |
| Количество ст.    | 00  | Количество ст. | 00  |
| Количество мл.    | 04  | Количество мл. | 04  |
| Количество байт.  | 01  | CRC ст.        | 54  |
| Состояние выходов | 03  | CRC мл.        | 08  |
| CRC ст.           | 7E  |                |     |
| CRC мл.           | 97  |                |     |

Нормальный ответ возвращает адрес удалённого устройства, код функции, начальный адрес и количество установленных выходов.

## 10H ЗАПИСЬ НЕСКОЛЬКИХ РЕГИСТРОВ

Эта функция используется для записи непрерывного блока регистров (от 1 до 123 регистров) в удалённом устройстве. Запрос содержит стартовый адрес регистра, количество записываемых регистров, число передаваемых байт и данные регистров. Нормальный ответ возвращает код функции, стартовый адрес и количество записанных регистров.

### Запрос

|                      |              |                 |
|----------------------|--------------|-----------------|
| Код функции          | 1 байт       | 0x10            |
| Стартовый адрес      | 2 байта      | **              |
| Количество регистров | 2 байта      | 0x0001 – 0x007B |
| Количество байт      | 1 байт       | 2 x N*          |
| Значения регистров   | N* x 2 байта |                 |

\*N – число регистров

### Ответ

|                      |         |                 |
|----------------------|---------|-----------------|
| Код функции          | 1 байт  | 0x10            |
| Стартовый адрес      | 2 байта | **              |
| Количество регистров | 2 байта | 0x0001 – 0x007B |

### Сообщение об ошибке



|                |        |                  |
|----------------|--------|------------------|
| Код ошибки     | 1 байт | 0x90             |
| Причина ошибки | 1 байт | 02 или 03 или 04 |

\*\*Допустимые адреса и значения регистров для записи см. в [таблице](#), указанной в описании функции [06](#).

---

## ИЗМЕНЕНИЕ ПАРОЛЕЙ

Для изменения пароля доступа к уставкам или пароля доступа к счётчикам и журналам необходимо выполнить последовательно три запроса к устройству.

1. Разрешение установки пароля путём записи соответствующей константы 0x0003 в регистр функцией [06h](#).
2. Запись старого пароля в 2 регистра пароля, используя функцию [10h](#). См. в [таблице](#), указанной в описании функции [06h](#).
3. Запись нового пароля в те же регистры пароля, используя функцию [10h](#).

При несовпадении отправленного старого пароля с хранящимся в ПЦ, либо неверной последовательности действий на третий запрос будет выдано сообщение об ошибке с причиной ошибки 04. Пароль, естественно, в случае любых ошибок останется прежний.

---

## ЗАПИСЬ УСТАВОК

Запись уставок производится в следующей последовательности.

1. Разрешить доступ к уставкам путём записи соответствующей константы 0x0002 в регистр функцией [06h](#).
2. Записать пароль доступа к уставкам (2 регистра), используя функцию [10h](#).
3. Записать новую конфигурацию уставок, см. [таблицу](#), указанную в описании функции [06h](#).

При несовпадении отправленного пароля с хранящимся в ПЦ, либо неверной последовательности действий на третий запрос будет выдано сообщение об ошибке с причиной ошибки 04.

---

## ОЧИСТКА СЧЁТЧИКОВ ЭНЕРГИИ, СЧЁТЧИКОВ ТС И ЖУРНАЛОВ

Производится в следующей последовательности.

1. Разрешить доступ к счётчикам и журналам путём записи соответствующей константы 0x0005 в регистр 0x8010 функцией [06h](#).
2. Записать пароль доступа к счётчикам и журналам (2 регистра), используя функцию [10h](#).
3. Записать константу в соответствующий нужному действию регистр, см. [таблицу](#), указанную в описании функции [06h](#).

При несовпадении отправленного пароля с хранящимся в ПЦ, либо неверной последовательности действий на третий запрос будет выдано сообщение об ошибке с причиной ошибки 04.

---

## 14Н ЧТЕНИЕ ЗАПИСЕЙ ЖУРНАЛОВ

Эта функция используется для получения записей журналов, формируемых устройством. Широкое вещание не поддерживается.

Функция может читать несколько групп записей. Группы могут быть разделены, но посылка внутри каждой группы должна быть непрерывной.

### Запрос

|  |         |               |
|--|---------|---------------|
| Код функции                            | 1 байт  | 0x14          |
| Счётчик байт                           | 1 байт  | 0x07 – 0xF5   |
| Суб-запрос 1, тип ссылки               | 1 байт  | 0x06          |
| Суб-запрос 1, номер файла              | 2 байта | 0x0001-0x0003 |
| Суб-запрос 1, номер записи             | 2 байта | 0x0000-270F   |
| Суб-запрос 1, кол-во слов всех записей | 2 байт  | N             |
| Суб-запрос 2, ...                      |         |               |

#### Ответ

|                           |          |           |
|---------------------------|----------|-----------|
| Код функции               | 1 байт   | 0x14      |
| Счётчик байт              | 1 байт   | 0x07–0xF5 |
| Суб-ответ 1, счётчик байт | 1 байт   | 0x07–0xF5 |
| Суб-ответ 1, тип ссылки   | 1 байт   | 0x06      |
| Суб-ответ 1, байты данных | N*2 байт |           |
| Суб-ответ 2, ...          |          |           |

#### Сообщение об ошибке

|                |        |                  |
|----------------|--------|------------------|
| Код ошибки     | 1 байт | 0x94             |
| Причина ошибки | 1 байт | 02 или 03 или 04 |

**Файл с номером 1 всегда содержит заголовки журналов.** Это касается всех устройств. Этот файл, как и любые данные в контексте MODBUS, содержит записи, которые состоят из регистров:

|                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| Максимальное количество записей | 2 байта |
| Длина записи                    | 2 байта |
| Номер текущей записи            | 2 байта |
| Код доступа к журналу           | 2 байта |
| Контрольная сумма               | 1 байт  |
| Пустой байт                     | 1 байт  |

Размер одной записи - 5 слов.

Таким образом, запись номер 0 в файле 1 – это заголовок файла номер 2.

#### Файл 2 - журнал событий.

Запись в журнал событий состоит из 16 байт, расположенных в 8 регистрах, и описывается структурой [MAGAZINECRASH](#). Таким образом, в суб-запросе к журналу суммарное количество слов во всех записях должно быть кратно 8.

#### Файл 3 - журнал включений-выключений.

Запись в журнале включений-выключений состоит из 16 байт, расположенных в 8 регистрах, и описывается структурой [MAGAZINEINTERCEPT](#). Таким образом, в суб-запросе к журналу суммарное количество слов во всех записях должно быть кратно 8.

#### Файл 4 - журнал профилей.

Запись в журнале профилей состоит минимум из 2 регистров, максимум – из 28. Она может иметь один из двух форматов: [MAGAZINEPROF\\_SEC](#) или [MAGAZINEPROF\\_PERIOD](#) – в зависимости от значения переменной `fsec` структуры [TJprof\\_config](#).

В суб-запросе к журналу профилей суммарное количество слов во всех записях должно быть кратно размеру журнала (в словах). Поэтому, для правильной интерпретации данных необходимо предварительно зачитать конфигурацию журнала профилей – структуру [TJprof\\_config](#).

## ЧТЕНИЕ ЖУРНАЛОВ ИЗ ОБЛАСТИ РЕГИСТРОВ

Получить записи журналов, формируемых устройством, также можно, используя функцию 04. Для этого необходимо записать номер журнала и стартовый адрес записи в регистры 0xA000 и 0xA001 соответственно (см. таблицу 3). После этого записи данного журнала, начиная со стартовой, становятся доступны для чтения по функции 04 из регистров 0xA002–0xA07F. Если записей в журнале меньше, чем размер этого окна, то оставшиеся регистры заполняются нулями.

## 2ВН/0ЕН (43/14) ЧТЕНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ УСТРОЙСТВА

Эта функция используется для чтения идентификационной и дополнительной информации конфигурации устройства.

### Запрос

|                          |        |               |
|--------------------------|--------|---------------|
| Код функции              | 1 байт | 0x43          |
| Считывание идентификации | 1 байт | 0x0E          |
| Тип считывания           | 1 байт | 0x01 или 0x02 |
| Id объекта               | 1 байт | 0x00          |

### Ответ

|                          |               |                         |
|--------------------------|---------------|-------------------------|
| Код функции              | 1 байт        | 0x43                    |
| Считывание идентификации | 1 байт        | 0x0E                    |
| Тип считывания           | 1 байт        | 0x01 или 0x02           |
| Уровень соответствия     | 1 байт        | 0x02                    |
| Кадр последовательности  | 1 байт        | 0x00                    |
| Резерв                   | 1 байт        | 0x00                    |
| Количество объектов      | 1 байт        |                         |
| номер объекта            | 1 байт        | 0x00                    |
| длина объекта            | 1 байт        |                         |
| ASCII строка             | длина объекта | зависит от ID объекта   |
| ...                      | ...           | ...                     |
| номер n объекта          | 1 байт        | n                       |
| длина n объекта          | 1 байт        |                         |
| ASCII строка n объекта   | длина объекта | зависит от ID n объекта |

В случае ошибки при обработке запроса выдается специальный исключительный ответ

|                          |        |                    |
|--------------------------|--------|--------------------|
| Код ошибки               | 1 байт | 0xAB (0x2B + 0x80) |
| Считывание идентификации | 1 байт | 0x0E               |
| Причина ошибки           | 1 байт | 01                 |

В ответе может содержаться либо упрощённая идентификация, либо полная. Упрощённый ответ содержит только первые три базовых объекта с 0x00 по 0x02. Полный ответ содержит все семь объектов идентификации устройства с 0x00 по 0x06.

| Номер объекта | Название объекта                | строка ASCII                            | Категория объекта |
|---------------|---------------------------------|---|-------------------|
| 0x00          | торговое наименование           | "ООО "НПП Электромеханика"              | базовый           |
| 0x01          | код изделия                     | "05"                                    |                   |
| 0x02          | версия ПО                       | "35"                                    |                   |
| 0x03          | электронный адрес производителя | "www.npp-em.ru"                         | стандарт          |
| 0x04          | наименование изделия            | "ПЦ6806-03М/31"                         |                   |
| 0x05          | наименование модели             | "Преобразователь измерительный цифровой |                   |

|      |                |                      |  |
|------|----------------|----------------------|--|
|      |                | многофункциональный" |  |
| 0x06 | серийный номер | "0001000051"         |  |

## РЕГИСТРЫ ПЦ6806-03М

Адреса регистров, приведены в [таблице 3](#).

Физически регистры измеренных параметров расположены в области с адреса 0x0200. Начиная с адреса 0x8000, размещены регистры конфигурации и управления. Для удобства и совместимости с другими устройствами в MODBUS сети, пространство 0x0000–0x00FF используется для отображения физических регистров. То есть, физическим регистрам можно назначать адреса-синонимы из диапазона 0x0000–0x00FF. Для этого необходимо в карту регистров (0x0100–0x01FF) записать адреса физических регистров, в любой последовательности, как это удобно для конкретной задачи. В карту регистров нельзя записать адреса вне диапазона физических регистров. Например, если записать в регистр 0x0100 значение 0x0200, то мгновенное действующее значение напряжения фазы А (U<sub>1a</sub>) можно читать и по адресу 0x0000, и, конечно, по неизменному 0x0200. В карте регистров значение, записанное по адресу 0x0100, соответствует отображаемому регистру по адресу 0x0000. Значение, записанное по адресу 0x0101, соответствует отображаемому регистру по адресу 0x0001, и так далее.

Регистры, фиксированные функцией [06h](#), и читаемые функцией [03h](#), доступны по тем же адресам, что и текущие. Их содержимое можно получить и из физической области (0x0200–0x02FF), и из области отображаемых регистров (0x0000–0x00FF).

Карта регистров (0x0100–0x01FF) едина и для фиксированных, и для текущих регистров.

Таблица 3

| Имя регистра  | Адрес  | Чтение/<br>Запись |
|---|--------|-------------------|
| Отображаемые регистры в соответствии с картой регистров                           | 0x0000 | +/-               |
|   | ...    | +/-               |
|   | 0x00FF | +/-               |
| Карта регистров   | 0x0100 | +/+               |
|   | ...    | +/+               |
|   | 0x01FF | +/+               |
| Мгновенное действующее значение напряжения фазы А (U <sub>a</sub> )               | 0x0200 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение напряжения фазы В (U <sub>b</sub> )               | 0x0201 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение напряжения фазы С (U <sub>c</sub> )               | 0x0202 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение тока фазы А (I <sub>a</sub> )                     | 0x0203 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение тока фазы В (I <sub>b</sub> )                     | 0x0204 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение тока фазы С (I <sub>c</sub> )                     | 0x0205 | +/-               |
| Мгновенная активная мощность трехфазной системы (P <sub>_</sub> ) - младшее слово | 0x0206 | +/-               |
| Мгновенная активная мощность трехфазной системы (P <sub>_</sub> ) - старшее слово | 0x0207 | +/-               |
| Мгновенная активная мощность фазы А (P <sub>a</sub> )                             | 0x0208 | +/-               |
| Мгновенная активная мощность фазы В (P <sub>b</sub> )                             | 0x0209 | +/-               |
| Мгновенная активная мощность фазы С (P <sub>c</sub> )                             | 0x020A | +/-               |
| Мгновенная реактивная мощность трехфазной системы (Q <sub>_</sub> ) - мл. слово   | 0x020B | +/-               |
| Мгновенная реактивная мощность трехфазной системы (Q <sub>_</sub> ) - ст. слово   | 0x020C | +/-               |
| Мгновенная реактивная мощность фазы А (Q <sub>a</sub> )                           | 0x020D | +/-               |
| Мгновенная реактивная мощность фазы В (Q <sub>b</sub> )                           | 0x020E | +/-               |
| Мгновенная реактивная мощность фазы С (Q <sub>c</sub> )                           | 0x020F | +/-               |

| Имя регистра   | Адрес  | Чтение/<br>Запись |
|--|--------|-------------------|
| Мгновенная полная мощность трехфазной системы (S <sub>0</sub> ) - младшее слово          | 0x0210 | +/-               |
| Мгновенная полная мощность трехфазной системы (S <sub>0</sub> ) - старшее слово          | 0x0211 | +/-               |
| Мгновенная полная мощность фазы А (S <sub>a</sub> )                                      | 0x0212 | +/-               |
| Мгновенная полная мощность фазы В (S <sub>b</sub> )                                      | 0x0213 | +/-               |
| Мгновенная полная мощность фазы С (S <sub>c</sub> )                                      | 0x0214 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение межфазного напряжения (U <sub>ab</sub> )                 | 0x0215 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение межфазного напряжения (U <sub>bc</sub> )                 | 0x0216 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение межфазного напряжения (U <sub>ac</sub> )                 | 0x0217 | +/-               |
| Мгновенное действующее напряжение нулевой последовательности (3U <sub>0</sub> )          | 0x0218 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение тока нулевой последовательности (3I <sub>0</sub> )       | 0x0219 | +/-               |
| Мгновенное среднее значение напряжения (U)   | 0x021A | +/-               |
| Мгновенное среднее значение тока (I)   | 0x021B | +/-               |
| Интегрированное действующее значение напряжения фазы А (U <sub>ra</sub> )                | 0x021C | +/-               |
| Интегрированное действующее значение напряжения фазы В (U <sub>rb</sub> )                | 0x021D | +/-               |
| Интегрированное действующее значение напряжения фазы С (U <sub>rc</sub> )                | 0x021E | +/-               |
| Интегрированное действующее значение тока фазы А (I <sub>ra</sub> )                      | 0x021F | +/-               |
| Интегрированное действующее значение тока фазы В (I <sub>rb</sub> )                      | 0x0220 | +/-               |
| Интегрированное действующее значение тока фазы С (I <sub>rc</sub> )                      | 0x0221 | +/-               |
| Интегрированная активная мощность трехфазной системы (Pr <sub>0</sub> ) – мл. слово      | 0x0222 | +/-               |
| Интегрированная активная мощность трехфазной системы (Pr <sub>0</sub> ) – ст. слово      | 0x0223 | +/-               |
| Интегрированная активная мощность фазы А (Pr <sub>a</sub> )                              | 0x0224 | +/-               |
| Интегрированная активная мощность фазы В (Pr <sub>b</sub> )                              | 0x0225 | +/-               |
| Интегрированная активная мощность фазы С (Pr <sub>c</sub> )                              | 0x0226 | +/-               |
| Интегрированная реактивная мощность трехфазной системы (Qr <sub>0</sub> ) - мл. слово    | 0x0227 | +/-               |
| Интегрированная реактивная мощность трехфазной системы (Qr <sub>0</sub> ) - ст. слово    | 0x0228 | +/-               |
| Интегрированная реактивная мощность фазы А (Qr <sub>a</sub> )                            | 0x0229 | +/-               |
| Интегрированная реактивная мощность фазы В (Qr <sub>b</sub> )                            | 0x022A | +/-               |
| Интегрированная реактивная мощность фазы С (Qr <sub>c</sub> )                            | 0x022B | +/-               |
| Интегрированная полная мощность трехфазной системы (Sr <sub>0</sub> ) – мл. слово        | 0x022C | +/-               |
| Интегрированная полная мощность трехфазной системы (Sr <sub>0</sub> ) – ст. слово        | 0x022D | +/-               |
| Интегрированная полная мощность фазы А (Sr <sub>a</sub> )                                | 0x022E | +/-               |
| Интегрированная полная мощность фазы В (Sr <sub>b</sub> )                                | 0x022F | +/-               |
| Интегрированная полная мощность фазы С (Sr <sub>c</sub> )                                | 0x0230 | +/-               |
| Интегрированное действующее значение межфазного напряжения (U <sub>rab</sub> )           | 0x0231 | +/-               |
| Интегрированное действующее значение межфазного напряжения (U <sub>rbc</sub> )           | 0x0232 | +/-               |
| Интегрированное действующее значение межфазного напряжения (U <sub>rac</sub> )           | 0x0233 | +/-               |
| Интегрированное действующее напряжение нулевой последовательности (3U <sub>r0</sub> )    | 0x0234 | +/-               |
| Интегрированное действующее значение тока нулевой последовательности (3I <sub>r0</sub> ) | 0x0235 | +/-               |
| Интегрированное среднее значение напряжения (U <sub>r</sub> )                            | 0x0236 | +/-               |
| Интегрированное среднее значение тока (I <sub>r</sub> )                                  | 0x0237 | +/-               |
| Частота напряжения фазы А (F)  | 0x0238 | +/-               |
| Температура в корпусе  | 0x0239 | +/-               |
| Энергия активная потреблённая (E <sub>p+</sub> ) - мл. слово                             | 0x023A | +/-               |
| Энергия активная потреблённая (E <sub>p+</sub> ) - ст. слово                             | 0x023B | +/-               |
| Энергия активная возвращённая (E <sub>p-</sub> ) - мл. слово                             | 0x023C | +/-               |
| Энергия активная возвращённая (E <sub>p-</sub> ) - ст. слово                             | 0x023D | +/-               |

| Имя регистра  | Адрес  | Чтение/<br>Запись |
|---|--------|-------------------|
| Энергия реактивная потреблённая (ErL) - мл. слово       | 0x023E | +/-               |
| Энергия реактивная потреблённая (ErL) - ст. слово       | 0x023F | +/-               |
| Энергия реактивная возвращённая (ErC) - мл. слово       | 0x0240 | +/-               |
| Энергия реактивная возвращённая (ErC) - ст. слово       | 0x0241 | +/-               |
| Счётчик ТС1, мл. слово                                  | 0x0242 | +/-               |
| Счётчик ТС1, ст. слово                                  | 0x0243 | +/-               |
| Счётчик ТС2, мл. слово                                  | 0x0244 | +/-               |
| Счётчик ТС2, ст. слово                                  | 0x0245 | +/-               |
| Время в формате CP56 (занимает 4 слова)                 | 0x0246 | +/-               |
|   | 0x0247 | +/-               |
|   | 0x0248 | +/-               |
|   | 0x0249 | +/-               |
| Активные уставки, 16 бит                                | 0x024A | +/-               |
| Регистр состояния, 16 бит                               | 0x024B | +/-               |
| Регистр-защёлка ТУ, 16 бит                              | 0x024C | +/-               |
| Метки смены сезонов, <a href="#">SENSORSEASON</a>       | 0x024D | +/-               |
|   | 0x024E | +/-               |
|   | 0x024F | +/-               |
| Состояние входов телесигнализации ТС                    | 0x0250 | +/-               |
| Состояние выходов телеуправления ТУ                     | 0x0251 | +/-               |
| <b>Точные измерения</b>                                 |        |                   |
| Мгновенное действующее значение тока фазы А (Ia4)       | 0x0300 | +/-               |
|   | 0x0301 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение напряжения фазы А (Ua4) | 0x0302 | +/-               |
|   | 0x0303 | +/-               |
| Мгновенная активная мощность фазы А (Pa4)               | 0x0304 | +/-               |
|   | 0x0305 | +/-               |
| Мгновенная реактивная мощность фазы А (Qa4)             | 0x0306 | +/-               |
|   | 0x0307 | +/-               |
| Мгновенная полная мощность фазы А (Sa4)                 | 0x0308 | +/-               |
|   | 0x0309 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение тока фазы В (Ib4)       | 0x030A | +/-               |
|   | 0x030B | +/-               |
| Мгновенное действующее значение напряжения фазы В (Ub4) | 0x030C | +/-               |
|   | 0x030D | +/-               |
| Мгновенная активная мощность фазы В (Pb4)               | 0x030E | +/-               |
|   | 0x030F | +/-               |
| Мгновенная реактивная мощность фазы В (Qb4)             | 0x0310 | +/-               |
|   | 0x0311 | +/-               |
| Мгновенная полная мощность фазы В (Sb4)                 | 0x0312 | +/-               |
|   | 0x0313 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение тока фазы С (Ic4)       | 0x0314 | +/-               |
|   | 0x0315 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение напряжения фазы С (Uc4) | 0x0316 | +/-               |
|   | 0x0317 | +/-               |
| Мгновенная активная мощность фазы С (Pc4)               | 0x0318 | +/-               |

| Имя регистра  | Адрес  | Чтение/<br>Запись |
|---|--------|-------------------|
|   | 0x0319 | +/-               |
| Мгновенная реактивная мощность фазы C (Qc4)   | 0x031A | +/-               |
|   | 0x031B | +/-               |
| Мгновенная полная мощность фазы C (Sc4)   | 0x031C | +/-               |
|   | 0x031D | +/-               |
| Мгновенное действующее значение межфазного напряжения (Uab4)                        | 0x031E | +/-               |
|   | 0x031F | +/-               |
| Мгновенное действующее значение межфазного напряжения (Ubc4)                        | 0x0320 | +/-               |
|   | 0x0321 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение межфазного напряжения (Uca4)                        | 0x0322 | +/-               |
|   | 0x0323 | +/-               |
| Мгновенное действующее значение тока нулевой последовательности (3I <sub>0</sub> 4) | 0x0324 | +/-               |
|   | 0x0325 | +/-               |
| Мгновенное действующее напряжение нулевой последовательности (3U <sub>0</sub> 4)    | 0x0326 | +/-               |
|   | 0x0327 | +/-               |
| Интегрированное действующее значение тока фазы A (Ia4r)                             | 0x0328 | +/-               |
|   | 0x0329 | +/-               |
| Интегрированное действующее значение напряжения фазы A (Ua4r)                       | 0x032A | +/-               |
|   | 0x032B | +/-               |
| Интегрированная активная мощность фазы A (Pa4r)                                     | 0x032C | +/-               |
|   | 0x032D | +/-               |
| Интегрированная реактивная мощность фазы A (Qa4r)                                   | 0x032E | +/-               |
|   | 0x032F | +/-               |
| Интегрированная полная мощность фазы A (Sa4r)                                       | 0x0330 | +/-               |
|   | 0x0331 | +/-               |
| Интегрированное действующее значение тока фазы B (Ib4r)                             | 0x0332 | +/-               |
|   | 0x0333 | +/-               |
| Интегрированное действующее значение напряжения фазы B (Ub4r)                       | 0x0334 | +/-               |
|   | 0x0335 | +/-               |
| Интегрированная активная мощность фазы B (Pb4r)                                     | 0x0336 | +/-               |
|   | 0x0337 | +/-               |
| Интегрированная реактивная мощность фазы B (Qb4r)                                   | 0x0338 | +/-               |
|   | 0x0339 | +/-               |
| Интегрированная полная мощность фазы B (Sb4r)                                       | 0x033A | +/-               |
|   | 0x033B | +/-               |
| Интегрированное действующее значение тока фазы C (Ic4r)                             | 0x032C | +/-               |
|   | 0x033D | +/-               |
| Интегрированное действующее значение напряжения фазы C (Uc4r)                       | 0x033E | +/-               |
|   | 0x033F | +/-               |
| Интегрированная активная мощность фазы C (Pc4r)                                     | 0x0340 | +/-               |
|   | 0x0341 | +/-               |
| Интегрированная реактивная мощность фазы C (Qc4r)                                   | 0x0342 | +/-               |
|   | 0x0343 | +/-               |
| Интегрированная полная мощность фазы C (Sc4r)                                       | 0x0344 | +/-               |
|   | 0x0345 | +/-               |
| Интегрированное действующее значение межфазного напряжения (Uab4r)                  | 0x0346 | +/-               |

| Имя регистра  | Адрес  | Чтение/<br>Запись |
|---|--------|-------------------|
|   | 0x0347 | +/-               |
| Интегрированное действующее значение межфазного напряжения ( $U_{bc4r}$ )           | 0x0348 | +/-               |
|   | 0x0349 | +/-               |
| Интегрированное действующее значение межфазного напряжения ( $U_{ca4r}$ )           | 0x034A | +/-               |
|   | 0x034B | +/-               |
| Интегрированное действующее значение тока нулевой последовательности ( $3I_{04r}$ ) | 0x034C | +/-               |
|   | 0x034D | +/-               |
| Интегрированное действующее напряжение нулевой последовательности ( $3U_{04r}$ )    | 0x034E | +/-               |
|   | 0x034F | +/-               |
| Угол между током и напряжением фазы А   | 0x0350 | +/-               |
| Угол между током и напряжением фазы В   | 0x0351 | +/-               |
| Угол между током и напряжением фазы С   | 0x0352 | +/-               |
| Угол между напряжениями фаз А и В   | 0x0353 | +/-               |
| Угол между напряжениями фаз В и С   | 0x0354 | +/-               |
| Угол между напряжениями фаз С и А   | 0x0355 | +/-               |
| Коэффициент мощности ( $\cos\varphi$ ) фазы А                                       | 0x0356 | +/-               |
| Коэффициент мощности ( $\cos\varphi$ ) фазы В                                       | 0x0357 | +/-               |
| Коэффициент мощности ( $\cos\varphi$ ) фазы С                                       | 0x0358 | +/-               |
| Коэффициент мощности ( $\cos\varphi$ ) общий  | 0x0359 | +/-               |
| <b>Конфигурация уставок</b>   |        |                   |
| Конфигурация уставки 1 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> )                      | 0x1000 | +/+               |
|   | 0x1001 | +/+               |
|   | 0x1002 | +/+               |
|   | 0x1003 | +/+               |
| Конфигурация уставки 2 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> )                      | 0x1004 | +/+               |
|   | 0x1005 | +/+               |
|   | 0x1006 | +/+               |
|   | 0x1007 | +/+               |
| Конфигурация уставки 3 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> )                      | 0x1008 | +/+               |
|   | 0x1009 | +/+               |
|   | 0x100A | +/+               |
|   | 0x100B | +/+               |
| Конфигурация уставки 4 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> )                      | 0x100C | +/+               |
|   |        |                   |
|   | 0x100D | +/+               |
|   | 0x100E | +/+               |
|   | 0x100F | +/+               |
| Конфигурация уставки 5 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> )                      | 0x1010 | +/+               |
|   | 0x1011 | +/+               |
|   | 0x1012 | +/+               |
|   | 0x1013 | +/+               |
| Конфигурация уставки 6 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> )                      | 0x1014 | +/+               |
|   | 0x1015 | +/+               |
|   | 0x1016 | +/+               |
|   | 0x1017 | +/+               |



| Имя регистра  | Адрес  | Чтение/<br>Запись |
|---|--------|-------------------|
| Конфигурация уставки 7 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> )  | 0x1018 | ++                |
|   | 0x1019 | ++                |
|   | 0x101A | ++                |
|   | 0x101B | ++                |
| Конфигурация уставки 8 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> )  | 0x101C | ++                |
|   | 0x101D | ++                |
|   | 0x101E | ++                |
|   | 0x101F | ++                |
| Конфигурация уставки 9 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> )  | 0x1020 | ++                |
|   | 0x1021 | ++                |
|   | 0x1022 | ++                |
|   | 0x1023 | ++                |
| Конфигурация уставки 10 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> ) | 0x1024 | ++                |
|   | 0x1025 | ++                |
|   | 0x1026 | ++                |
|   | 0x1026 | ++                |
| Конфигурация уставки 11 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> ) | 0x1028 | ++                |
|   | 0x1029 | ++                |
|   | 0x102A | ++                |
|   | 0x102B | ++                |
| Конфигурация уставки 12 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> ) | 0x102C | ++                |
|   | 0x102D | ++                |
|   | 0x102E | ++                |
|   | 0x102F | ++                |
| Конфигурация уставки 13 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> ) | 0x1030 | ++                |
|   | 0x1031 | ++                |
|   | 0x1032 | ++                |
|   | 0x1033 | ++                |
| Конфигурация уставки 14 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> ) | 0x1034 | ++                |
|   | 0x1035 | ++                |
|   | 0x1036 | ++                |
|   | 0x1037 | ++                |
| Конфигурация уставки 15 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> ) | 0x1038 | ++                |
|   | 0x1039 | ++                |
|   | 0x103A | ++                |
|   |        |                   |
|   | 0x103B | ++                |
| Конфигурация уставки 16 (структура <a href="#">UST_CONFIG</a> ) | 0x103C | ++                |
|   | 0x103D | ++                |
|   | 0x103E | ++                |
|   | 0x103F | ++                |
| логика вкл-выкл ТУ1 (структура <a href="#">TU_MASK</a> )        | 0x1040 | ++                |
|   | 0x1041 | ++                |
|   | 0x1042 | ++                |
|   | 0x1043 | ++                |

| Имя регистра   | Адрес  | Чтение/<br>Запись |
|--|--------|-------------------|
| логика вкл-выкл ТУ2 (структура <a href="#">TU_MASK</a> )                 | 0x1044 | +/+               |
|  | 0x1045 | +/+               |
|  | 0x1046 | +/+               |
|  | 0x1047 | +/+               |
| логика вкл-выкл ТУ3 (структура <a href="#">TU_MASK</a> )                 | 0x1048 | +/+               |
|  | 0x1049 | +/+               |
|  | 0x104A | +/+               |
|  | 0x104B | +/+               |
| логика вкл-выкл ТУ4 (структура <a href="#">TU_MASK</a> )                 | 0x104C | +/+               |
|  | 0x104D | +/+               |
|  | 0x104E | +/+               |
|  | 0x104F | +/+               |
| логика вкл-выкл ТУ5 <sup>1</sup>   | 0x1050 | +/+               |
|  | 0x1051 | +/+               |
|  | 0x1052 | +/+               |
|  | 0x1053 | +/+               |
| логика вкл-выкл ТУ6 <sup>1</sup>   | 0x1054 | +/+               |
|  | 0x1055 | +/+               |
|  | 0x1056 | +/+               |
|  | 0x1057 | +/+               |
| логика вкл-выкл ТУ7 <sup>1</sup>   | 0x1058 | +/+               |
|  | 0x1059 | +/+               |
|  | 0x105A | +/+               |
|  | 0x105B | +/+               |
| логика вкл-выкл ТУ8  | 0x105C | +/+               |
|  | 0x105D | +/+               |
|  | 0x105E | +/+               |
|  | 0x105F | +/+               |
| <b>Конфигурация устройства</b>   |        |                   |
| структура <a href="#">SENSORCONFIG</a>                                   | 0x1100 | +/+               |
|  | 0x1101 | +/+               |
| Конфигурация журнала профилей (структура <a href="#">TJprof_config</a> ) | 0x1102 | +/+               |
|  | 0x1103 | +/+               |
|  | 0x1104 | +/+               |
|  | 0x1105 | +/+               |
|  | 0x1106 | +/+               |
|  | 0x1107 | +/+               |
|  | 0x1108 | +/+               |
| <b>Информация об устройстве (структура <a href="#">Sns_TYPE</a>)</b>     |        |                   |
| Модель = 0x0668  | 0x2000 | +/-               |
| Номер модификации и ревизии Mod_N_R = 0xXX05                             | 0x2001 | +/-               |
| Биты исполнения и версия программы M_Pr_V                                | 0x2002 | +/-               |
| Серийный номер, мл. слово  | 0x2003 | +/-               |
| Серийный номер, ст. слово  | 0x2004 | +/-               |
| Контрольная сумма ПО общая, мл. слово                                    | 0x2005 | +/-               |
| Контрольная сумма ПО общая, ст. слово                                    | 0x2006 | +/-               |

| Имя регистра  | Адрес             | Чтение/<br>Запись |
|---|-------------------|-------------------|
| Контрольная сумма метрологически значимой части ПО, мл. слово | 0x2007            | +/-               |
| Контрольная сумма метрологически значимой части ПО, ст. слово | 0x2008            | +/-               |
| <b>Пароль на уставки, мл. слово</b>                           |                   |                   |
| Пароль на уставки, мл. слово                                  | 0x7FD0            | -/+               |
| Пароль на уставки, ст. слово                                  | 0x7FD1            | -/+               |
| Пароль на счётчики и журналы, мл. слово                       | 0x7FD2            | -/+               |
| Пароль на счётчики и журналы, ст. слово                       | 0x7FD3            | -/+               |
| <b>Установка ТУ</b>   |                   |                   |
| Установка ТУ  | 0x7FE0            | -/+               |
| Защитный регистр для установки ТУ                             | 0x7FE1            | -/+               |
| Время удержания ТУ1, с  | 0x7FE2            | -/+               |
| Время удержания ТУ2, с  | 0x7FE3            | -/+               |
| Время удержания ТУ3, с  | 0x7FE4            | -/+               |
| Время удержания ТУ4, с  | 0x7FE5            | -/+               |
| Время удержания ТУ5, с <sup>1</sup>                           | 0x7FE6            | -/+               |
| Время удержания ТУ6, с <sup>1</sup>                           | 0x7FE7            | -/+               |
| Время удержания ТУ7, с <sup>1</sup>                           | 0x7FE8            | -/+               |
| Время удержания ТУ8, с <sup>1</sup>                           | 0x7FE9            | -/+               |
| <b>Защёлка для фиксации данных</b>                            |                   |                   |
| Защёлка для фиксации данных                                   | 0x8000            | -/+               |
| Сброс регистра состояния                                      | 0x8001            | -/+               |
| Сброс регистра-защёлки ТУ                                     | 0x8002            | -/+               |
| Разрешение установки параметра                                | 0x8010            | -/+               |
| Адрес устройства  | 0x8011            | +/+               |
| Скорость интерфейса   | 0x8012            | +/+               |
| Протокол связи канала   | 0x8013            | +/+               |
| Бит паритета  | 0x8014            | +/+               |
| Синхронизация времени   | 0x801F            | -/+               |
| Установка времени   | 0x8020–<br>0x8023 | -/+               |
| Сброс счётчиков энергии                                       | 0x8024            | -/+               |
| Сброс счётчиков ТС  | 0x8025            | -/+               |
| Очистка журнала   | 0x8026            | -/+               |
| Метки смены сезонов (структура <a href="#">SENSORSEASON</a> ) | 0x8027            | -/+               |
|   | 0x8028            | -/+               |
|   | 0x8029            | -/+               |
| <b>Окно чтения журналов</b>                                   |                   |                   |
| Номер журнала   | 0xA000            | +/+               |
| Индекс начальной записи журнала в окне                        | 0xA001            | +/+               |
| Содержимое журнала  | 0xA002            | +/-               |
| .....   | 0xA002            | +/-               |
|   | .....             | +/-               |
|   | 0xA07F            | +/-               |

<sup>1</sup>В данном изделии не реализовано. Зарезервировано для совместимости с другими устройствами.

## ПРИМЕРЫ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Правила перевода значений регистров в единицы физических величин

| Физическая величина             | тип данных регистра | формула перевода            |
|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Ток, А                          | unsigned short      | Значение_регистра/1000.0    |
| Напряжение, В                   | unsigned short      | Значение_регистра/10.0      |
| Мощность активная, Вт           | short               | Значение_регистра/10.0      |
| Мощность реактивная, вар        | short               | Значение_регистра/10.0      |
| Мощность полная, Вт             | unsigned short      | Значение_регистра/10.0      |
| Частота, Гц                     | unsigned short      | 2457600.0/Значение_регистра |
| Энергия, Вт*час                 | unsigned long       | Значение_регистра           |
| Температура, °C                 | short               | Значение_регистра/32.0      |
| Мощность трехфазной системы, Вт | long                | Значение_регистра/100.0     |
| Угол, °                         | short               | Значение регистра/10.0      |
| Козэффициент мощности (Cosφ)    | short               | Значение регистра/1000.0    |

### Примеры

| Регистр  | адрес  | Значение HEX(dec) | Интерпретация           |
|--|--------|-------------------|-------------------------|
| Мгновенное действующее значение тока фазы А (Ia)       | 0x0203 | 0x03E8 (1000)     | 1.000 А                 |
| Мгновенное действующее значение напряжения фазы А (Ua) | 0x0200 | 0x0241 (577)      | 57.7 В                  |
| Мгновенная активная мощность фазы В (Pb)               | 0x0209 | 0xFC15 (-1003)    | -100.3 Вт               |
| Частота  | 0x0238 | 0xC000 (49152)    | 2457600.0/49152=50.0 Гц |
| Температура  | 0x0239 | 0x03D0 (976)      | 976/32=30.5 °C          |

## ТИПЫ ДАННЫХ

### CP56\_TIME

```
// время
typedef struct _cp56_time
{
    unsigned short msec;    // 0..59999 миллисекунд

    unsigned char min:6;    // 0..59 минут
    unsigned char res1:1;
    unsigned char iv:1;

    unsigned char hour:5;   // 0..23 часов
    unsigned char res2:2;
    unsigned char su:1;    // сезон

    unsigned char date:5;  // 1..31 дней месяца
    unsigned char day:3;   // 1..7 дней недели

    unsigned char month:4; // 1..12 месяцев
    unsigned char res3:4;

    unsigned char year:7;  // 0..99 лет
    unsigned char res4:1;
} cp56_time; // 7 байт
```

---

## SENSORSEASON

```
typedef struct // Метки смены сезонов
{
    unsigned char    SummerMonth;    // Месяц 1-12
    unsigned char    SummerDay;      // Воскресенье месяца
    unsigned char    SummerHour;     // Час 1...24
    // Переход на зиму
    unsigned char    WinterMonth;    // Месяц 1-12
    unsigned char    WinterDay;      // Воскресенье месяца
    unsigned char    WinterHour;     // Час 1...24
} SENSORSEASON;
```

---

## SENSORSTATE

```
// Регистр состояния
typedef struct _SENSORSTATE
{
    unsigned char ProcReset    :1;    // Сброс по включению питания
    unsigned char ErrCS_Adr    :1;    // Ошибка КС адреса, скорости
    unsigned char ErrCS_Type   :1;    // Ошибка КС типа, паролей
    unsigned char ErrCS_K      :1;    // Ошибка КС коэффициентов
    unsigned char ErrCS_U      :1;    // Ошибка КС конфигурации уставок
    unsigned char ErrCS_C      :1;    // Ошибка КС счетчиков энергии, счетчиков
    ТС, времени выключения
    unsigned char ErrFrame     :1;    // Ошибка кадровой синхронизации при приеме
    данных
    unsigned char ErrCRC       :1;    // Ошибка CRC принятого пакета

    unsigned char ProcReset2   :1;    // Сброс процессора сторожевым таймером
    unsigned char ErrLCD       :1;    // Ошибка в работе индикатора (при сбросе
    этого бита производится переинициализация индикатора)
    unsigned char StartRTC     :1;    // Произведен запуск внутренних часов ПЦ
    unsigned char ErrRTC       :1;    // Ошибка в работе часов
    unsigned char ErrOver      :1;    // Переполнение буфера приема
    unsigned char ErrCS_TU :1;    // Ошибка КС конфигурации ТУ
    unsigned char ErrCS_Config :1;    // Ошибка КС конфигурации ПЦ
} SENSORSTATE;
```

---

## SNS\_TYPE

```
// Информация об устройстве
typedef struct
{
    unsigned char    Mod_L;          // Модель датчика    const=0x68
    unsigned char    Mod_H;          // Модель датчика    const=0x06
    unsigned char    Mod_Numb;       // Номер модификации const=0x5
    unsigned char    PowerVType:4;   // Тип питания
    unsigned char    InputVType:4;   // Тип входного напряжения
    unsigned char    Mod_Ver;        // Модификация модели
    unsigned char    Prog_Ver;       // Версия программы
    unsigned long    Ser_Numb;       // Серийный номер
} Sns_TYPE;
```

```
/*
```

```
Расшифровка поля InputVType
```

| InputVType | Расшифровка   |
|------------|---|
| 1          | Количество фаз = 3    Входное напряжение = 60V    Входной ток = 1A  |
| 2          | Количество фаз = 2    Входное напряжение = 100V    Входной ток = 1A |
| 3          | Количество фаз = 3    Входное напряжение = 60V    Входной ток = 5A  |
| 4          | Количество фаз = 2    Входное напряжение = 100V    Входной ток = 5A |
| 5          | Количество фаз = 3    Входное напряжение = 220V    Входной ток = 5A |

```

Расшифровка поля PowerVType
PowerVType  Расшифровка
1      ~80...260 В, =100...300 В;
2      Питание от измерительной цепи
*/

```

---

## UST\_CONFIG

```

typedef struct
{
    //
    unsigned char Type;           // Тип уставки
    unsigned char OnOffTU;       // 1-вкл; 0-выкл ТУ
    unsigned short Value;        // Значение для данного типа уставки
    unsigned short TimeTo;       // Время с момента возникновения условия на
                                // срабатывание уставки до ее фактического
                                // срабатывания(1/256 с)
    unsigned short ReturnValue;   // Резерв
} UST_CONFIG;

//Типы уставок
#define UST_NOTYPE                0 // Уставка отсутствует
#define UST_MAX_CURRENT           1 // Уставка по макс. току
#define UST_MIN_CURRENT          2 // Уставка по мин. току
#define UST_MAX_VOLTAGE          3 // Уставка по макс. напряжению

#define UST_MIN_VOLTAGE          4 // Уставка по мин. напряжению
#define UST_MAX_ACTIVE_POWER     5 // Уставка по макс. активной мощности
#define UST_MIN_ACTIVE_POWER     6 // Уставка по мин. активной мощности
#define UST_MAX_REACTIVE_POWER   7 // Уставка по макс. реактивной
#define UST_MIN_REACTIVE_POWER   8 // Уставка по мин. реактивной
#define UST_MAX_FREQUENCY        9 // Уставка по макс. частоте
#define UST_MIN_FREQUENCY        10// Уставка по мин. частоте
#define UST_MAX_NULL_CURRENT     11// Уставка по макс. току нулевой
                                // последовательности
#define UST_MIN_NULL_CURRENT     12// Уставка по мин. току нулевой
                                // последовательности
#define UST_MAX_NULL_VOLTAGE     13// Уставка по макс. напряжению нулевой
                                // последовательности
#define UST_MIN_NULL_VOLTAGE     14// Уставка по мин. напряжению нулевой
                                // последовательности
#define UST_MAX_TEMP             15// Уставка по макс. внутренней температуре
#define UST_MIN_TEMP             16// Уставка по мин. внутренней температуре
#define UST_REMOTE_SIGNALING     128//Уставки по ТС

```

---

## TU\_MASK

```

typedef struct
{
    unsigned short no;           // маска no
    unsigned short and;         // маска and
    unsigned short or;          // маска or
    unsigned short TimeAfter;    //Время удержания ТУ в секундах (0 - бесконечное)
} TU_MASK;

```

---

## SENSORCONFIG

```

typedef struct
{
    unsigned int CrashMagazinMask;
    unsigned char CrashMagazinTCMask;
    unsigned char TCtime;
} SENSORCONFIG;

```

## TJPROF\_CONFIG

```
typedef struct {
    unsigned long    parmask;    //Маска параметров
    unsigned short   fsec;      //Тип интервала времени записи
    unsigned short   interval;  //Интервал времени между записями
    TUSTMASK         ustmask;    //Маска: связь уставки с остановом
    unsigned short   after_cnt; //Количество записей после останова
    unsigned short   run;       //1- запуск журнала, 0 - останов журнала
}TJprof_config;
```

//Маска параметров

| Код        | Наименование параметра   | Тип              |
|------------|--|------------------|
| 0x00000001 | Мгновенный ток по фазе А   | unsigned short   |
| 0x00000002 | Мгновенное напряжение по фазе А                                      | unsigned short   |
| 0x00000004 | Мгновенная активная мощность по фазе А                               | short            |
| 0x00000008 | Мгновенная реактивная мощность по фазе А                             | short            |
| 0x00000010 | Мгновенный ток по фазе В   | unsigned short   |
| 0x00000020 | Мгновенное напряжение по фазе В                                      | unsigned short   |
| 0x00000040 | Мгновенная активная мощность по фазе В                               | short            |
| 0x00000080 | Мгновенная реактивная мощность по фазе В                             | short            |
| 0x00000100 | Мгновенный ток по фазе С   | unsigned short   |
| 0x00000200 | Мгновенное напряжение по фазе С                                      | unsigned short   |
| 0x00000400 | Мгновенная активная мощность по фазе С                               | short            |
| 0x00000800 | Мгновенная реактивная мощность по фазе С                             | short            |
| 0x00001000 | Мгновенные значения линейного напряжения АВ                          | unsigned short   |
| 0x00002000 | Мгновенные значения линейного напряжения ВС                          | unsigned short   |
| 0x00004000 | Мгновенные значения линейного напряжения СА                          | unsigned short   |
| 0x00008000 | Мгновенные значения тока нулевой последовательности ( $3I_0$ )       | unsigned short   |
| 0x00010000 | Мгновенные значения напряжения нулевой последовательности ( $3U_0$ ) | unsigned short   |
| 0x00020000 | Частота  | unsigned short   |
| 0x00040000 | Мощность суммарная активная (мгновенная)                             | long             |
| 0x00080000 | Мощность суммарная реактивная (мгновенная)                           | long             |
| 0x00100000 | Состояние ТУ/ТС  | STATETU, STATETC |

/\*Для преобразования величин, приведенных в данной таблице, к реальным значениям с плавающей точкой используйте [правила перевода значений регистров в единицы физических величин](#)\*/

/\*Маска параметров определяет, какие данные будут записаны в журнал профилей. Порядок записи параметров определяется по возрастанию величины маски. Маска может иметь любую возможную комбинацию по логической операции "ИЛИ" из указанного набора констант.\*/

/\*Если fsec=0, интервал между записями будет отсчитываться в периодах измерения. Структура записи - [MAGAZINEPROF\\_PERIOD](#);

fsec=1, интервал между записями будет отсчитываться в секундах; в начало записи будет помещаться метка времени измерения. Структура записи - [MAGAZINEPROF\\_SEC](#).\*/

/\*interval - интервал времени между записями, который отсчитывается в зависимости от значения переменной fsec в периодах измерения или секундах. Производится усреднение данных на этом интервале\*/

/\*after\_cnt - количество записей в журнале, которое будет сделано после автоматического останова записи в журнал профилей\*/

/\*run - 1 запускает журнал, 0 останавливает журнал\*/

## TUSTMASK

```
typedef struct
{
    unsigned char    UST1      :1;    //Останов по уставке 1
```

```

unsigned char    UST2    :1;    //Останов по уставке 2
unsigned char    UST3    :1;    //Останов по уставке 3
unsigned char    UST4    :1;    //Останов по уставке 4
unsigned char    UST5    :1;    //Останов по уставке 5
unsigned char    UST6    :1;    //Останов по уставке 6
unsigned char    UST7    :1;    //Останов по уставке 7
unsigned char    UST8    :1;    //Останов по уставке 8
unsigned char    UST9    :1;    //Останов по уставке 9
unsigned char    UST10   :1;    //Останов по уставке 10
unsigned char    UST11   :1;    //Останов по уставке 11
unsigned char    UST12   :1;    //Останов по уставке 12
unsigned char    UST13   :1;    //Останов по уставке 13
unsigned char    UST14   :1;    //Останов по уставке 14
unsigned char    UST15   :1;    //Останов по уставке 15
unsigned char    UST16   :1;    //Останов по уставке 16
} TUSTMASK;
/*Останов происходит по срабатыванию уставки, если соответствующее ей битовое
поле равно единице.*/

```

---

## MAGAZINEPROF\_SEC

```

typedef struct
{
    CP56_time MeasureTime;    //Метка времени измерения
    unsigned char Not_used;    //не используется
    parameter1;    //Количество и тип параметров зависит от маски
    ...    //параметров структуры TJprof_config
    parameterN;
    TWRITEBREAK WriteBreak;    //Байт неполноты записи
    unsigned char CSum;    //Контрольная сумма
}MAGAZINEPROF_SEC;

```

---

## MAGAZINEPROF\_PERIOD

```

typedef struct
{
    parameter1;    //Количество и тип параметров зависит от маски
    ...    //параметров структуры TJprof_config
    parameterN;
    TWRITEBREAK WriteBreak;    //Байт неполноты записи
    unsigned char CSum;    //Контрольная сумма
}MAGAZINEPROF_PERIOD;

```

## TWRITEBREAK

```

typedef struct
{
    unsigned char b0:1; // не прошел заданный интервал между записями, считанная
                        // запись не полная
    unsigned char b1:1; // произошла установка или синхронизация времени ПИ
    unsigned char b2:1; // первая запись после включения питания
    unsigned char b3:1; // резерв
    unsigned char b4:1; // резерв
    unsigned char b5:1; // резерв
    unsigned char b6:1; // резерв
    unsigned char b7:1; // выполнилось условие останова
}TWRITEBREAK;

```

---

## MAGAZINEINTERCEPT

```

typedef struct _MAGAZINEINTERCEPT

```



```

{
CP56_time PowerOFF; //Время выключения в формате CP56
CP56_time PowerON; //Время включения в формате CP56
unsigned char CSum; //Контрольная сумма
unsigned char Reserved; //Не используется
}MAGAZINEINTERCEPT;
/*Контрольная сумма есть инвертированная сумма всех байт, кроме CSum, структуры
MAGAZINEINTERCEPT.*/

```

---

## MAGAZINECRASH

```

typedef struct _MAGAZINECRASH
{
unsigned char CrashReason; //Код события
CP56_time DetectionTime; //Время регистрации в формате CP56
STATETU StateTU; //Состояние выходов телеуправления
STATETC StateTC; //Состояние входов телесигнализации
unsigned short Value; //Величина аварийного параметра
unsigned short Freq; //Период сети
unsigned char CSum; //Контрольная сумма
unsigned char Reserved; //Не используется
}MAGAZINECRASH;

```

//Коды события (поля CrashReason)

| Код  | Наименование аварийной ситуации    |
|------|------------------------------------|
| 0x01 | Срабатывание уставки 1             |
| 0x02 | Срабатывание уставки 2             |
| ...  | ...                                |
| 0x10 | Срабатывание уставки 16            |
| 0x80 | Изменение состояния ТС             |
| 0x81 | Изменение состояния ТУ             |
| 0x82 | Одновременное срабатывание ТУ и ТС |
| 0x83 | Останов журнала профилей           |

/\*Контрольная сумма есть инвертированная сумма всех байтов (кроме CSum) структуры MAGAZINECRASH\*/

### STATETU

```

//Состояние ТУ
typedef struct _STATETU
{
unsigned char StateTU1 :1; //Состояние ТУ1 (1-выход ТУ активен, 0-нет)
unsigned char StateTU2 :1; //Состояние ТУ2
unsigned char StateTU3 :1; //Состояние ТУ3
unsigned char StateTU4 :1; //Состояние ТУ4
unsigned char FreeByte :4; //Свободные биты
}STATETU;

```

### STATETC

```

typedef struct _STATETC
{
unsigned char StateTC1 :1; //Состояние ТС1
unsigned char StateTC2 :1; //Состояние ТС2
unsigned char StateTC3 :1; //Состояние ТС3
unsigned char StateTC4 :1; //Состояние ТС4
unsigned char StateTC5 :1; //Состояние ТС5
unsigned char StateTC6 :1; //Состояние ТС6
unsigned char StateTC7 :1; //Состояние ТС7
unsigned char StateTC8 :1; //Состояние ТС8
}STATETC;

```

## ПРИЛОЖЕНИЕ А. СООБЩЕНИЯ ОБ ОШИБКАХ

Одна из четырех ситуаций может иметь место при запросе главного к подчиненному:

- Если подчиненное устройство приняло запрос без коммуникационных ошибок, и может нормально распознать запрос, оно возвращает нормальный ответ.
- Если подчиненное устройство не приняло запрос, ответ не возвращается. Главный ожидает ответа на запрос в течение определенного таймаута.
- Если подчиненный принял запрос, но обнаружил коммуникационную ошибку (паритет, ошибка контрольной суммы), то ответ не возвращается. Главный ожидает ответа на запрос в течение определенного таймаута.
- Если подчиненный принял запрос без коммуникационной ошибки, но не может выполнить затребованную функцию (например, чтение несуществующих выходов или регистров), подчиненный возвращает сообщение об ошибке и ее причинах.

Сообщение об ошибке имеет два поля, которые отличаются от полей нормального ответа:

**ПОЛЕ КОДА ФУНКЦИИ:** В нормальном ответе, подчиненный повторяет код функции содержащийся в поле кода функции запроса. Во всех кодах функций старший значащий бит установлен в 0. При возврате сообщения об ошибке подчиненный устанавливает этот бит в 1.

По установленному старшему биту в коде функции главный распознает сообщение об ошибке, и может проанализировать поле данных сообщения.

**ПОЛЕ ДАННЫХ:** В нормальном ответе, подчиненный может возвращать данные или статистику в поле данных (любую информацию, которая затребована в запросе). В сообщении об ошибке, подчиненный возвращает код ошибки в поле данных.

Ниже показан пример запроса главного и сообщения об ошибке подчиненного:

| Запрос               |     | Ответ          |     |
|----------------------|-----|----------------|-----|
| Поле                 | Hex | Поле           | Hex |
| Адрес                | 01  | Адрес          | 01  |
| Код функции          | 04  | Код ошибки     | 84  |
| Начальный адрес ст.  | 00  | Причина ошибки | 02  |
| Начальный адрес мл.  | 2E  | CRC ст.        | C2  |
| Кол-во регистров ст. | 00  | CRC мл.        | C1  |
| Кол-во регистров мл. | 01  |                |     |
| CRC ст.              | 51  |                |     |
| CRC мл.              | C3  |                |     |

В данном примере главный требует прочитать несуществующий регистр с адресом 0x002E. Подчиненный возвращает сообщение об ошибке с кодом ошибки (02). Этот код специфицирует несуществующий адрес данных в подчиненном.

Список кодов ошибок представлен ниже.

| Код | Название             | Описание   |
|-----|----------------------|--|
| 01  | ILLEGAL FUNCTION     | Принятый код функции не поддерживается на подчиненном.   |
| 02  | ILLEGAL DATA ADDRESS | Адрес данных указанный в запросе не доступен данному подчиненному.                                 |
| 03  | ILLEGAL DATA VALUE   | Величина, содержащаяся в поле данных запроса, является недопустимой величиной для подчиненного.    |
| 04  | SLAVE DEVICE FAILURE | Невосстанавливаемая ошибка имела место, пока подчиненный пытался выполнить затребованное действие. |

## ПРИЛОЖЕНИЕ В. ГЕНЕРАЦИЯ CRC

CRC это 16-ти разрядная величина, т.е. два байта. CRC вычисляется передающим устройством и добавляется к сообщению. Принимающее устройство также вычисляет CRC в процессе приема и сравнивает вычисленную величину с полем контрольной суммы пришедшего сообщения. Если суммы не совпали - то имеет место ошибка.

16-ти битовый регистр CRC предварительно загружается числом 0xFFFF. Процесс начинается с добавления байтов сообщения к текущему содержимому регистра. Для генерации CRC используются только 8 бит данных. Старт и стоп биты, бит паритета, если он используется, не учитываются в CRC.

В процессе генерации CRC, каждый 8-ми битовый символ складывается по ИСКЛЮЧАЮЩЕМУ ИЛИ с содержимым регистра. Результат сдвигается в направлении младшего бита, с заполнением 0 старшего бита. Младший бит извлекается и проверяется. Если младший бит равен 1, то содержимое регистра складывается с определенной ранее, фиксированной величиной, по ИСКЛЮЧАЮЩЕМУ ИЛИ. Если младший бит равен 0, то ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ не делается.

Этот процесс повторяется, пока не будет сделано 8 сдвигов. После последнего (восьмого) сдвига, следующий байт складывается с содержимым регистра и процесс повторяется снова. Финальное содержание регистра, после обработки всех байтов сообщения и есть контрольная сумма CRC. Алгоритм генерации CRC

1. 16-ти битовый регистр загружается числом 0xFFFF, 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.

### РАЗМЕЩЕНИЕ CRC В СООБЩЕНИИ

При передаче 16 бит контрольной суммы CRC в сообщении, сначала передается младший байт, затем старший. Например, если CRC имеет значение 0x1241:

| Адрес | Функция | Счетчик байт | Данные | Данные | Данные | Данные | CRC Мл. | CRC Ст. |
|-------|---------|--------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
|       |         |              |        |        |        |        | 41      | 12      |

### ПРИМЕР

Пример функции на языке C реализующей генерацию CRC приведен ниже. Все возможные величины CRC загружены в два массива. Один массив содержит все 256 возможных комбинаций CRC для старшего байта поля CRC, другой массив содержит данные для младшего байта. Индексация CRC в этом случае обеспечивает быстрое выполнение вычислений новой величины CRC для каждого нового байта из буфера сообщения.

```

const char auchCRCHi[256] = {
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
    0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
    0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
    0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81,
    0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
    0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,
    0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
    0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
    0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
    0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
    0x40};

```

```

const char auchCRCLo[256] = {
    0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06, 0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4,
    0x04, 0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD, 0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E, 0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09,
    0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A, 0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD,
    0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4, 0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3,
    0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6, 0xF7,
    0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4, 0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A,
    0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA, 0xEE,
    0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
    0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2,
    0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F,
    0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68, 0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB,
    0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E, 0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5,
    0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0, 0x50, 0x90, 0x91,
    0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92, 0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C,
    0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E, 0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99, 0x59, 0x58, 0x98, 0x88,
    0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,
    0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42, 0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80,
    0x40};

```

```

unsigned short CRC16MOD(puchMsg, usDataLen)
char *puchMsg; /* Указатель на буфер */
unsigned short usDataLen; /* Количество байтов в буфере */
{
    struct {
        char uchCRCHi; // здесь специально такой порядок байт,
        char uchCRCLo; // т.к. в MODBUS сначала передаётся младший байт CRC
    } uchCRC;
    unsigned uIndex;

    *(word*)&uchCRC=0xFFFF;
    while (usDataLen--)
    {
        uIndex = uchCRC.uchCRCHi^ *puchMsg++;
        uIndex&=0x00FF;
        uchCRC.uchCRCHi = uchCRC.uchCRCLo^auchCRCHi[uIndex];
        uchCRC.uchCRCLo = auchCRCLo[uIndex];
    }
    return *(word*)&uchCRC;
}

```