

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>

25 сентября 2013 г.

Оглавление

Общие принципы передачи данных в протоколе Modbus RTU	4
Цикл запрос – ответ.....	4
Содержание сообщения MODBUS	4
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
Функции контроля и обработки данных ПЦ6806-03М	7
01h Чтение выходов ТУ.....	7
02h Чтение входов ТС	8
03h Чтение фиксированных регистров	9
04h Чтение регистров.....	9
05h Установка единичного выхода ТУ.....	10
06h Запись в единичный регистр.....	11
07h Чтение регистра статуса	13
08h Чтение регистров диагностики	13
0Fh Установка нескольких выходов ТУ	15
10h Запись нескольких регистров	16
Изменение паролей.....	17
Запись уставок.....	17
Очистка счётчиков энергии, счётчиков ТС и журналов	17
14h Чтение записей журналов	17
Чтение журналов из области регистров	18
2Bh/0Eh (43/14) Чтение идентификации устройства.....	19
Регистры ПЦ6806-03М	19
Примеры и интерпретация	27
типы данных.....	28
cp56_time	28
SENSORSEASON	28
SENSORSTATE.....	29
Sns_TYPE	29
UST_CONFIG	29
TU_MASK.....	30
SENSORCONFIG	30
TJprof_config.....	30
MAGAZINEPROF_SEC	30

MAGAZINEPROF_PERIOD	32
MAGAZINEINTERCEPT	32
MAGAZINECRASH	32
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Сообщения об ошибках	34
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Генерация CRC	35
РАЗМЕЩЕНИЕ CRC В СООБЩЕНИИ	35
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 UST_CONFIG
0x1040 – 0x104F	конфигурация ТУ	структура TU_MASK
0x1100 – 0x1101	конфигурация устройства	структура SENSORCONFIG
0x7FD0 – 0x7FD1	пароль на уставки	0x00000000 – 0xFFFFFFFF
0x7FD2 – 0x7FD3	пароль на счётчики и журналы	0x00000000 – 0xFFFFFFFF
0x7FE0	установка ТУ	0x0000 – 0x000F ¹
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 ²	0x0000 (адрес) 0x0001 (скорость) 0x0002 (уставка) 0x0003 (пароль) 0x0004 (протокол) 0x0005 (очистка счётчиков и журналов)
0x8011	установка адреса устройства	0x0001 – 0x00F7
0x8012	установка скорости текущего канала	0x0001 (19200 бит/с) 0x0002 (9600 бит/с) 0x0003 (4800 бит/с) 0x0004 (2400 бит/с) 0x0005 (1200 бит/с) 0x0011 (38400 бит/с) 0x0012 (57600 бит/с) 0x0013 (115200 бит/с)
0x8013	установка протокола интерфейса текущего канала ³	0x0001 (FT3) 0x0002 (Modbus RTU)
0x801F	синхронизация времени ⁵	0x000F
0x8020–0x8023	установка времени	структура CP56
0x8024	сброс счётчиков энергии ⁴	0x000F
0x8025	сброс счётчиков ТС ⁴	0x000F
0x8026	очистка журнала ⁴	номер журнала
0x8027–0x8029	установка дат смены сезонов	структура SENSORSEASON

¹Запись 1 в соответствующий бит регистра включает ТУ, запись 0 - выключает.

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

³Выполняется с нажатой кнопкой .

⁴См. «Очистка счётчиков энергии, счётчиков ТС и журналов».

⁵Команда 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 широковещательных 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 широковещательно, 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 счетчик запросов, адресованных устройству и широковещательных 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 счетчик 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 счетчик 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 счетчик ответов «занят»

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

18 Возвращает счетчик 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 широковещательной 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

Продолжение примера

Запрос	Ответ	Запрос	Ответ
Hex	Поле	Hex	Поле
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	"8"	
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 (U1a) 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/ Запись
Отображаемые регистры в соответствии с картой регистров	0x0000	+/-
	...	+/-
	0x00FF	+/-
Карта регистров	0x0100	+/+
	...	+/+
	0x01FF	+/+
Мгновенное действующее значение напряжения фазы А (Ua)	0x0200	+/-
Мгновенное действующее значение напряжения фазы В (Ub)	0x0201	+/-
Мгновенное действующее значение напряжения фазы С (Uc)	0x0202	+/-
Мгновенное действующее значение тока фазы А (Ia)	0x0203	+/-
Мгновенное действующее значение тока фазы В (Ib)	0x0204	+/-
Мгновенное действующее значение тока фазы С (Ic)	0x0205	+/-
Мгновенная активная мощность трехфазной системы (P_) - младшее слово	0x0206	+/-
Мгновенная активная мощность трехфазной системы (P_) - старшее слово	0x0207	+/-
Мгновенная активная мощность фазы А (Pa)	0x0208	+/-
Мгновенная активная мощность фазы В (Pb)	0x0209	+/-
Мгновенная активная мощность фазы С (Pc)	0x020A	+/-
Мгновенная реактивная мощность трехфазной системы (Q_) - мл. слово	0x020B	+/-
Мгновенная реактивная мощность трехфазной системы (Q_) - ст. слово	0x020C	+/-
Мгновенная реактивная мощность фазы А (Qa)	0x020D	+/-
Мгновенная реактивная мощность фазы В (Qb)	0x020E	+/-
Мгновенная реактивная мощность фазы С (Qc)	0x020F	+/-
Мгновенная полная мощность трехфазной системы (S_) - младшее слово	0x0210	+/-
Мгновенная полная мощность трехфазной системы (S_) - старшее слово	0x0211	+/-
Мгновенная полная мощность фазы А (Sa)	0x0212	+/-
Мгновенная полная мощность фазы В (Sb)	0x0213	+/-
Мгновенная полная мощность фазы С (Sc)	0x0214	+/-
Мгновенное действующее значение межфазного напряжения (Uab)	0x0215	+/-
Мгновенное действующее значение межфазного напряжения (Ubc)	0x0216	+/-

Имя регистра	Адрес	Чтение/ Запись
Мгновенное действующее значение межфазного напряжения (U_{ac})	0x0217	+/-
Мгновенное действующее напряжение нулевой последовательности ($3U_0$)	0x0218	+/-
Мгновенное действующее значение тока нулевой последовательности ($3I_0$)	0x0219	+/-
Мгновенное среднее значение напряжения (U)	0x021A	+/-
Мгновенное среднее значение тока (I)	0x021B	+/-
Интегрированное действующее значение напряжения фазы А (U_{ra})	0x021C	+/-
Интегрированное действующее значение напряжения фазы В (U_{rb})	0x021D	+/-
Интегрированное действующее значение напряжения фазы С (U_{rc})	0x021E	+/-
Интегрированное действующее значение тока фазы А (I_{ra})	0x021F	+/-
Интегрированное действующее значение тока фазы В (I_{rb})	0x0220	+/-
Интегрированное действующее значение тока фазы С (I_{rc})	0x0221	+/-
Интегрированная активная мощность трехфазной системы ($Pr_{_}$) – мл. слово	0x0222	+/-
Интегрированная активная мощность трехфазной системы ($Pr_{_}$) – ст. слово	0x0223	+/-
Интегрированная активная мощность фазы А (Pr_a)	0x0224	+/-
Интегрированная активная мощность фазы В (Pr_b)	0x0225	+/-
Интегрированная активная мощность фазы С (Pr_c)	0x0226	+/-
Интегрированная реактивная мощность трехфазной системы ($Qr_{_}$) - мл. слово	0x0227	+/-
Интегрированная реактивная мощность трехфазной системы ($Qr_{_}$) - ст. слово	0x0228	+/-
Интегрированная реактивная мощность фазы А (Qr_a)	0x0229	+/-
Интегрированная реактивная мощность фазы В (Qr_b)	0x022A	+/-
Интегрированная реактивная мощность фазы С (Qr_c)	0x022B	+/-
Интегрированная полная мощность трехфазной системы ($Sr_{_}$) – мл. слово	0x022C	+/-
Интегрированная полная мощность трехфазной системы ($Sr_{_}$) – ст. слово	0x022D	+/-
Интегрированная полная мощность фазы А (Sr_a)	0x022E	+/-
Интегрированная полная мощность фазы В (Sr_b)	0x022F	+/-
Интегрированная полная мощность фазы С (Sr_c)	0x0230	+/-
Интегрированное действующее значение межфазного напряжения (U_{rab})	0x0231	+/-
Интегрированное действующее значение межфазного напряжения (U_{rbc})	0x0232	+/-
Интегрированное действующее значение межфазного напряжения (U_{rac})	0x0233	+/-
Интегрированное действующее напряжение нулевой последовательности ($3U_{r0}$)	0x0234	+/-
Интегрированное действующее значение тока нулевой последовательности ($3I_{r0}$)	0x0235	+/-
Интегрированное среднее значение напряжения (U_r)	0x0236	+/-
Интегрированное среднее значение тока (I_r)	0x0237	+/-
Частота напряжения фазы А (F)	0x0238	+/-
Температура в корпусе	0x0239	+/-
Энергия активная потреблённая (E_r+) - мл. слово	0x023A	+/-
Энергия активная потреблённая (E_r+) - ст. слово	0x023B	+/-
Энергия активная возвращённая (E_r-) - мл. слово	0x023C	+/-
Энергия активная возвращённая (E_r-) - ст. слово	0x023D	+/-
Энергия реактивная потреблённая (E_rL) - мл. слово	0x023E	+/-
Энергия реактивная потреблённая (E_rL) - ст. слово	0x023F	+/-
Энергия реактивная возвращённая (E_rC) - мл. слово	0x0240	+/-
Энергия реактивная возвращённая (E_rC) - ст. слово	0x0241	+/-
Счётчик TC1, мл. слово	0x0242	+/-
Счётчик TC1, ст. слово	0x0243	+/-
Счётчик TC2, мл. слово	0x0244	+/-

Имя регистра	Адрес	Чтение/ Запись
Счётчик TC2, 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, SENSORSEASON	0x024D	+/-
	0x024E	+/-
	0x024F	+/-
Состояние входов телесигнализации ТС	0x0250	+/-
Состояние выходов телеуправления ТУ	0x0251	+/-
Точные измерения		
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	+/-
	0x0319	+/-
Мгновенная реактивная мощность фазы С (Qc4)	0x031A	+/-
	0x031B	+/-
Мгновенная полная мощность фазы С (Sc4)	0x031C	+/-
	0x031D	+/-
Мгновенное действующее значение межфазного напряжения (Uab4)	0x031E	+/-
	0x031F	+/-

Имя регистра	Адрес	Чтение/ Запись
Мгновенное действующее значение межфазного напряжения (U_{bc4})	0x0320	+/-
	0x0321	+/-
Мгновенное действующее значение межфазного напряжения (U_{ca4})	0x0322	+/-
	0x0323	+/-
Мгновенное действующее значение тока нулевой последовательности ($3I_{04}$)	0x0324	+/-
	0x0325	+/-
Мгновенное действующее напряжение нулевой последовательности ($3U_{04}$)	0x0326	+/-
	0x0327	+/-
Интегрированное действующее значение тока фазы A (I_{a4r})	0x0328	+/-
	0x0329	+/-
Интегрированное действующее значение напряжения фазы A (U_{a4r})	0x032A	+/-
	0x032B	+/-
Интегрированная активная мощность фазы A (P_{a4r})	0x032C	+/-
	0x032D	+/-
Интегрированная реактивная мощность фазы A (Q_{a4r})	0x032E	+/-
	0x032F	+/-
Интегрированная полная мощность фазы A (S_{a4r})	0x0330	+/-
	0x0331	+/-
Интегрированное действующее значение тока фазы B (I_{b4r})	0x0332	+/-
	0x0333	+/-
Интегрированное действующее значение напряжения фазы B (U_{b4r})	0x0334	+/-
	0x0335	+/-
Интегрированная активная мощность фазы B (P_{b4r})	0x0336	+/-
	0x0337	+/-
Интегрированная реактивная мощность фазы B (Q_{b4r})	0x0338	+/-
	0x0339	+/-
Интегрированная полная мощность фазы B (S_{b4r})	0x033A	+/-
	0x033B	+/-
Интегрированное действующее значение тока фазы C (I_{c4r})	0x032C	+/-
	0x033D	+/-
Интегрированное действующее значение напряжения фазы C (U_{c4r})	0x033E	+/-
	0x033F	+/-
Интегрированная активная мощность фазы C (P_{c4r})	0x0340	+/-
	0x0341	+/-
Интегрированная реактивная мощность фазы C (Q_{c4r})	0x0342	+/-
	0x0343	+/-
Интегрированная полная мощность фазы C (S_{c4r})	0x0344	+/-
	0x0345	+/-
Интегрированное действующее значение межфазного напряжения (U_{ab4r})	0x0346	+/-
	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	+/-

Имя регистра	Адрес	Чтение/ Запись
	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	+/-
Конфигурация уставок		
Конфигурация уставки 1 (структура UST_CONFIG)	0x1000	++
	0x1001	++
	0x1002	++
	0x1003	++
Конфигурация уставки 2 (структура UST_CONFIG)	0x1004	++
	0x1005	++
	0x1006	++
	0x1007	++
Конфигурация уставки 3 (структура UST_CONFIG)	0x1008	++
	0x1009	++
	0x100A	++
	0x100B	++
Конфигурация уставки 4 (структура UST_CONFIG)	0x100C	++
	0x100D	++
	0x100E	++
	0x100F	++
Конфигурация уставки 5 (структура UST_CONFIG)	0x1010	++
	0x1011	++
	0x1012	++
	0x1013	++
Конфигурация уставки 6 (структура UST_CONFIG)	0x1014	++
	0x1015	++
	0x1016	++
	0x1017	++
Конфигурация уставки 7 (структура UST_CONFIG)	0x1018	++
	0x1019	++
	0x101A	++
	0x101B	++
Конфигурация уставки 8 (структура UST_CONFIG)	0x101C	++
	0x101D	++
	0x101E	++

Имя регистра	Адрес	Чтение/ Запись
	0x101F	+/+
Конфигурация уставки 9 (структура UST_CONFIG)	0x1020	+/+
	0x1021	+/+
	0x1022	+/+
	0x1023	+/+
Конфигурация уставки 10 (структура UST_CONFIG)	0x1024	+/+
	0x1025	+/+
	0x1026	+/+
	0x1026	+/+
Конфигурация уставки 11 (структура UST_CONFIG)	0x1028	+/+
	0x1029	+/+
	0x102A	+/+
	0x102B	+/+
Конфигурация уставки 12 (структура UST_CONFIG)	0x102C	+/+
	0x102D	+/+
	0x102E	+/+
	0x102F	+/+
Конфигурация уставки 13 (структура UST_CONFIG)	0x1030	+/+
	0x1031	+/+
	0x1032	+/+
	0x1033	+/+
Конфигурация уставки 14 (структура UST_CONFIG)	0x1034	+/+
	0x1035	+/+
	0x1036	+/+
	0x1037	+/+
Конфигурация уставки 15 (структура UST_CONFIG)	0x1038	+/+
	0x1039	+/+
	0x103A	+/+
	0x103B	+/+
Конфигурация уставки 16 (структура UST_CONFIG)	0x103C	+/+
	0x103D	+/+
	0x103E	+/+
	0x103F	+/+
логика вкл-выкл ТУ1 (структура TU_MASK)	0x1040	+/+
	0x1041	+/+
	0x1042	+/+
	0x1043	+/+
логика вкл-выкл ТУ2 (структура TU_MASK)	0x1044	+/+
	0x1045	+/+
	0x1046	+/+
	0x1047	+/+
логика вкл-выкл ТУ3 (структура TU_MASK)	0x1048	+/+
	0x1049	+/+
	0x104A	+/+

Имя регистра	Адрес	Чтение/ Запись
	0x104B	+/+
логика вкл-выкл ТУ4 (структура TU_MASK)	0x104C	+/+
	0x104D	+/+
	0x104E	+/+
	0x104F	+/+
логика вкл-выкл ТУ5 ¹	0x1050	+/+
	0x1051	+/+
	0x1052	+/+
	0x1053	+/+
логика вкл-выкл ТУ6 ¹	0x1054	+/+
	0x1055	+/+
	0x1056	+/+
	0x1057	+/+
логика вкл-выкл ТУ7 ¹	0x1058	+/+
	0x1059	+/+
	0x105A	+/+
	0x105B	+/+
логика вкл-выкл ТУ8 ¹	0x105C	+/+
	0x105D	+/+
	0x105E	+/+
	0x105F	+/+
Конфигурация устройства		
структура SENSORCONFIG	0x1100	+/+
	0x1101	+/+
Конфигурация журнала профилей (структура TJprof_config)	0x1102	+/+
	0x1103	+/+
	0x1104	+/+
	0x1105	+/+
	0x1106	+/+
	0x1107	+/+
	0x1108	+/+
Информация об устройстве (структура Sns_TYPE)		
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	+/-
Контрольная сумма метрологически значимой части ПО, мл. слово	0x2007	+/-
Контрольная сумма метрологически значимой части ПО, ст. слово	0x2008	+/-
Пароли на настройки		
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	-/+

Имя регистра	Адрес	Чтение/ Запись
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 ¹	0x7FE6	-/+
Время удержания ТУ6, с ¹	0x7FE7	-/+
Время удержания ТУ7, с ¹	0x7FE8	-/+
Время удержания ТУ8, с ¹	0x7FE9	-/+
Защёлка для фиксации данных		
Сброс регистра состояния	0x8001	-/+
Сброс регистра-защёлки ТУ	0x8002	-/+
Разрешение установки параметра	0x8010	-/+
Адрес устройства	0x8011	+/+
Скорость интерфейса	0x8012	+/+
Протокол связи канала	0x8013	+/+
Синхронизация времени	0x801F	-/+
Установка времени	0x8020– 0x8023	-/+
Сброс счётчиков энергии	0x8024	-/+
Сброс счётчиков ТС	0x8025	-/+
Очистка журнала	0x8026	-/+
Метки смены сезонов (структура SENSORSEASON)	0x8027	-/+
	0x8028	-/+
	0x8029	-/+
Окно чтения журналов		
Номер журнала	0xA000	+/+
Индекс начальной записи журнала в окне	0xA001	+/+
Содержимое журнала	0xA002	+/-
.....	0xA002	+/-
	+/-
	0xA07F	+/-

¹В 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

Физическая величина	тип данных регистра	формула перевода
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
Коэффициент 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; // Переход на лето
    unsigned char SummerDay;   // Месяц 1-12
    unsigned char SummerHour;  // Воскресенье месяца
    unsigned char SummerHour;  // Час 1...24

    unsigned char WinterMonth; // Переход на зиму
    unsigned char WinterDay;   // 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. Идексация 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, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    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, 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};

```

```

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, 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;
}

```