Реализация протокола Modbus

в счетчиках газа «Принц», «Принц-М», «ТАКТ»

Версия 1.9

27 ноября 2020

Содержание

1.	О документе …….	3
2.	Интерфейс ……	3
3.	Адреса счетчиков по протоколу Modbus …….	3
4.	Функции ……..	3
5.	Модель данных …….....	3
6.	Адресация ……	4
7.	Регистры параметров счетчика …….	4
8.	Регистры архива объемов (месячный архив) …….....	6
9.	Регистры журнала событий ….....	10
10.	Регистры посуточных отчетов …….....	11
11.	Регистры почасовых отчетов .....……	12
12.	Исключительные ситуации ……	14

1. О документе.

Документ описывает реализацию протокола Modbus в счетчиках газа «Принц», «Принц-М», «ТАКТ». Содержится информация необходимая для программистов при подключении счетчиков к SCADA системам или при создании распределенных систем автоматики.

2. Интерфейс

Счетчик поддерживает протокол верхнего уровня Modbus с форматом пакета RTU в полном соответствии с документом <Modbus over Serial Line Specification & Implementation guide V1.0>. Число регистров в одном запросе не более 13-ти.

Обмен со счетчиками газа «Принц», «Принц-М» возможен только через инфракрасный (далее ИК) интерфейс. Счетчик газа «ТАКТ», расходомер «Поток» и индикатор расхода ИР-XX дополнительно поддерживают обмен через встроенный интерфейс RS485.

Характеристики ИК интерфейса:

- скорость передачи …… 9600, 19200 бит/с;
- число бит данных на символ …… 8;
- бит четности …….. нет, есть;
- стоповые биты …….. 1.

Режим работы ИК интерфейса (значение регистра 00h для функции 03h или 10h)	Скорость передачи, бит/с	Бит четности
00h	Служебный протокол HWTree	
01h	9600	Нет
02h	9600	Есть
03h	19200	Нет
04h	19200	Есть

Характеристики RS485 интерфейса:

- скорость передачи …… 1200..115200 бит/с;
- число бит данных на символ …… 8;
- бит четности …….. нет, есть;
- стоповые биты …….. 1.

Режим работы Интерфейса RS485 (значение регистра 84h для функции 03h или 10h)	Скорость передачи, бит/с	Бит четности
00h	Служебный протокол HWTree	
01h	9600	Нет
02h	9600	Есть
03h	19200	Нет
04h	19200	Есть
0101h	1200	Нет
0201h	2400	Нет
0301h	4800	Нет
0401h	9600	Нет
0501h	19200	Нет

0601h	38400	Нет
0701h	57600	Нет
0801h	115200	Нет

Установка старшего бита регистра 0x84 переводит интерфейс RS485 в режим специального протокола расходомера «Поток».

Режим работы интерфейса (значение регистра 84h для функции 03h или 10h)	Скорость передачи, бит/с	Бит четности
8101h	1200	Нет
8201h	2400	Нет
8301h	4800	Нет
8401h	9600	Нет
8501h	19200	Нет
8601h	38400	Нет
8701h	57600	Нет
8801h	115200	Нет

3. Адреса счетчиков при работе по последовательному интерфейсу

Счетчик поддерживает команды Modbus в полном соответствии с синтаксисом запроса и ответа определенным в документе <Modbus Application Protocol Specification v1.1a>.
Поддерживаются как широковещательные запросы (адрес счетчика 00h) на запись, так и запросы к конкретным счетчикам по их адресам. Адрес счетчика может быть от 01h до F7h. Диапазон адресов F8h-FFh зарезервирован в стандарте Modbus.
По умолчанию адрес счетчика в режиме Modbus равен 01h.
Номер регистра адреса счетчика ИК интерфейса в режиме Modbus равен 01h.
Номер регистра адреса счетчика интерфейса RS485 равен 85h.

4. Функции

Счетчик поддерживает следующие функции:

03h Чтение регистров (Read Holding Registers)
04h Чтение входных регистров (Read Input Register)
10h Запись нескольких регистров (Write Multiple Registers)

5. Модель данных

Данные	Доступ	Описание
Input Register	Только чтение	Предназначен для чтения входов
Holding Register	Чтение и запись	Предназначен для чтения записи переменных

6. Адресация

В таблицах ниже приведены назначение и номера регистров счетчика.

7. Регистры параметров счетчика.

7.1 Регистры для функции 04 (04h) Read Input Registers

Назначение регистра	Тип данных	Кол-во регистров	Номер регистра (16-чный)	Примеч.
Приведенный к условиям по ГОСТ 2939-63 объем, нарастающим итогом, целая часть в $м^3$	Long	2	00h	
Приведенный к условиям по ГОСТ 2939-63 объем, нарастающим итогом, дробная часть в $мм^3$	Long	2	02h	
Общее время работы (наработка) в сек	Long	2	04h	
Время нахождения в неисправности (сек)	Long	2	06h	
Время работы (наработка) после поверки в сек	Long	2	08h	
Астрономическое время счетчика, сек	Byte	1	0Ah	
Астрономическое время счетчика, мин	Byte	1	0Bh	
Астрономическое время счетчика, час	Byte	1	0Ch	
Астрономическая дата счетчика, день	Byte	1	0Dh	
Астрономическая дата счетчика, месяц	Byte	1	0Eh	
Астрономическая дата счетчика, год	Word	1	0Fh	
Остаточный срок службы батареи, мес	Word	1	010h	
Коэффициент приведения объема к условиям по ГОСТ 2939-63	Long	2	011h	1
Температура газа, измеренная счетчиком, °С	Short	1	013h	2
Рабочий объем, нарастающим итогом, целая часть в $м^3$	Long	2	014h	
Рабочий объем, нарастающим итогом, дробная часть в $мм^3$	Long	2	016h	
Рабочий расход, мл/ч	Long	2	018h	
Типоразмер счетчика: 0 – типоразмер G1,6 1 - типоразмер G2,5 2 - типоразмер G4 3 - типоразмер G6 4 - типоразмер G10 5 - типоразмер G16 6 - типоразмер G25 7 - типоразмер G40	Byte	1	01Ah	
Всемирное координированное время счетчика, сек	Byte	1	01Ch	
Всемирное координированное время счетчика, мин	Byte	1	01Dh	
Всемирное координированное время счетчика, час	Byte	1	01Eh	
Всемирное координированное время счетчика,	Byte	1	01Fh	

Назначение регистра	Тип данных	Кол-во регистров	Номер регистра (16-чный)	Примеч.
день				
Всемирное координированное время счетчика, месяц	Byte	1	020h	
Всемирное координированное время счетчика, год	Word	1	021h	
Напряжение батареи, мВ	Long	1	024h	
Регион: 0 – не установлено, 1 – RUS, 2 – UZ, 3..254 - зарезервировано 255, 65535 – не установлено	Byte	1	027h	3
Расход приведенный к стандартным условиям, мл/ч	Long	2	028h	3
Коэффициент сжимаемости	Word	1	02Ah	4
Коэффициент сжимаемости при стандартных условиях	Word	1	02Bh	4
Скорость звука (рассчитанная по параметрам газа), дм/сек	Word	1	02Ch	4
Скорость звука (измеренная), дм/сек	Word	1	02Dh	4
Счетчик измерений	Byte	1	030h	5,6
Маска неисправностей при измерении расхода Бит 0 – низкий уровень ультразвукового сигнала (сильное загрязнение тракта) Бит 8 – не удалось измерить расход	Word	1	031h	5
Рабочий расход, мл/ч	Long	2	032h	5
Уровень ультразвукового сигнала в %	Byte	1	034h	5

Примечания:

1 Значение коэффициента передается умноженным на 1000 (например, если коэффициент равен 0,935, то передается 935).

2 Значение температуры передается умноженным на 10 (например, если температура равна 21,4 °С, то передается 214).

Значения более 8000 коды ошибок:

8002h – обрыв датчика температуры,
800Ch – температуры ниже -45град,
800Dh – температуры выше +85град.

3 Поддерживается счетчиками, начиная с версии 109.

4 Поддерживается счетчиками со встроенным датчиком давления.

5 Поддерживается индикаторами расхода ИР-ХХ и расходомерами «Поток».

6 Счетчик измерений увеличивается на 1 при каждом обновлении значения расхода (счетчик считает до 255, затем сбрасывается в 0).

7.2 Регистры для функций 03 (03h) Read Holding Registers, 16 (10h) Write Multiple Registers.

Назначение регистра	Тип данных	Кол-во регистров	Номер регистра (16-чный)	Примеч.
Адрес счетчика в сети Modbus	Short	1	01h	
Серийный номер счетчика	Dword	2	02h	1 (R)
Предустановленное значение давления газа (абсолютное), Па	Long	2	08h	2 (P)
Предустановленное значение коэффициента сжимаемости газа	Short	1	0Ah	3, 2 (P)
Начало газового дня (по всемирному времени), час	Byte	1	01Bh	4, 2 (P)
Начало газового дня (по всемирному времени), мин	Byte	1	01Ch	2 (P)
Набор атрибутов, устанавливаемых и проверяемых эксплуатирующей организацией Бит 0 – (1 - физическое лицо, 0 - юридическое лицо) Биты 1-15 (резерв, читаются 1)	Word	1	077h	2 (P)
Год даты часового отчета	Word	1	079h	
Месяц/день часового отчета	Word	1	07Ah	
Регистр коррекции часов (в секундах)	Word	1	07Bh	5
Плотность газа, г/м3	Word	1	07Ch	6(P)
Молярная доля азота	Word	1	07Dh	6,7(P)
Молярная доля CO2	Word	1	07Eh	6,7(P)
Режим работы RS485 интерфейса счетчика 0 – HWTree 1…4 – Modbus	Short	1	084h	8
Адрес счетчика в сети Modbus (интерфейс RS485)	Short	1	085h	8
Период усреднения расхода	Short	1	086h	9

Примечания:

(R) – только для чтения командой 03 (03h)

(P) – запись защищена паролем

1 Запись невозможна, код ошибки 0Ah (действие не может быть выполнено счетчиком).

2 Запись защищена паролем.

3 Значение коэффициента сжимаемости представлено целом числом, полученным умножением фактического значения коэффициента на 10000.

Пример: Фактическое значение коэффициента равно 0,9853. В регистр с номером 0Ah надо записать число 9853 (десятичное).

4 Начало газового дня по всемирному времени.

5 Поддерживается счетчиками, начиная с версии 102.

Однократная коррекция не более +/-50 секунд. При попытке многократной записи в регистр суммарное значение ограничено значением 75 секунд в сутки.

6 Поддерживается счетчиками со встроенным датчиком давления.

7 Значение молярной доли представлено целом числом, полученным умножением фактического значения коэффициента на 1000.

Пример: Фактическое значение коэффициента равно 0,012 (1.2%). В регистр необходимо записать число 12 (десятичное).

8 Поддерживается счетчиками, начиная с версии 117.
Только для счетчиков оборудованных встроенным интерфейсом RS485

9 Поддерживается индикаторами расхода ИР-ХХ и расходомерами «Поток». Значение периода усреднения расхода представлено числом, полученным умножением фактического значения коэффициента на 10.

8. Регистры архива объемов (месячный архив)

8.1 Регистры архива объемов для функции 04 (04h) Read Input Registers.
Одна запись архива объемов включает 15 регистров.

Номера регистров записей для чтения архива объемов.

Номер записи	Номер первого регистра записи (16-чный)	Номер последнего регистра записи (16-чный)
1 (самая последняя)	0064h	0072h
2 (предпоследняя)	0073h	0081h
3	0082h	0090h
4	0091h	009Fh
5	00A0h	00AEh
6	00AFh	00BDh
7	00BEh	00CCh
8	00CDh	00DBh
9	00DCh	00EAh
10	00EBh	00F9h
11	00FAh	0108h
12	0109h	0117h
13 (самая ранняя)	0118h	0126h

8.2 Структура архивной записи объемов.

Номера регистров одной архивной записи объемов.

Назначение регистра	Тип данных	Размер (байт)	Кол-во регистров	Смещение номера регистра внутри записи (16-чное)
Год архивирования	Word	2	1	00h
Месяц архивирования	Word	2	1	01h
Дата архивирования	Word	2	1	02h
Час архивирования	Word	2	1	03h
Минута архивирования	Word	2	1	04h
Приведенный к условиям по ГОСТ 2939-63 объем, нарастающим итогом, дробная часть в $мм^3$	Long	4	2	05h
Приведенный к условиям по ГОСТ 2939-63 объем, нарастающим итогом, целая часть в $м^3$	Long	4	2	07h
Общее время работы (наработка), сек	Long	4	2	09h
Время нахождения в неисправности, сек	Long	4	2	0Bh
Время работы (наработка) после поверки, сек	Long	4	2	0Dh

8.3 Так как архивная запись включает 15 регистров, то для нее потребуется не менее 2-х запросов.

В примере ниже для чтения содержимого предпоследней записи архива используется 3 запроса. В первом запросе читается дата и время архивирования. Во втором запросе читается значение объема на момент архивирования, в третьем время работы на момент архивирования.

8.3.1 Первый запрос содержит номер начального регистра 073h и количество регистров 5. В ответе на запрос содержится дата и время архивирования 01 июня 2014 г, 00 час 00 мин.

8.3.1.1. Запрос.

Имя поля	Значение
Адрес счетчика	01h
Функция	04h
Номер регистра, ст. байт	00h
Номер регистра, мл. байт	73h
Кол-во регистров, ст. байт	00h
Кол-во регистров, мл. байт	05h
Контрольная сумма, ст. байт	C1h
Контрольная сумма, мл. байт	D2h

8.3.1.2 Ответ

Имя поля	Значение
Адрес счетчика	01h
Функция	04h
Кол-во передаваемых байт	0Ah
Год архивирования, ст. байт	07h
Год архивирования, мл. байт	DEh
Месяц архивирования, ст. байт	00h
Месяц архивирования, мл. байт	06h
Дата архивирования, ст. байт	00h
Дата архивирования, мл. байт	01h
Час архивирования, ст. байт	00h
Час архивирования, мл. байт	00h
Минута архивирования, ст. байт	00h
Минута архивирования, мл. байт	00h
Контрольная сумма, ст. байт	EAh
Контрольная сумма, мл. байт	C2h

8.3.2 Второй запрос содержит номер начального регистра 078h (073h + 05h) и количество регистров 4. В ответе на запрос содержится значение объема на момент архивирования, равное 14,537 $м^3$.

8.3.2.1. Запрос.

Имя поля	Значение
Адрес счетчика	01h
Функция	04h
Номер регистра, ст. байт	00h
Номер регистра, мл. байт	78h
Кол-во регистров, ст. байт	00h
Кол-во регистров, мл. байт	04h
Контрольная сумма, ст. байт	71h
Контрольная сумма, мл. байт	D0h

8.3.2.2 Ответ

Имя поля	Значение
Адрес счетчика	01h
Функция	04h
Кол-во передаваемых байт	08h
Объем, дробная часть, мл.сл.,ст.б.	F8h
Объем, дробная часть, мл.сл.,мл.б.	40h
Объем, дробная часть, ст.сл.,ст.б.	20h
Объем, дробная часть, ст.сл.,мл.б.	01h
Объем, целая часть, мл.сл.,ст.б.	00h
Объем, целая часть, мл.сл.,мл.б.	0Eh
Объем, целая часть, ст.сл.,ст.б.	00h
Объем, целая часть, ст.сл.,мл.б.	00h
Контрольная сумма, ст. байт	30h
Контрольная сумма, мл. байт	48h

8.3.3 Третий запрос содержит номер начального регистра 07Ch (073h + 09h) и количество регистров 6. В ответе на запрос содержится:
- значение общего времени работы на момент архивирования, равное 84656 с.
- значение времени нахождения счетчика в состоянии неисправности на момент архивирования, равное 45 с.
- значение времени работы после поверки на момент архивирования, равное 84655 с.

8.3.3.1. Запрос.

Имя поля	Значение
Адрес счетчика	01h
Функция	04h
Номер регистра, ст. байт	00h
Номер регистра, мл. байт	7Ch
Кол-во регистров, ст. байт	00h
Кол-во регистров, мл. байт	06h
Контрольная сумма, ст. байт	B1h
Контрольная сумма, мл. байт	D0h

8.3.3.2 Ответ

Имя поля	Значение
Адрес счетчика	01h
Функция	04h
Кол-во передаваемых байт	0Ch
Общее время работы, мл.сл.,ст.б.	4Ah
Общее время работы, мл.сл.,мл.б.	B0h
Общее время работы, ст.сл.,ст.б.	00h
Общее время работы, ст.сл.,мл.б.	01h
Время в неисправности, мл.сл.,ст.б.	00h
Время в неисправности, мл.сл.,мл.б.	2Dh
Время в неисправности, ст.сл.,ст.б.	00h
Время в неисправности, ст.сл.,мл.б.	00h
Время после поверки, мл.сл.,ст.б.	4Ah
Время после поверки, мл.сл.,мл.б.	AFh
Время после поверки, ст.сл.,ст.б.	00h
Время после поверки, ст.сл.,мл.б.	01h
Контрольная сумма, ст. байт	CDh
Контрольная сумма, мл. байт	39h

9. Регистры журнала событий

9.1 Регистры журнала событий для функции 04 (04h) Read Input Registers. Одна запись журнала событий включает 6 регистров.

Номера регистров для чтения журнала событий.

Номер записи	Номер первого регистра записи (16-чный)	Номер последнего регистра записи (16-чный)
1 (самая последняя)	012Ch	0131h
2 (предпоследняя)	0132h	0137h
N	012Ch + 6 × (N – 1)	012Ch + 5 + 6 × (N – 1)
90 (самая ранняя)	0342h	0347h

Примечание: N = 001h…05Ah.

9.2 Структура одной записи журнала событий.
Номера регистров одной записи журнала событий.

Назначение регистра	Тип данных	Кол-во регистров	Смещение номера регистра внутри записи (16-чное)
Год архивирования	Byte	1	00h
Месяц архивирования	Byte	1	01h
Дата архивирования	Byte	1	02h
Час архивирования	Byte	1	03h
Минута архивирования	Byte	1	04h
Код события	Byte	1	05h

9.3 Коды событий.

Код события	Наименование события
0	Батарея подключена
1	Используется подстановочный расход
2	Используется измеренный расход
3	Используется подстановочная температура
4	Используется измеренная температура
5	Датчик температуры не подсоединен (в обрыве)
6	Самонастройка выполняется слишком часто
7	Самонастройка выполняется с нормальной периодичностью
8	Изменение предустановленных значений давления или коэф. сжимаемости
9	Записан пароль Modbus по умолчанию
10	Ошибка в данных отчета
11	Изменение даты или времени
12	Изменение начала газового дня
13	Изменение подстановочного расхода
14	Открыта крышка корпуса
15	Закрыта крышка корпуса

16	Используется подстановочное давление
17	Используется измеренное давление
18	Температура в допустимом диапазоне
19	Температура ниже минимальной
20	Температура выше максимальной
21	Расход в допустимом диапазоне
22	Расход ниже Qmin
23	Расход выше QMax
24	Давление в допустимом диапазоне
25	Давление ниже минимального
26	Давление выше максимального

10. Регистры посуточных отчетов.

10.1 Номера регистров посуточного отчета для функции 04 (04h) Read Input Registers. В счетчике газа «Принц» имеется три группы регистров для чтения данных посуточных отчетов за три месяца. Одна группа регистров предназначена для данных одного месяца. Регистры отчета за самый ранний прошедший месяц нумеруются, начиная с номера 3000 (0BB8h). Регистры отчета за предыдущий прошедший месяц нумеруются, начиная с номера 4000 (0FA0h). Регистры отчета за текущий месяц нумеруются, начиная с номера 5000 (1388h).

10.1.1 Номера регистров посуточного отчета для самого раннего месяца.

Дата создания отчета (день месяца)	Номер первого регистра записи отчета	Номер последнего регистра записи отчета
1	3000 (0BB8h)	3029 (0BD5h)
n	3000 + (n – 1) × 30	3029 + (n – 1) × 30
31	3900 (0F3Ch)	3929 (0F59h)

10.1.2 Номера регистров посуточного отчета для предыдущего месяца.

Дата создания отчета (день месяца)	Номер первого регистра записи отчета	Номер последнего регистра записи отчета
1	4000 (0FA0h)	4029 (0FBDh)
n	4000 + (n – 1) × 30	4029 + (n – 1) × 30
31	4900 (1324h)	4929 (1341h)

10.1.3 Номера регистров посуточного отчета для текущего месяца.

Дата создания отчета (день месяца)	Номер первого регистра записи отчета	Номер последнего регистра записи отчета
1	5000 (1388h)	5029 (13A5h)
n	5000 + (n – 1) × 30	5029 + (n – 1) × 30
31	5900 (170Ch)	5929 (1729h)

10.2 Структура записи отчета.

Назначение регистра	Тип данных	Кол-во регистров	Смещение номера регистра внутри записи
Младший байт - реальный размер данных в записи (для версии счетчика 64-65 равен 32). Старший байт - версия счетчика, создавшего запись (для версии счетчика 65 равна 65)	Word	1	0 (00h)
Астрономическая дата создания записи отчета, год	Word	1	1 (01h)
Астрономическая дата создания записи отчета, месяц и день (месяц - старший байт, день - младший байт)	Word	1	2 (02h)

Астрономическое время создания записи отчета, час и минута (час – старший байт, минута – младший байт)	Word	1	3 (03h)
Среднесуточное значение давления газа (абсолютное), Па	Long	2	4 (04h)
Среднесуточное значение температуры газа, °С	Short	1	6 (06h)
Среднесуточное значение коэффициента коррекции	Short	1	7 (07h)
Приведенный объем (дробная часть), 4 значащих цифры после запятой	Word	1	8 (08h)
Приведенный объем (целая часть), $м^3$	Long	2	9 (09h)
Рабочий объем (дробная часть), 4 значащих цифры после запятой	Word	1	11 (0Bh)
Рабочий объем (целая часть), $м^3$	Long	2	12 (0Ch)
Максимальный расход за сутки, л/час	Word	1	14 (0Eh)
Регистр накопленных за сутки событий (номера установленных битов, соответствуют кодам произошедших за сутки событий, см. п 9.3)	Long	2	15 (0Fh)

Примечание: Значение температуры передается умноженным на 10 (например, если температура равна 21,4 °С, то передается 214).

11. Регистры почасовых отчетов.

11.1 Через регистры почасовых отчетов доступны записи за последние 38 дней с шагом 1 час. Структура записи отчета часового архива совпадает со структурой записи отчета суточного архива.

11.2 Чтение часовых отчетов производится в два этапа. Сначала в регистры 16 (10h) Write Holdind Registers 121-122 (0079-007A) записывается дата, для которой предполагается осуществлять чтение часовых архивов. Затем из регистров для функции 04 (04h) Read Input Registers осуществляется чтение часовых архивов.

11.2.1 Номера регистров даты часовых архивов.

Назначение регистра	Тип данных	Размер (байт)	Кол-во регистров	Номер регистра (16-чный)
Астрономическая дата создания записи отчета, год	Word	2	1	121 (79h)
Астрономическая дата создания записи отчета, месяц и день (месяц - старший байт, день - младший байт)	Word	2	1	122 (7Ah)

11.2.2 Номера регистров отчета часового архива за выбранные сутки.

Дата создания отчета (час суток)	Номер первого регистра записи отчета	Номер последнего регистра записи отчета
0	6000 (1770h)	6029 (178Dh)
N	6000 + n × 30	6029 + n × 30
23	6660 (1A04h)	6689 (1A21h)

11.3 Структура записи отчета.

Назначение регистра	Тип данных	Кол-во регистров	Смещение номера регистра внутри записи
Младший байт - реальный размер данных в записи (для версии счетчика 64-65 равен 32). Старший байт - версия счетчика, создавшего запись (для версии счетчика 65 равна 65)	Word	1	0 (00h)
Астрономическая дата создания записи отчета, год	Word	1	1 (01h)
Астрономическая дата создания записи отчета, месяц и день (месяц - старший байт, день - младший байт)	Word	1	2 (02h)
Астрономическое время создания записи отчета, час и минута (час – старший байт, минута – младший байт)	Word	1	3 (03h)
Среднесуточное значение давления газа (абсолютное), Па	Long	2	4 (04h)
Среднесуточное значение температуры газа, °С	Short	1	6 (06h)
Среднесуточное значение коэффициента коррекции	Short	1	7 (07h)
Приведенный объем (дробная часть), 4 значащих цифры после запятой	Word	1	8 (08h)
Приведенный объем (целая часть), $м^3$	Long	2	9 (09h)
Рабочий объем (дробная часть), 4 значащих цифры после запятой	Word	1	11 (0Bh)
Рабочий объем (целая часть), $м^3$	Long	2	12 (0Ch)
Максимальный расход за сутки, л/час	Word	1	14 (0Eh)
Регистр накопленных за сутки событий (номера установленных битов, соответствуют кодам произошедших за сутки событий, см. п 9.3)	Long	2	15 (0Fh)

Примечание: Значение температуры передается умноженным на 10 (например, если температура равна 21,4 °С, то передается 214).

12. Исключительные ситуации.

12.1 Счетчик поддерживает сообщения информирования клиента (мастера) Modbus об исключительных ситуациях (Exception). Формат возвращаемых пакетов полностью соответствует документу «Modbus Application Protocol Specification v1.1a». Сообщения об исключительных ситуациях возникают только на запросы, адресованные счетчику, с правильным значением CRC пакета.

12.2 Список кодов ошибок.

Код ошибки	Название	Описание
01h	ILLEGAL FUNCTION	Принятый код функции не может быть обработан счетчиком
02h	ILLEGAL DATA ADDRESS	Недопустимый адрес данных. Возникает в следующих случаях: - при запросе с адресом данных, которых нет в таблицах соответствия между адресами Modbus и внутренней памятью счетчика; - при запросе данных посуточного отчета, которых нет на момент обработки запроса или не может быть вообще (например, за непрошедший день месяца или за 31 апреля).
03h	ILLEGAL DATA VALUE	Неверное значение данных. Величина, содержащаяся в поле данных запроса, является недопустимой величиной для счетчика
0Ah	GATEWAY PATH UNAVAILABLE	Действие не может быть выполнено счетчиком. Возникает в следующих случаях: - при попытке записи в регистры, защищаемые паролем, при закрытом замке счетчика; - при попытке записи только в один регистр пароля; - при попытке записи серийных номеров счетчика или платы счетчика; - внутренняя ошибка счетчика при обработке запроса.

12.3 Пример ответа с кодом ошибки. 21 июля запрашиваются данные посуточного отчета за 25 июля.

12.3.1. Запрос.

Имя поля	Значение
Адрес счетчика	01h
Функция	04h
Номер регистра, ст. байт	09h
Номер регистра, мл. байт	08h
Кол-во регистров, ст. байт	00h
Кол-во регистров, мл. байт	05h
Контрольная сумма, ст. байт	B2h
Контрольная сумма, мл. байт	57h

12.3.2. Ответ.

Имя поля	Значение
Адрес счетчика	01h
Функция	84h
Код ошибки	02h
Контрольная сумма, ст. байт	C2h
Контрольная сумма, мл. байт	C1h