

**Реализация протокола Modbus  
в счетчике газа «Принц»**

Версия 1.7

19 апреля 2019

**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.	Пароль счетчика на запись защищаемых параметров .....	8
9.	Регистры архива объемов .....	9
10.	Регистры журнала событий .....	13
11.	Регистры посуточных отчетов (счетчики версии 63) .....	14
12.	Регистры посуточных отчетов (счетчики версии 64 и старше)....	17
13.	Регистры часовых отчетов (счетчики версии 88 и старше) .....	19
14.	Исключительные ситуации .....	21

### 1. О документе.

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

Версия данного документа 1.2.

### 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.

Характеристики интерфейса:

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

Режим работы интерфейса (значение регистра 00h для функции 03h или 10h)	Скорость передачи, бит/с	Бит четности
00h	Служебный протокол HWTtree	
01h	9600	Нет

**Внимание!** Запись в регистр 00h функции 10h значения отличного от 1 переводит счетчик в служебный режим.

Возврат из режима возможен только с помощью специального оборудования.

### 3. Адреса счетчиков по протоколу Modbus

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 равен 01h.

### 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 <sup>3</sup>	Long	2	00h	
Приведенный к условиям по ГОСТ 2939-63 объем, нарастающим итогом, дробная часть в мм <sup>3</sup>	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	Byte	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, °C	Short	1	013h	2
Рабочий объем, нарастающим итогом, целая часть в м <sup>3</sup>	Long	2	014h	
Рабочий объем, нарастающим итогом, дробная часть в мм <sup>3</sup>	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	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, день	Byte	1	01Fh	
Всемирное координированное время счетчика,	Byte	1	020h	

Назначение регистра	Тип данных	Кол-во регистров	Номер регистра (16-чный)	Примеч.
месяц				
Всемирное координированное время счетчика, год	Byte	1	021h	
Напряжение батареи, мВ	Long	1	024h	
Расход приведенный к стандартным условиям, мл/ч	Long	2	028h	3

## 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.

## 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

## 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 целым 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.

**8. Регистры архива объемов (месячный архив)**

9.1 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

9.2 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	Byte	2	1	00h
Месяц архивирования	Byte	2	1	01h
Дата архивирования	Byte	2	1	02h
Час архивирования	Byte	2	1	03h
Минута архивирования	Byte	2	1	04h
Приведенный к условиям по ГОСТ 2939-63 объем, нарастающим итогом, дробная часть в мм <sup>3</sup>	Long	4	2	05h
Приведенный к условиям по ГОСТ 2939-63 объем, нарастающим итогом, целая часть в м <sup>3</sup>	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

9.3 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.

9.3.1 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.

9.3.1.1. 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

## 9.3.1.2 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

9.3.2 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<sup>3</sup>.

## 9.3.2.1. 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

## 9.3.2.2 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

9.3.3 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.

9.3.3.1. 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

9.3.3.2 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

10.1 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	$012Ch + 6 \times (N - 1)$	$012Ch + 5 + 6 \times (N - 1)$
90 (самая ранняя)	0342h	0347h

Примечание: N = 001h...05Ah.

10.2 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

10.3 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

**12 Регистры посуточных отчетов.**

12.1 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).

**12.1.1 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	$3000 + (n - 1) \times 30$	$3029 + (n - 1) \times 30$
31	3900 (0F3Ch)	3929 (0F59h)

**12.1.2 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	$4000 + (n - 1) \times 30$	$4029 + (n - 1) \times 30$
31	4900 (1324h)	4929 (1341h)

**12.1.3 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	$5000 + (n - 1) \times 30$	$5029 + (n - 1) \times 30$
31	5900 (170Ch)	5929 (1729h)

**12.2 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 <sup>3</sup>	Long	2	9 (09h)
Рабочий объем (дробная часть), 4 значащих цифры после запятой	Word	1	11 (0Bh)
Рабочий объем (целая часть), м <sup>3</sup>	Long	2	12 (0Ch)
Максимальный расход за сутки, л/час	Long	1	14 (0Eh)
Регистр накопленных за сутки событий (номера установленных битов, соответствуют кодам произошедших за сутки событий, см. п 10.3)	Long	2	15 (0Fh)

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

### 13 Регистры почасовых отчетов.

13.1 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.

13.2 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.

#### 13.2.1 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)

#### 13.2.2 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	$6000 + n \times 30$	$6029 + n \times 30$
23	6660 (1A04h)	6689 (1A21h)

#### 13.3 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	Long	2	4 (04h)

(абсолютное), Па			
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 <sup>3</sup>	Long	2	9 (09h)
Рабочий объем (дробная часть), 4 значащих цифры после запятой	Word	1	11 (0Bh)
Рабочий объем (целая часть), м <sup>3</sup>	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 10.3)	Long	2	15 (0Fh)

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

**14 Исключительные ситуации.**

14.1 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.

## 14.2 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.

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

14.3.1. 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

14.3.2. Ответ.

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