



СЧЕТЧИК ВОДЫ «ПРОТЕЙ»
Протокол обмена ModBus RTU
Вариант исполнения 2

Оглавление

1 Система команд	3
2 Алгоритм расчёта контрольной суммы	7
3 Адресация регистров	8
4 Коды ошибок	9
5 Модель счётчика воды	9
6 Коды скоростей обмена	9
7 Параметры битов чётности и стоп-битов	9
8 Формат времени и дата сохранения в месячный журнал	9
9 Тип устройства	9
10 События	9
11 Архивные записи.....	10
12 Примеры пакетов обмена данными	10
13 Изменения документа	15

В данном документе описан протокол ModBus RTU счётчика воды «Протей» варианта исполнения 2.

1 Система команд

Протокол обмена соответствует стандарту Modbus режим RTU. В качестве физической среды передачи информации используется канал RS-485 со следующими параметрами:

- Режим передачи – 8 бит без проверки или с проверкой на чётность/нечётность, 1 или 2 стоп-бита;
- Скорость обмена – 1200, 2400, 4800 или 9600;
- Порядок следования байтов. Для 16-ти разрядных данных используется big endian - старший байт следует первым, кроме контрольной суммы в которой используется little endian – младший байт первым. В случае данных более 16 разрядов используется смешанный порядок - регистры с младшими значениями следуют первыми, а в регистрах старший байт - первым.

Пауза между пакетами составляет не менее 3,5 интервалов времени передачи символов.

Формат кадра сообщения

Адрес устройства	Команда	Данные	Контрольная сумма
1 байт	1 байт	N байт	2 байта

Адрес устройства может иметь следующие значения:

- 0 или 255 – широковещательный адрес записи в регистры, кроме регистра адреса устройства и без ответа оконечного устройства;
- 1..247 – рабочие адреса для работы в сети устройств. При выпуске из производства присваивается адрес 1;
- 253 (0xFD) – специализированный адрес для чтения или записи одного или нескольких регистров по серийному номеру;
- 254 (0xFE) – тестовый адрес при наличии на линии только одного устройства.

Для обмена данными со счётчиками используются следующие команды:

- 3 (0x03) - Получение текущего значения одного или нескольких регистров;
- 6 (0x06) - Установить новые значения одного регистра;
- 16 (0x10) - Установить новые значения нескольких регистров;
- 65 (0x41) – Получение текущего значения одного или нескольких регистров по серийному номеру и специализированному адресу 253 (0xFD);
- 66 (0x42) – Установить новые значения одного регистра по серийному номеру и специализированному адресу 253 (0xFD);
- 67 (0x43) – Установить новые значения нескольких регистров по серийному номеру и специализированному адресу 253 (0xFD);
- 68 (0x44) – Чтение архивных значений;
- 69 (0x45) – Чтение архивных значений по серийному номеру и специализированному адресу 253 (0xFD).

03h - Получение текущего значения одного или нескольких регистров

Формат запроса:

Адрес устройства	Команда	Начальный адрес регистра	Количество регистров	Контрольная сумма
A или 0xFE	0x03	XX (2 байта)	NN (2 байта)	CRC

Формат ответа при выполнении без ошибок:

Адрес устройства	Команда	Количество байт данных	Данные	Контрольная сумма
A или 0xFE	0x03	D (1 Байт)	D Байт	CRC

06h - Установить новое значение одного регистра

Формат запроса:

Адрес устройства	Команда	Адрес регистра	Данные	Контрольная сумма
A или 0xFE или 0 или 0xFF	0x06	XX	2 байта	CRC

Формат ответа при выполнении без ошибок:

Адрес устройства	Команда	Адрес регистра	Данные	Контрольная сумма
A или 0xFE	0x06	XX	2 байта	CRC

10h - Установить новые значения нескольких регистров

Формат запроса:

Адрес устройства	Команда	Начальный адрес регистра	Количество регистров	Количество байт данных	Данные	КС
A или 0xFE или 0 или 0xFF	0x10	XX	NN	D (D = NN * 2)	D байт	CRC

Формат ответа при выполнении без ошибок:

Адрес устройства	Команда	Начальный адрес регистра	Количество регистров	Контрольная сумма
A или 0xFE	0x10	XX	NN	CRC

41h - Получение текущего значения одного или нескольких регистров по серийному номеру и специализированному адресу 253 (0xFD)

Формат запроса:

Адрес устройства	Команда	Серийный номер счётчика	Начальный адрес регистра	Количество регистров	КС
0xFD	0x41	6 байт	XX (2 байта)	NN (2 байта)	CRC

Формат ответа при выполнении без ошибок:

Адрес устройства	Команда	Серийный номер счётчика	Количество байт данных	Данные	КС
0xFD	0x41	6 байт	D (1 Байт)	D Байт	CRC

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

Формат запроса:

Адрес устройства	Команда	Серийный номер счётчика	Адрес регистра	Данные	КС
0xFD	0x42	6 байт	XX	2 байта	CRC

Формат ответа при выполнении без ошибок:

Адрес устройства	Команда	Серийный номер счётчика	Адрес регистра	Данные	КС
0xFD	0x42	6 байт	XX	2 байта	CRC

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

Формат запроса:

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

Формат ответа при выполнении без ошибок:

Адрес устройства	Команда	Серийный номер счётчика	Начальный адрес регистра	Количество регистров	КС
0xFD	0x43	6 байт	XX	NN	CRC

44h – Чтение архивных значений

Формат запроса:

Адрес устройства	Команда	Тип архива	Индекс начальной записи	Количество записей	КС
А или 0xFE	0x44	Т (1 байт)	II (2 байта)	L (1 байт)	CRC

Формат ответа при выполнении без ошибок:

Адрес устройства	Команда	Тип архива	Индекс начальной записи	Количество записей	Данные	КС
А или 0xFE	0x44	Т (1 байт)	II (2 байта)	L (1 байт)	Архивные записи (D байт)	CRC

45h – Чтение архивных значений по серийному номеру и специализированному адресу 253 (0xFD)

Формат запроса:

Адрес устройства	Команда	Серийный номер счётчика	Тип архива	Индекс начальной записи	Кол-во записей	КС
0xFD	0x45	6 байт	Т (1 байт)	II (2 байта)	L (1 байт)	CRC

Формат ответа при выполнении без ошибок:

Адрес устройства	Команда	Серийный номер счётчика	Тип архива	Индекс начальной записи	Кол-во записей	Данные	КС
0xFD	0x45	6 байт	Т (1 байт)	II (2 байта)	L (1 байт)	Архивные записи (D байт)	CRC

Индекс начальной записи II - указывает на запись, с которой начнут считываться значения. Последняя по времени запись в журнале имеет индекс 0, а следующая предпоследняя запись имеет индекс 1. Индекс II лежать в диапазоне от 0 до максимального количества записей журнала минус 1.

Количество записей L - указывает количество считываемых записей журнала. Должно лежать в диапазоне от 1 до 24. Записи считываются от новой записи к старой.

Ответ при ошибке

Формат ответа при ошибке:

Адрес устройства	Команда	Код ошибки	Контрольная сумма
А или 0xFD или 0xFE	Команда + 80h (Установлен старший бит)	E (1 байт)	CRC

2 Алгоритм расчёта контрольной суммы

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

1. 16-ти битовый регистр загружается числом 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, то повторяется шаг 3 (сдвиг).
Если младший бит 1, то делается операция ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ регистра CRC и полиномиального числа 0xA001.
5. Шаги 3 и 4 повторяются восемь раз.
6. Повторяются шаги со 2 по 5 для следующего сообщения. Это повторяется до тех пор, пока все байты сообщения не будут обработаны.
7. Финальное содержание регистра CRC и есть контрольная сумма.
Контрольная сумма передаётся младшим байтом вперёд.

Пример функции расчёта контрольной суммы на языке C показан ниже.

// Расчет контрольной суммы кадра Modbus RTU

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

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

    return crc;
}
```

3 Адресация регистров

Таблица 1

Адрес	Назначение		Чтение	Запись
Параметры счётчика 1				
0x0000	Версия ПО - BCD, 2 байта		V	
0x0001	Идентификатор ПО - Int16, hex		V	
0x0004	Младшие значения	Серийный номер счётчика - BCD, 6 байт	V	
0x0005	Средние значения		V	
0x0006	Старшие значения		V	
0x0008	Модель счётчика воды - Int16		V	
0x0009	Вариант протокола - Int16		V	
Параметры счётчика 2				
0x0300	Адрес устройства - Int16		V	V
0x0301	Код скорости обмена - Int16		V	V
0x0302	Параметры битов чётности и стоп-битов - Int16		V	V
0x0303	Дата сохранения в месячный журнал - Int16		V	V
0x0304	Тип устройства - Int16		V	V
Текущие показания счётчика				
0x1000	Младшие значения	Часы реального времени, формат Unix Time - Int32	V	V
0x1001	Старшие значения			
0x1002	Младшие значения	Показания счётчика, литры - Int32	V	
0x1003	Старшие значения			
0x1004	События - Int16		V	
Показания счётчика на начало часа				
0x1100	Младшие значения	Время, формат Unix Time - Int32	V	
0x1101	Старшие значения			
0x1102	Младшие значения	Показания счётчика, литры - Int32	V	
0x1103	Старшие значения			
0x1104	События - Int16		V	
Показания счётчика на начало суток				
0x1200	Младшие значения	Время, формат Unix Time - Int32	V	
0x1201	Старшие значения			
0x1202	Младшие значения	Показания счётчика, литры - Int32	V	
0x1203	Старшие значения			
0x1204	События - Int16		V	
Показания счётчика на начало даты сохранения в месячный журнал				
0x1300	Младшие значения	Время, формат Unix Time - Int32	V	
0x1301	Старшие значения			
0x1302	Младшие значения	Показания счётчика, литры - Int32	V	
0x1303	Старшие значения			
0x1304	События - Int16		V	

4 Коды ошибок

- 1 – Неизвестная команда;
- 2 – Неизвестный адрес регистра;
- 3 – Неверное значение параметра.

5 Модель счётчика воды

Таблица 2

Код	Модель счётчика воды
1	«Протей-15», ДУ15
2	«Протей-20», ДУ20
6	«Протей-50», ДУ50

6 Коды скоростей обмена

- 0 -> 1200
- 1 -> 2400
- 2 -> 4800
- 3 -> 9600 (по умолчанию)

7 Параметры битов чётности и стоп-битов

- 0x0001 -> один стоп бит, нет проверки на чётность;
- 0x0002 -> два стоп бита, нет проверки на чётность (по умолчанию);
- 0x0201 -> один стоп бит, проверка на нечётность;
- 0x0301 -> один стоп бит, проверка на чётность.

8 Формат времени и дата сохранения в месячный журнал

Формат времени используется Unix Time – 32-х разрядное целое число со знаком. Запись времени необходимо производить одной командой сразу в два регистра 0x1000 и 0x1001. При попытке записать в только один регистр, запись не будет произведена. Также будет выдано сообщение об ошибке 3, если использовался не широковещательный адрес.

Дата сохранения в месячный журнал может принимать значения от 1 до 28, а по умолчанию значение равно 1. При этом время сохранения будет на начало суток, т.е. в 0 часов 00 минут 00 сек.

9 Тип устройства

Тип подключаемого счётчика имеет следующие значения:

- 6 – счётчик горячей воды;
- 7 – счётчик воды (по умолчанию);
- 16 – счётчик холодной воды.

10 События

При наличии внешнего магнитного поля более 60 секунд фиксируется флаг 0x0001.

После сброса по питанию формируется флаг 0x0002, при некорректных показаниях счётчика – 0x0004. Флаг некорректных показаний возникает в случае обнаружения неисправности в памяти архива прибора, когда считываются и восстанавливаются показания после сброса по питанию.

Флаги сброса по питанию и наличия внешнего магнитного поля в регистре событий 0x1004 очищаются после чтения данного регистра. Флаги сброса по питанию и наличия внешнего магнитного поля в регистрах событий 0x1104, 0x1204 и 0x1304 очищаются после перезаписи в данные регистры. Флаг некорректных показаний во всех регистрах событий устанавливается или очищается только после сброса по питанию.

11 Архивные записи

Структура записей архивов следующая

Таблица 3

Тип архива T	Структура одной записи архивов	Количество байт в одной записи	Максимальное количество записей в архиве
1 - Часовой	Время снятия показаний, Unix Time – 4 байта Показания счётчика, литры – 4 байта События – 2 байта	10	512 (512 часов или 21 сутки и 8 часов)
2 - Суточный	Время снятия показаний, Unix Time – 4 байта Показания счётчика, литры – 4 байта События – 2 байта	10	384 (384 суток)
3 - Месячный	Время снятия показаний, Unix Time – 4 байта Показания счётчика, литры – 4 байта События – 2 байта	10	128 (10 лет и 8 месяца)

Записи с индексом 0 в часовых, суточных и месячных журналах имеют копии в регистрах 0x110x, 0x120x и 0x130x, соответственно. Различие заключается в том, что первые записи хранятся в энергонезависимой памяти, а вторые – в регистровой памяти.

Если показания счётчика имеют значения 0xFFFFFFFF, то это означает что запись не производилась.

12 Примеры пакетов обмена данными

Чтение серийного номера №987654321 счётчика воды по адресу устройства 0x01

Запрос			Ответ	
№	Байт	Описание	Байт	Описание
1	0x01	Адрес устройства	0x01	Адрес устройства
2	0x03	Команда	0x03	Команда
3	0x00	Начальный адрес регистра	0x06	Количество байт
4	0x04		0x43	Значение регистра 0x0004
5	0x00	Количество регистров	0x21	Значение регистра 0x0005
6	0x03		0x87	
7	0x44	Контрольная сумма	0x65	Значение регистра 0x0006
8	0x0A		0x00	
9			0x09	
10			0x6B	Контрольная сумма
11			0x2C	

Чтение адреса устройства равного 0x01 по тестовому адресу 0xFE

Запрос			Ответ	
№	Байт	Описание	Байт	Описание
1	0xFE	Тестовый адрес	0xFE	Тестовый адрес
2	0x03	Команда	0x03	Команда
3	0x03	Начальный адрес регистра	0x02	Количество байт
4	0x00		0x00	Значение регистра 0x0300
5	0x00	Количество регистров	0x01	
6	0x01		0x6D	
7	0x90	Контрольная сумма	0x90	
8	0x41			

Запись типа устройства равного 6 (счётчик горячей воды) по адресу устройства 0x01

Запрос			Ответ	
№	Байт	Описание	Байт	Описание
1	0x01	Адрес устройства	0x01	Адрес устройства
2	0x06	Команда	0x06	Команда
3	0x03	Адрес регистра	0x03	Адрес регистра
4	0x04		0x04	
5	0x00	Значение регистра	0x00	Значение регистра
6	0x06		0x06	
7	0x48	Контрольная сумма	0x48	Контрольная сумма
8	0x4D		0x4D	

Запись даты сохранения в месячный журнал равной 2 по широковещательному адресу 0x00

Запрос			Ответ	
№	Байт	Описание	Байт	Описание
1	0x00	Широковещательный адрес		Без ответа
2	0x06	Команда		
3	0x03	Адрес регистра		
4	0x03			
5	0x00	Значение регистра		
6	0x02			
7	0xF9	Контрольная сумма		
8	0x9E			

Запись времени равного 0x5DB054F9 (13:26:17 23.10.2019г) по адресу устройства 0x01

Запрос			Ответ	
№	Байт	Описание	Байт	Описание
1	0x01	Адрес устройства	0x01	Адрес устройства
2	0x10	Команда	0x10	Команда
3	0x10	Начальный адрес регистра	0x10	Начальный адрес регистра
4	0x00		0x00	
5	0x00	Количество регистров	0x00	Количество регистров
6	0x02		0x02	
7	0x04	Количество байт	0x45	Контрольная сумма
8	0x54	Значение регистра 0x1000	0x08	
9	0xF9			
10	0x5D	Значение регистра 0x1001		
11	0xB0			
12	0xC7	Контрольная сумма		
13	0x4A			

Чтение текущих показаний (время – 0x5DB054F9 (13:26:17 23.10.2019г), показания – 0x12345 (74,565м3), события - 0x01) по серийному номеру №987654321 счётчика воды и специализированному адресу 0xFD

Запрос			Ответ	
№	Байт	Описание	Байт	Описание
1	0xFD	Специализированный адрес	0xFD	Специализированный адрес
2	0x41	Команда	0x41	Команда
3	0x43	Младшие значения серийного номера	0x43	Младшие значения серийного номера
4	0x21		0x21	
5	0x87	Средние значения серийного номера	0x87	Средние значения серийного номера
6	0x65		0x65	
7	0x00	Старшие значения серийного номера	0x00	Старшие значения серийного номера
8	0x09		0x09	
9	0x10	Начальный адрес регистра	0x0A	Количество байт
10	0x00		0x54	
11	0x00	Количество регистров	0xF9	Значение регистра 0x1000
12	0x05		0x5D	
13	0x99	Контрольная сумма	0xB0	Значение регистра 0x1001
14	0x25		0x23	
15			0x45	Значение регистра 0x1002
16			0x00	
17			0x01	Значение регистра 0x1003
18			0x00	
19			0x01	Значение регистра 0x1004
20			0xB8	
21			0x29	Контрольная сумма

Запись нового адреса устройства равного 0x02 по серийному номеру №987654321 счётчика воды и специализированному адресу 0xFD

Запрос			Ответ	
№	Байт	Описание	Байт	Описание
1	0xFD	Специализированный адрес	0xFD	Специализированный адрес
2	0x42	Команда	0x42	Команда
3	0x43	Младшие значения серийного номера	0x43	Младшие значения серийного номера
4	0x21		0x21	
5	0x87	Средние значения серийного номера	0x87	Средние значения серийного номера
6	0x65		0x65	
7	0x00	Старшие значения серийного номера	0x00	Старшие значения серийного номера
8	0x09		0x09	
9	0x03	Адрес регистра	0x03	Адрес регистра
10	0x00		0x00	
11	0x00	Значение регистра	0x00	Значение регистра
12	0x02		0x02	
13	0xD3	Контрольная сумма	0xD3	Контрольная сумма
14	0x27		0x27	

Запись кода скорости равного 0x01 (2400 бод) и параметров битов чётности и стоп-битов равных 0x0301 (один стоп бит, проверка на чётность) по серийному номеру №987654321 счётчика воды и специализированному адресу 0xFD

Запрос			Ответ	
№	Байт	Описание	Байт	Описание
1	0xFD	Специализированный адрес	0xFD	Специализированный адрес
2	0x43	Команда	0x43	Команда
3	0x43	Младшие значения серийного номера	0x43	Младшие значения серийного номера
4	0x21		0x21	
5	0x87	Средние значения серийного номера	0x87	Средние значения серийного номера
6	0x65		0x65	
7	0x00	Старшие значения серийного номера	0x00	Старшие значения серийного номера
8	0x09		0x09	
9	0x03	Начальный адрес регистра	0x03	Начальный адрес регистра
10	0x01		0x01	
11	0x00	Количество регистров	0x00	Количество регистров
12	0x02		0x02	
13	0x04	Количество байт	0x86	Контрольная сумма
14	0x00	Значение регистра 0x0301	0x1B	
15	0x01	Значение регистра 0x0302		
16	0x03			
17	0x01			
18	0xEE	Контрольная сумма		
19	0x0A			

Чтение одной записи из часового архива с индексом 1 (время – 0x5DB14BF0 (7:00:00 24.10.2019г), показания – 0x37654321 (929383,201мЗ), события - 0x02) по адресу устройства 0x01

		Запрос		Ответ		
№	Байт	Описание		Байт	Описание	
1	0x01	Адрес устройства		0x01	Адрес устройства	
2	0x44	Команда		0x44	Команда	
3	0x01	Тип архива		0x01	Тип архива	
4	0x00	Индекс начальной записи		0x00	Индекс начальной записи	
5	0x01			0x01		
6	0x01	Количество записей		0x01	Количество записей	
7	0x30	Контрольная сумма		0x4B	Младшие значения времени снятия показаний записи с индексом 1	
8	0x69			0xF0		
9				0x5D	Старшие значения времени снятия показаний записи с индексом 1	
10				0xB1		
11				0x43	Младшие значения показаний записи с индексом 1	
12				0x21		
13				0x37	Старшие значения показаний записи с индексом 1	
14				0x65		
15				0x00	События записи с индексом 1	
16				0x02		
17				0xDB	Контрольная сумма	
18				0xA8		

Чтение двух записей из месячного архива с индексами 126 и 127 (записи пустые, так как не производились) по серийному номеру №987654321 счётчика воды и специализированному адресу 0xFD

Запрос			Ответ	
№	Байт	Описание	Байт	Описание
1	0xFD	Специализированный адрес	0xFD	Специализированный адрес
2	0x45	Команда	0x45	Команда
3	0x43	Младшие значения серийного номера	0x43	Младшие значения серийного номера
4	0x21		0x21	
5	0x87	Средние значения серийного номера	0x87	Средние значения серийного номера
6	0x65		0x65	
7	0x00	Старшие значения серийного номера	0x00	Старшие значения серийного номера
8	0x09		0x09	
9	0x03	Тип архива	0x03	Тип архива
10	0x00	Индекс начальной записи	0x00	Индекс начальной записи
11	0x7E		0x7E	
12	0x02	Количество записей	0x02	Количество записей
13	0xE8	Контрольная сумма	0xFF	Младшие значения времени снятия показаний записи с индексом 126
14	0xF3		0xF8	
15			0xFF	Старшие значения времени снятия показаний записи с индексом 126
16			0xFF	
17			0xFF	Младшие значения показаний записи с индексом 126
18			0xFF	
19			0xFF	Старшие значения показаний записи с индексом 126
20			0xFF	
21			0x00	События записи с индексом 126
22			0x07	
23			0xFF	Младшие значения времени снятия показаний записи с индексом 127
24			0xF8	
25			0xFF	Старшие значения времени снятия показаний записи с индексом 127
26			0xFF	
27			0xFF	Младшие значения показаний записи с индексом 127
28			0xFF	
29			0xFF	Старшие значения показаний записи с индексом 127
30			0xFF	
31			0x00	События записи с индексом 127
32			0x07	
33			0xF8	Контрольная сумма
34			0xA1	

13 Изменения документа

Редакция	Описание изменения	Дата изменения
1	Введена первая редакция	27.10.2019
2	Исправлена ошибка на странице 14 в показаниях	21.11.2019