

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Самарская Электроакустическая Лаборатория**

# **Modbus Protocol**

**Версия документа: 5.0**

## Содержание

<b>1 ВСТУПЛЕНИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>2 ТЕРМИНАЛЬНАЯ НАГРУЗКА.....</b>	<b>3</b>
<b>3 ФОРМАТЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.....</b>	<b>3</b>
3.1 Формат «short / unsigned short» .....	3
3.2 Формат «int / unsigned int» .....	3
3.3 Формат «Long Long / unsigned long long» .....	3
3.4 Формат «float» .....	4
3.5 Формат «BCD» .....	4
<b>4 МОДЕЛЬ ДАННЫХ УСТРОЙСТВА.....</b>	<b>4</b>
<b>5 ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ КОДЫ ФУНКЦИЙ .....</b>	<b>5</b>
<b>6 ТАБЛИЦА ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВА.....</b>	<b>5</b>
<b>7 ЧТЕНИЕ АРХИВА .....</b>	<b>8</b>
<b>8 ОТВЕТЫ С ИСКЛЮЧЕНИЯМИ .....</b>	<b>9</b>

# 1 Вступление

Коммуникационный модуль встроен в процессорную плату расходомера.  
Расходомер использует последовательный протокол "MODBUS", режим RTU.

Расходомер поддерживает два типа подключения:

- RS485
- Ethernet.

В случае использования подключения по RS485:

устройство соответствует категории "BASIC" со следующими расширениями:

Скорость обмена - 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400;

Четность - NO PARITY (НЕТ), ODD (НЕЧЕТ), EVEN (ЧЕТ) , MARK (МАРКЕР), SPACE (ПРОБЕЛ);

Число бит данных - 8;

Число стоп бит - 1, 2.

Параметры коммуникации могут быть изменены через меню прибора или дистанционно при использовании функции **(0x10) Write Multiple registers**.

В случае использования подключения по Ethernet:

устройство обеспечивает обмен данными согласно «MODBUS Messaging on TCP/IP Implementation Guide V1.0b»

При заводских настройках задается порт 502, IP адрес 192.168.0.10.

Параметры коммуникации могут быть изменены через меню прибора или дистанционно при использовании функции **(0x10) Write Multiple registers**.

## 2 Терминальная нагрузка

Для работы линии связи на согласованную нагрузку необходимы терминальные резисторы на концах коммуникационного кабеля. Кроме согласования, терминальная нагрузка выполняет ещё одну функцию – устанавливает на двухпроводной линии связи определённое соотношение уровней сигнала, соответствующих значению логической единицы в те моменты времени, когда все устройства находятся в режиме приема и линия связи оказывается в «плавающем» состоянии.

Резисторы R58, R60, R62 устанавливаются только в том случае, если устройство находится на конце кабеля связи.

## 3 Форматы передачи данных

Приведенные ниже форматы применяются **только для параметров устройства**.

### 3.1 Формат «short / unsigned short»

MSB передается первым.

Пример 0x1234

Номер байта в фрейме	N	N+1
Содержимое	0x12	0x34

### 3.2 Формат «int / unsigned int»

MSB передается первым.

Пример 0x12345678

Номер байта в фрейме	N	N+1	N+2	N+3
Содержимое	0x12	0x34	0x56	0x78

### 3.3 Формат «Long Long / unsigned long long»

MSB передается первым.

Пример 0x12345678ABCDEF01

Номер байта в фрейме	N	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7
Содержимое	0x12	0x34	0x56	0x78	0xAB	0xCD	0xEF	0x01

### 3.4 Формат «float»

Используется кодирование в соответствии с «IEEE 754 Float» формат. Таблица показывает допустимые значения для ввода/вывода.

Диапазон	Hex	Ввод	Вывод
NAN non signaling.	0x7FC00000 - 0x7FFFFFFF	Нет	Да
NAN signaling	0x7F800001 - 0x7FBFFFFFFF	Нет	Нет
Positive Infinity	0x7F800000	Нет	Да
Negative Infinity	0xFF800000	Нет	Да
8.50705917E37..3.40282346E38	0x7E800000 - 0x7F7FFFFFFF	Нет	Да
1.1754943E-38..8.50705866E37	0x00800000 - 0x7E7FFFFFFF	Да	Да
1.4012980E-45..1.166311E-38	0x00000001 - 0x007FFFFFFF	0.0	0.0
0.0	0x00000000	Да	Да

MSB передается первым.

Номер байта в фрейме	N	N+1	N+2	N+3
Содержимое	SEEE EEEE	EMMM MMMM	MMMM MMMM	MMMM MMMM

### 3.5 Формат «BCD»

Данный формат не имеет фиксированного размера. Длина представляемого числа может быть произвольной. Каждый байт содержит две десятичные цифры. Старший ниббл (биты 7..4) содержит старшую цифру. Байт, передаваемый первым содержит старшие цифры.

Кодирование цифр (иные комбинации не разрешаются):

цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ниббл	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001

Пример:

Десятичное число 1234567890

Номер байта в фрейме	N	N+1	N+2	N+3	N+3
Содержимое	0001 0010	0011 0100	0101 0110	0111 1000	1001 0000

## 4 Модель данных устройства

Протокол позволяет осуществлять доступ к трем основным типам параметров, организованным в таблицы:

Тип параметра	Тип данных	Тип доступа
Input Register (IR)	16 бит	Только чтение
Holding Register (HR)	16 бит	Чтение/Запись
Archive Data		Только чтение

Стартовый индекс	Содержимое данных
0x0000	Holding Registers (Информация о параметрах коммуникации)
0x1000	Input Registers (Информация об имеющихся измерениях)
0x2000	Input Registers (Часовой архив)
0x8000	Input Registers (Суточный архив)
0xA000	Input Registers (Месячный архив)

## 5 Используемые коды функций

Данная таблица содержит коды функций для MODBUS протокола поддерживаемые устройством.

Функция	Доп. Код	Название	Действие
		<b>Стандартные функции Modbus</b>	
03 (0x03)		Read Holding Registers	Получение текущего значения одного или нескольких регистров хранения.
04 (0x04)		Read Input Registers	Получение текущего значения одного или нескольких входных регистров.
16 (0x10)		Write Multiple Registers	Установить новые значения нескольких последовательных регистров.
		<b>Функции, определяемые пользователем</b>	
70 (0x46)			Чтение записи часового архива
71 (0x47)			Чтение записи суточного архива
72 (0x48)			Чтение записи месячного архива

## 6 Таблицы параметров устройства

Input registers table

индекс	Название	Тип	Длина bytes	Описание
0x1000	Состояние устройства	Bitstring	2	Bit 0 – Направление потока 0 — отрицательный расход 1 — положительный расход Bit 1 – сигнал с датчиков меньше минимального порога Bit2 ... bit 13 - зарезервировано Bit 14 – нет захвата в канале 1 Bit 15 – нет захвата в канале 2
0x1001	Состояние устройства	Bitstring	2	Bit 0 – сбой данных конфигурации в энергонезависимой памяти Bit 1 – отказ микросхемы энергонезависимой памяти архива Bit 2 – расход больше максимального значения Bit 3 – зарезервировано Bit 4 – отказ Bit 5 – 15 - зарезервировано
0x1002..0x1003	Расход	Float	4	Текущее значение расхода м3/час
0x1004..0x1005	Счетчик количества (объем в положительном направлении)	BCD	4	Значение счётчика N: -к $N = NBCD * 10^k$ [куб.м], где NBCD – содержимое 4...7 байтов (целое) К - Показатель множителя счетчика
0x1006	Множитель счетчика количества	Unsigned short	2	Показатель множителя счетчика Может принимать значение 0,1,2. Таким образом множитель может принимать значение 1 ; 0.1 ; 0.01
0x1007..0x1008	Счетчик количества (объем в отрицательном направлении)	BCD	4	Значение счётчика N: -к $N = NBCD * 10^k$ [куб.м], где NBCD – содержимое 4...7 байтов (целое) К - Показатель множителя счетчика
0x1009	Множитель счетчика количества	Unsigned short	2	Показатель множителя счетчика Может принимать значение 0,1,2. Таким образом множитель может принимать значение 1 ; 0.1 ; 0.01
0x100A..0x100B	Наработка	BCD	4	Общее время работы устройства. Единица измерения 0.1 час
0x100C..0x100D	Fi	Float	4	Коэффициент преобразования, имп/м3

0x100E...0x100F	Qmax	Float	4	Значение расхода (м3/час), соответствующее максимальному значению выходного тока
0x1010	Factor	Unsigned short	2	Коэффициент деления панели измерения
0x1011...0x1014	Счетчик количества (объем в положительном направлении)	Long long	8	Объем = значение счетчика * 10 <sup>-K</sup> (м3) K – показатель множителя счетчика (регистр 0x1006)
0x1015...0x1018	Счетчик количества (объем в отрицательном направлении)	Long long	8	Объем = значение счетчика * 10 <sup>-K</sup> (м3) K – показатель множителя счетчика (регистр 0x1009)
0x1019...0x101A	Время испр. работы	Unsigned int	4	Время исправной работы, сек
0x101B...0x101C	Наработка	Unsigned int	4	Общее время работы, сек
0x101D	Заводской номер	Unsigned short	2	Заводской номер устройства
0x101E		Unsigned short	2	Число записей в часовом архиве
0x101F		Unsigned short	2	Число записей в суточном архиве
0x1020		Unsigned short	2	Число записей в месячном архиве
0x1021...0x1022	Время испр. работы	float	4	Время исправной работы, час
0x1023...0x1024	Наработка	float	4	Общее время работы, час
0x1025	Секунды	Unsigned short	2	Текущее время расходомера, секунды
0x1026	Минуты	Unsigned short	2	Текущее время расходомера, минуты
0x1027	Часы	Unsigned short	2	Текущее время расходомера, часы
0x1028	Число	Unsigned short	2	Текущее время расходомера, число
0x1029	Месяц	Unsigned short	2	Текущее время расходомера, месяц
0x102A	Год	Unsigned short	2	Текущее время расходомера, год
0x102B...0x102C	Давление	float	4	Текущее значение давления, кг/см <sup>2</sup>
0x102D...0x102E	Температура	float	4	Текущее значение температуры, град.С
0x102F	Тип датчика	Unsigned short	2	Тип используемого датчика: 0 – отключен 1 – давление 2 - температура

Holding registers table

индекс	Название	Тип	Длина bytes	Описание
0x0000	Сетевой номер	Unsigned short	2	Сетевой номер устройства. Допустимые значения 1 ... 254

0x0001	Старший байт — скорость  младший байт — таймаут	Unsigned char/ unsigned char	2	Индекс скорости обмена по RS485 0 - «1200» 1 - «2400» 2 - «4800» 3 - «9600» 4 - «19200» 5 - «38400»  Индекс таймаута ответа по RS485: 0 — 10 мс 1 — 15 мс 2 — 20 мс 3 — 25 мс 4 — 30 мс 5 — 50 мс 6 — 100 мс
0x0002	Четность	Unsigned short	2	Четность при обмене по RS485 0 - «НЕТ / NO PARITY» 1 - «НЕЧЕТ / ODD» 2 - «ЧЕТ / EVEN» 3 - «МАРКЕР / MARK» 4 - «ПРОБЕЛ / SPACE»
0x0003	Число бит данных	Unsigned short	2	Число бит данных при обмене по RS485 0 - «8 бит» (значение нельзя изменить, запись другого значения игнорируется)
0x0004	Стоп биты	Unsigned short	2	Число стоп-бит при обмене по RS485 0 - «1 стоп бит» 1 - «2 стоп бита»
0x0005	TCP порт	Unsigned short	2	Порт при обмене по Ethernet Стандартное значение: 502
0x0006...0x0007	IP адрес	Unsigned char [ ]	4	IP адрес устройства
0x0008	Секунды	Unsigned short	2	Запись текущего времени, секунды
0x0009	Минуты	Unsigned short	2	Запись текущего времени, минуты
0x000A	Часы	Unsigned short	2	Запись текущего времени, часы
0x000B	Число	Unsigned short	2	Запись текущего времени, число
0x000C	День недели			Запись текущего времени, день недели
0x000D	Месяц	Unsigned short	2	Запись текущего времени, месяц
0x000E	Год	Unsigned short	2	Запись текущего времени, год
0x000F...0x0010	Fi	Float	4	Коэффициент преобразования, имп/мЗ
0x0011...0x0012	Qmax	Float	4	Значение расхода (мЗ/час), соответствующее максимальному значению выходного тока
0x0013...0x0014	n	float	4	Коррекция частоты, Гц
0x0015...0x0016	Fper	float	4	Переходная частота, Гц
0x0017...0x0018	Fcut	float	4	Частота отсечки, Гц
0x0019...0x001A	Uzero	float	4	Напряжение смещения нуля, В
0x001B	Fcnt	Unsigned short	2	Счетчик захвата
0x001C	u	Unsigned short	2	Коэффициент деления линейки измерения
0x001D	S	Unsigned short	2	Число разрядов счетчика объема
0x001E	c	Unsigned short	2	Число каналов

0x001F	DisplayOffTime	Unsigned short	2	Индекс для времени выключения дисплея 0 — никогда 1 — через 5 минут 2 — через 10 минут 3 — через 15 минут 4 — через 30 минут 5 — через 60 минут
0x0020	Du	Unsigned short	2	Условный диаметр 0 — 32 мм 1 — 40 мм 2 — 50 мм 3 — 80 мм 4 — 100 мм 5 — 150 мм 6 — 200 мм 7 — 250 мм 8 — 300 мм 9 — 400 мм 10 — 500 мм 11 — 600 мм 12 — 700 мм 13 — 800 мм 14 — 900 мм 15 — 1000 мм 16 — 1200 мм Только чтение, запись не приводит к изменению конфигурации
0x0021	WorkNum	Unsigned short	2	Заводской номер
0x0022	Vlaunch	Unsigned short	2	Индекс для напряжения излучаемого импульса (начиная с версии 2.03) 0 — 18 В 1 — 35 В
0x0023	GainBus	Unsigned short	2	Индекс чувствительности линейки измерения(начиная с версии 2.03) 0 — 12 мВ 1 — 7 мВ 2 — 4 мВ 3 — 2 мВ
0x0024...0x0025	PressureMax	float	4	Максимальное давление, кг/см <sup>2</sup> (для версии 1.06 от 24.08.2015)
0x0026...0x0027	TemperatureMax	float	4	Максимальная температура, град С
0x0028	SensorType	Unsigned short	2	Тип используемого датчика: 0 – отключен 1 – давление 2 - температура
0x0029	KorrDir	Unsigned short	2	Коррекция частоты: 0 – отрицательная 1 - положительная

Для изменения параметров коммуникации необходимо осуществить запись в регистры, относящиеся только к параметрам коммуникации (0x0000 - 0x0007). Применение изменений параметров коммуникации производится после перезагрузки прибора (выкл/вкл напряжения питания).

Для установки текущего времени необходимо осуществить запись в регистры 0x0008...0x000E одним кадром.

Запись остальных параметров конфигурации прибора возможна только в случае разрешения дистанционной конфигурации через дополнительное меню прибора. После выкл./вкл. прибора дистанционная конфигурация автоматически запрещается.



## 7 Чтение архива

7.1. В устройстве ведется три архива – часовой (1200 записей), суточный (400 записей), месячный (120 записей). Структура записи архива показана в таблице.

0	1	2	3	4...5	6...7	8...15	16...23	24...27	28...31	32...35	36...37	37	38...39
Час	День	Месяц	Год	Uagc	PrefaultCnt	Vpos	Vneg	Tw	Pressure	Temperature	CRC16	-	Stat

Где:

Час.День.Месяц.Год – время осуществления записи в архив (год – значение года начиная от 2000);

Uagc – напряжение АРУ, В;

PrefaultCnt – число сбоев линейки измерения,

Vpos – счетчик объема в положительном направлении (8 байт, Long Long), цена младшего разряда определяется К – показателем множителя счетчика (регистр 0x1006);

Vneg – счетчик объема в отрицательном направлении (8 байт, Long Long), цена младшего разряда определяется К – показателем множителя счетчика (регистр 0x1009);

Tw – счетчик времени исправной работы, сек;

Pressure – Значение давления на момент записи в архив, кг/см<sup>2</sup>

Temperature – Значение температуры на момент записи в архив.

Актуальность значений давления или температуры определяется типом используемого датчика

(InputRegister 0x102F). В случае, если датчик отключен, значения, хранящиеся в архиве, не актуальны.

Stat – регистр нештатных ситуаций за отчетный период

Коды нештатных ситуаций в архиве:

0x01 - нет сигнала (отказ)

0x02 - мал сигнал

0x04 - расход больше максимально допустимого (заданного в меню для максимального тока)

0x10 - отсутствие питания

Могут присутствовать комбинации этих кодов.

Например:

0x03 = 0x01 + 0x02 - за отчетный период были зафиксированы коды "нет сигнала" и "мал сигнал"

0x14 = 0x04 + 0x10 - за отчетный период были зафиксированы коды "отсутствие питания" и "расход больше максимально допустимого".

Pressure – Значение давления на момент записи в архив, кг/см<sup>2</sup>

В архив записывается текущее значение счетчиков объема и времени исправной работы.

Для получения объема и времени за час (сутки, месяц), необходимо произвести чтение двух последовательных записей и вычесть значения счетчиков первой записи из значений счетчиков второй.

7.2. Для чтения архива используются пользовательские функции:

0x46 – часовой архив,

0x47 – суточный архив,

0x48 – месячный архив.

Формат запроса (в случае использования MODBUS TCP/IP поля адрес устройства и CRC16 отсутствуют):

адрес устройства	код функции	Номер записи		CRC16
0x01	0x46	MSB	LSB	2 bytes

Формат ответа:

адрес устройства	код функции	Номер записи		Запись архива	CRC16
0x01	0x46	MSB	LSB	40 байтов	2 bytes

7.3 Чтение архива при помощи функции чтения входных регистров 0x04 (Read Input Registers)

В запросе адрес регистра должен быть рассчитан по формуле:

$RegAddr = ARCH\_START\_ADDR + RecNumber * RecLength / 2,$

где ARCH\_START\_ADDR - начальный адрес архива (0x2000 – для часового, 0x8000 – для суточного, 0xA000 – для месячного), RecNumber – номер записи архива, RecLength = 40 – длина записи архива.

Номер записи должен быть меньше числа доступных записей архива (регистры 0x101E, 0x101F, 0x1020).

Количество запрашиваемых регистров должно быть 20 (определяется длиной записи архива).

За один запрос производится чтение только одной записи.

## 8 Ответы с исключениями

В некоторых ситуациях устройство не имеет возможности выполнить требуемую операцию. В этом случае посылается телеграмма с кодом исключения. При этом в ответе в коде функции устанавливается старший бит.

Пример:

Запрос

адрес устройства	код функции	Стартовый индекс		Количество битов		CRC16
0x05	0x02	0x22	0x33	0x00	0x03	2 bytes

Ответ

адрес устройства	код функции	Код исключения	CRC16
0x05	0x82	0x01	2 bytes

Следующая таблица содержит все допустимые исключения

Код	Название	Описание
0x01	ILLEGAL FUNCTION	Функция не поддерживается
0x02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Неверный адрес в запросе
0x03	ILLEGAL DATA VALUE	Недопустимые данные в запросе
0x04	SLAVE DEVICE FAILURE	Ошибка устройства