



Закрытое акционерное общество
«Научно-производственное предприятие «Автоматика»

Утвержден
АВДП.414332.001.05 РП-ЛУ

Код ОКПД 2 26.51.53.120
Код ТН ВЭД ЕАЭС 9027 80 110 0



рН - метр промышленный
рН – 4101

Коммуникационный интерфейс. Руководство по применению

АВДП.414332.001.05 РП

г. Владимир

<i>Инв. № подл.</i>	<i>Подп. и дата</i>	<i>Взам. инв. №</i>	<i>Инв. № дубл.</i>	<i>Подп. и дата</i>

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Протокол взаимодействия с ведущим устройством.....	3
2 Назначение регистров прибора.....	4
3 Перечень функций, реализованных в приборе.....	9
4 Описание функций.....	10
5 Исключительные ответы.....	16
Приложение А	
Перечень ситуаций, идентифицируемых прибором как ошибка измерения.....	18

					АВДП.414332.001.05 РП	Стр.
Изм	Стр.	№ докум.	Подпись	Дата		3

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства и обеспечения правильной эксплуатации рН-метра с интерфейсом RS-485 типа рН-4101 (далее рН-4101, прибор) при использовании обмена данными по последовательному интерфейсу. Перед работой необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации, а также с протоколом Modbus фирмы Modicon «Modbus application protocol specification V1.1a» (<http://www.modbus.org>, www.modicon.com/openmbus).

Стр.	АВДП.414332.001.05 РП				
4		Изм	Стр.	№ докум.	Подпись

1 Протокол взаимодействия с ведущим устройством

1.1 Протокол взаимодействия прибора (далее ВЕДОМЫЙ) и мастера сети (далее ВЕДУЩИЙ) регламентирует процедуры обмена информацией на физическом и канальном уровнях.

Прибор реализует необходимую часть функций протокола Modbus RTU с учетом специфики прибора, которая описана в данном документе.

1.2 Прибор, подключаемый к локальной сети, называется узлом сети и имеет адрес (от 1 до 247).

Приборы в сети пассивны, любой обмен данными инициируется мастером сети (ВЕДУЩИМ). Мастером выступает компьютер или контроллер. Мастер передает приборам настроечные параметры, команды управления и считывает текущие данные.

1.3 Скорость обмена данными может выбираться из ряда (1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200) бит в секунду. Выбор скорости передачи может осуществляться путем формирования ВЕДУЩИМ специальной команды или с передней панели прибора в режиме его программирования.

1.4 Обмен данными ведется посылками из нескольких байт. Формат байта соответствует формату UART и приведен ниже:

СТАРТ-бит	D0 (младший)	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7 (старший)	P	СТОП-бит
0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1

Бит «P» представляет собой бит дополнения до чётности (нечётности) или стоп-бит в зависимости от конфигурации коммуникационного порта. Длина посылки составляет 11 бит.

1.5 Время между окончанием приема посылки от ВЕДУЩЕГО и началом выдачи ВЕДОМЫМ ответа не должно превышать 100 мс (тайм-аут).

ВЕДУЩИЙ не должен передавать запрос ни в один из подключенных к локальной сети приборов (а не только в данный прибор) до тех пор, пока не получен ответ на предыдущий запрос (кроме широковещательного) или пока не истек тайм-аут. Следующий запрос ВЕДОМОГО после широковещательного может быть передан не ранее чем через 100 мс после его завершения.

1.6 Если при приеме информации от ВЕДУЩЕГО произошла ошибка приёма стоп-бита или CRC-кода, запрос игнорируется и ответ не формируется. Логика работы прибора реинициализирует процедуру приёма очередной посылки.

1.7 Ни одно сообщение, отправляемое в адрес прибора, не может быть длиннее 255 байт, включая адрес узла и CRC-код. Сообщения большей длины игнорируются прибором и ответ не формируется.

1.8 Если запрос успешно принят, но прибор по каким-либо причинам не может выполнить команду, предписываемую этим запросом, формируется исключительный ответ (смотри п. 5).

1.9 Для вычисления циклического избыточного контрольного кода (CRC-кода) используется алгоритм, рекомендованный фирмой MODICON.

											Стр.
											5
Изм.	Стр.	№ докум.	Подпись	Дата	АВДП.414332.001.05 РП						

2 Назначение регистров прибора

2.1 Прибор поддерживает следующие параметры интерфейса:

- скорость обмена данными:
(1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200) бит/с;
- контроль чётности, нечётности или отсутствие контроля;
- адрес устройства в сети от 1 до 247;
- максимальная длина посылки ModBus 255 байт.

2.2 При выпуске из производства установлены следующие параметры интерфейса:

- скорость обмена 9,6 Кбит/с;
- контроль чётности отключён;
- количество стоп-битов — 2;
- адрес прибора равен 1.

2.3 Область регистровой памяти, предназначенная для чтения и записи информации, включает в себя 210 регистров, включая зарезервированные для модернизации прибора регистры (Таблица 1). Для чтения доступны все эти регистры (кроме зарезервированных), а для записи только их часть.

Таблица 1 содержит следующие обозначения:

r – регистр доступен только для чтения;

r/wX – регистр доступен для чтения, а запись в данный регистр разрешена при условии, что бит «X» в регистре 0006h установлен в «1» (установка этих битов возможна только с пульта прибора, а сброс — как с пульта, так и по сети);

h – символ, стоящий в конце цифровых выражений, означает шестнадцатеричный формат отображения представленных величин.

Результат измерения pH, результат измерения температуры, минимальный и максимальный пороги pH, а также значения настроечных параметров представлены четырёхбайтовыми числами в формате float4 (Float Single Format по IEEE-754), размещёнными в регистрах по принципу big-Endian (старший первый). Например, измеренная прибором температура 7.63°C = 40F428F6h, представлена как 40F4h в регистре 00CAh и 28F6h в регистре 00CBh.

f2 – регистр содержит флот значение, доступное для записи только по функции 16 два регистра одновременно. При попытке записи одновременно с другими регистрами будет получен исключительный ответ.

Адрес	10 h	Адрес первого регистра (2 байта)	00 02 04	Значение для регистра 1 (2 байта)	Значение для регистра 2 (2 байта)	CRC (2 байта)
-------	---------	--	-------------	---	---	---------------------

Таблица 1- Регистровая карта рН-4101

Номер регистра	Описание	Доступ	Функции доступа	Допустимые значения	Примечание
0000h	Частота передачи « <i>bAud</i> »	r/w3	3,4,6,16	0000h-0007h 1-7	0000h – 1200 бит/с 0001h – 2400 бит/с 0002h – 4800 бит/с 0003h – 9600 бит/с 0004h – 19200 бит/с 0005h – 38400 бит/с 0006h – 57600 бит/с 0007h – 115200 бит/с
0001h	Контроль « <i>Par 1</i> »	r/w3	3,4,6,16	0000h-0003h 0-3	0000h – выключен 0001h – выключен 0002h – чётности 0003h – нечётности
0002h	Сетевой адрес прибора « <i>Adr</i> »	r/w3	3,4,6,16	0001h-00F7h 1-247	
0003h- -0005h	Зарезервированы				
0006h	Разрешение доступа к настройкам « <i>SEN</i> »	r/w3	3,4,6,16	0000h 0	бит 0 – настройки « <i>Al. In</i> », « <i>P 1</i> », « <i>CAL</i> » бит 1 – настройки « <i>r S</i> » Доступ можно только запретить.
0007h	Режим индикации прибора « <i>ind</i> »	r/w	3,4,6,16	0-3	0 – индикация основного параметра; 1 – индикация температуры; 2 – автоматическое переключение; 3 – выключение индикатора через 30с.
0028h- -004Fh	Зарезервировано				
0050h- -0055h	Служебные				
0056h- -005Fh	Зарезервировано				
0060h- -0067h	Служебные				
0068h- -0075h	Зарезервировано				
0076h, 0077h	Значение рН первого буфера для градуировки « <i>bUF 1</i> »	r/w1 f2	3,4,16	0-20 00000000h- 41A00000h	Число в формате float4, в единицах рН для одно или двухточечной градуировки
0078h, 0079h	Значение рН второго буфера для градуировки « <i>bUF 2</i> »	r/w1 f2	3,4,16	0-20 00000000h- 41A00000h	Число в формате float4, в единицах рН для двухточечной градуировки
007Ah, 007Eh	Зарезервировано				

Номер регистра	Описание	Доступ	Функции доступа	Допустимые значения	Примечание
007Fh	Тип сенсора температуры «SEn5»	r/w1	3,4,6,16	0-2	0 — Платина 1,385 1 — Платина 1,391 2 — Медь 1,426
0080h, 0081h	Сопротивление терморезистора при 0°C «rE0»	r/w1 f2	3,4,16	10-2000 41200000h- 44FA0000h	Число в формате float4, в омах
0082h, 0083h	Величина коррекции температуры «CorE»	r/w1 f2	3,4,16	-10 ... 10 C1200000h- 41200000h	Число в формате float4, в °C
0084h, 0085h	координата изопотенциальной точки «PH1»	r/w1 f2	3,4,16	0-14 00000000h- 41600000h	Число в формате float4, в единицах pH
0086h, 0087h	ЭДС изопотенциальной точки «E1»	r/w1 f2	3,4,16	-50 ... 50 C247FFFDh- 42480000h	Число в формате float4, в милливольтгах
0088h, 0089h	крутизна характеристики ЭС «S»	r/w1 f2	3,4,16	90-110 42B3FFFFh- 42DC0000h	Число в формате float4, в %
008Ah, 008Bh	Значение температуры для ручной термокомпенсации	r/w1 f2	3,4,16	0-150 00000000h- 43160000h	Число в формате float4, в °C
008Ch- -0090h	Зарезервировано				
0091h	Температурная коррекция pH особо чистой воды «EPCU»	r/w1	3,4,6,16	0-1	0 - выключена 1 - включена
0092h	Температурная компенсация pH «Ecor»	r/w1	3,4,6,16	0-1	0 - автоматическая 1 - ручная (с заданием температуры см. рег. 008Ah, 008Bh)
0093h	Число точек градуировки по буферам	r/w1	3,4,6,16	0-1	0 — одноточечная 1 — двухточечная
0094h, 0095h	Значение нижнего предела индикации «indL»	r/w1 f2	3,4,16	0-20 00000000h- 41A00000h	Число в формате float4.
0096h, 0097h	Значение верхнего предела индикации «indH»	r/w1 f2	3,4,16	0-20 00000000h- 41A00000h	Число в формате float4.
0098h- -00AAh	Зарезервировано				
00ABh	Режим измерения входа «EiP»	r/w1	3,4,6,16	0-1	0 - pH-метр 1 - ОВП-метр
00ACh	Число измерений напряжения для усреднения «FiLU»	r/w1	3,4,6,16	0000h-001Eh 0-30	В секундах

Стр.	АВДП.414332.001.05 РП				
8		Изм	Стр.	№ докум.	Подпись
					Дата

Номер регистра	Описание	Доступ	Функции доступа	Допустимые значения	Примечание
00ADh	Число измерений сопротивления для усреднения «F L r»	r/w1	3,4,6,16	0000h-001Eh 0-30	В секундах
00AEh	Ускоритель фильтра для измерения напряжения «ACCU»	r/w1	3,4,6	0-1	0 – выключен 1 – включен
00AFh	Порог срабатывания ускорителя фильтра для измерения напряжения	r/w1	3,4,6	0000h-0064h 1-100	% от диапазона измерения (0...14) pH (-1000...1000) мВ
00B0h	Ускоритель фильтра для измерения сопротивления «ACCr»	r/w1	3,4,6	0-1	0 – выключен 1 – включен
00B1h	Порог срабатывания ускорителя фильтра для измерения сопротивления	r/w1	3,4,6	0000h-0064h 1-100	% от диапазона измерения сопротивления
00B2h- -00C4h	Зарезервировано				
00C5h, 00C6h	Результат автоопределения буфера	r	3,4		Число в формате float4 в единицах измерения
00C7h	Код ошибки	r	3,4	0000...000Fh 0-15	Перечень кодов ошибок: смотри Приложение А
00C8h, 00C9h	Результат измерения	r	3,4		Число в формате float4
00CAh, 00CBh	Результат измерения температуры	r	3,4		Число в формате float4 в °C
00CCh, 00CDh	Результат измерения напряжения	r	3,4		Число в формате float4 в милливольтгах
00CEh, 00CFh	Результат измерения сопротивления	r	3,4		Число в формате float4 в омах

3 Перечень функций, реализованных в приборе

В приборе реализованы (Таблица 2) 8 функций и 14 подфункций функции «Диагностика».

Таблица 2

Код функции	Код подфункции	Наименование функции / подфункции
3 (03h)		Чтение содержимого регистров хранения
4 (04h)		Чтение содержимого входных регистров
6 (06h)		Запись в регистр
11 (0Bh)		Чтение содержимого счетчика коммуникационного порта
12 (0Ch)		Чтение протокола коммуникационного порта
16 (10h)		Запись в группу регистров
17 (11h)		Чтение идентификатора ВЕДОМОГО устройства
Диагностика	0 (00h)	Возврат данных запроса
	1 (01h)	Перезапустить опции настройки коммуникационного порта
	2 (02h)	Возврат содержимого регистра диагностики
	3 (03h)	Изменить входной разделитель ASCII сообщений
	4 (04h)	Установить режим "Только прослушивание"
	10 (0Ah)	Очистить счетчики и регистр диагностики
	11 (0Bh)	Вернуть содержимое счетчика сообщений шины
	12 (0Ch)	Вернуть содержимое счетчика ошибок коммуникационного порта
	13 (0Dh)	Вернуть содержимое счетчика исключительных ответов шины
	14 (0Eh)	Вернуть содержимое счетчика сообщений ведомого устройства
	15 (0Fh)	Вернуть содержимое счетчика безответных сообщений
	16 (10h)	Вернуть содержимое НАК-счетчика ведомого устройства
	17 (11h)	Вернуть содержимое счетчика занятости ведомого устройства
	18 (12h)	Вернуть содержимое счетчика недопустимых символов ведомого устройства

1) функции 6 и 16 поддерживают широковещательную запись (адрес 0), что можно использовать для групповой смены параметров обмена (скорость, паритет) через интерфейс, а также индивидуальной смены адреса (команды групповой смены адреса игнорируются).

2) при широковещательной записи ответ в соответствии со стандартом не формируется. При записи с конкретным указанным адресом прибора в случае модификации адреса, скорости или паритета ответ формируется со старыми параметрами (т.е. со старым адресом, на старой скорости и со старым признаком паритета), а весь последующий обмен должен осуществляться уже с новыми параметрами.

4 Описание функций

4.1 Общие положения.

Передача содержимого регистров и полей, занимающих более одного байта, начинается со старшего байта. В таких полях указано количество байт (в скобках).

Передача чисел в формате float4 (4 байта), размещённых в двух регистрах, начинается со старшего регистра.

CRC — это двухбайтовый циклический избыточный контрольный код.

4.2 Функция 3 (03h). «Чтение содержимого регистров хранения».

Запрос:

Адрес	03h	Адрес первого регистра (2 байта)	Количество регистров (2 байта)	CRC(2 байта)
-------	-----	----------------------------------	--------------------------------	--------------

Ответ:

Адрес	03h	Счетчик байтов	Ст. байт регистра 1	Мл. байт регистра 1	...	Ст. байт регистра N	Мл. байт регистра N	CRC (2 байта)
-------	-----	----------------	---------------------	---------------------	-----	---------------------	---------------------	---------------

1) зарезервированные регистры недоступны;

2) в SCADA-системе TraceMode чтение регистров осуществляется каналами подтипа Modbus с дополнением к подтипу RoutWord(3) для чтения отдельных регистров или RoutFloat(3) для чтения пар регистров со значением в формате float4. Для дополнения RoutWord(3) нужно задавать количество запрашиваемых значений $Q = 1$, а для дополнения RoutFloat(3) - $Q = 2$.

4.3 Функция 4 (04h). «Чтение содержимого входных регистров».

В рН-4101 данная функция полностью идентична функции 3 (03h), и все регистры доступны через обе функции.

4.4 Функция 6 (06h). «Запись в регистр хранения».

Запрос:

Адрес	06h	Адрес регистра (2 байта)	Значение (2 байта)	CRC (2 байта)
-------	-----	--------------------------	--------------------	---------------

Ответ:

Адрес	06h	Адрес регистра (2 байта)	Значение (2 байта)	CRC (2 байта)
-------	-----	--------------------------	--------------------	---------------

Ответная посылка является эхом запроса.

4.5 Функция 11 (000Bh). «Выборка содержимого счетчика коммуникационного порта».

Запрос:

Адрес	0Bh	CRC (2 байта)
-------	-----	---------------

Ответ:

Адрес	0Bh	Слово состояния (2 байта)	Счётчик связи (2 байта)	CRC(2 байта)
-------	-----	---------------------------	-------------------------	--------------

Нормальный ответ содержит слово состояния и содержимое счетчика связи ведомого устройства. Слово состояния будет содержать все единицы (FFFFh),

									Стр.
									11
Изм.	Стр.	№ докум.	Подпись	Дата	АВДП.414332.001.05 РП				

если переданная команда не подверглась изменениям и получена ведомым устройством. В противном случае слово состояния будет содержать одни нули.

4.6 Функция 12 (000Ch). «Выборка протокола коммуникационного порта».

Запрос:

Адрес	0Ch	CRC (2 байта)
-------	-----	---------------

Ответ:

						Буфер связи			
Адрес	0Ch	Счётчик к байтов	Слово состояния (2 байта)	Счётчик связи (2 байта)	Счётчик сообщений (2 байта)	Событие 0	...	Событие N	CRC (2 байта)

Поле содержимого буфера последовательной связи может иметь объём от 0 до 64 байт (событий).

4.7 Функция 16 (10h). «Запись в группу регистров хранения».

Запрос:

Адрес	10h	Адрес первого регистра (2 байта)	Количество регистров (2 байта)	Счетчик байтов	Значение для регистра 1 (2 байта)	...	Значение для регистра N (2 байта)	CRC (2 байта)
-------	-----	----------------------------------	--------------------------------	----------------	-----------------------------------	-----	-----------------------------------	---------------

Содержимое поля «Счетчик байтов» равно содержимому поля «Количество регистров» (N), умноженному на 2.

Ответ:

Адрес	10h	Адрес первого регистра	Количество регистров	CRC (2 байта)
-------	-----	------------------------	----------------------	---------------

В SCADA-системе TraceMode запись регистров осуществляется каналами подтипа Modbus с дополнением к подтипу W Word(6) для записи отдельных регистров или W Float(16) для записи пар регистров со значением в формате float4. Для дополнения W Word(6) нужно задавать количество запрашиваемых значений Q=1, а для дополнения W Float(16) — Q=2.

4.8 Функция 17 (11h). «Чтение идентификатора ВЕДОМОГО устройства».

Запрос:

Адрес	11h	CRC (2 байта)
-------	-----	---------------

Ответ:

Адрес	11h	Счетчик байт	Идентификатор прибора	FFh = Вкл	Спецификация прибора (17 байт)	CRC (2 байта)
-------	-----	--------------	-----------------------	-----------	--------------------------------	---------------

Идентификатор 15h присвоен прибору предприятием-изготовителем.

Поле «Спецификация прибора» содержит наименование и номер версии прибора текстом в символах ASCII (КОИ-8).

Возможный вариант ответа:

Адрес	1Fh	11h	15h	FFh	pH-4101 V01.03.02 DD:MM:YYYY	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	-----	------------------------------	---------------

Стр.	АВДП.414332.001.05 РП				
12		Изм	Стр.	№ докум.	Подпись Дата

После передачи ответа биты WDT и EEPROM в регистре диагностики сбрасываются (=0) .

4.9.4 Подфункция 3 (0003h). «Изменить разделитель ASCII сообщения».

Запрос:

Адрес	08h	00h	03h	Символ	00h	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	--------	-----	---------------

Нормальный ответ должен быть эхом запроса:

Адрес	08h	00h	03h	Символ	00h	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	--------	-----	---------------

4.9.5 Подфункция 4 (0004h). «Установить режим «Только прослушивание».

Запрос:

Адрес	08h	00h	04h	00h	00h	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	-----	-----	---------------

После приема этого запроса ВЕДОМОЕ устройство переводится в режим «Только прослушивание», ответ на этот запрос не посылается, дальнейшая реакция на запросы ВЕДУЩЕГО не производится до получения запроса ВЕДУЩЕГО диагностической функции 08h с подфункцией 0001h «Перезапустить опции настройки коммуникационного порта».

4.9.6 Подфункция 10 (000Ah). «Очистить счетчики и регистр диагностики».

Запрос:

Адрес	08h	00h	0Ah	00h	00h	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	-----	-----	---------------

После приема этого запроса ВЕДОМОЕ устройство очищает все счётчики и регистр диагностики и формирует ответ. Нормальный ответ должен быть эхом запроса:

Адрес	08h	00h	0Ah	00h	00h	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	-----	-----	---------------

Очистка счётчиков происходит после отправки ответа.

4.9.7 Подфункция 11 (000Bh). «Вернуть содержимое счетчика сообщений шины».

Запрос:

Адрес	08h	00h	0Bh	00h	00h	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	-----	-----	---------------

В ответе содержится количество сообщений, переданных ВЕДОМЫМ устройством в систему связи с момента последнего перезапуска, очистки счетчиков связи или включения питания:

Адрес	08h	00h	0Bh	Общее количество ответов (2 байта)	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	------------------------------------	---------------

4.9.8 Подфункция 12 (000Ch). «Вернуть содержимое счетчика ошибок коммуникационного порта».

Запрос:

Адрес	08h	00h	0Ch	00h	00h	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	-----	-----	---------------

В ответе содержится количество CRC-ошибок, обнаруженных ВЕДОМЫМ устройством:

Адрес	08h	00h	0Ch	Общее количество CRC-ошибок (2 байта)	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	---------------------------------------	---------------

4.9.9 Подфункция 13 (000Dh). «Вернуть содержимое счетчика исключительных ответов шины».

Запрос:

Адрес	08h	00h	0Dh	00h	00h	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	-----	-----	---------------

В ответе содержится количество исключительных ответов, сформированных ведомым устройством:

Адрес	08h	00h	0Dh	Общее количество исключительных ответов (2 байта)	CRC-16
-------	-----	-----	-----	---	--------

4.9.10 Подфункция 14 (000Eh). «Вернуть содержимое счетчика сообщений ведомого устройства».

Запрос:

Адрес	08h	00h	0Eh	00h	00h	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	-----	-----	---------------

В ответе содержится количество принятых сообщений и отправленных ответов ведомого устройства с момента последнего перезапуска, очистки счетчиков связи или включения питания:

Адрес	08h	00h	0Eh	Общее количество сообщений (2 байта)	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	--------------------------------------	---------------

4.9.11 Подфункция 15 (000Fh). «Вернуть содержимое счетчика безответных сообщений».

Запрос:

Адрес	08h	00h	0Fh	00h	00h	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	-----	-----	---------------

В ответе содержится количество адресованных ведомому устройству сообщений, на которые оно не сформировало ни нормального, ни исключительного ответа:

Адрес	08h	00h	0Fh	Общее количество безответных сообщений (2 байта)	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	--	---------------

4.9.12 Подфункция 16 (0010h). «Вернуть содержимое счетчика неопознанных запросов».

					АВДП.414332.001.05 РП	Стр.
Изм.	Стр.	№ докум.	Подпись	Дата		15

Позволяет определить количество адресованных ведомому устройству сообщений, на которые оно формирует исключительные ответы неопознанного запроса NAK (Negative Acknowledge). Количество таких сообщений подсчитывается с момента последнего перезапуска, очистки счетчиков связи или включения питания.

Запрос:

Адрес	08h	00h	11h	00h	00h	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	-----	-----	---------------

В ответе содержится количество адресованных ведомому устройству сообщений, на которые оно сформировало ответ Negative Acknowledge (Неопознанное сообщение):

Адрес	08h	00h	11h	Общее количество NAK-сообщений (2 байта)	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	--	---------------

4.9.13 Подфункция 17 (0011h). «Вернуть содержимое счетчика занятости ведомого устройства».

Запрос:

Адрес	08h	00h	11h	00h	00h	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	-----	-----	---------------

В ответе содержится количество адресованных ведомому устройству сообщений, на которые оно сформировало ответ SLAVE DEVICE BUSY (Ведомое устройство занято):

Адрес	08h	00h	11h	Общее количество сообщений SLAVE DEVICE BUSY (2 байта)	CRC (2 байта)
-------	-----	-----	-----	--	---------------

5 Исключительные ответы

Формирование исключительного ответа производится при получении ВЕДОМЫМ команды с недопустимым для данного прибора адресом или данными.

Формат исключительного ответа:

Адрес	Функция + 80h	Исключительный код	CRC (2 байта)
-------	---------------	--------------------	---------------

Поле функции повторяет функцию запроса ВЕДУЩЕГО, но в старшем бите содержится «1».

Поле исключительного кода может содержать следующие данные:

Код	Наименование	Пояснение
01	Недопустимая функция (ILLEGAL FUNCTION)	Код указанной в запросе функции недопустим для данного ведомого устройства.
02	Недопустимый адрес данных (ILLEGAL DATA ADDRESS)	В запросе указан недопустимый для данного ведомого устройства адрес данных.
03	Недопустимое значение (ILLEGAL DATA VALUE)	Величина, указанная в поле данных запроса, является недопустимой для данного ведомого устройства.
04	Ошибка ведомого устройства (SLAVE DEVICE FAILURE)	Во время попытки выполнения ведомым устройством запрошенных действий возникла неисправимая ошибка.
05	Задержка тайм-аута (ACKNOWLEDGE)	Ведомое устройство приняло запрос, но его обработка требует длительного времени. Ответ формируется для предотвращения тайм-аута в ведущем устройстве. После завершения обработки запроса ведомым устройством ведущее устройство может получить запрашиваемые данные.
06	Ведомое устройство занято (SLAVE DEVICE BUSY)	Ведомое устройство занято длительной обработкой команды. Ведущее устройство может получить запрашиваемые данные после прекращения ведомым устройством выполняемых операций.
07	Невыполнимая функция (NEGATIVE ACKNOWLEDGE)	Ведомое устройство не может выполнить указанную в запросе функцию. Этот код включается в исключительные ответы на неудачные запросы с кодами функций 13 или 14 (dec). Для уточнения ситуации ведущее устройство должно выполнить диагностирование ведомого устройства.
08	Ошибка четности памяти (MEMORY PARITY ERROR)	Ведомое устройство пытается прочитать данные из расширенной памяти, но обнаруживает ошибку четности. Ведущее устройство может сделать новую попытку отправки запроса ведомому устройству.

Более подробную информацию по протоколу Modbus можно получить на сайтах:

<http://www.modbus.org>

<http://www.modicon.com/openmbus>

					АВДП.414332.001.05 РП	Стр.
Изм	Стр.	№ докум.	Подпись	Дата		17

Приложение А

Перечень ситуаций, идентифицируемых прибором как ошибка измерения

Бит	Hex	Описание
0	0x01	- внутренняя ошибка связи цифровой и аналоговой частей прибора
1	0x02	- короткое замыкание ($R < 1 \text{ Ом}$) датчика ТС
2	0x04	- обрыв ($R > 1,5 \text{ кОм}$) датчика ТС
3	0x08	- $E_i < -50 \text{ мВ}$ или $E_i > 250 \text{ мВ}$
4	0x10	- $S < 80\%$ или $S > 120\%$
5	0x20	- входной сигнал за пределами индикации

Стр.	АВДП.414332.001.05 РП				
18		Изм	Стр.	№ докум.	Подпись

					АВДП.414332.001.05 РП	Стр.
Изм	Стр.	№ докум.	Подпись	Дата		19

Стр.	АВДП.414332.001.05 РП					
20		Изм	Стр.	№ докум.	Подпись	Дата

					АВДП.414332.001.05 РП	Стр.
Изм	Стр.	№ докум.	Подпись	Дата		21

*ЗАО «Научно-производственное предприятие «Автоматика»
600016, Россия, г. Владимир, ул. Большая Нижегородская, дом 77, корпус 5
Тел.: +7 (4922) 779-796, +7(4922) 475-290, факс: +7(4922) 215-742
e-mail: market@avtomatica.ru
<http://www.avtomatica.ru>*