Закрытое акционерное общество
«Научно-производственное предприятие «Автоматика»
ОКП 42 1522

АНАЛИЗАТОР ЖИДКОСТИ КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИЙ

АЖК-3110

Коммуникационный интерфейс. Руководство по применению

АЖК-3110.01 РП

г. Владимир

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....3
1 Протокол взаимодействия с ведущим устройством.....3
2 Назначение регистров прибора.....4
3 Перечень функций, реализованных в приборе.....8
4 Описание функций.....9
5 Исключительные ответы.....14
Приложение А
Перечень ситуаций, идентифицируемых прибором как ошибка измерения.....16

Версия 01.05 (22.09.2016)

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства и обеспечения правильной эксплуатации анализатора жидкости кондуктометрического типа АЖК-3110 с интерфейсом (далее – 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).

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, ASCII) 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.

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;
- формат сообщений RTU или ASCII;
- 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;
- формат сообщений RTU;
- адрес прибора равен 1.

2.3 Область регистровой памяти, предназначенная для чтения и записи информации, включает в себя 252 регистра, 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 проводимости или концентрации, результат измерения температуры, 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 00FAh и 28F6h в регистре 00FBh.

Таблица 1 - Регистровая карта

Номер регистра	Описание	Доступ	Функции доступа	Допустимые значения	Примечание
0000h	Частота передачи «bAud»	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 «PAr 1»	r/w3	3,4,6,16	0000h-0003h 0-3	0000h – выключен 0001h – выключен 0002h – чётности 0003h – нечётности
0002h	Протокол «Prot»	r/w3	3,4,6,16	0000h, 0001h 0, 1	0000h – ModBus RTU 0001h – ModBus ASCII
0003h	Сетевой адрес прибора «Adr»	r/w3	3,4,6,16	0001h-00F7h 1-247	
0004h	Разделительный символ для ASCII «SEP»	r/w3	3,4,6,16	0000h-00FFh 0-255	
0006h	Разрешение доступа к настройкам «rS.En»	r/w3	3,4,6,16	0000h-000Fh 0-15	бит 0 – настройки «rSt» бит 1 – настройки «Aout», бит 2 – настройки «A. in» бит 3 – настройки «rS» бит 4 – метрологические настройки
0007h	Режим индикации	r/w3	3,4,6,16	0000h-0002h 0-2	0 – индикация проводимости/концентрации 1 – индикация температуры 2 – автоматическая смена индицируемого параметра через 3 сек.
0008h- -006Fh	Зарезервировано				
0070h- -0074h	Служебные				
0075h- -0077h	Зарезервировано				
0078h- -008Fh	Служебные				

Номер регистра	Описание	Доступ	Функции доступа	Допустимые значения	Примечание
0090h--0097h	Зарезервировано				
0098h--00BFh	Служебные				
00C0h--00C3h	Зарезервировано				
00C4h	Число измерений температуры для усреднения «FLtt»	r/w2	3,4,6,16	0000h-001Eh 0-30	Время одного измерения 0,3 сек
00C5h	Число измерений проводимости для усреднения «FLtC»	r/w2	3,4,6,16	0000h-001Eh 0-30	Время одного измерения 0,3 сек
00C6h	Ускоритель фильтра для измерения температуры «t.Acc»	r/w2	3,4,6	0000h-0001h 0-1	0 – выключен 1 – включен
00C7h	Порог срабатывания ускорителя фильтра для измерения температуры	r/w2	3,4,6	0001h-0064h 1-100	% от диапазона измерения напряжения
00C8h	Ускоритель фильтра для измерения проводимости «C.Acc»	r/w2	3,4,6	0000h-0001h 0-1	0 – выключен 1 – включен
00C9h	Порог срабатывания ускорителя фильтра для измерения проводимости	r/w2	3,4,6	0000h-0064h 0-100	% от диапазона измерения сопротивления
00CAh--00CFh	Зарезервировано				
00D0h	Диапазон измерения проводимости «rAnG»	r/w2	3,4,6,16	0000h-0004h 0-4	0 - автоматическое переключение диапазонов; 1 - (0...1); 2 - (0...10); 3 - (0...100); 4 - (0...1000).
00D1h	Положение десятичной точки «dP» для режима измерения напряжения	r/w2	3,4,6,16	0000h-0004h 0-4	0 ,1 - « 0. » 2 - « 0.0 » 3 - « 0.00 » 4 - «0.000 »
00D2h-	Зарезервировано				

Номер регистра	Описание	Доступ	Функции доступа	Допустимые значения	Примечание
-00D3h					
00D4h, 00D5h	Задание отношения константы датчика «C Cr»	r/w2	3,4,16	-1.999 — 9.999	Число в формате float4.
00D6h, 00D7h	Задание проводимости для вычисления константы датчика «Cond»	r/w2	3,4,16	0 — 2000.0	Число в формате float4.
00D8h	Температурная компенсация проводимости «tcor»	r/w2	3,4,6,16	0000h-0001h 0-1	0 – выключена 1 – включена
00D9h	Пересчет проводимости в концентрацию «C.L in»	r/w2	3,4,6,16	0000h-0001h 0-1	0 - проводимость (без пересчета) 1 - персчет проводимости в концентрацию
00DAh, 00DBh	Задание температурной константы **α** «ALFA»	r/w2	3,4,16	-1.999 — 9.999	Число в формате float4.
00DCh, 00DDh	Задание температурной константы **β** «bEtA»	r/w2	3,4,16	-1.999 — 9.999	Число в формате float4.
00DEh, 00DFh	Задание температуры приведения «t0»	r/w2	3,4,16	0 — 100.0	Число в формате float4.
00E0h	Зарезервировано				
00E1h- -00E3h	Служебный				
00E4h- -00EFh	Зарезервировано				
00F0h- -00F2h	Служебный				
00F3h- -00F5h	Зарезервировано				
00F6h	Диапазон измерения	r	3,4		0 - (0... 1); 1 - (0... 10); 2 - (0... 100); 3 - (0... 1000).
00F7h	Код ошибки	r	3,4		Перечень кодов ошибок: смотри Приложение А
00F8h, 00F9h	Результат измерения проводимости или концентрации	r	3,4		Число в формате float4

Номер регистра	Описание	Доступ	Функции доступа	Допустимые значения	Примечание
00FAh, 00FBh	Результат измерения температуры	r	3,4		Число в формате float4 в °C

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
08 (08h) 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 NAK-счетчика ведомого устройства

	17 (11h)	Вернуть содержимое счетчика занятости ведомого устройства
	18 (12h)	Вернуть содержимое счетчика недопустимых символов ведомого устройства

ПРИМЕЧАНИЕ.

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)

ПРИМЕЧАНИЕ. ***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 pH-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 коммуникацион-ного 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), 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 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)

ПРИМЕЧАНИЕ. В SCADA-системе TraceMode запись регистров осуществляется каналами подтипа Modbus с дополнением к подтипу W Word(6) для записи отдельных реги-

стров 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 (18 байт)	CRC (2 байта)

Идентификатор 25h присвоен прибору предприятием-изготовителем.
Поле «Спецификация прибора» содержит наименование и номер версии прибора текстом в символах ASCII (КОИ-8):

Адрес	11h	20h	51h	FFh	AGK-3110 V01.03.02 DD:MM:YYYY	CRC (2 байта)

DD:MM:YYYY - дата компиляции ПО (день:месяц:год).

4.9 **Диагностическая функция 8 (08h).**

4.9.1 **Подфункция 0 (0000h).** «Возврат данных запроса».

Запрос:

Адрес	08h	00h	00h	Старший байт данных	Младший байт данных	CRC (2 байта)

Нормальный ответ должен быть эхом запроса:

Адрес	08h	00h	00h	Старший байт данных	Младший байт данных	CRC (2 байта)

4.9.2 **Подфункция 1 (0001h).** «Перезапустить опции настройки коммуникационного порта».

Запрос:

Адрес	08h	00h	01h	00h или FFh	00h	CRC (2 байта)

По этому запросу ВЕДОМОЕ устройство переводится в режим ONLINE, и формирует следующий ответ:

Адрес	08h	00h	01h	00h или FFh (эхо запроса)	00h	CRC (2 байта)

Если до получения этого запроса ВЕДОМОЕ устройство находилось в режиме «Только прослушивание», то ответ не формируется.

4.9.3 **Подфункция 2 (0002h).** « Вернуть содержимое регистра диагностики».

Запрос:

Адрес	08h	00h	02h	00h	00h	CRC (2 байта)

Ответ:

Адрес	08h	00h	02h	Регистр диагностики (2 байта)	CRC (2 байта)

Назначение битов 16-разрядного регистра диагностики:

Байт 1 (при передаче первый)								Байт 2 (при передаче второй)							
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	EEPROM	WDT

Бит WDT = 1 сигнализирует о факте срабатывания сторожевого таймера (***в текущей версии прибора установка данного бита не реализована***).

Бит EEPROM = 1 сигнализирует о факте изменения содержимого EEPROM с пульта прибора (***в текущей версии прибора установка данного бита не реализована***).

Первым передается старший байт (00h).

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)

ПРИМЕЧАНИЕ. 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».

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 ВЕДО-

МЫМ 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 посылки запроса ведомому устройству.

Более подробную информацию по протоколу Modbus можно получить на сайтах:

http://www.modbus.org
http://www.modicon.com/openmbus

Приложение А
Перечень ситуаций, идентифицируемых прибором как ошибка измерения

0		- нет ошибок
1	Err 1	- внутренняя ошибка связи цифровой и аналоговой частей прибора
2		- входной сигнал за пределами индикации