

Справ. №	Лев. применение СПГК.5280.000.00
----------	-------------------------------------

*ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ РАСХОДА
ВИХРЕАКУСТИЧЕСКИЕ МЕТРАН-300ПР/305ПР
РАСХОДОМЕР ВИХРЕВОЙ МЕТРАН-390М*

*Протокол взаимодействия
цифрового интерфейса (для ModBus)*

СПГК.5280.000.00 ДП

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инд. №	Инд. № дудл.
Подп. и дата	Подп. и дата

СОДЕРЖАНИЕ

1	Модель протокола	4
2	Канальный уровень	4
3	Прикладной уровень	7
Приложение А Адреса регистров расходомера		10
Приложение Б Коды ошибок расходомера		17

Справ. №

Левб. наименование

СПГК.5280.000.00

Подп. и дата

Инд. № дубл.

Взам. инд. №

Подп. и дата

СПГК.5280.000.00 ДП				
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Бабенков</i>		
<i>Проверил</i>		<i>Ведерников</i>		
<i>Т. контр.</i>				
<i>Н. контр.</i>		<i>Черновол</i>		
<i>Утвердил</i>		<i>Зайнуллин</i>		
<i>Преобразователь расхода вихреакустический Метран-300ПР/305ПР Расходомер вихревой Метран-390М</i>				
<i>Протокол взаимодействия цифрового интерфейса (для ModBus)</i>				
			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>
			2	18
МЕТРАН				

Настоящий документ рассматривает вопросы, связанные с работой преобразователя расхода вихреакустического МЕТРАН-300ПР, МЕТРАН-305ПР, МЕТРАН-390М (далее расходомера) по цифровому интерфейсу RS-485 с использованием протокола ModBus RTU.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № аудл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

СПГК.5280.000.00 ДП

Лист
3

1 Модель протокола

Модель протокола обмена цифрового интерфейса расходомера (далее Протокола) состоит из трёх уровней, приведенных на рисунке 1.

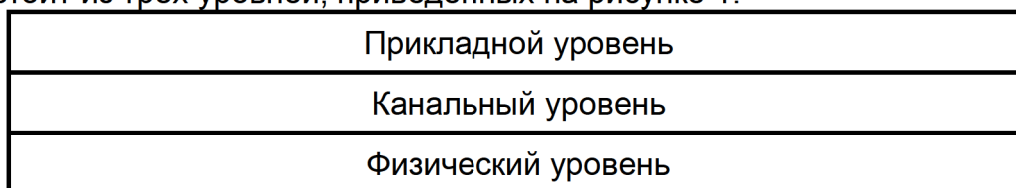


Рисунок 1 - Модель Протокола

Протокол реализует уровни 1(физический уровень), 2(уровень связи данных; канальный уровень) и 7(прикладной уровень) модели OSI. Модель OSI ("Open System Interconnection" - Взаимодействие открытых систем) это определенный способ структурирования характеристик и реализации коммуникационного протокола на "уровни", каждый из которых выполняет специальную функцию. Ниже приведено описание уровней Протокола.

Физический уровень описывает характеристики сигнала (метод модуляции, тип сигнала, уровень сигнала) и среду передачи данных Протокола. В расходомере в качестве физического уровня используется интерфейс стандарта RS-485.

Канальный уровень отвечает за последовательную передачу символов и других данных, составляющих пакет сообщения. Он управляет доступом к физической среде, осуществляет контроль локальной сети и осуществляет прием и передачу данных пакетов сообщений. На этом уровне обеспечивается механизм ретрансляции данных при обнаружении ошибок передачи, причем в этом механизме участвуют только источник и приемник сообщения.

Прикладной уровень является самым верхним. В нем осуществляется взаимодействие с пользователем, этот уровень является видимой для пользователя частью модели Протокола. Здесь описываются команды Протокола, используемые для работы с расходомером.

2 Канальный уровень

Связь в Протоколе ModBus RTU осуществляется по схеме главный/подчиненный. Под мастером (главным) будем понимать устройство (контроллер, устройство сбора информации, управляющий компьютер и т.д.), которое инициализирует действие канала связи, посылая сообщение подчиненному устройству. Под подчиненным (Метран-300ПР/305ПР/М390М) - пассивное устройство, которое только посылает ответ на сообщение от мастера.

Сообщения кодируются как последовательность 8-разрядных байт, которые передаются с использованием стандартного UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter- Универсальный Асинхронный Приемник/Передатчик) для отправки каждого байта. Так как Протокол является асинхронным, то к каждому байту добавляются стартовый бит, бит паритета (бит четности) и стоповый. Это позволяет принимающему устройству UART распознавать начало и окончание каждого передаваемого байта, а также определять возникающие ошибки. На рисунке 2 показан формат передачи одного байта:

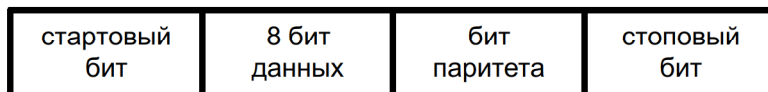
Подп. и дата
Инд. № докл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инд. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

СПГК.5280.000.00 ДП

Лист

4



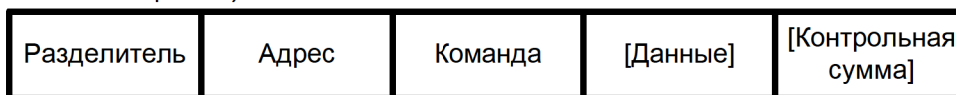
Формат передачи одного байта

Рисунок 2 - Форматы передачи одного байта

Формат байта данных по умолчанию: один старт бит, 8 бит данных, бит паритета (EVEN), один стоп бит. Поддерживается настройка формата в части бита паритета (None, EVEN, ODD) и количества стоповых битов (1 или 2 бита).

Защиту целостности данных от повреждения обеспечивает контрольная сумма сообщения.

Обмен информацией между расходомером и Мастером выполняется в виде кадров. На рисунке 3 показаны форматы кадров, используемые при обмене. Все поля в кадре имеют целое число байт и все байты кадра должны быть переданы в непрерывной последовательности (при возникновении интервала тишины между двумя соседними байтами, превышающего время передачи 1,5 байта, принимающее устройство заканчивает прием данного сообщения и воспринимает следующий байт как начало нового сообщения).



Кадр от главного устройства к подчинённому



Кадр от подчинённого устройства к главному

Рисунок 3 - Форматы кадров Протокола

В ModBus RTU сообщение начинается с интервала тишины равного времени передачи 3,5 байта (разделитель) при данной скорости передачи в сети. Вслед за последним передаваемым байтом также следует интервал тишины продолжительностью не менее 3,5 байта (разделитель). Новое сообщение может начинаться сразу же после этого интервала.

Если новое сообщение начнется раньше интервала тишины, то принимающее устройство воспримет его как продолжение предыдущего сообщения.

Поле адреса состоит из 8 бит и содержит адрес подчинённого устройства. Допустимый адрес передачи находится в диапазоне 0 – 247. Каждому подчиненному устройству присваивается адрес в пределах от 1 до 247. Таким образом, все подчинённые устройства в сети имеют уникальный сетевой адрес. Главное устройство адреса не имеет. Адрес 00h используется для широковещательной передачи (все приборы на линии должны выполнить команду). Широковещательная передача (адрес 00h) расходомером не поддерживается.

Поле команды состоит из одного байта и содержит идентификатор (код) одной из команд Протокола. Для кодирования используются диапазон чисел 1 – 255.

Когда подчиненный отвечает главному, он использует поле кода команды для фиксации ошибок. В случае нормального ответа подчиненный повторяет оригинальный код команды. Если имеет место ошибка, возвращается код команды с установленным в 1 старшим битом. Более подробная информация будет приведена ниже.

Поле данных в сообщении от главного к подчиненному содержит дополнительную информацию, которая необходима подчиненному для выполнения указанной команды. Оно может содержать адреса регистров, их количество, счетчик передаваем-

Подп. и дата	
Инд. № докл.	
Взам. инд. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

мых байтов данных. Подробная информация о форматах данных содержится в описании команд.

Поле контрольной суммы представляет 16-ти битовую величину. Контрольная сумма является результатом вычисления передающего устройства Cyclical Redundancy Check (CRC) сделанного над содержанием сообщения. CRC добавляется к сообщению последним полем, младшим байтом вперед. Принимающее устройство вычисляет контрольную сумму в процессе приема и сравнивает ее с полем CRC принятого сообщения.

Далее приведена пошаговая процедура расчета CRC:

1. Загрузить 16-ти разрядный регистр числом FFFFH (число представлено в шестнадцатеричном формате).
2. Выполнить операцию XOR (“исключающее или”) над первым байтом данных и старшим байтом регистра. Поместить результат в регистр.
3. Сдвинуть регистр на один разряд вправо.
4. Если выдвинутый вправо бит единица, выполнить операцию XOR между регистром и полиномом 1010 0000 0000 0001 (A001H).
5. Если выдвинутый бит ноль, вернуться к шагу 3.
6. Повторять шаги 3 и 4 до тех, пока не будет выполнены 8 сдвигов регистра.
7. Выполнять операцию XOR над следующим байтом данных и регистром.
8. Повторять шаги 3 – 7 до тех пор, пока не будет выполнена операция XOR над всеми байтами данных и регистром.
9. Содержимое регистра представляет собой два байта CRC и добавляется к исходному сообщению старшим битом вперед.

Протокол допускает возможность работы на следующих скоростях: 1200; 2400; 4800; 9600; 19200, 38400 бод. Скорость обмена задаётся в конфигурации расходомера и может быть изменена. По умолчанию (при выпуске из производства) в расходомере установлена скорость обмена 9600бод и сетевой адрес 01h, бит четности EVEN, один стоп бит.

Время ответа подчинённого на полученный ему запрос регламентировано. Здесь и далее под временем реакции на команду будем понимать максимальное время от получения последнего байта команды до начала отправления первого байта расходомером. Это время индивидуально для разных команд (для команд чтения – 50 мс, для команд записи - 300 мс) и указано в описании команд. По истечении этого времени после принятия сообщения от мастера подчинённое устройство обязано начать передачу ответного сообщения. Отсутствие ответа в пределах данного временного интервала свидетельствует об отсутствии прибора с таким адресом на линии или о фатальных ошибках в работе прибора.

Расходомер позволяет ввести дополнительную задержку перед ответом (суммарная задержка перед ответом будет представлять сумму времени реакции расходомера на команду и дополнительной задержки). Возможные значения времени дополнительной задержки: 0...131мс.

При запросе главного к подчиненному может возникнуть одна из следующих ситуаций:

- если подчиненное устройство приняло запрос без коммуникационных ошибок, и может нормально распознать запрос, оно возвращает нормальный ответ;
- если подчиненное устройство не приняло запрос, ответ не возвращается. Главный ожидает ответа на запрос в течении определенного таймаута;
- если подчиненный принял запрос, но обнаружил коммутационную ошибку (паритет, ошибка контрольной суммы), то ответ не возвращается;

Подп. и дата	
Инд. № докл.	
Взам. инд. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СПГК.5280.000.00 ДП

- если подчиненный принял запрос без коммутационной ошибки, но не может выполнить затребованную команду, подчиненный возвращает сообщение об ошибке и ее причинах.

В нормальном ответе, подчиненный повторяет код команды содержащийся в принимаемом сообщении. Во всех командах старший бит установлен в 0. При возвращении сообщения об ошибке подчиненный устанавливает этот бит в 1.

При установленном старшем бите в команде, главный должен произвести анализ поля данных сообщения, в котором возвращается код ошибки. Коды ошибок, возвращаемых расходомером приведены в приложении Б.

Для возможности быстрого поиска расходомера, если его коммуникационные настройки неизвестны, после подачи питания расходомер настраивается на коммуникационные параметры по умолчанию (скорость обмена 9600бод, начальный сетевой адрес (по умолчанию 01h), бит четности EVEN, один стоп бит). В случае если в течении одной секунды после подачи питания расходомер принимает адресованное ему, корректное сообщение на указанных коммуникационных параметрах он остается настроенным на коммуникационные параметры по умолчанию до следующей перезагрузки. При этом имеется возможность чтения в том числе установленных коммуникационных параметров и их запись. Если в течении одной секунды после подачи питания расходомер не принимает сообщений он перенастраивается на установленные коммуникационные настройки. Начальный сетевой адрес, действующий после подачи питания можно настроить (регистр 40071 таблицы приложения А). Не рекомендуется изменять данный параметр без крайней необходимости (а именно - работы расходомера в сети с параметрами 9600бод, EVEN, 1 стоп бит, в которой присутствует устройство с адресом 01h).

Коммуникационные параметры после подачи питания в течении одной секунды отображаются в нижней строке ЖКИ (при его наличии) в формате xxx.s.p.y, где
xxx – адрес расходомера в десятичном виде (1-247);
s – скорость обмена, код в соответствии с регистром 09h (0-1200, 1-2400 и т.д.);
p – четность (parity) (0 – no parity; 1 – even parity; 2 – odd parity);
y - количество стоп бит (0 – 1 стоп бит; 1 – 2 стоп бита).

3 Прикладной уровень

Здесь описаны команды, поддерживаемые расходомером, с помощью которых осуществляется чтение и запись необходимых данных.

Все что связано с записью данных в расходомер, а именно “Запись конфигурации”, “Установка диапазона измерения расхода”, “Запись параметров импульсного сигнала”, “Запись данных пользователя” имеют защиту от случайного доступа. Снятие и установка защиты производится записью соответствующего значения в регистр статуса защиты от записи, номер регистра и его формат приведен в приложении А. При установленной защите расходомер игнорирует вышеперечисленные команды, при этом в ответе содержится указание на то, что расходомер находится в защищённом от записи режиме.

Команда: 03 (03 HEX). Чтение значения регистров временного хранения информации (Read Holding Registers)

Данная команда позволяет получить двоичное содержимое 16-ти разрядных регистров (ссылка 4xxxx) подчиненного устройства. Расходомер позволяет получить за каждый запрос до 32 регистров. Регистры имеют логический и физический адреса, при этом физический адрес (тот что непосредственно передается в запросе) отлича-

Подп. и дата	
Инд. № докл.	
Взам. инд. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

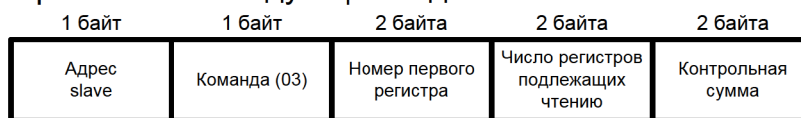
СПГК.5280.000.00 ДП

Лист
7

ется от логического на единицу в меньшую сторону. Для получения доступа к регистру с номером 40001 в поле адреса необходимо задать значение 0000h, для 40002 соответственно 0001h и т. д. Длина каждого регистра данных – 2 байта. Первый байт данных в посылке является старшим байтом регистра, второй – младшим.

Запрос.

Формат запроса имеет следующий вид:



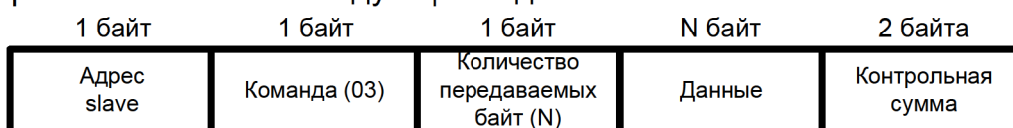
Формат запроса команды 03

Рисунок 4 – Формат запроса

Под номером первого регистра подразумевается регистр, с которого необходимо начать чтение информации.

Ответ.

Формат ответа имеет следующий вид:



Формат ответа команды 03

Рисунок 5 – Формат ответа

Подсчет количества передаваемых байт осуществляется без учета двух байт контрольной суммы.

Номера регистров представлены в приложении А.

Время реакции на команду 50 мс.

Информация о мгновенном расходе, накопленном объёме, времени наработки, температуры, пределах измерения для данного ДУ, значения ВПИ и НПИ и т. д., представлена в формате IEEE754. Это формат 32-разрядных данных стандартной точности с плавающей точкой. Число в данном формате представляется в виде 4 байт. Причем, первый бит старшего байта определяет знак числа, следующие восемь бит – это экспонента, а остальные биты, отведены под мантиссу числа. Для передачи переменной в данном формате используются два регистра. Порядок следования байт (формат передачи флот) является настраиваемым параметром. Подробно формат передачи приведён в приложении А.

Для передачи числа в формате IEEE754 используются два регистра с соседними адресами, например, в регистрах с адресами 40017:40018 (смотри приложение А) находится информация о мгновенном расходе в формате IEEE754, в текущих единицах измерения.

Команда: 16 (10 HEX). Запись значения регистров временного хранения информации (Present Multiple Regs)

Данная команда позволяет произвести запись значений последовательности 16-ти разрядных регистров (ссылка 4xxxx) подчиненного устройства. Расходомер позволяет записать за каждый запрос до 16 регистров. Регистры имеют логический и физический адреса, при этом физический адрес (тот что непосредственно передается в запросе) отличается от логического на единицу в меньшую сторону. Для получения доступа к регистру с номером 40001 в поле адреса необходимо задать значение 0000h, для 40002 соответственно 0001h и т. д. Длина каждого регистра данных– 2

Подп. и дата	
Инд. № дудл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

					<i>СПГК.5280.000.00 ДП</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

байта. Первый байт данных в посылке является старшим байтом регистра, второй – младшим.

Запрос.

Формат запроса имеет следующий вид:

1 байт	1 байт	2 байта	2 байта	1 байт	N байт	2 байта
Адрес slave	Команда (16)	Номер первого регистра	Число регистров подлежащих записи	Количество передаваемых байт (N)	Данные	Контрольная сумма

Формат запроса команды 16

Рисунок 6 – Формат запроса

Подсчет количества передаваемых байт осуществляется без учета двух байт контрольной суммы.

Ответ.

Формат ответа имеет следующий вид:

1 байт	1 байт	2 байта	2 байта	2 байта
Адрес slave	Команда (16)	Номер первого регистра	Число ячеек для записи	Контрольная сумма

Формат ответа команды 16

Рисунок 7 – Формат ответа

Номера регистров представлены в приложении А.
 Время реакции на команду 300 мс.

В регистровых парах 40019:40020 и 40021:40022 (смотри приложение А) находится информация о ВПИ и НПИ соответственно, в текущих единицах измерения. Данные хранятся в формате IEEE754, причем запись одного из пределов измерения необходимо производить только совместно со вторым (одной командой), на чтение ограничений не накладывается.

Для настройки выходного импульсного сигнала используются два регистра 40073 (цена импульса), 40074 (длительность импульса). Формат регистров приведен в приложении А, для настройки значений импульсного сигнала необходимо произвести запись соответствующих регистров совместно (одной командой).

Для осуществления анализа и изменения состояния защиты от записи используется регистр с адресом 40065 (защита включена/выключена). Для снятия (или установки) защиты необходимо произвести запись данной ячейки в соответствии с форматом ячейки, приведённым в приложении А.

Расходомер поддерживает команду 06 (06 HEX) записи одного регистра. При этом запрос содержит адрес расходомера, команду (06h), адрес регистра подлежащего записи (2 байта), записываемое значение регистра (2 байта), контрольная сумма (2 байта). При отсутствии ошибок ответ повторяет запрос.

Номера (адреса) регистров представлены в приложении А.

Подп. и дата	
Инд. № докл.	
Взам. инд. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Адреса регистров расходомера Метран-300ПР/Метран-305ПР/Метран-390М

Таблица А.1

Адрес 4xxxx	Описание
0001	Идентификатор расходомера Метран-300/305/390М(.300/.305/.390), только чтение
0002	ст. байт - исполнение по условному диаметру (ДУ): 0 - ДУ25; 1 - ДУ32; 2 - ДУ50; 3 - ДУ80; 4 - ДУ100; 5 - ДУ150; 6 - ДУ200; 7 - ДУ250; 8 - ДУ300; 9 - ДУ15 (только для Метран-390М); 10 - ДУ40 (только для Метран-390М); 11 - ДУ65 (только для Метран-390М); 12 - ДУ125 (только для Метран-390М); 13 - ДУ20 (только для Метран-390М); мл. байт - зарезервировано, только чтение
0003	Серийный номер (ст. слово), только чтение
0004	Серийный номер (мл. слово), только чтение
0005	ст. байт - версия аппаратного обеспечения (умн. на 10) мл. байт - версия программного обеспечения (умноженная на 10 при значении менее 100; умноженная на 100, при значении более 100), только чтение
0006	Дата выпуска расходомера: изменено с 2021 года ст. байт - неделя; мл. байт - год-2000, только чтение
0007	
0008	ст. байт - количество стоп бит: М300/305 с версии ПО 2.8 00h - 1 стоп бит (по умолчанию); 01h - 2 стоп бита; мл. байт - четность (parity): М300/305 с версии ПО 2.8 00h - no parity; 01h - even parity (по умолчанию); 02h - odd parity;
0009	ст. байт - адрес устройства в сети: 1...247 (по умолчанию 01h); мл. байт - скорость обмена: 00h - 1200 бод; 01h - 2400 бод; 02h - 4800 бод; 03h - 9600 бод (по умолчанию); 04h - 19200 бод; 05h - 38400 бод.
0010	ст. байт - зарезервировано; мл. байт - единицы измерения: 16 - м ³ /ч (для Метран-300/305/390М); 17 л/с (для Метран-300/305/390М); 19 - м ³ /ч (дополнительные для Метран-390М); 24 - л/с (дополнительные для Метран-390М);

Подп. и дата
Инд. № дудл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инд. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СПГК.5280.000.00 ДП

	78 – т/ч (только для Метран-390М); 75 – кг/ч (только для Метран-390М).																																																
0011	Дополнительная задержка перед ответом, 1 соответствует 2мкс (возм. значения 0,1,...,65535 соответствуют задержке 0,2,...,131070мкс)																																																
0012	ст. байт – формат передачи переменных типа float (IEEE754): 00h – порядок передачи float (по умолчанию): <table border="1" data-bbox="475 295 1513 376"> <tr><td>Transmitted first</td><td>Transmitted second</td><td>Transmitted third</td><td>Transmitted last</td></tr> <tr><td>Byte #0</td><td>Byte #1</td><td>Byte #2</td><td>Byte #3</td></tr> <tr><td>S E E E E E E E</td><td>E M M M M M M M</td><td>M M M M M M M M</td><td>M M M M M M M M</td></tr> </table> 01h – порядок передачи float: <table border="1" data-bbox="475 407 1513 488"> <tr><td>Transmitted first</td><td>Transmitted second</td><td>Transmitted third</td><td>Transmitted last</td></tr> <tr><td>Byte #2</td><td>Byte #3</td><td>Byte #0</td><td>Byte #1</td></tr> <tr><td>M M M M M M M M</td><td>M M M M M M M M</td><td>S E E E E E E E</td><td>E M M M M M M M</td></tr> </table> 02h – порядок передачи float: с версии ПО 2.8 <table border="1" data-bbox="475 519 1513 600"> <tr><td>Transmitted first</td><td>Transmitted second</td><td>Transmitted third</td><td>Transmitted last</td></tr> <tr><td>Byte #1</td><td>Byte #0</td><td>Byte #3</td><td>Byte #2</td></tr> <tr><td>E M M M M M M M</td><td>S E E E E E E E</td><td>M M M M M M M M</td><td>M M M M M M M M</td></tr> </table> 03h – порядок передачи float: с версии ПО 2.8 <table border="1" data-bbox="475 631 1513 712"> <tr><td>Transmitted first</td><td>Transmitted second</td><td>Transmitted third</td><td>Transmitted last</td></tr> <tr><td>Byte #3</td><td>Byte #2</td><td>Byte #1</td><td>Byte #0</td></tr> <tr><td>M M M M M M M M</td><td>M M M M M M M M</td><td>E M M M M M M M</td><td>S E E E E E E E</td></tr> </table> мл. байт – зарезервировано;	Transmitted first	Transmitted second	Transmitted third	Transmitted last	Byte #0	Byte #1	Byte #2	Byte #3	S E E E E E E E	E M M M M M M M	M M M M M M M M	M M M M M M M M	Transmitted first	Transmitted second	Transmitted third	Transmitted last	Byte #2	Byte #3	Byte #0	Byte #1	M M M M M M M M	M M M M M M M M	S E E E E E E E	E M M M M M M M	Transmitted first	Transmitted second	Transmitted third	Transmitted last	Byte #1	Byte #0	Byte #3	Byte #2	E M M M M M M M	S E E E E E E E	M M M M M M M M	M M M M M M M M	Transmitted first	Transmitted second	Transmitted third	Transmitted last	Byte #3	Byte #2	Byte #1	Byte #0	M M M M M M M M	M M M M M M M M	E M M M M M M M	S E E E E E E E
Transmitted first	Transmitted second	Transmitted third	Transmitted last																																														
Byte #0	Byte #1	Byte #2	Byte #3																																														
S E E E E E E E	E M M M M M M M	M M M M M M M M	M M M M M M M M																																														
Transmitted first	Transmitted second	Transmitted third	Transmitted last																																														
Byte #2	Byte #3	Byte #0	Byte #1																																														
M M M M M M M M	M M M M M M M M	S E E E E E E E	E M M M M M M M																																														
Transmitted first	Transmitted second	Transmitted third	Transmitted last																																														
Byte #1	Byte #0	Byte #3	Byte #2																																														
E M M M M M M M	S E E E E E E E	M M M M M M M M	M M M M M M M M																																														
Transmitted first	Transmitted second	Transmitted third	Transmitted last																																														
Byte #3	Byte #2	Byte #1	Byte #0																																														
M M M M M M M M	M M M M M M M M	E M M M M M M M	S E E E E E E E																																														
0013	ст. байт – зарезервировано; только для Метран-390М мл. байт – Измеряемая среда: 0 – Жидкость; 1 – Газ; 2 – Насыщенный пар.																																																
0014	ст. байт – зарезервировано; только для Метран-390М мл. байт – Основная переменная (PV, Первичная переменная): 1 – Объемный расход; 2 – Массовый расход.																																																
0015																																																	
0016	статус, побитно закодированная информация об ошибках расходомера: ст. байт – ошибки: бит 7 – ошибка EEPROM процессора; бит 6 – сброс процессора по WD таймеру; бит 5 – ошибка связи по I ² C; бит 4 – сбой в архиве; бит 3 – отказ датчика температуры; бит 2 – ; бит 1 – ; бит 0 – ; мл. байт – предупреждения: бит 7 – расход < мин. доп. для данного ДУ; бит 6 – расход > макс. доп. для данного ДУ; бит 5 – превышен порог по дисперсии; бит 4 – расход отсутствует; бит 3 – воздух в проточной части (для Метран-300/305) / несоответствие уровня и частоты входного сигнала (для Метран-390М); бит 2 – проточная часть не заполнена (для Метран-300/305)/низкий уровень входного сигнала (для Метран-390М); бит 1 – ; бит 0 – , только чтение																																																
0017	Мгновенный расход (объемный или массовый) в текущих единицах измерения (IEEE754), только чтение																																																
0018																																																	
0019	ВПИ в тек. ед. измерения (IEEE754), запись только совместно с НПИ,																																																
0020	чтение без ограничений																																																
0021	НПИ в тек. ед. измерения (IEEE754), запись только совместно с ВПИ,																																																
0022	чтение без ограничений																																																

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инд. №	
Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
-----	------	----------	---------	------

СПГК.5280.000.00 ДП

0023	Накопленный объем в метрах кубических (IEEE754), только чтение
0024	
0025	Время наработки в часах (IEEE754), только чтение
0026	
0027	Температура в градусах Цельсия (IEEE754), только чтение
0028	
0029	Время демпфирования в секундах (IEEE754), возможные значения 0,5...85 с
0030	
0031	Мгновенный расход в процентах от установленного диапазона измерений ВПИ, НПИ (IEEE754), только чтение
0032	
0033	Накопленная масса в тоннах (IEEE754), только чтение
0034	
0035	Частота вихреобразования в Гц (IEEE754), только чтение
0036	
0037	ст. байт - Климатическое исполнение: 0 - УХЛ 3.1 (-55°C...+70°C) 1 - УХЛ 3.1 (-40°C...+70°C) мл. байт - Исполнение по назначению: 0 - Общепромышленное 1 - Взрывозащищенное (Exd) 2 - Взрывозащищенное (Exia), только чтение
0038	ст. байт - класс точности, одна единица соответствует 0,01%. Например, класс 0,5 - 50. Для Метран-390М с учетом изм. Среды. мл. байт - код материала проточной части: 0 - 12X18H10T 1 - AISI 304 2 - AISI 316, только чтение
0039	ст. байт - старший байт заводского номера сенсора мл. байт - средний байт заводского номера сенсора, только чтение
0040	ст. байт - младший байт заводского номера сенсора мл. байт - единицы измерения сенсора (всегда 0x10-м³/ч), только чтение
0041	Максимальный верхний предел измерений для данного ДУ в м³/ч (IEEE754), только чтение
0042	
0043	Минимальный нижний предел измерений для данного ДУ в м³/ч (IEEE754), только чтение
0044	
0045	Минимальный диапазон измерений для данного ДУ в м³/ч (IEEE754), толь- ко чтение
0046	
0047	Предельно допустимое рабочее давление в МПа (IEEE754), только чтение
0048	
0049	Пользовательские данные (например в ASCII), организованы как кольце- вой буфер, по достижении верхнего значения (40064) следующая читае- мая или записываемая ячейка первая (40049)
0064	
0065	Статус режима защиты от записи (младший бит: 0 - защита от записи выключена, 1 - защита от записи включена)
0066	
0067	
0068	
0069	Период имитируемого сигнала вихря (в миллисекундах) в режиме имита- ции расхода. M305/305 только с версии ПО 2.9 Допустимые значения периода 2 мс...5000 мс. с дискретностью 1 мс. Запись нулевого значения останавливает имитацию расхода. Вычисление периода сигнала вихря, соответствующего расходу Q [м3/ч] осуществляется по формуле: T [мс] = k / Q · 1000, где k - коэффици- ент преобразования (к-фактор) для данного ДУ. Вследствие дискретно- сти вычисленное значение необходимо округлить до целых миллисекунд в

Подп. и дата	
Инд. № докл.	
Взам. инд. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

	<p>требуемую сторону. При этом значение расхода соответствующего округленному значению периода вихря T_r [мс] вычисляется по формуле: Q_r [м³/ч] = $k / T_r \cdot 1000$.</p> <p>Примечание - максимальное время нахождения преобразователя расхода в режиме имитации составляет 30 минут с момента включения питания преобразователя. По его истечении, при необходимости дальнейшего использования режима имитации, необходимо осуществить сброс преобразователя (соответствующей командой или кратковременным отключением питания преобразователя).</p>
0070	Сброс сумматоров (накопленный объем и накопленная масса), при записи в регистр значения 0xAA55.
0071	<p>ст. байт - зарезервировано; с версии ПО 2.8</p> <p>мл. байт - адрес устройства в сети при старте (по умолчанию 01h);</p> <p>После подачи питания расходомер кратковременно настраивается на коммуникационные параметры по умолчанию (скорость обмена 9600бод, адрес устройства в сети при старте, бит четности EVEN, один стоп бит). Не рекомендуется изменять данный параметр без крайней необходимости (а именно - работы расходомера в сети с параметрами 9600бод, EVEN, 1 стоп бит, в которой присутствует устройство с адресом 01h).</p>
0072	Программный сброс микроконтроллера расходомера, при записи в регистр значения 0xAA55.
0073	<p>Параметры импульсного сигнала:</p> <p>цена импульса, 1 соответствует 0,1 л/имп (возм. значения 1;...;10000 соответствуют цене импульса 0,1 л/имп;...; 1 м³/имп). Для Метран-390М при измерении массового расхода 1 соответствует 0,1 кг/имп.</p> <p>Основные значения цены импульса:</p> <p>10000 - 1 м³/имп (т/имп);</p> <p>1000 - 0,1 м³/имп (т/имп);</p> <p>100 - 0,01 м³/имп (т/имп);</p> <p>10 - 0,001 м³/имп (т/имп);</p> <p>1 - 0,0001 м³/имп (т/имп), запись только совместно с длительностью импульса, чтение без ограничений</p>
0074	<p>Параметры импульсного сигнала:</p> <p>ст. байт - длительность импульса в миллисекундах (возможные значения 1...250 мс);</p> <p>мл. байт - зарезервировано, запись только совместно с ценой импульса, чтение без ограничений</p>
0075	Значение периода частотно-импульсного выхода в импульсном режиме
0076	(Tout, c, IEEE754), только чтение. только для Метран-390М.
	Регистры 0080-0090 только для Метран-390М.
0080	<p>ст. байт - зарезервировано; только для Метран-390М</p> <p>мл. байт - Режим частотно-импульсного выхода:</p> <p>0 - Импульсный режим;</p> <p>1 - Частотный режим.</p>
0081	Значение частоты частотно-импульсного выхода в частотном режиме (F,
0082	Гц, IEEE754), только чтение
0083	Верхняя частота частотно-импульсного выхода в частотном режиме, со-
0084	ответствующая ВПИ частотного выхода (Q_Fmax).
0085	Нижняя частота частотно-импульсного выхода в частотном режиме (Fmin,
0086	Гц, IEEE754), соответствующая НПИ частотного выхода (Q_Fmin). Воз-
0087	можные значения для Fmax, Fmin: 0...10 000 Гц, мин. диапазон 100 Гц.
0087	ВПИ расхода для частотно-импульсного выхода в частотном режиме
0088	(Q_Fmax, IEEE754), соответствующий верхней частоте (Fmax)
0089	НПИ расхода для частотно-импульсного выхода в частотном режиме
0090	(Q_Fmin, IEEE754), соответствующий нижней частоте (Fmin). Возможные

Подп. и дата	
Инд. № дудл.	
Взап. инд. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СПГК.5280.000.00 ДП

Лист

13

	значения Q_{Fmax} , Q_{Fmin} : для объёмного расхода в пределах диапазона измерений для данного ДУ, для массового расхода - TBD.
0091	Код Контроля уровня дисперсии входного сигнала вихрей: 0 - ВЫКЛ (без контроля уровня дисперсии); 1 - Высокий порог уровня дисперсии; 2 - Средний порог уровня дисперсии (по умолчанию); 3 - Низкий порог уровня дисперсии. При превышении установленного уровня, измерение расхода прекращается, активируется флаг "Превышен порог по дисперсии". Установка высокого уровня рекомендуется при наличии помех во входном сигнале вихрей (для "шумных" измеряемых процессов), низкого - при отсутствии помех во входном сигнале.
Регистры 0101-0117 только для Метран-390М.	
0101	Расход массовый (Q_m , т/ч, IEEE754), только чтение
0102	
0103	Расход объёмный (Q_v , м ³ /ч, IEEE754), только чтение
0104	
0105	Плотность (ρ , кг/м ³ , IEEE754), только чтение
0106	
0107	Температура измеряемой среды, используемая для расчёта плотности:
0108	измеренное или заданное значение/константа (в случае отсутствия, неисправности датчика температуры или флага принудительного использование заданного значения температуры) (T , °C, IEEE754), только чтение
0109	Давление измеряемой среды, используемое для расчёта плотности. Для
0110	пара - вычисленное значение давления насыщенного пара, для воды - заданное значение давления (P , МПа, IEEE754), только чтение
0111	Заданная степень сухости насыщенного пара (возможные значения: 0.8...1.0, IEEE754)
0112	
0113	Заданное значение давления при измерении плотности воды (P_c , МПа, IEEE754), возможные значения: 0...100 МПа
0114	
0115	Заданное значение температуры измеряемой среды (константа). Используется при отсутствии/неисправности датчика температуры или установленном флаге принудительного использование заданного значения температуры (T_c , °C, IEEE754), возможные значения: 0...350 °C
0116	
0117	Заданное значение плотности измеряемой среды (константа). Используется при установленном флаге принудительного использование заданного значения плотности (ρ_c , кг/м ³ , IEEE754), возможные значения: 0...2000 кг/м ³ ??
0118	
0119	Флаг принудительного использования заданного значения температуры измеряемой среды (константы): ст. байт - зарезервировано; мл. байт - Постоянное значение температуры ВКЛ/ВЫКЛ 0 - использовать измеренное значение температуры; 1 - использовать заданное значение температуры.
0120	Флаг принудительного использования заданного значения плотности измеряемой среды (константы): ст. байт - зарезервировано; мл. байт - Постоянное значение плотности ВКЛ/ВЫКЛ 0 - использовать вычисленное значение плотности; 1 - использовать заданное значение плотности.
0179	Температура электронного преобразователя ($T_{эп}$, °C, IEEE754), только чтение
0180	только для Метран-390М.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № дубл.	
Взам. инд. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СПГК.5280.000.00 ДП

Лист

14

	Регистры 1025-1108 только для Метран-390М.
1025	Заводской k-фактор (k_0 , м ³ /(ч·Гц), IEEE754), только чтение.
1026	Коэффициент, полученный при первичной поверке расходомера.
1027	Рабочий k-фактор (k , м ³ /(ч·Гц), IEEE754).
1028	Текущий коэффициент, используемый для вычисления объемного расхода. Допустимый диапазон (0,9...1,1) от заводского k-фактора.
1029	Зарезервировано, только чтение
1030	Использование Линеаризации. Только для Метран-390М. ст. байт - зарезервировано; мл. байт - Линеаризация ВКЛ/ВЫКЛ 0 - НЕ использовать Линеаризацию; 1 - использовать Линеаризацию.
1031	Коэффициенты линеаризации характеристики расхода Жидкости. Только для Метран-390М.
...	
1040	Пять опорных точек по расходу в м ³ /ч (IEEE754) и далее соответствующие каждой из них фактические погрешности измерения расхода в %
1041	(IEEE754). Опорные точки должны располагаться в порядке возрастания значения расхода, значения расходов должны быть в пределах диапазона измерений для данного ДУ. Допустимый диапазон значений погрешностей от -10 % до 10 %. Между опорными точками коррекция осуществляется методом линейной интерполяции.
...	
1050	измерений для данного ДУ. Допустимый диапазон значений погрешностей от -10 % до 10 %. Между опорными точками коррекция осуществляется методом линейной интерполяции.
1051	Коэффициенты линеаризации характеристики расхода Газа. Только для Метран-390М.
...	
1070	Использование аналогично коэффициентам для Жидкости.
1071	Служебные параметры линеаризации. Расписать?
...	
1100	
1105	Заводское смещение (b_0 , м ³ /ч, IEEE754), только чтение.
1106	Коэффициент, полученный при первичной поверке расходомера.
1107	Рабочее смещение (b , м ³ /ч, IEEE754).
1108	Текущий коэффициент, используемый для вычисления объемного расхода. Допустимый диапазон (-3,0...3,0). Не делать ограничений в МБ мастере?
	Регистры 1120-1144 только для Метран-390М.
1120	Использование Диагностики по уровню входного сигнала. Только для Метран-390М. ст. байт - зарезервировано; мл. байт - Диагностика ВКЛ/ВЫКЛ 0 - ВЫКЛ (НЕ использовать Диагностику); 1 - ВКЛ (использовать Диагностику).
1121	Коэффициенты Диагностики по уровню сигнала для Жидкости (IEEE754):
...	- LevelLim_Low_A_Liquid
1130	- LevelLim_Low_C_Liquid
	- LevelLim_Hi_A_Liquid
	- LevelLim_Ao_Liquid
	- Q_LowSignal_Liquid Расписать?
1131	Коэффициенты Диагностики по уровню сигнала для Газа (IEEE754):
...	- LevelLim_Low_A_Gas
1140	- LevelLim_Low_C_Gas
	- LevelLim_Hi_A_Gas
	- LevelLim_Ao_Gas
	- Q_LowSignal_Gas Расписать?
1141	Минимальная амплитуда сигнала вихря для регистрации расхода Жидкости
1142	(A_NoSignal_Liquid, мВ, IEEE754). Ниже данного значения измерение

Подп. и дата	
Инд. № докл.	
Взам. инд. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СПГК.5280.000.00 ДП

Лист

15

	расхода не производится, устанавливается соответствующий флаг.
1143	Минимальная амплитуда сигнала вихря для регистрации расхода Газа
1144	(A_NoSignal_Gas, мВ, IEEE754).
1145	Частота вихреобразования (Fv, Гц, IEEE754), только чтение.
1146	
1147	Усредненное значение текущего объемного расхода, используемого для
1148	диагностики (Qd, м ³ /ч, IEEE754), только чтение.
1149	Уровень входного сигнала вихрей (Av, мВ, IEEE754), только чтение.
1150	
1151	Нижняя граница допустимого уровня входного сигнала (Alo, мВ,
1152	IEEE754) для текущего расхода, только чтение.
1153	Верхняя граница допустимого уровня входного сигнала (Ahi, мВ,
1154	IEEE754) для текущего расхода, только чтение.
1153	Расход объемный (Qv, м ³ /ч, IEEE754), только чтение
1154	

Примечание – в таблице приведены логические адреса регистров.

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инд. № аудл.	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СПГК.5280.000.00 ДП

Лист

16

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Коды ошибок расходомера Метран-300ПР/Метран-305ПР/Метран-390М (значение первого байта данных)

Таблица Б.1

Код ошибки	Описание
01h	Принятый код функции не может быть обработан подчинённым;
02h	Адрес данных, указанный в запросе не доступен данному подчинённому;
03h	Величина в поле данных является недопустимой для подчинённого;
04h	Невосстанавливаемая ошибка при выполнении затребованного действия;
06h	Подчинённый занят;
08h	Установлено ближайшее возможное значение;
09h	Нижний предел выше максимально допустимого для данного ДУ;
0Ah	Нижний предел ниже минимально допустимого для данного ДУ;
0Bh	Верхний предел выше максимально допустимого для данного ДУ;
0Ch	Верхний предел ниже минимально допустимого для данного ДУ;
0Dh	Оба предела заданы вне допустимого диапазона для данного ДУ;
0Eh	Заданный диапазон меньше минимально допустимого для данного ДУ;
0Fh	Полученное количество данных недостаточно для выполнения команды;
10h	Ошибка специфичная для команды;
11h	Расходомер находится в режиме защиты от записи;
12h	Количество регистров не соответствует счётчику байт;
13h	Полученное количество данных не соответствует счётчику байт;
14h	Значение цены импульса выше максимально допустимого
15h	Значение цены импульса ниже минимально допустимого
16h	Значение длительности импульса выше максимально допустимого
17h	Значение длительности импульса ниже минимально допустимого

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инд. №	
Инд. № дудл.	
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

СПГК.5280.000.00 ДП

Лист

17