

СОГЛАСОВАНО::

/ ____ / _____ 201 г.

УТВЕРЖДАЮ::

Генеральный директор

ЗАО «Авиатех»

_____ А.И.Аносов

/ ____ / _____ 2015 г.

**Протокол обмена информацией
платы цифрового плотномера
ПЭ-11**

Редакция 4

1 Физический уровень обмена

1.1 Обмен осуществляется по интерфейсу RS-485, полудуплексное включение;

1.2 Характеристики канала передачи:

- | | | |
|-----------------------------|---|------------------|
| - скорость передачи | - | 9600; |
| - длина данных | - | 8 бит; |
| - контроль четности | - | не используется; |
| - количество стоповых битов | - | 1. |

1.2.1 Временные соотношения в канале передачи должны соответствовать требованиям MODBUS RTU. Задержка между концом запроса и началом ответа не должна превышать 50 мс.

2 Режимы работы

Плата может работать в следующих режимах:

- Режим 0: Беззапросный режим выдачи измеренных данных на двух фазах – плотности, вязкости и температуры (основной режим).
- Режим 1: Беззапросный ускоренный режим (на одной фазе) выдачи измеренных данных.
- Режим 2: Плата является ведомым устройством, выдает ответное слово по команде от ведущего устройства Работа ведется всегда на двух фазах.

Исходный режим по включению питания определяется значением соответствующего коэффициента.

3 Организация обмена информацией. Режимы 0 и 1

3.1 Формат передаваемой информации

3.1.1 Состав пакета данных

Номер байта	Наименование	Тип	
0	Слово состояния		
1	Напряжение питания	UNSIGNED INT-8	
2	Плотность, кг/м ³	FLOAT	ст.
3			
4			
5			мл.
6	Температура, °С	FLOAT	ст.
7			
8			
9			мл.
10	Вязкость, сСт	FLOAT	ст.
11			
12			
13			мл.
14	Циклический избы- точный код	UNSIGNED INT-16	мл.
15			ст.

3.1.2 Формат слова состояния

N бита	Наименование	Примечание
0x01	Ошибка КС коэффициентов	
0x02	Нет данных по плотности	(нет ФАПЧ)
0x04	Нет данных по температуре	
0x08	Датчик в гаражном положении	***
0x10	Плотность в режиме быстрого сканирования	
0x20		
0x40	0 – беззапросный (0/1) / 1 – режим 2	
0x80	0 – режим 0 / 1 – режим 1	

4 Организация обмена информацией. Режим2

4.1 Организация обмена

4.1.1 Обмен информацией с изделием осуществляется по протоколу MODBUS RTU.

4.1.2 Команда ("запрос") выдается ведущим устройством, ответное слово ("ответ") выдается ведомым устройством в ответ на команду. Плата цифрового плотномера (в дальнейшем – плотномер) всегда является ведомым (сервером).

4.1.3 Каждое ведомое устройство имеет уникальный адрес. Адрес может быть установлен в диапазоне от 1 до 247. Ответ выдается тем устройством, у которого собственный адрес совпадает с содержанием адресного поля команды.

Адрес "00" является широковещательным, команды по этому адресу обязано воспринимать устройство с любым собственным адресом. Ответное слово при широковещательном адресе не выдается.

Широковещательная адресация применяется для технологических целей, при этом на шине должно быть только одно активное ведомое устройство.

4.2 Формат запроса

4.2.1 Запрос имеет следующий формат:

<адрес>, < код команды>, <данные>,<ЦИК>.

Поле адреса и поле кода команды имеют размер один байт.

Данные организованы в виде 16-ти разрядных регистров. Эти регистры нумеруются от 1 до 65536. Адресация регистров начинается с 0, то есть регистрам 1..16 соответствуют адреса 0..15. В запросе и ответе первым передается старший байт регистра. При передаче адреса регистра и количества регистров первым также передается старший байт.

16-ти разрядный циклический избыточный код – ЦИК (CRC) считается по полиному 0xA001. Размер поля -2 байта, первым передается младший байт.

4.2.2 Краткое описание команд приведено в Таблица 1.

Таблица 1

Код команды	Наименование в соответствии с MODBUS-IDA	Содержание команды	Примеч.
0x03	Read Holding Registers	Чтение коэффициентов	
0x04	Read Input Register	Чтение слова состояния и измерен-	

		ных данных	
0x08	Diagnostic	Проверка связи	
0x10	Write Multiple Registers	Установка режима работы и запись коэффициентов	
0x11	Report Slave ID	Чтение идентификатора и номера версии	

4.3 Формат ответов

4.3.1 Выдача ответа

4.3.1.1 Если ведомый получает запрос без коммуникационных ошибок и с корректными данными во всех полях, то он отправляет нормальный ответ.

4.3.1.2 Если ведомый получает запрос без коммуникационных ошибок, но с некорректными содержимым в каком-либо поле, то он отправляет ответ с признаком исключения.

4.3.1.3 Если ведомый получает запрос с коммуникационными ошибками, то ответ не отправляется.

4.3.2 Ответ имеет следующий формат:

<адрес>, <код ответа>, <данные>, <ЦИК>.

Код ответа имеет размер один байт. При нормальном ответе код ответа равен коду команды. Для индикации признака ошибки в поле кода ответа передается код команды с дополнительно установленным старшим битом (D7), при этом в поле данных передается один байт с кодом исключения.

Данные и ЦИК ответа передаются аналогично запросу.

4.3.3 Коды исключений приведены в Таблица 2

Таблица 2

Код исключения	Наименование в соответствии с MODBUS-IDA	Содержание команды
0x01	ILLEGAL FUNCTION	Недопустимый код команды
0x02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Недопустимый адрес регистра
0x03	ILLEGAL DATA VALUE	Недопустимая информация в поле данных
0x04	SLAVE DEVICE FAILURE	Неисправность ПЛОНОМЕР

4.4 Формат данных

4.4.1 Данные измерений и коэффициенты передаются в формате с плавающей запятой стандарта IEEE 754-1985 (одинарная точность). Каждое число расположено в двух смежных регистрах. В регистре с младшим адресом расположена старшая половина числа.

4.4.2 Время и дата изменения коэффициентов передается в формате **TDateTime** операционной системы Windows. Каждое число расположено в двух смежных регистрах. В регистре с младшим адресом расположена старшая половина числа.

5 Описание команд

5.1 Команда 0x03 - Чтение коэффициентов.

Эта команда используется для чтения одного или нескольких коэффициентов, записанных в памяти ПЛОТНОМЕР.

5.1.1 Поле данных запроса

Адрес начального регистра	2 байта	от 0x0000 до 0xFFFF
Количество регистров	2 байта	от 1 до 125 (0x7D)

5.1.2 Поле данных ответа

Количество байтов данных	1 байт	2 * N
Содержимое регистров	2 * N байтов	

где N – количество регистров.

5.1.3 Пример запроса на чтение коэффициентов. Прочитать из устройства с адресом 2, какой режим должен устанавливаться по включению питания (регистр 107) – режим 0.

Запрос		Ответ	
Адрес	0x02	Адрес	0x02
Код команды	0x03	Код ответа	0x03
Начальный адрес, ст.	0x01	Количество байт	0x02
Начальный адрес, мл.	0x06	Байт данных 1 (ст)	0x00
Количество регистров, ст.	0x00	Байт данных 0 (мл.)	0x01
Количество регистров, мл.	0x01	ЦИК, мл	0xF0
ЦИК, мл	0x64	ЦИК, ст	0xFC
ЦИК, ст	0x7C		

5.2 Команда 0x04 - Чтение слова состояния и измеренных данных.

Эта команда используется для чтения коэффициентов одного или нескольких результатов измерений.

5.2.1 Поле данных запроса

Адрес начального регистра	2 байта	от 0x0000 до 0xFFFF
Количество регистров	2 байта	от 1 до 125 (0x7D)

5.2.2 Поле данных ответа

Количество байтов данных	1 байт	2 * N
Содержимое регистров	2 * N байтов	

где N – количество регистров.

5.2.3 Пример запроса на чтение. Прочитать из устройства с адресом 1 слово состояний, значения плотности, температуры и вязкости (регистры с 1 по 7).

Запрос		Ответ	
Адрес	0x01	Адрес	0x01
Код команды	0x04	Код ответа	0x04
Начальный адрес, ст.	0x00	Количество байт	0x10
Начальный адрес, мл.	0x00		
Количество регистров, ст.	0x00		
Количество регистров, мл.	0x07		
ЦИК, мл	0xB1		
ЦИК, мл	0xC8	ЦИК, мл	
		ЦИК, ст	

5.3 Команда 0x08 - Проверка связи

Эта команда с кодом подфункции 0x00 используется для тестирования работоспособности. В ответе возвращается та же информация, которая была передана в запросе.

5.3.1 Поле данных запроса

Подфункция	2 байта	0x0000
------------	---------	--------

Данные	2 байта	
--------	---------	--

5.3.2 Поле данных ответа

Подфункция	2 байта	0x0000
Данные	2 байта	

5.3.3 Пример запроса – передача и возврат кода 0xAA55..

Запрос		Ответ	
Адрес	0x01	Адрес	0x01
Код команды	0x08	Код ответа	0x08
Подфункция, ст.	0x00	Подфункция, ст.	0x00
Подфункция, мл.	0x00	Подфункция, мл.	0x00
Данные, ст.	0xAA	Данные, ст.	0xAA
Данные, мл.	0x55	Данные, мл.	0x55
ЦИК, мл	0x5E	ЦИК, мл	0x5E
ЦИК, ст	0x94	ЦИК, ст	0x94

5.4 Команда 0x10 - Установка режима работы и запись коэффициентов.

Эта команда используется для установки текущего режима работы каналов ПЛОТНО-МЕР и для записи коэффициентов каналов. При установке режимов в соответствии с Таблица 4 можно записывать как один параметр, так и несколько. При записи коэффициентов в соответствии с Таблица 5 записывать необходимо все 109 коэффициента - с 4 по 113. Коэффициент 111 (адрес обращения) можно устанавливается пользователем отдельно.

5.4.1 Поле данных запроса

Адрес начального регистра	2 байта	от 0x0000 до 0xFFFF
Количество регистров	2 байта	от 1 до 123 (0x7B)
Количество байтов данных	1 байт	2 * N
Значения регистров	2 * N байтов	значения

где N – количество регистров.

5.4.2 Поле данных ответа

Адрес начального регистра	2 байта	от 0x0000 до 0xFFFF
Количество регистров	2 байта	от 1 до 123 (0x7B)

5.4.3 Пример запроса на запись режима - Установить режим 2.

Запрос	Ответ
--------	-------

Адрес	0x01	Адрес	0x01
Код команды	0x10	Код ответа	0x10
Начальный адрес, ст.	0x00	Начальный адрес, ст.	0x01
Начальный адрес, мл.	0x00	Начальный адрес, мл.	0x00
Количество регистров, ст.	0x00	Количество регистров, ст.	0x00
Количество регистров, мл.	0x01	Количество регистров, мл.	0x01
Количество байт	0x02	ЦИК, мл	0x00
Номер режима, байт 1 (ст.)	0x00	ЦИК, ст	0x35
Номер режима, байт 0 (мл.)	0x02		
ЦИК, мл	0xB0		
ЦИК, ст	0x2A		

5.5 Команда 0x11 - Чтение идентификатора и номера версии

5.5.1 В ответ на запрос возвращается числовой идентификатор устройства и версия ПО.

5.5.2 Поле данных запроса - отсутствует

5.5.3 Поле данных ответа

Количество байт	1 байт	0x05
Идентификатор устройства	2 байта	0x0002
Версия ПО	2 байта	MM.LL

Для номера версии ПО в старшем байте пишется старшая часть номера версии, в младшем – младшая.

5.5.4 Пример запроса системы с версией ПО 1.22:.

Запрос		Ответ	
Адрес	0x01	Адрес	0x01
Код команды	0x11	Код ответа	0x11
ЦИК, мл	0xC0	Количество байт	0x04
ЦИК, ст	0x2C	Идентификатор, ст.	0x00
		Идентификатор, мл.	0x05
		Версия ПО, ст.	0x05
		Версия ПО, мл.	0x16

		ЦИК, мл	0x6B
		ЦИК, ст	0xDE

6 Адресация коэффициентов и данных измерений

Соответствие данных измерений, считываемых командой 0x04, номерам и адресам регистров представлено в

6.1 Таблица 3

Таблица 3

Таблица 3

Номер регистра	Смещение адреса регистра	Содержание	Формат
1	0	Слово состояния , Напряжение питания	INT16
2	1	Плотность, кг/м ³	FLOAT
3	2		
4	3	Температура, °C	FLOAT
5	4		
6	5	Вязкость, сСт	FLOAT
7	6		
8	7	Период 1, сек * 2048	FLOAT
9	8		
10	9	Период 2, сек * 2048	FLOAT
11	10		
12	11	Сопротивление термодатчика, Ом	FLOAT
13	12		

6.2 Слово состояния канала ПЛОТНОМЕР:

6.2.1 В младшем байте .

N бита	Наименование	Примечание
0x01	Ошибка КС коэффициентов	
0x02	Нет данных по плотности	(нет ФАПЧ)
0x04	Нет данных по температуре	
0x08	Датчик в гаражном положении	***
0x10	Отказы	
0x20		
0x40	0 – беззапросный (0/1) / 1 – режим 2	
0x80		

6.2.2 В старшем байте - напряжение питания, В

6.3 Соответствие режимов работы для каждого канала, записываемых командой 0x10, адресам регистров представлено в Таблица 4. Регистры только для записи.

Таблица 4

Номер регистра	Смещение адреса регистра	Содержание	Формат
1	0	Установка режима	INT16
2	1	Резерв	
3	2	Резерв	
4	3	Резерв	

6.4 Соответствие коэффициентов, записываемых командой 0x10 и считываемых командой 0x03, адресам регистров представлено в Таблица 5. Содержимое регистров сохраняется после выключения питания ПЛОТНОМЕР.

Таблица 5

Номер регистра	Смещение адреса регистра	Содержание	Формат
5	4	A1	FLOAT
6	5		
7	6	B1	FLOAT
8	7		
9	8	A2	FLOAT
10	9		
11	10	B2	FLOAT
12	11		
13	12	T1_9	FLOAT
14	13		
15	14	K11	FLOAT
16	15		
17	16	K21	FLOAT
18	17		
19	18	K12	FLOAT
20	19		
21	20	K22	FLOAT
22	21		
23	22	K31	FLOAT
24	23		
25	24	K41	FLOAT
26	25		
27	26	K32	FLOAT
28	27		
29	28	Rez-1	FLOAT
30	29		

31	30	DTAU_4	FLOAT
32	31		
33	32	C1	FLOAT
34	33		
35	34	D1	FLOAT
36	35		
37	36	E1	FLOAT
38	37		
39	38	C2	FLOAT
40	39		
41	40	D2	FLOAT
42	41		
43	42	E2	FLOAT
44	43		
45	44	C3	FLOAT
46	45		
47	46	D3	FLOAT
48	47		
49	48	E3	FLOAT
50	49		
51	50	DTAU2	FLOAT
52	51		
53	52	AT1	FLOAT
54	53		
55	54	BT1	FLOAT
56	55		
57	56	RT0	FLOAT
58	57		
59	58	KORRECT_B	FLOAT
60	59		
61	60	F1-0D	FLOAT
62	61		
63	62	KN_FAZA	FLOAT

64	63		
65	64	FMIN	FLOAT
66	65		
67	66	FMAX	FLOAT
68	67		
69	68	NOM	FLOAT
70	69		
71	70	VER	FLOAT
72	71		
73	72	WDATA	FLOAT
74	73		
75	74	KorrPl	FLOAT
76	75		
77	76	KorrTemp	FLOAT
78	77		
79	78	Korr1	FLOAT
80	79		
81	80	Korr2	FLOAT
82	81		
83	82	Korr3	FLOAT
84	83		
85	84	Korr4	FLOAT
86	85		
87	86	Korr5	FLOAT
88	87		
89	88	Korr6	FLOAT
90	89		
91	90	Korr7	FLOAT
92	91		
93	92	Korr8	FLOAT
94	93		
95	94	Korr9	FLOAT
96	95		

97	96	Korr10	FLOAT
98	97		
99	98	Korr11	FLOAT
100	99		
101	100	Korr12	FLOAT
102	101		
103	102	Korr13	FLOAT
104	103		
105	104	K_Data	time_t
106	105		
107	106	Режим по включению питания	FLOAT
108	107		
109	108	Вывод телеметрии	FLOAT
110	109		
111	110	Адрес	FLOAT
112	111		
113	112	Резерв	FLOAT
114	113		

Примечание: При значении коэффициента 107 "Режим по включению питания", равном "1" включается режим 0/1, при всех других значениях - режим 2.

Вывод телеметрии – 0, телеметрия не выводится, при других значениях выводится.