

## Протокол обмена с КМ-5М

Обмен реализован сообщениями фиксированной длины.

Формат сообщения следующий:

0	3	4	5	L-3	L-2	L-1
адрес прибора		Код команды	Параметры или данные 9, 25 или 64 байта		контр. сумма	

Длина сообщения L равна 16,32 или 72 байта в зависимости от количества данных.

Адрес прибора задается в двоично-десятичном коде и соответствует серийному номеру прибора. Младший байт адреса передается первым. При работе с сетью приборов адрес должен указываться в каждой команде. Для автоматического определения адреса одиночного прибора допустимо использовать команду запроса версии с широковещательным адресом 54535251.

Контрольная сумма: 1-й байт сумма по модулю 2

2-й байт сумма по модулю 256

Формат ответа такой же. При успешном выполнении команды в байте 4 возвращается код команды, иначе возвращается код ошибки или ответа не будет совсем. Перечень ошибок приведен в Таблице 9.

Таблица 1. Коды команд и выполняемые действия

Код	Функция и параметры	Ответ
0	запрос версии, L=16 (срабатывает также на широковещательный адрес 54535251)	L=16, 0..3-собственный адрес 5..9-код версии в формате "00.00" 11-код модели (К или В)
1	читать статус Flash, L=16	L=16, 5-байт статуса
2	тест связи, L=16	L=16, эхо-ответ
3	писать в EEPROM, L=16..72 5-длина, 6..7-адрес байта, 8..-данные	L=16 (запись блокируется защитным переключателем)
4	читать EEPROM, L=16 5-длина, 6..7-адрес байта	L=72 5..29-данные
6	читать буфер Flash, L=16 5..6-адрес байта, 7..8-длина	L=72 9..69-данные
7	писать в буфер Flash, L=72 5..6-адрес байта, 7..8-длина, 9..-данные	L=16 (запись блокируется защитным переключателем)
8	управление Flash, L=16 5-команда для Flash, 6..7-адрес для Flash	L=16 (команды записи блокируются защитным переключателем)
13	диалог с вычислителем, L=16,32 5-подкоманда, 6..-параметры	L=16,32 ответ зависит от команды (см. Таблицу 2)
14	запрос заголовка архива, L=16 5-номер архива (0-почасовой, 1-посуточный, 2-помесячный, 3-погодовой, 4-событий)	L=16 5-биты признаков (Бит 7 = 0—еще не все строки архива заполнены данными, 1—все строки архива заполнены данными. Бит 5 = 0-в архиве не было сделано ни одной записи, 1 – в архиве была сделана хотя бы одна запись) 6..7-номер текущей записи, 8..9-максимальный номер записи
15	запрос записи архива, L=16 5-номер архива (0-почасовой, 1-посуточный, 2-помесячный, 3-погодовой, 4-событий) 6..7-номер записи 8-маска данных (биты 7-2) и номер теплового контура (биты 1-0)	L=16,72 5..-байты данных архива (см. Таблицу 3)

Код	Функция и параметры	Ответ
16	запрос значения параметра, L=16 5-код параметра, 6-номер теплового контура 7-номер параметра	L=16,32 5-код параметра, 6-номер теплового контура, 7-первый байт данных или номер параметра (см. Таблицу 7), 8..-байты данных (см. Таблицу 4)
17	запись значения параметра, L=16 5-код параметра, 6-номер теплового контура, 7-номер параметра 8..-байты данных (см. Таблицу 4)	L=16 (запись блокируется защитным переключателем, после изменения параметров конфигурации необходимо перезапустить вычислитель)
18	поиск записи архива по дате, L=16 5-номер архива (0-почасовой, 1-посуточный, 2-помесячный, 3-погодовой, 4-событий) 6..8-дата в формате ддммгг	L=16 5-код результата 0=запись найдена 5=архив пуст 6=неверный номер архива 255=сбой в архиве 6..7-номер ближайшей записи 8..13-дата и время записи в формате ддммггччммсс
8xh	транзитный обмен с АСД, L=16,32 8x-команда для АСД, 5..-параметры	L=16,32 ответ зависит от команды (см. Протокол обмена с АСД)

Таблица 2. Подкоманды диалога с вычислителем

Код подкоманды	Функция и параметры	Ответ
0	чтение дисплея, L=16	L=32 5..21-строка в кодировке DOS (Алтернативная ASCII), отображаемая на дисплее, 22-позиция курсора, 23-состояние курсора (0-отключен, 1-включен, 2-включен мигающий)
1	запись кода клавиши, L=16 6-маска нажатых клавиш (бит 0-клавиша "←", бит 1-клавиша "↓", бит 2-клавиша "⇒", бит 3-клавиша "S")	L=16
2	запись на дисплей, L=32 6..22-строка в кодировке DOS	L=16
3	запись/чтение даты/времени, L=16 6..8-дата в формате день/месяц/год 9..11-время в формате час/минута/секунда Если день=0 дата/время только считываются	L=16 6..8-дата в формате день/месяц/год 9..11-время в формате час/минута/секунда (запись блокируется защитным переключателем)
4	установка режима вычислителя, L=16 6-маска режимов (см. Таблицу 11) Если старший бит маски равен 1, только считываются байты состояния	L=16 6..7-байты состояния вычислителя 8..10 - время в формате час/минута/секунда (установка блокируется защитным переключателем)
5	запрос результатов калибровки АСД, L=16 6-порядковый номер пары АСД в конфигурации	высылаются 4 ответа L=32 по два на каждый АСД с содержанием данных калибровки (см. Таблицу 8) (этот технологический запрос выполняется только в режиме градуировки и поверки и блокируется защитным переключателем)
13	дистанционный перезапуск вычислителя, L=16	нет ответа

Код подкоманды	Функция и параметры	Ответ
14	распечатка дампа процессов, L=16	L=16 после ответа поток байтов листинга (этот технологический запрос блокируется защитным переключателем)
15	дамп памяти, L=16	L=16 после ответа поток байтов памяти (этот технологический запрос блокируется защитным переключателем)
16	дистанционный перезапуск вычислителя с восстановлением из ОЗУ, L=16	нет ответа (этот технологический запрос блокируется защитным переключателем)
17	установка скорости обмена, L=16 6-код скорости (0-9600, 1-19200, 2-38400)	L=16 скорость порта RS-485 переключается после ответа и действует до перезапуска вычислителя
18	очистка архива, L=16 6-номер архива (0-почасовой, 1-посуточный, 2-помесячный, 3-погодовой, 4-событий, 8-все, кроме событий, 10-все, включая интеграторы)	L=16 (этот технологический запрос блокируется защитным переключателем)
30	чтение буфера RTC, L=16 6-адрес байта, 7-длина	L=16 5-статус обмена (0-нормальный, 1-плохой) 6..-данные
31	запись в буфер RTC, L=16 6-адрес байта, 7-длина, 8..-данные	L=16 5-статус обмена (0-нормальный, 1-плохой) (этот технологический запрос блокируется защитным переключателем)

Таблица 3. Структура ответа на запрос записи архива

Значение битов маски данных	Ответ	Примечание
<b>Записи почасового, посуточного, месячного и годового архивов</b>		
0	общие данные для всех тепловых контуров (дата, время, $t_a$ , резерв 14 байт, $T_{\text{выкл. лит.}}$ , резерв 8 байт)	L=72 (см. Таблицу 5)
1	средние значения ( $t_1, t_2, t_3, P_1, P_2, P_3, t_4$ , маска всех отказов и событий, резерв 20 байт)	L=72 (см. Таблицу 5)
2	интеграторы ( $M_1, M_2, M_3, V_1, V_2$ , маска основных ошибок, Q, погрешность вычисления Q, $T_{\text{интегрирования Q}}$ , $T_{\text{функц. отказа}}$ , $T_{dt < \min}$ , $T_{G > \max}$ , $T_{G < \min}$ , утечка, подмес, резерв 4 байта)	L=72 (см. Таблицу 5)
<b>Записи архива событий</b>		
0	одионочная запись о событии	L=16 (см. Таблицу 6)
#0	8 записей о событиях (прибор не контролирует выход границ запроса за размеры страницы Flash-памяти = 256 байт, поэтому номер первой записи д.б. кратный 8)	L=72

Таблица 4. Состав параметров вычислителя, доступных по интерфейсу RS-485

Код параметра	Параметр	Формат
0	Мгновенные значения, доступны только на чтение (см. Таблицу 7)	
<b>Конфигурация оборудования</b>		
<b>Конфигурация тепловых контуров</b>		
10	Код формулы расчета (старшая цифра – код группы 0..3, младшая – номер формулы в группе 0..15)	char
<b>Параметры обработки тепловых контуров</b>		
<b>Общие параметры вычислителя</b>		
40		

*Примечание: в текущей версии ПО доступны только мгновенные значения.*

Таблица 5. Формат строки данных почасового, посуточного, помесячного и годового архивов.

Значение	Формат представления данных	Количество занимаемых байтов	Общее количество байтов
<b>Данные, общие для всех тепловых контуров</b>			
День записи	Unsigned char	1	1
Месяц записи	Unsigned char	1	2
Год записи	Unsigned char	1	3
Час записи	Unsigned char	1	4
Минута записи	Unsigned char	1	5
Секунда записи	Unsigned char	1	6
$t_a$	Float	4	10
Резерв	Unsigned char	14	24
<b>Данные о первом тепловом контуре (средние значения за час, день, месяц, год)</b>			
$t_1$	Float	4	4
$t_2$	Float	4	8
$t_3$	Float	4	12
$P_1$	Float	4	16
$P_2$	Float	4	20
$P_3$	Float	4	24
$t_4$	Float	4	28
Маска всех отказов и событий	Unsigned char	10	38
Резерв	Unsigned char	20	58
<b>Данные о втором тепловом контуре (средние значения за час, день, месяц, год)</b>			
			58
<b>Данные о третьем тепловом контуре (средние значения за час, день, месяц, год)</b>			
			58
<b>Данные о четвертом тепловом контуре (средние значения за час, день, месяц, год)</b>			
			58
<b>Итого 256 байтов</b>			

<b>Данные, общие для всей тепловых контуров (интеграторы)</b>			
$T_{\text{выкл. пит.}}$	Float	4	4
Резерв	Unsigned char	8	12
<b>Данные о первом тепловом контуре (интеграторы)</b>			
$M_1$	Float	4	4
$M_2$	Float	4	8
$M_3$	Float	4	12
$V_1$	Float	4	16
$V_2$	Float	4	20
Маска основных отказов	Unsigned char	1	21
$Q$	Float	4	25
Погрешность вычисления $Q$	Float	4	29
$T_{\text{интегрирования } Q}$ (время работы)	Float	4	33
$T_{\text{функц. отказа}}$	Float	4	37
$T_{dt < \min}$	Float	4	41
$T_{G > G_{\max}}$	Float	4	45
$T_{G < G_{\min}}$	Float	4	49
Утечка	Float	4	53
Подмес	Float	4	57
Резерв	Unsigned char	4	61
<b>Данные о втором тепловом контуре (интеграторы)</b>			
			61
<b>Данные о третьем тепловом контуре (интеграторы)</b>			
			61
<b>Данные о четвертом тепловом контуре (интеграторы)</b>			
			61
<b>Итого 256 байтов</b>			
<b>Всего 512 байтов</b>			

Примечание: биты маски основных отказов соответствуют первым 8-ми событиям, приведенным в руководстве на КМ-5М (бит 0-сбой питания, бит 1-функциональный отказ и т.д.).

Таблица 6. Формат записи архива ошибок и событий

Значение	Формат представления данных	Количество занимаемых байтов	Общее количество байтов
День записи	Unsigned char	1	1
Месяц записи	Unsigned char	1	2
Год записи	Unsigned char	1	3
Час записи	Unsigned char	1	4
Минута записи	Unsigned char	1	5
Секунда записи	Unsigned char	1	6
Номер объекта	Unsigned char	1	7
*Код ошибки или события	Unsigned char	1	8

*\*Примечание: Старший бит кода события равный 1 является признаком начала события. Остальные биты содержат код события. Список кодов событий и их назначение приведены в разделе Описание архива КМ-5М и работа с ним Руководства по эксплуатации КМ-5М.*

Таблица 7. Состав мгновенных значений, доступных по интерфейсу RS-485

Номер параметра	Параметр	Формат
0	Q – интегратор накопленного количества теплоты (Гкал)	float[2]
1	M <sub>1</sub> – интегратор накопленной массы (т)	float[2]
2	M <sub>2</sub> – интегратор накопленной массы (т)	float[2]
3	M <sub>3</sub> – интегратор накопленной массы (т)	float[2]
4	V <sub>1</sub> – интегратор накопленного объема (м <sup>3</sup> )	float[2]
5	V <sub>2</sub> – интегратор накопленного объема (м <sup>3</sup> )	float[2]
6	Траб – время наработки (ч)	float[2]
7	G <sub>1</sub> – мгновенное значение объемного расхода (м <sup>3</sup> /ч)	float
8	G <sub>2</sub> – мгновенное значение объемного расхода (м <sup>3</sup> /ч)	float
9	G <sub>3</sub> – мгновенное значение объемного расхода (м <sup>3</sup> /ч)	float
10	W – мгновенное значение тепловой мощности (Гкал/ч)	float
11	t <sub>1</sub> – мгновенное значение температуры (°C)	float
12	t <sub>2</sub> – мгновенное значение температуры (°C)	float
13	t <sub>3</sub> – мгновенное значение температуры (°C)	float
14	P <sub>1</sub> – мгновенное значение давления (атм)	float
15	P <sub>2</sub> – мгновенное значение давления (атм)	float
16	P <sub>3</sub> – мгновенное значение давления (атм)	float
17	G <sub>1m</sub> – мгновенное значение массового расхода (т/ч)	float
18	G <sub>2m</sub> – мгновенное значение массового расхода (т/ч)	float
19	G <sub>3m</sub> – мгновенное значение массового расхода (т/ч)	float
20	t <sub>4</sub> – мгновенное значение температуры (°C)	float

*Примечание: значения интеграторов передаются в виде двух чисел – первое содержит интегратор на начало суток, второе – за текущие сутки.*

Таблица 8. Формат сообщений с данными поверки

Номер 1-го байта в ответе	Формат	Назначение
<b>Первое сообщение</b>		
6	char	Порядковый номер АСД в конфигурации
7	long	Серийный номер АСД
11	float	Среднее значение измеренного расхода в условных единицах (Gi)
15	float	Среднее значение измеренного расхода в м <sup>3</sup> /ч (Gv)
19	float	Измеренный объем в м <sup>3</sup> (V)
23	float	Время измерения в сек (Tss)
<b>Второе сообщение</b>		
6	char	Порядковый номер АСД в конфигурации+8
7	long	Серийный номер АСД
11	float	Среднее значение t1 в °С
15	float	Среднее значение t2 в °С
19	float	Среднее значение t3 в °С
23	float	Калибровочный коэффициент опорного резистора температуры

Таблица 9. Перечень ошибок в ответ на запросы

Код ошибки	Обозначение	Список запросов: код команды (коды подкоманд)
EFh	Ошибочный параметр команды	13(17),15,16
F0h	Ошибочная команда	3,7,8,13(3,4,6,14,15,16,31),17,18,31,83h
F1h	Ресурс занят	в КМ-5М не задействована
FEh	Сбой обмена	15

Для Формулы 1-8 кроме основных данных, расположенных также как у 1-7 (G1,M1,V1,t1,P1), имеют значение также дополнительные, перечень которых приведен в Таблице 10.

Таблица 10. Особенности данных для формулы 1-8 (погружники)

Параметр	Назначение
t <sub>2</sub>	Локальная скорость, измеренная 1-м погружником, м/с (v1)
G <sub>2</sub>	Локальная скорость, измеренная 2-м погружником, м/с (v2)
G <sub>3</sub>	Локальная скорость, измеренная 3-м погружником, м/с (v3)
t <sub>3</sub>	Средняя скорость, измеренная 1-м погружником, м/с (u1)
G <sub>2m</sub>	Средняя скорость, измеренная 2-м погружником, м/с (u2)
G <sub>3m</sub>	Средняя скорость, измеренная 3-м погружником, м/с (u3)
V <sub>2</sub>	Интегратор локальной скорости, измеренной 1-м погружником, м (∑v1*dT)
M <sub>2</sub>	Интегратор локальной скорости, измеренной 2-м погружником, м (∑v2*dT)
M <sub>3</sub>	Интегратор локальной скорости, измеренной 3-м погружником, м (∑v3*dT)

Таблица 11. Формат байтов состояния вычислителя

Номер байта	Номер бита	Назначение
<b>Маска устанавливаемых режимов</b>		
6	0	1-запрет транзита с ПК на АСД в режиме мониторинга
6	1	Установка/отмена режима мониторинга (см. Таблицу 12)
6	2	Установка/отмена режима градуировки
6	3	0-отключить счет (вместе с установкой режима градуировки), 1-включить счет
6	7	0-установить режимы, 1-только прочитать байты состояния
<b>Байты состояния в ответе</b>		
6	0	1-запрет транзита с ПК на АСД в режиме мониторинга
6	1	1-режим мониторинга (транзит данных с АСД на ПК и передача данных градуировки)
6	2	1-режим градуировки (прием сигналов старт/стоп и особый алгоритм усреднения)
6	3,5,6,7	внутренние состояния вычислителя
6	4	1-режим цикла градуировки (между старт/стопом)
7	0	1-счет включен, 0-счет выключен
7	1	1-установлен режим пакетов Lonworks, 0-режим пакетов АТЧВ
7	2	1-включен отсеv плохих замеров одного из 3-х погружников

7	3	1-разрешена запись архива событий в УПД
7	4	1-разрешена запись часового архива в УПД
7	5	1-объемный, 0-массовый расход в АТЧВ
7	6	1-дисплей подсвечивать, 0-без подсветки
7	7	1-отображение расхода и массы в тоннах, 0-в м <sup>3</sup>

Таблица 12. Сообщения мониторинга

Номер 1-го байта	Формат	Назначение
<b>Сообщение мониторинга по сигналу старт/стоп</b>		
0	char[4]	Адрес вычислителя
4	char	=13
5	char	=4
6	char	Байт состояния (бит 4=0-начало цикла, =1-конец цикла)
7	char	Время смены состояния SS от начала секунды в мс*10
8	char[4]	Время на внутренних часах чч.мм.сс.мс*10
12	char	Время смены состояния SS в секундах
<b>Сообщения мониторинга результатов поверки</b>		
0	char[32]	По два сообщения на АСД после сигнала стоп в соответствии с Таблицей 8
<b>Сообщения мониторинга от АСД</b>		
0	char[32]	Сообщение с замерами АСД (см. протокол обмена с АСД, ответ на код 84h)



## Структура данных в УПД

Протокол обмена с УПД сохраняется. Структура данных для КМ-5М отличается от КМ-5. Архив может занимать несколько секторов (до 6) УПД (УПД-8 не поддерживается).

Первая страница каждого сектора содержит заголовок базы данных (полный заголовок только в первом секторе):

N байта	длина	содержание
00h	4	сигнатура A5A5A5A5h
04h	4	адрес/номер КМ-5М
08h	1	сигнатура 5Ah (у КМ-5 обычно EEh)
09h	3	дата в формате BCD
0Ch	1	код модели 7 (у КМ-5 от 0 до 5)
0Dh	3	время в формате BCD
10h	20	резерв
24h	5	версия ПО в формате ASCII
29h	1	код модели вычислителя
2Ah	26	резерв
44h	24	заголовок почасовой БД
5Ch	24	заголовок посуточной БД
74h	24	заголовок помесечной БД
8Ch	24	заголовок погодовой БД
A4h	24	заголовок БД событий
A8h	20	резерв
BCh	4	коды формул в каждом контуре
C0h	8	список использованных секторов (FFh – конец списка)
C8h	56	резерв
100h	4	сигнатура текущих данных 5A5A5A5Ah
104h	4*4*16	текущие данные (1Q1,2Q1,3Q1,4Q1,1M1...и т.д)

Заголовок раздела БД совпадает с заголовком для КМ-5 и содержит:

N байта	длина	содержание
00h	1	биты признаков
01h	7	дата/время 1-й записи в формате BCD
08h	8	дата/время последней записи в формате BCD
10h	2	число записей
12h	2	мусор (N 1-й записи)
14h	4	резерв

Биты признаков записываются на место 0-го байта в поле даты/времени и имеют следующее назначение: **бит 5** = 0 указывает на отсутствие записей данной статистики, **бит 7** = 0 означает, что не все строки данной статистики заполнились.

Начиная со второй страницы сектора следуют записи базы данных. Первые 8 байт из каждых 256-ти служебные и содержат в первых 4-х байтах код сигнатуры 5A5A5A5Ah, во вторых 4-х байтах: для событий – шкалу занятых записей в блоке, для остальных разделов - резервные. Записи статистики занимают целое число страниц и их структура соответствует приведенной в Таблице 5. Если соответствующий раздел архива не помещается в текущем секторе, его записи продолжают в следующем по списку секторе.

Для базы данных событий записи группированы в блоки по 256 байт, и указано число записей, а не блоков. Последний блок (или предпоследний) в незаполненной части содержит коды FFh.

Для УПД-64 продолжение сначала помещается в дополнительные секторы с 32 по 63. Если эти секторы заполняются, продолжение переносится в основные секторы с 0 по 31. Для индикации занятости дополнительных секторов используется шкала занятых, размещаемая в EEPROM УПД по адресу E4h и занимающая 4 байта (формат long, младший бит соответствует 32-му сектору, старший – 63-му, значение 0 соответствует занятому).

При очистке УПД от данного архива необходимо стирать все секторы по списку занятых и соответственно изменять их состояние.

### Структура данных в файле .КМ5

Файл, формируемый программой AVRPC.EXE, представляет собой бинарный файл с расширением .КМ5 включающий следующее структуры:

заголовок длиной 256 байт

записи базы данных

Структура заголовка:

№байта	Размер	Формат	Содержимое
0	5	ASCII	Сигнатура КМ-5М, указывающая на тип прибора
6	1	ASCII	Код модели вычислителя
8	4	BCD	Номер прибора в дв.-дес. коде
12	4	char[]	Коды формул в каждом из 4-х каналов
16	5	ASCII	Версия программного обеспечения
22	2	short	Смещение начала записей архива
24	6	char[]	Дата и время в КМ-5М на момент считывания
32	4	long	Смещение часовой статистики от начала файла
36	4	long	Число записей часовой статистики
40	4	long	Смещение суточной статистики от начала файла
44	4	long	Число записей суточной статистики
48	4	long	Смещение месячной статистики от начала файла
52	4	long	Число записей месячной статистики
56	4	long	Смещение годовой статистики от начала файла
60	4	long	Число записей годовой статистики
64	4	long	Смещение статистики ошибок от начала файла
68	4	long	Число записей статистики ошибок
80	176	float[]	Текущие мгновенные значения на момент считывания
256	640	char[]	Конфигурация вычислителя (если смещение по адресу 22 >128)

Формат записи часовой, суточной месячной и годовой статистики:

№байта	Формат	Содержание
0	char[6]	Дата и время регистрации
6	float	ta - температура атмосферы (°C)
24	float	Тпит – интегратор времени сбоя питания (час)
Данные 1-го теплового контура		
36	float	M1 - масса, прошедшая через прямой трубопровод (тонн)
40	float	M2 - масса, прошедшая через обратный трубопровод (тонн)
44	float	M3 - масса, прошедшая через дополнительный трубопровод (тонн)
48	float	V1 - объем, прошедший через прямой трубопровод (м3)
52	float	V2 - объем, прошедший через обратный трубопровод (м3)
56	char	Маска основных отказов
57	float	Q – количество потребленной энергии (Гкал)
65	float	Тр – время работы теплового контура (час)
69	float	Время функционального отказа теплового контура (час)
73	float	Время dt<min теплового контура (час)
77	float	Время G>max теплового контура (час)
81	float	Время G<min теплового контура (час)
85	float	Утечка (тонн)
89	float	Подмес (тонн)
97	float	t1 – температура в прямом трубопроводе (°C)
101	float	t2 - температура в обратном трубопроводе (°C)
105	float	t3 - температура в дополнительном трубопроводе (°C)
109	float	P1 – давление в подающем трубопроводе (атм)
113	float	P2 - давление в обратном трубопроводе (атм)
117	float	P3 - давление в дополнительном трубопроводе (атм)
121	float	t4 - температура в дополнительном трубопроводе (°C)
Данные 2-го теплового контура		
155		
Данные 3-го теплового контура		
274		
Данные 4-го теплового контура		
393		

Записи архива расположены в порядке убывания времени их формирования, размер записи – 512 байт.