

Протокол обмена между ПК и КМ-5 v1N с поддержкой новых Правил коммерческого учета тепловой энергии (17-09-2019)

1. Настройки протокола обмена (по умолчанию): скорость обмена: 9600 бод, количество бит – 8, четность – без бита четности, один стартовый бит, один стоповый бит.
2. Способы подключения к прибору:
 - прямое подключение к полудуплексному, двухпроводному RS-485
 - подключение с помощью преобразователя RS-232 в RS-485
 - подключение через панель доступа/управления ПДУ-1 или адаптер периферии АП-5
 - подключение с помощью преобразователя USB в RS-485.
3. Длина строки (блока) обмена вместе с двумя контрольными суммами (в байтах):
 - 16 для послылки запроса в прибор;
 - до 256, либо 72, 32 или 8 для ответа из прибора в зависимости от номера команды.
4. После приема командной строки ответ посылается прибором в течение времени, указанного в таблице 1. Если ответа нет, или получен ответ о занятости ресурсов, необходимо делать повторные запросы.
5. Формирование 2-х байтной КС:
 - 1-й байт по исключаяющему ИЛИ всех байтов предшествующих Кс1;
 - 2-й байт - сумма по модулю 256 всех байтов предшествующих Кс1 (не Кс2!)

6. Формат команды - 16 байт:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сетевой адрес 4 байта				Команда	Данные 9 байт									Кс1	Кс2

7. Формат ответа - до 256 байт (для команд БД):

0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	L-2	L-1	L	L+1	L+2
Сетевой адрес 4 байта				Команда +128	Длина, L	Данные до 248 байт						Кс1	Кс2	

или - 72 байта (длинные):

0	1	2	3	4	5	6	7	...	67	68	69	70	71
Сетевой адрес 4 байта				Команда	Данные 65 байт							Кс1	Кс2

или - 32 байта (короткие):

0	1	2	3	4	5	6	7	...	27	28	29	30	31
Сетевой адрес 4 байта				Команда	Данные 25 байт							Кс1	Кс2

или - 8 байт (команда 48)

0	1	2	3	4	5							6	7
Сетевой адрес 4 байта				Команда	Данные 1 байт							Кс1	Кс2

8. Длина ответа однозначно соответствует номеру посланной команды.
9. При несовпадении контрольной суммы при приеме запроса прибор не выдает никакого ответа.

Система команд КМ-5 (РМ-5).

При обмене с КМ-5 в неиспользуемых байтах области данных запросов и ответов могут лежать любые данные, что никак не влияет на работу, единственное условие – контрольные суммы должны считаться именно по этим реально передаваемым данным.

Во втором столбце таблицы указаны параметры, пересылаемые в КМ-5 в 16-байтовом запросе. Формат ответа описан отдельно в графе «Действие». При отсутствии описания ответа – ответ состоит из кода команды и произвольного набора данных, завершающихся контрольными суммами. Общее количество байт ответа 32 для команд с номером меньшим 64, 72 для команд с номером большим или равным 64 или 8 для команды 48 (см. таблицу 1). При передаче данных в формате с плавающей точкой (float), расположение их в буфере и формат соответствуют формату в IBM PC. Нумерация байтов в таблицах начинается с байта, следующего за 4-х байтовым сетевым адресом прибора в передаваемом или принимаемом буфере, т.е. для получения номера байта в буфере обмена надо к этим номерам добавить 4.

Сетевой номер прибора имеет BCD формат, который и отображается непосредственно на дисплее прибора. При передаче в команде младший байт идет первым.

Общая команда запроса сетевого номера прибора, работает только при подключении одного прибора и служит для автоматизации входа в тестовые программы. Общий сетевой номер для этой команды – последовательность байтов: 81, 82, 83, 84 (десятичные значения), что соответствует номеру 54535251 (шестнадцатеричному или двоично-десятичному):

Код Команды (байт 0)	Параметры передаваемой команды, байты:	Действие (примечание)
	1 2 3 4 5	
0	-	Запрос сетевого номера прибора. Возвращаемые данные: 1-й ... 4-й байты - сетевой номер прибора, который во всех других командах должен использоваться при работе с прибором 5-й байт - модель прибора 7-й...12-й байты – текущая дата и время (день, месяц, год, час, минута, секунда) в BCD-формате 13-й...20-й байты – состояние прибора (см. таблицу 3) 21-й...22-й байты – версия ПО (2 байта, пример: 0x0221 - «02.33»)

1. Команды, доступные только в режиме настройки

Код Команды (байт 0)	Параметры передаваемой команды, байты:	Действие (примечание)
	1 2 3 4 5	
6	N	запись в прибор количества градуировочных пар, по которым будет вестись расчет расхода (1-й байт) . N = 2 ... 32
10	N K данные	запись во FLASH параметров контроля физических величин и параметров работы прибора. N - номер параметра для записи (1-й байт) K - количество байт в параметре (2-й байт) 3-й байт – параметр число или битовая маска (если N < 32) 3-й...6-й байты – параметр float (если N ≥ 32)
11	-	инициализация БД ошибок
15	Данные	1-й...4-й (float) запись давления, подставляемого во время поверки вместо измеряемого, и перевод в режим ожидания однократного прихода аппаратного сигнала старт и стоп накопления данных для поверки и градуировки
29	-	инициализация флагов работы прибора: сброс флага останова счета, установка системы единиц (Гкал и масса), режим измерения температуры холодной воды, режим архивирования массы для КМ-5-6, характеристика W100=1.3911
36	A2 A1 A0 N данные	блочная запись FLASH 1-й...3-й байты – старший – младший байты адреса 4-й байт – количество байт для записи (не более 5) 5-й...9-й байт – данные для записи

38	A0 N данные	блочная запись RTC 1-й байт – адрес 2-й байт – количество байт для записи (не более 7) 3-й...9-й байт – данные для записи
39	-	инициализация баз данных
40	-	останов счета прибора (накопления интеграторов в БД)
42	N данные	запись в прибор градуировочной пары: N = 0 ... 31 (1-й байт) измеряемый расход (усл.ед.) Gi (float 2-й...5-й байты) эталонный расход Ge (float 6-й...9-й байты)
47		Команда запуска калибровки терморезистора. Время выполнения 15 секунд.

2. Команды, доступные во всех режимах работы

Код Команды (байт 0)	Параметры передаваемой команды байты: 1 2 3 4 5 ...	Действие (примечание)
1	-	выдать код расхода для градуировки на IBM, возвращает (float) код расхода во внутренних - условных единицах (1-й...4-й байты)
2	Данные	тест связи, возвращает обратно посланный набор байтов вместе с контрольной суммой, дополненный байтами в убывающем порядке и контрольной суммой возвращаемого буфера
3	-	выдать коды измерений АЦП – возвращает 12 двухбайтовых кодов измерений (старший байт сначала, младший – за ним), старший бит последнего кода измерения – состояние датчика пустой трубы (1-пустая труба)
4	-	команда чтения содержимого буфера экрана из прибора – 16 байт во внутренней кодировке (1-й...16-й байты), признака необходимости использования сигнала отмены (17-й байт), положение курсора на экране (18-й байт) (см. таблицу 4 «Кодировка символов в буфере дисплея КМ-5»).
5	Данные	команда записи буфера клавиатуры в прибор (1-й байт) для имитации управления с передней панели. Соответствие кодов (hex) клавишам передней панели: стрелка влево – 01, стрелка вниз - 02, стрелка вправо - 04, отмена - 09, система (или стрелка вверх) - 0A, ввод – 0C.
7	-	чтение из прибора количества анализируемых им во время работы градуировочных пар (1-й байт).
8	-	чтение байтов и битов состояния прибора (см. таблицу 3) 10-й...11-й байты – напряжение часовой батареи, В*100
9	-	1-й...5-й байты выдать версию ПО (5 символов ASCII, пример: «02.30») 6-й байт – резерв 7-й...10-й байты – тип 11-й...14-й байты – подверсия ПО С версии v02.33.200: 15-й...18-й байты – код процессора 19-й...20-й байты – резерв 21-й...24-й байты – CRC32
14	N K	чтение из FLASH параметров контроля физических величин и параметров работы прибора. N - номер параметра для записи (1-й байт) K - количество байт в параметре (2-й байт) Возвращаемые данные: 1-й байт – параметр число или битовая маска (если N < 32) 1-й...4-й байты – параметр float (если N ≥ 32)
35 (75)	A2 A1 A0 N	блочное чтение FLASH A2-A0 старший - младший байты адреса во FLASH N – количество байт для чтения (до 21 – команда 35, до 61 – команда 75) Возвращает: все посланные параметры и следующие за ними считанные данные, начиная с 5-го байта

37	A0 N	<p>блочное чтение RTC A0 адрес в ОЗУ RTC N – количество байт для чтения (не более 23) Возвращает: все посланные параметры и следующие за ними, начиная с 3-го байта, считанные данные.</p>
38*	xx xx dd mo yy hh mi ss	<p>* Начиная с версии 1N_2.30 Команда действительна только на фоне общего сетевого номера. xx – не используются, dd – день, mo – месяц, yy – год, hh – час, mi – минута, ss – секунда Если текущее и принятое допустимое значение "дата-время" совпадают, коррекция не происходит, иначе - прописывается новое время, а в базу данных прописывается код события изменения времени (начало события соответствует старому времени, конец события - новому) Если дата недопустима, коррекция не происходит. Если только время недопустимо, прописывается полученная дата, время остается неизменным. Ответ от прибора на данную команду отсутствует.</p>
41	-	включение счета прибора (рабочего режима накопления интеграторов в базу данных)
43	N	<p>чтение из прибора двух значений градуировки N = 0 ... 31 (1й байт) измеряемый расход (код) Gi (float 2-5 байты) эталонный расход Ge (float 6-9 байты)</p>
44	N	<p>выдача мгновенных значений: N=0: текущей даты и времени (см. таблицу 8) N=1: текущего значения счетчика тепла Q1 Гкал (1-й – 4-й байты) N=2: текущего значения счетчика M1 (1-й – 4-й байты) N=3: текущего значения счетчика M2 (1-й – 4-й байты) N=4: времени работы Tr час (1-й – 4-й байты) N=5: текущего значения расхода G1 м3/ч (1-й – 4-й байты) текущего значения расхода G1 т/ч (5-й – 8-й байты) текущего значения давления P1 атм. (9-й – 12-й байты) текущего значения давления P2 атм. (13-й – 16-й байты) текущего значения t1 град. С (17-й – 20-й байты) текущего значения t2 град. С (21-й – 24-й байты) N=6: текущего значения расхода G1 т/ч (1-й – 4-й байты) N=7: текущего значения расхода G2 м3/ч (1-й – 4-й байты) текущего значения расхода G2 т/ч (5-й – 8-й байты) текущего значения расхода G3 м3/ч (9-й – 12-й байты) текущего значения расхода G3 т/ч (13-й – 16-й байты) текущего значения t3 ппс град. С (17-й – 20-й байты) текущего значения t2 ппс град. С (22-й – 24-й байты) N=8: текущего значения условного расхода Gi КМ-5 (1-й – 4-й байт) текущего значения условного расхода Gi ППС (5-й – 8-й байт) текущего значения скорости потока v в погружных расходомерах (9-й – 12-й байты) N=9: текущего значения расхода G4 м3/ч (1-й – 4-й байты) текущего значения расхода G4 т/ч (5-й – 8-й байты)</p>

45	float1 float2 N	<p>Обмен параметрами КМ-5 и ППС для 2-х поточного прибора. Посылаемые параметры для ППС: P2, t2 и N – дополнительный байт с информацией: модель КМ-5, тип характеристики термосопротивлений и др.; при этом ППС переводится в такой же режим по этим параметрам как и КМ-5 (синхронизация). Принимаемые из ППС данные в формате float51, начиная с 1-го байта:</p> <p>G [т/ч] – расход [т.] или ta [град.]. см. главу 5. G [м3/ч] – расход в м3/ч или dNi [единиц] – кол-во импульсов, поступившее на имп. вход. см. главу 5. Gi [условные ед.] – мгновенное значение внутреннего представления расхода или P2 [атм]. см. главу 5. P [атм.] – давление t2 [град.] – температура второго канала (T2 на платформе) t3 [град.] – температура третьего канала (T1 на платформе) 1 байт флагов аппаратных ошибок (см. главу 5) Примечание: при подаче этой команды в ППС прямо от РС float числа не перекодируются и будут иметь неверный для нее формат, от КМ-5 будут поступать перекодированные в нужный формат данные. Описание форматов и команды см. в главе 5.</p>
48	float1 float2	<p>Команда пересылки во внешний частотный/токовый выход значений частоты (float1) и тока (float2), соответствующих расходу G1 или G2. Ответ имеет длину 8 байт.</p>
49	Сквозная команда	<p>Транзитная команда пересылает команды, данные которых, при передаче занимают не более 8 байт, через КМ-5 в ППС. В КМ-5 при принятии этой команды все байты, начиная с 1-го, переписываются в выходной буфер КМ-5 со сдвигом на 1 байт влево и посылаются в ППС. Принятый от ППС ответ сдвигается на 1 байт вправо, предваряется кодом 49 и посылается обратно в РС.</p>
93	-	(с v02.10) см. команду 123
94	-	<p>Выдача мгновенных значений: (с вер.2.10): текущего значения расхода G1 м3/ч (1-й – 4-й байт) текущего значения расхода G2 м3/ч (5-й – 8-й байт) текущего значения расхода G3 м3/ч (9-й – 12-й байт) текущего значения давления P3 атм. (13-й – 16-й байт) текущего значения t2п град. С (17-й – 20-й байт) текущего значения t3п град. С (21-й – 24-й байт) текущего значения скорости потока v м/с (25-й – 28-й байт, только для погружных расходомеров) текущего значения P4 атм (Рбар мм.рт.ст в САГ) (29-й – 32-й байт) 9 ячеек по 4 байта – резерв, заполнен нулями.</p>
95	-	<p>Выдача календарного времени и всех интеграторов (с вер.2.10): Дата и время (1-й – 8-й байт), (см. таблицу 8) Масса M1 т (9-й – 12-й байт). КМ-5-6 – M1 или V1 Масса M2 т (13-й – 16-й байт). КМ-5-3 – Mп, КМ-5-6 – M2 или V2, РМ-5-П – Мраз объем Vi м³ (17-й – 20-й байт). КМ-5-5, КМ-5-6 – Qгвс объем V1 м³ (21-й – 24-й байт). КМ-5-6 – M3 или V3 (гвс) объем V2 м³ (25-й – 28-й байт). КМ-5-6 – M4 или V4 (гвс) количество теплоты Q ГКал (29-й – 32-й байт), РМ-5-П – M/Vдозы время работы Tr час (33-й – 36-й байт) Начиная с версии v1N_2.33-201: время штатной работы Tw час (37-й – 40-й байт) время, в течение которого G1m < G1min Tmin час (41-й – 44-й байт) время, в течение которого G1m > G1max Tmax час (45-й – 48-й байт) время, в течение которого dt < dtmin Tdt час (49-й – 52-й байт) время функционального отказа Tf час (53-й – 56-й байт) время отсутствия электропитания Ter час (57-й – 60-й байт) время отсутствия теплоносителя в подающем трубопроводе Trt1 час (61-й – 64-й байт)</p>

103	-	Выдача кодов измерений АЦП – возвращает 14 трехбайтовых кодов измерений (первым идет – старший байт, вторым – средний, третьим – младший). Первые 10 – измерения по каналам, 11 – сигнал датчика пустой трубы, 12 – выделенный разностный сигнал датчика пустой трубы, 13 – минимальное значение сигнала датчика расхода при осреднении внутри секунды, 14 – максимальное значение сигнала датчика расхода при осреднении внутри секунды. Старший бит последнего байта данных (перед контрольными суммами) – состояние датчика пустой трубы (1 – пустая труба). Начиная с версии 2.21, дополнительно выдается в байтах 43 – 62: G1 [м3/ч], G1 [т/ч], t1 [град.], t2 [град.], P1 [атм.].
123 и 93	-	Выдача мгновенных значений по всем потокам (float): расход G1 т/ч (1-й – 4-й байт) расход G2 т/ч (5-й – 8-й байт) расхода G3 т/ч (9-й – 12-й байт) t1 град. С (13-й – 16-й байт) t2 град. С (17-й – 20-й байт) tx град. С (21-й – 24-й байт) ta град. С (25-й – 28-й байт) давление P1 атм. (29-й – 32-й байт) давление P2 атм. (33-й – 36-й байт) давление P3 атм. (37-й – 40-й байт) тепловая мощность W Гкал/ч (41-й – 44-й байт) t2 ппс град. С (45-й – 48-й байт) tx ппс град. С (49-й – 52-й байт) t внутри прибора град. С (53-й – 56-й байт) тепловая мощность доп. канала W2 Гкал/ч (57-й – 60-й байт) t в дополнительном канале (ГВС) град. С (61-й – 64-й байт) Внутренний счетчик секундных циклов (65-й байт) Примечание 1: команда работает в версиях 1.59 и выше. Примечание 2: с версии 2.10 старший бит счетчика (65-й байт) равен 1, если данные, полученные в ППС (G2, t2ппс, txппс) возможно имеют недоуверенное значение (еще не обработаны) Примечание 3: команда 93 реализована с версии 2.10
126	-	Чтение накопленных значений при градуировке и поверке. Расположение данных см. в таблице 2.
127	-	Тест связи (возвращает обратно содержимое длинного буфера связи с содержащимися там произвольными данными)
128	Подкоманда (1 байт)	С версии v1N_02.33-201. Чтение идентификационной информации и строки интеграторов для LoRaWAN. Подкоманда=0 – описание устройства (результат в таблице 14), Подкоманда=1 – структура данных для теплосчетчика (таблица 15) и расходомера (таблица 16).

Таблица 1. Длина ответных сообщений и необходимое (максимальное) время таймаута ожидания ответа в зависимости от номера команды.

Номера команд	Длина ответа	Максимально возможное время ожидания ответа
0-10,12-38,40-48	32	100 мс
11, 39, 49-63	32	300 мс
64-100	72	300 мс
101-127	72	100 мс
128 и выше	до 256	300 мс

Таблица 2. Параметры работы КМ-5 принимаемые в ответе команды 8

Байт	бит	значение
1	0-7	Режим ГВС рассчитанный по байту пустой трубы: 0–ЗИМА, 1–ЛЕТО1, 2–ЛЕТО2, 3–ЛЕТО3, 4–НЕТ ПОТОКА, 5–ОСТАНОВ ИНТЕГРАТОРОВ
2		байт флагов обнаружения пустой трубы
2	0	текущее состояние датчика пустой трубы (1 – труба пустая, 0 – полная)
2	1	состояние датчика пустой трубы в прошлой секунде (1 – труба пустая, 0 – полная)
2	2	результатирующий признак датчика пустой трубы КМ-5 (с антидребезгом)
2	3	результатирующий признак датчика пустой трубы ППС (с антидребезгом)
2	4	признак обнуления G1 ($-G1min < G1 < G1min$)
2	5	признак обнуления G2 ($-G2min < G2 < G2min$)
2	6	признак реверса G1 ($G1 < -G1min$)
2	7	признак реверса G2 ($G2 < -G2min$)
3		байт флагов аппаратных ошибок
3	0	признак - ток в катушке G1 < допустимого значения
3	1	признак - ток в катушке G1 > допустимого значения
3	2	признак – входное напряжение канала G1 > допустимого значения
3	3	признак неисправности в цепи термопреобразователей КМ-5
3	4	признак - ток в катушке G2 < допустимого значения
3	5	признак - ток в катушке G2 > допустимого значения
3	6	признак – входное напряжение канала G2 > допустимого значения
3	7	признак неисправности в цепи термопреобразователей ППС
4		Режим ГВС задаваемый вручную (принудительно): 0 - ЗИМА, 1 - ЛЕТО1, 2 - ЛЕТО2, 3- ЛЕТО3, остальные значения – автомат В режиме «автомат» КМ-5-5 работает в режиме, рассчитанном по байту флагов пустой трубы
5	0	Состояние переключателя наладки (внутр.), 0 – включен, 1 – выключен (запрет)
5	1	Состояние переключателя наладки (платф.), 0 – включен, 1 – выключен (запрет)
5	2	флаг режима останова счета
5	3	флаг останова счета Q и времени работы при ошибках
5	4	флаг пропуска начальных измерений (32 секунды после включения питания)
5	5	флаг ошибки обращения к ППС (нет связи КМ-5 с ППС)
5	6	флаг проведения поверки ($P1=P2=P$, введенное от IBM, старт SS разрешен)
5	7	флаг использования программируемого значения t холодной воды
6	0	флаг обрыва в цепи датчика P1 КМ-5
6	1	флаг обрыва в цепи датчика P2 КМ-5
6	2	флаг обрыва в цепи датчика P2 ППС
6	3	флаг обрыва в цепи датчика P3 ППС
6	4	флаг ошибки чтения EEPROM
6	5	флаг ошибки записи EEPROM
6	6	флаг ошибки чтения RTC
6	7	флаг ошибки записи RTC
7	0	флаг режима расчета расхода по полиному (1 – полином, 0 – кусочно-линейная)
7	1	флаг суммирования при поверке/градуировке (1 – идет накопление по SS)
7	2	флаг отображаемой на дисплее системы единиц
7	3	флаг единиц архивации M/V (КМ-5-6) или единиц выдачи преобразованного расхода на частотный или токовый выход (КМ-5-1). (1 – масса, 0 – объем)
7	4	флаг результата тестирования ОЗУ процессора (1 – ОЗУ неисправное) (с v01.88)
7	5	флаг характеристики термопреобразователей (0 – 1.3911, 1 – 1.3851) (с v01.90)
7	6	флаг отключения осреднения расхода (1 – текущий расход без оср. по 16 сек.)
7	7	результат тестирования ПЗУ процессора (1– не совпала контр. сумма) (с v01.94)
8	0	флаг вкл. связи с модулем LON (1-связь включена, 0-выключена) (с v02.03)
8	1	флаг работы с погружным ПР (1-погружной, 0-полнопроходный) (с v02.03)
8	2	флаг расчета поправки alpha для погружного ПР (0-вводимый коэффициент, 1-рассчитанный по полиномам) (с v02.03)
8	3	флаг режима останова интеграторов (0-несинхронизированы, 1-синхронизированы) (с v02.03)
8	4	флаг режима измерения tгвс в КМ-5-5 (0-измеряемая, 1-tгвс=t1) (с v02.03)
8	5	флаг счета реверса в однопоточном расходомере в интеграторы M2 (V2) (0-не считать, 1-считать) (с v02.03)
8	6	флаг работы с паровым ПР (0-электромагнитный, 1-САГ(струйный автогенератор)) (с v02.03)
8	7	Флаг отрицательного теплового потока (1 – $W < 0$, 0 – $W \geq 0$)

Таблица 3. Возвращаемые данные команды 126 и их расположение в буфере

Номер начального байта в буфере	Длина данных	Формат данных	Наименование величины
1	4	float	Сумма кода расхода Gi основного потока
5	4	float	Сумма значений теплового потока W
9	4	float	Сумма значений объемного расхода GV1
13	4	float	Сумма значений массового расхода GM1
17	4	float	Сумма значений объемного расхода GV2
21	4	float	Сумма значений массового расхода GM2
25	4	float	Сумма температуры t1
29	4	float	Сумма температуры t2
33	4	float	Сумма температуры t3 (холодной воды)
37	4	float	Сумма температуры t3 ППС (холодной воды ППС)
41	4	float	Сумма температуры t2 ППС
45	4	float	Сумма кода расхода Gi в ППС
49	4	float	Резерв
53	4	float	Сумма значений объема по импульсному входу Vi
57	4	float	Реальное время суммирования (секунд) измеренное в приборе (время удержания сигнала SS)
61	3		Резерв
64	2	int	Счетчик просуммированных величин

Примечание: для нахождения средних величин по накопленным значениям необходимо разделить накопленную сумму на счетчик просуммированных величин, а для нахождения значений интеграторов за измеренный промежуток времени необходимо умножить среднюю величину на реальное время суммирования.

Таблица 4. Кодировка символов в буфере дисплея КМ-5

код	Символ	код	символ	код	символ	код	Символ
0	0	32	Х	64	G	96	ф
1	1	33	Ц	65	I	97	х
2	2	34	Ч	66	J	98	ц
3	3	35	Ш	67	L	99	ч
4	4	36	Щ	68	R	100	ш
5	5	37	Ъ	69	U	101	щ
6	6	38	Ы	70	V	102	ъ
7	7	39	Ь	71	W	103	ы
8	8	40	Э	72	Y	104	ь
9	9	41	Ю	73	Z	105	э
10	Пробел	42	Я	74	Q	106	ю
11	А	43	D	75	a	107	я
12	Б	44	F	76	б	108	b
13	В	45	!	77	в	109	d
14	Г	46	%	78	г	110	f
15	Д	47	(79	д	111	g
16	Е	48)	80	e	112	h
17	Ж	49	*	81	ё	113	i
18	З	50	+	82	ж	114	j
19	И	51	,	83	з	115	k
20	Й	52	-	84	и	116	l
21	К	53	.	85	й	117	m
22	Л	54	/	86	к	118	n
23	М	55	:	87	л	119	q
24	Н	56	;	88	м	120	r
25	О	57	<	89	н	121	s
26	П	58	=	90	о	122	t
27	Р	59	>	91	п	123	u
28	С	60	?	92	р	124	v
29	Т	61	N	93	с	125	w
30	У	62	S	94	т	126	z
31	Ф	63	<<	95	у		

Таблица 5. Команды чтения данных из БД теплосчетчика (доступны всегда)

Код Команды (байт 0)	Параметры передаваемой команды, байты: 1 2 3 4 5	Действие (примечание)
50 (58)	N	Чтение заголовка базы данных. N – номер БД: 0 – часовой, 1 – суточной, 2 – месячной, 3 – годовой, 4 – ошибок, 5 – журнала. Формат заголовка базы данных см. в Таблице 6.
51 (59)	N	Чтение данных о номерах строк БД с самой ранней и самой поздней записями и дате-времени этих записей. N – номер БД (см. выше) Формат возвращаемых данных см. в Таблице 7.
52 (61)	N день мес год час	Запрос номера строки данных БД с заданной датой и временем записи этой строки в БД. N – номер БД (см. выше) Формат возвращаемых данных см. в Таблице 9.
54	A2 A1 A0	Чтение строки данных из БД ошибок и журнала по ее абсолютному адресу. A2-A0 старший – младший байты адреса во FLASH. Для БД ошибок формат возвращаемой строки данных см. в Таблице 11. Для БД журнала – см. в Таблице 12.
55	N номер_строки	Чтение строки данных по ее 2-х байтному номеру из БД ошибок и журнала. N – номер БД (см. выше). Для БД ошибок формат возвращаемой строки данных см. в Таблице 11. Для БД журнала – см. в Таблице 12.
64	A2 A1 A0	Чтение строки данных из часовой, суточной, месячной или годовой БД по ее абсолютному адресу. A2-A0 старший – младший байты адреса во FLASH. Формат возвращаемой строки данных см. в Таблице 10.
65 (68)	N номер_строки	Чтение строки данных по ее 2-х байтному номеру из БД. N – номер БД (см. выше) Для часовой, суточной, месячной и годовой БД формат возвращаемой строки данных см. в Таблице 10. Для БД ошибок возвращаются 8 записей (формат одной записи см. в Таблице 11). Для БД журнала возвращаются 4 записи (формат одной записи см. в Таблице 12).
68+128	0xYN номер_строки	С версии v1N_02.33-201 Чтение нескольких строк данных по ее 2-х байтному номеру. N – номер БД (см. выше) Y – кол-во ответов со строкой, начиная с заданного номера (0...15). Ответы идут потоком без паузы.

Примечание: В скобках указаны команды для чтения строки данных из БД с увеличенным количеством записей.

Количество записей в обычных БД:

- 1024 – для часового архива;
- 384 – для суточного архива;
- 64 – для месячного архива;
- 32 – для годового архива;
- 4096 – для архива ошибок и событий.

Количество записей в БД с увеличенным количеством записей:

- 2240 – для часового архива;
- 768 – для суточного архива;
- 64 – для месячного архива;
- 32 – для годового архива;
- 4096 – для архива ошибок и событий;
- 4096 – для архива изменений БД (в приборах с поддержкой новых Правил) (с версии v1N_02.33-201).

Таблица 6. Структура заголовка БД, принимаемого в ПК

№ байта	Значение
1 – 3	3-х байтный адрес начала БД в FLASH
4	Байт специальных признаков: 6-й бит = 0 - в БД не было сделано ни одной записи, 1 - в БД была сделана хотя бы одна запись; 7-й бит = 0 - еще не все строки БД заполнены данными, 1 - все строки БД заполнены данными.
5 – 6	2-х байтное количество строк данных в БД без единицы (Nmax-1)
7 – 8	2-х байтный номер самой последней строки данных в БД

Таблица 7. Формат возвращаемых данных команды 51

№ байта	Значение
1	Байт специальных признаков: 6-й бит = 0 - в БД не было сделано ни одной записи (в этом случае данные в следующих байтах не формируются). 1 - в БД была сделана хотя бы одна запись; 7-й бит = 0 - еще не все строки БД заполнены данными, 1 - все строки БД заполнены данными.
2 – 3	2-х байтный номер строки БД с самой ранней записью
4 – 11	Дата и время самой ранней записи в БД (см. Таблицу 8)
12 – 13	2-х байтный номер строки БД с самой последней записью
14 – 21	Дата и время самой последней записи в БД
22 – 23	2-х байтное количество строк данных в БД без единицы (Nmax-1)

Таблица 8. Формат даты и времени в строках базы данных

№ байта	Значение
1	ЕЕh
2	Число месяца.
3	Месяц.
4	Год.
5	Тип КМ-5: 0 – КМ-5-1; 1 – КМ-5-2;; 5 – КМ-5-6
6	Часы.
7	Минуты.
8	Секунды.

Примечание: Число месяца, месяц, год, часы, минуты и секунды задаются в BCD-формате. Например, 31 число месяца задается как 0x31 или 31h.

Таблица 9. Формат возвращаемых данных команды 52

№ байта	Значение
1	Байт специальных признаков: 6-й бит = 0 - в БД не было сделано ни одной записи (в этом случае данные в следующих байтах не формируются). 1 - в БД была сделана хотя бы одна запись; 7-й бит = 0 - еще не все строки БД заполнены данными, 1 - все строки БД заполнены данными.
2 – 3	2-х байтный номер строки БД с заданной датой и временем записи. Если такой строки нет, то номер строки с ближайшей более поздней датой и временем записи, если и такой строки нет, то номер строки с ближайшей более ранней датой и временем записи.
4 – 11	Дата и время записи в БД строки с данным номером (см. Таблицу 8)
12 – 13	2-х байтное количество строк данных в БД без единицы (Nmax-1)

Таблица 10. Формат возвращаемой строки часовой, суточной, месячной и годовой БД

N байта	Значение
1 – 8	Дата и время записи строки в БД (см. Таблицу 8).
9 – 12	ta – средняя температура атмосферы, гр. С.
13 – 16	P1 – среднее давление в прямом трубопроводе, атм.
17 – 20	P2 – среднее давление в обратном трубопроводе, атм.
21 – 24	P3(t3) – для КМ-5-3 – КМ-5-4: среднее давление в подпитывающем трубопроводе ($P_{хв}$), атм.; – для КМ-5-5 – КМ-5-6: средняя температура t_3 ($t_{ГВС}$), град.
25 – 28	t1 – средняя температура в прямом трубопроводе, гр. С.
29 – 32	t2 – средняя температура в обратном трубопроводе, гр. С.
33 – 36	t3(t4) – для КМ-5-3 – КМ-5-5: средняя температура в подпитывающем трубопроводе ($t_{хв}$), гр. С.; – для КМ-5-6: средняя температура t_4 ($t_{ГВС}$), град.
37 – 40	M1 – масса в прямом трубопроводе нарастающим итогом, т.
41 – 44	M2 – масса в обратном трубопроводе нарастающим итогом, т.
45 – 48	Vi(Qгвс) – для КМ-5-1 – КМ-5-4: объем по импульсному входу на растающим итогом, м ³ ; – для КМ-5-5 – КМ-5-6: тепловая энергия ГВС нарастающим итогом, Гкал.
49 – 52	V1(M3) – для КМ-5-1 – КМ-5-5: объем в прямом трубопроводе, м ³ ; – для КМ-5-6: масса M_3 (ГВС), т.
53 – 56	V2(M4) – для КМ-5-2, КМ-5-4 – КМ-5-5: объем в обратном трубопроводе, м ³ ; – для КМ-5-3: объем в подпитывающем трубопроводе, м ³ ; – для КМ-5-6: масса M_4 (ГВС), т.
57 – 60	Q – тепловая энергия нарастающим итогом, Гкал.
61 – 64	Tr – время наработки (время работы интегратора Q), час.
65 – 68	Tw – суммарное время нормальной работы прибора в штатном режиме, час.
69 – 72	Tmin – время, в течение которого G1m был меньше G1min, час
73 – 76	Tmax – время, в течение которого G1m был выше G1max, час
77 – 80	Tdt – время, в течение которого dt была меньше dtmin, час
81 – 84	Tf – время функционального отказа, час
85 – 88	Тер – время отсутствия электропитания, час
89 – 92	Tpt1 – время отсутствия (пустая труба) теплоносителя в подающем трубопроводе, час
93 – 96	Tpt2 – время отсутствия (пустая труба) теплоносителя в обратном трубопроводе, час
97 – 100	Trev1 – время изменения направления потока теплоносителя (реверса) в подающем трубопроводе, час
101 – 104	Trev2 – время реверса потока теплоносителя в обратном трубопроводе, час
105 – 128	Резерв

Примечание: для команд 64, 65 (68) выводятся значения до 65-го байта, для команды 196 выводятся все значения.

Таблица 11. Формат возвращаемой строки БД событий и ошибок

N байта	Значение
1	Код события или ошибки (см. Приложение А Руководства по эксплуатации КМ-5): 0-й..6-й биты – код событий (ошибок); 7-й бит – признак начала (код “1”) или окончания (код “0”) события (ошибки)
2	Число месяца
3	Месяц
4	Год
5	Байт специальных признаков: 0-й бит - результат тестирования ОЗУ (0-ОК, 1-неиспр.); 1-й бит - результат тестирования ПЗУ (FLASH) (0-ОК, 1-неиспр.); 2-й бит - результирующий бит датчика пустой трубы КМ-5 (0-ОК, 1-пустая); 3-й бит - результирующий бит датчика пустой трубы ППС (0-ОК, 1-пустая); 4-й бит - положение внешнего выключателя (1-ОК, 0-включен); 5-й бит - положение внутреннего выключателя (1-ОК, 0-включен); 6-й бит - останов накопления интеграторов по ошибкам (0-ОК, 1-останов); 7-й бит - значения температуры Хв (0-измер, 1-прогр).
6	Часы
7	Минуты
8	Секунды

Таблица 12. Формат возвращаемой строки БД журнала

N байта	Значение
1	Номер параметра в зависимости от типа строки (5-й байт): для типа строки = 0 – номер параметра во FLASH-памяти, для типа строки = 1 – номер градуировочной пары; для типа строки = 2 – номер административного события 0-й..6-й биты – код событий; 7-й бит – признак начала (код “1”) или окончания (код “0”) события (ошибки)
2	Число месяца
3	Месяц
4	Год
5	Тип строки: 0 – изменения в настроечных параметрах, 1 – изменения в градуировочной таблице, 2 – административные события
6	Часы
7	Минуты
8	Секунды
9 – 12	Для типа строки = 0: 1 байт – параметр число или битовая маска (если номер параметра < 32). 4 байта – параметр float (если номер параметра ≥ 32) Для типа строки = 1: Измеряемый расход G_i , усл. ед. (float)
13 – 16	Для типа строки = 1: Эталонный расход G_e , м3/ч (float)

Таблица 13. Формат ответов на команды при возникновении ошибок и предупреждений

Принятый код (0-й байт) dec (hex)	Описание ошибки
239 (EF)	Ошибочный параметр команды IBM PC. Возникает если значение параметра (например, N в команде 6) выходит за допустимые пределы
240 (F0)	Ошибочная команда IBM PC. Возникает при неправильном задании номера команды или при посылке команд доступных только при включении разрешающего переключателя на плате прибора или на платформе подключения.
241 (F1)	Временная занятость запрашиваемых ресурсов. Возникает при обращении к параметру или внутреннему устройству прибора, с которым в данный момент в реальном времени работает внутренняя программа измерений. Необходимо делать повторные запросы, дожидаясь освобождения ресурса.
251 (FB)	Ошибка чтения из ППС. Возникает при ошибках связи с ППС при посылке сквозных команд через КМ-5.
252 (FC)	Ошибка чтения из RTC. Возникает при нарушении протокола связи с RTC.
253 (FD)	Ошибка записи в RTC. Возникает при нарушении протокола связи с RTC.
254 (FE)	Ошибка чтения из EEPROM. Возникает при нарушении протокола связи с EEPROM.
255 (FF)	Ошибка записи в EEPROM. Возникает при нарушении протокола связи с EEPROM.

Примечание: длина строки с ответом, содержащим код ошибки, соответствует ожидаемой длине ответа на саму команду.

3. Описание данных в команде обмена с ППС (команда 45)

При обмене КМ-5 с ППС в команде 45 используется внутреннее представление данных в формате с плавающей точкой (float51). Расположение мантиссы и показателя степени числа в сравнении со стандартным представлением в PC представлено ниже в таблице. Отличие состоит только в расположении этих составляющих числа, сами значения соответствуют стандартному.

Представление чисел с плавающей точкой в команде 45 обмена с ППС.

№ байта	Байт 0	Байт 1	Байт 2	Байт 3
№ бита	7.....0	7.....0	7.....0	7.....0
Формат C51 библиотеки MATHF				
Биты числа	s m22....m16	m15.....m08	m07.....m00	e07.....e00
Формат IBM PC (IEEE)				
Биты числа	m07.....m00	m15.....m08	e00 m22...m16	s e07.....e01
Формат Keil (не используется, приведен для справки)				
Биты числа	s e07.....e01	e00m22.....m16	m15.....m08	m07.....m00

Примечание: биты мантиссы обозначены «m00»...«m23», знак мантиссы – «s», биты показателя степени – «e00»...«e07».

Данные, посылаемые в команде 45 в ППС

№ байта	№ бита	Назначение
0	0...7	Код команды (45 десятичное)
1 – 4	Все	Давление для расчета массового расхода G2 (используется только в ППС с версиями п/о ниже 2.00)
5 – 8	Все	Температура для расчета массового расхода G2 (используется только в ППС с версиями п/о ниже 2.00)
9	0...2	Номер модели КМ-5 с вычетом единицы (0...6)
9	3	Тип характеристики термопреобразователя: 0 – W100=1.3911, 1 – W100=1.3851
9	4	Признак отмены осреднения расхода G2 в ППС: 0 – осреднение расхода G2 по 16 сек., 1 – выдавать мгновенные значения расхода G2
9	5	набор данных в ответе: 0 – набор 1, 1 – набор 2 (с версии 2.20)
9	6	Признак запрета выполнения измерений: 1 – запретить проведение измерений на текущий момент 0 – запустить измерения, если предыдущие завершены
9	7	Резерв

Данные в ответе ППС на команду 45

№ байта	№ бита	Назначение
0	0...7	Код команды (45 десятичное)
1 – 4	все	Набор 1: расход G2 в т/ч (используется только в КМ-5 с версиями п/о ниже 2.20, начиная с версии 2.20 рассчитывается в КМ-5 по объемному расходу и соответствующим ему температуре и давлению) Набор 2(с версии 2.20): температура атмосферы ta (температура измеренная на клеммах Т3 платформы подключения)
5 – 8	все	Наборы 1: Расход G2 в м3/ч; Набор 2 и признак запрета выполнения измерений, равное 1: dNi (единиц) - к-во импульсов, поступившее на импульсный вход с момента предыдущего расчета.
9 – 12	все	Набор 1: расход G2 в условных единицах (для градуировки) Набор 2 (с версии 2.20): давление P2
13 – 16	все	Давление P1 [атмосфер], подключенное к каналу P1 в платформе подключения ППС
17 – 20	все	температура канала T2 (на платформе)
21 – 24	все	температура канала T1 (на платформе)
25	0	ток в катушке датчика расхода < допустимого уровня
25	1	ток в катушке датчика расхода > допустимого уровня
25	2	напряжение на электродах датчика расхода > допустимого уровня
25	3	неисправность в цепи термопреобразователей
25	4	неисправность в цепи датчика P1
25	5	неисправность в цепи датчика P2
25	6	Резерв
25	7	флаг обнаружения пустой трубы

Примечание: При обращении к ППС (модель 129 ... 133): а) ответ выдается всегда (не бывает ответа о занятости ресурсов); б) происходит запуск опроса всех измерительных каналов ППС для подготовки следующего результата. При обращении к КМ-5 (модель 0 ... 5): а) может быть ответ о занятости; б) запуск измерений по команде 45 никогда не производится.

Таблица 14. Формат возвращаемой строки на команду 128 и подкомандой 0 (описание устройства)

№ байта	Размер	Данные	Описание
0	1	0 (BYTE)	Идентификатор пакета
1 – 3	3	Флаги (BYTE[3])	См. таблицу 17
4 – 7	4	DevType	тип прибора (4 байта)
8 – 11	4	Snom	серийный номер
12	1	SVerMj	версия ПО ст.байт.
13	1	SVerMn	версия ПО мл.байт.
14 – 15	2	SVerBuild	версия ПО сборки
16	1	Config	Конфигурация (в т.ч. модель)
17	1	Ubat	Напряжение батареи Vbat*10, старший бит – 0-норма, 1-разряд батареи
18 – 19	2	CRC16	CRC16 пакета данных

Таблица 15. Формат возвращаемой строки на команду 128 и подкомандой 1 (для теплосчетчика)

№ байта	Размер	Данные	Описание
0	1	1 (BYTE)	Идентификатор пакета
1 – 3	3	Флаги (BYTE[3])	См. таблицу 17
4 – 7	4	Time (DWORD)	Кол-во секунд с 01.01.2000
8 – 11	4	Ton (FLOAT)	Время наличия питания
12 – 15	4	Twork (FLOAT)	Время наработки Q
16 – 19	4	Q (FLOAT)	Количество тепла
20 – 23	4	M1 (FLOAT)	Масса подачи M1
24 – 27	4	M2 (FLOAT)	Масса обратки M2
28 – 29	2	T1 (WORD)	Температура (t*100) [0-655.35]
30 – 31	2	T2 (WORD)	Температура (t*100) [0-655.35]
32 – 33	2	T3 (WORD)	Температура (t*100) [0-655.35]
34	1	P1 (BYTE)	Давление (P*10) [0-25.5]
35	1	P2 (BYTE)	Давление (P*10) [0-25.5]
36 – 39	4	Tg<min (FLOAT)	Время Gv<min (счет остановлен)
40 – 43	4	Tg>max (FLOAT)	Время Gv>max (счет остановлен)
44 – 47	4	Tdt (FLOAT)	Время dt<min (счет остановлен)
48 – 49	2	CRC16	CRC16 пакета данных

Таблица 16. Формат возвращаемой строки на команду 128 и подкомандой 1 (для расходомера)

№ байта	Размер	Данные	Описание
0	1	2 (BYTE)	Идентификатор пакета
1 – 3	3	Флаги (BYTE[3])	См. таблицу 17
4 – 7	4	Time (DWORD)	Кол-во секунд с 01.01.2000
8 – 11	4	Ton (FLOAT)	Время наличия питания
12 – 15	4	V1 (FLOAT)	Объем по подаче V1
16 – 19	4	TworkV1 (FLOAT)	Время наработки V1
20 – 23	4	V2 (FLOAT)	Объем по реверсу V2
24 – 27	4	TworkV2 (FLOAT)	Время наработки V2
28 – 31	4	Tg<min (FLOAT)	Время Gv<min (счет остановлен)
32 – 35	4	Tg>max (FLOAT)	Время Gv>max (счет остановлен)
36 – 37	2	T1 (WORD)	Температура (t*100) [0-655.35]
38	1	P1 (BYTE)	Давление (P*10) [0-25.5]
39 – 40	2	CRC16	CRC16 пакета данных

Таблица 17. Описание флагов в ответе на команду 128

N байта	№ бита	Назначение
0	0	Пустая труба КМ-5
	1	Пустая труба ППС
	2	Признак реверса G1
	3	Признак реверса G2
	4	Ошибка в цепи датчика P1
	5	Ошибка в цепи датчика P2
	6	Ошибка в цепи датчика P3
	7	Ошибка в цепи датчика P4
1	0	IG1 < min
	1	IG1 > max
	2	UG1 > max
	3	Ошибка в цепи термопреобразователей КМ-5
	4	IG2 < min
	5	IG2 > max
	6	UG2 > max
	7	Ошибка в цепи термопреобразователей ППС
2	0	Состояние переключателя наладки (внутр.)
	1	Состояние переключателя наладки (платф.)
	2	Останов счета наработки Q
	3	Ошибка связи с ППС
	4	Ошибка ОЗУ
	5	Ошибка ПЗУ
	6	Ошибка Flash
	7	Ошибка RTC