

ООО «Энергосберегающая компания «ТЭМ»



**ТЕПЛОСЧЕТЧИК
ТЭСМА-104**

ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛА ОБМЕНА

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	3
2 ОБЩАЯ СТРУКТУРА ПАКЕТА ДАННЫХ	4
3 КОМАНДЫ УСТАНОВЛЕНИЯ СВЯЗИ	5
3.1 Идентификация устройства	5
4 КОМАНДЫ ЧТЕНИЯ ИЗ ПАМЯТИ	6
4.1 Чтение памяти таймера 128 байт (команда 0F02)	6
4.2 Чтение памяти таймера 2К байт (команда 0F01)	6
4.2 Чтение памяти Flash (команда 0F03)	7
5 СТРУКТУРА ДАННЫХ, ХРАНЯЩИХСЯ В ПАМЯТИ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА.....	8
5.1 Память таймера 2К байт	8
5.2 Память Flash	10
5.3 Память таймера 128 байт	10
6 ЗАМЕЧАНИЯ ПО РАСШИФРОВКЕ АРХИВА	12
6.1 Определение конфигурации прибора	12
6.2 Расшифровка текущих показаний теплосчетчика	12
6.3 Расшифровка архива	13
7 ФОРМАТЫ ЧИСЕЛ.....	14

1 ВВЕДЕНИЕ

В настоящем описании протокола обмена приведены сведения достаточные для написания программ обмена данными компьютеров, работающих под управлением операционных систем Windows, Linux, с теплосчетчиками ТЭСМА-104

Основы обмена данными компьютера с периферийными устройствами подробно изложены во многих учебниках, например в Вики учебнике «COM-порт в Windows (программирование)», а также в книге «Программирование последовательных интерфейсов» Магда Ю. С.. Последняя отличается подробным описанием интерфейса протоколов передачи данных на базе универсальных приемопередатчиков (UART – Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) и анализом вопросов программирования этих устройств в защищенных операционных системах Windows.

2 ОБЩАЯ СТРУКТУРА ПАКЕТА ДАННЫХ

Обмен выполняется в пакетном режиме, процесс обмена инициирует «ведущий» (компьютер или контроллер), оставаясь в этой роли до конца обмена. Сценарий выполнения обмена не изменяется: «ведущий» посылает пакет с командой, а «ведомый» (теплосчетчик ТЭСМА-104), принимает команду и высылает ответ. Пауза между байтами не должна превышать 0,5 сек. Диапазон скоростей обмена по RS-232 - 9600, 19200, 38400, 57600 бит/сек, по RS-485 - 9600 или 19200 бит/сек

Формат байта: 1 стартовый бит, 8 бит данных, 1 стоповый бит, без бита четности.

Посылка «ведущего» устройства (ПК, АПД и т.д.)

Байт	Обозначение	Пример	Описание
0	SIG	55	Признак начала пакета
1	ADDR	01	Сетевой адрес ведомого устройства, которому адресуется пакет
2	!ADDR	FE	Инверсное значение сетевого адреса
3	CGRP	0F	Группа команд: 00 – команды установления связи; 0F – команды чтения памяти;
4	CMD	02	Идентификатор команды
5	LEN	02	Число байт посылаемых данных (0..40)
...			Данные (если таковые есть)
5+LEN	CS		Контрольная сумма (дополнение до нуля) вычисляется путём простого суммирования байтов начиная с 0-го до последнего, в CS записывается инвертированное значение младшего байта полученной суммы.

Примечание: все значения чисел шестнадцатеричные.

Ответ «ведомого» устройства (теплосчетчик, АПД)

Байт	Обозначение	Пример	Описание
0	SIG	AA	Признак начала пакета
1	ADDR	01	Сетевой адрес устройства
2	!ADDR	FE	Инверсное значение сетевого адреса
3	CGRP	0F	Группа команд
4	CMD	02	Идентификатор команды
5	LEN	02	Число байт посылаемых данных
6	DATA	04	
...			
5+LEN	CS		Контрольная сумма (дополнение до нуля)

Контрольная сумма посылаемого/принимаемого пакета рассчитывается как $CS = NOT (B1+B2+B3+...+BN)$, где $B1...BN$ - последовательность байт пакета, исключая байт контрольной суммы, NOT – операция побитного логического «НЕ».

3 КОМАНДЫ УСТАНОВЛЕНИЯ СВЯЗИ

3.1 Идентификация устройства

Посылка «ведущего» устройства

Байт	Обозначение	Пример	Описание
0	SIG	55	Признак начала пакета
1	ADDR	01	Сетевой адрес ведомого устройства, которому адресуется пакет
2	!ADDR	FE	Инверсное значение сетевого адреса
3	CGRP	00	Группа команд
4	CMD	00	Идентификация устройства
5	LEN	00	Число байт посылаемых данных (0)
6	CS	AB	Контрольная сумма (дополнение до нуля)

Ответ «ведомого» устройства

Байт	Обозначение	Пример	Описание
0	SIG	AA	Признак начала пакета
1	ADDR	01	Сетевой адрес устройства
2	!ADDR	FE	Инверсное значение сетевого адреса
3	CGRP	00	Группа команд
4	CMD	00	Идентификатор команды
5	LEN	07	Число байт посылаемых данных
6	DATA		'Т'
7	DATA		'Е'
8	DATA		'М'
9	DATA		'С'
A	DATA		'1'
B	DATA		'0'
C	DATA		'6'
D	CS		Контрольная сумма (дополнение до нуля)

4 КОМАНДЫ ЧТЕНИЯ ИЗ ПАМЯТИ

4.1 Чтение памяти таймера 128 байт (команда 0F02)

Посылка «ведущего» устройства

Байт	Обозначение	Пример	Описание
0	SIG	55	Признак начала пакета
1	ADDR	01	Сетевой адрес ведомого устройства, которому адресуется пакет
2	!ADDR	FE	Инверсное значение сетевого адреса
3	CGRP	0F	Группа команд
4	CMD	02	Чтение памяти таймера 128
5	LEN	02	Число байт посылаемых данных (2)
6	TADDR	00	Начальный адрес в памяти таймера 128
7	TLEN	10	Длина считываемого блока данных (1..64 байт)
8	CS		Контрольная сумма (дополнение до нуля)

Ответ «ведомого» устройства

Байт	Обозначение	Пример	Описание
0	SIG	AA	Признак начала пакета
1	ADDR	01	Сетевой адрес устройства
2	!ADDR	FE	Инверсное значение сетевого адреса
3	CGRP	0F	Группа команд
4	CMD	02	Чтение памяти таймера 128
5	LEN	10	Число байт посылаемых данных (равно полю TLEN в посылке ведущего)
6	DATA		Данные
...	DATA		
5+LEN	CS		Контрольная сумма (дополнение до нуля)

4.2 Чтение памяти таймера 2К байт (команда 0F01)

Посылка «ведущего» устройства

Байт	Обозначение	Пример	Описание
0	SIG	55	Признак начала пакета
1	ADDR	01	Сетевой адрес ведомого устройства, которому адресуется пакет
2	!ADDR	FE	Инверсное значение сетевого адреса
3	CGRP	0F	Группа команд
4	CMD	01	Чтение памяти таймера 2К
5	LEN	03	Число байт посылаемых данных (3)
6	TADRH	01	Начальный адрес в памяти таймера 2К (старший байт)
7	TADRL	80	Начальный адрес в памяти таймера 2К (младший байт)
8	TLEN	40	Длина считываемого блока данных (1..64 байт)
9	CS		Контрольная сумма (дополнение до нуля)

Ответ «ведомого» устройства

Байт	Обозначение	Пример	Описание
0	SIG	AA	Признак начала пакета
1	ADDR	01	Сетевой адрес устройства
2	!ADDR	FE	Инверсное значение сетевого адреса
3	CGRP	0F	Группа команд
4	CMD	01	Чтение памяти таймера 2K
5	LEN	40	Число байт посылаемых данных (равно полю TLEN в посылке ведущего)
6	DATA		Данные
...	DATA		
5+LEN	CS		Контрольная сумма (дополнение до нуля)

4.3 Чтение памяти Flash (команда 0F03)

Посылка «ведущего» устройства

Байт	Обозначение	Пример	Описание
0	SIG	55	Признак начала пакета
1	ADDR	01	Сетевой адрес ведомого устройства, которому адресуется пакет
2	!ADDR	FE	Инверсное значение сетевого адреса
3	CGRP	0F	Группа команд
4	CMD	03	Идентификация устройства
5	LEN	05	Число байт посылаемых данных (5)
6	TLEN	40	Длина считываемого блока данных (1..64 байт)
7	FADR3	00	Начальный адрес в памяти Flash (старший байт)
8	FADR2	01	...
9	FADR1	00	...
A	FADR0	80	Начальный адрес в памяти Flash (младший байт)
B	CS		Контрольная сумма (дополнение до нуля)

Ответ «ведомого» устройства

Байт	Обозначение	Пример	Описание
0	SIG	AA	Признак начала пакета
1	ADDR	01	Сетевой адрес устройства
2	!ADDR	FE	Инверсное значение сетевого адреса
3	CGRP	0F	Группа команд
4	CMD	03	Идентификатор команды
5	LEN	40	Число байт посылаемых данных (равно полю TLEN в посылке ведущего)
6	DATA		Данные
...	DATA		
5+LEN	CS		Контрольная сумма (дополнение до нуля)

5 СТРУКТУРА ДАННЫХ, ХРАНЯЩИХСЯ В ПАМЯТИ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА

5.1 Память таймера 2К байт

Адрес (HEX)	Имя	Тип	Описание	Единицы измерения
0000	systems	C	число систем	
0001	system_t	C[6]	Тип систем (1...6) возможные значения типов схем 0x00 - Подача 0x01 - Обратка 0x02 - Подача + расходомер 0x04 - Двухпоточник (Открытая система) 0x05 - Расходомер 0x06 - Магистраль 0x07 - ГВС с циркуляцией 0x08 - Тупиковая ГВС 0x09 – Температура 0x0A – Источник 0x0B – НСО	
0007	sys_g	C[6]	Датчики расхода по системам (битовые поля)	
000D	sys_t	C[6]	Датчики температуры по системам (битовые поля)	
0013	sys_p	C[6]	Датчики давления по системам (битовые поля)	
0019	used_g	C	Используемые датчики расхода	
001A	used_t	C	Используемые датчики температуры	
001B	used_p	C	Используемые датчики давления	
0024	t_p	F[8]	Программируемые температуры	°C
0044	dt_min	F[6]	Минимальная разность температур по системам	°C
0074	p_p	F[8]	Программируемые давления	МПа
00D0	Weight	F[6]	Вес импульса	
00F0	g_max78	F[2]	Максимальное значение расхода (Gmax) доп. расходомеров	м ³ /ч
0104	f_max	F[6]	Максимальная частота, первые два элемента массива – частота 7 и 8 канала доп. расходомеров, далее частота 3 по 6 каналов расхода	кГц
0134	g_max	F[6]	Максимальное значение расхода (Gmax)	м ³ /ч
014C	g_pcmt_max	C[6]	Установленное значение Gmax в процентах от g_max	м ³ /ч
0152	Number	L	Заводской номер прибора	
0168	FLASH_TYPE	I	Объем установленной флеш-памяти 1F24 – 512Кб, 1F25 – 1 Мб	
0172	net_num	C	Номер прибора в сети	
0200	t_n	F[7]	Температура	°C
0234	p_n	F[7]	Давление	МПа
0280	gv_78	F[2]	Расход объемный (доп. расх.)	м ³ /ч

Адрес (HEX)	Имя	Тип	Описание	Единицы измерения
0288	rashod_v	F[6]	Расход объемный	м ³ /ч
02A0	rashod_m	F[6]	Расход массовый	т/ч
02D0	freqan_v	F[6]	Частота	Гц
02EE	diam	I[6]	Диаметр каналов расхода	мм
02FA	diam78	I[2]	Диаметр каналов расхода доп. расх.	мм
02FA	comma	C[6]	Приведенное число знаков после запятой	
0300	lvolume	F[6]	Промежуточный объем	м ³
0318	volume	L[6]	Объем	м ³
04DC	lvolume_78	F[2]	Промежуточный объем доп. расх.	м ³
04E4	volume_78	L[2]	Объем доп. расх.	м ³
0330	lmass	F[6]	Промежуточная масса	т
0348	mass	L[6]	Масса	т
0360	lenergy	F[6]	Промежуточная энергия	МВт*ч
0378	energy	L[6]	Энергия	МВт*ч
0390	lenergyall	F	Общая промежуточная энергия	МВт*ч
0394	energyall	L	Общая потребленная энергия	МВт*ч
0400	time_wrkall	L	Время работы прибора при поданном питании (все интеграторы времен - длинное целое без знака в секундах)	сек
0404	time_wrk	L[6]	Время работы 1...6 систем без ошибок	сек
041C	time_e1	L[6]	Время ошибки расход меньше минимального	сек
0434	time_e2	L[6]	Время ошибки расход больше максимального	сек
044C	time_e3	L[6]	Время ошибки разность температур меньше минимальной	сек
0464	time_e4	L[6]	Время ошибки техническая неисправность	сек
0482	rtc_ss_2k	BCD	Текущее время - Секунды	
0483	rtc_mm_2k	BCD	Текущее время - Минуты	
0484	rtc_hh_2k	BCD	Текущее время - Часы	
0485	rtc_dm_2k	BCD	Текущее время - День месяца	
0486	rtc_my_2k	BCD	Текущее время - месяц года	
0487	rtc_yc_2k	BCD	Текущее время - Год	
0488	rshm	C[6]	Привязка расходомеров к системам	
04BE	g_pcmt_min	C[6]	Установленный минимальный расход (*0.05% от g_max)	м ³ /ч
04F4	adr_hour	L	Адрес часовой записи, которая будет записана следующей	см. прим. 3
04F8	adr_day	L	Адрес суточной записи "----"	
04FC	adr_month	L	Адрес записи на отчетную дату "----"	
Примечания:				
1. Все числа, занимающие более 1 байта, хранятся в памяти теплосчетчика в формате Motorola (MSB->LSB), то есть для преобразования этих чисел в формат Intel, применяемый в PC-совместимых компьютерах, необходимо поменять порядок байт на обратный, см. п.7.				
2. Типы данных: F – float (4 байта); L – long (4 байта); I – Int (2 байта); C – Char (1 байт); BCD – число в двоично-десятичном коде				
3. Для получения адреса следующей записи в памяти Flash необходимо вычесть из значений adr_hour, adr_day, adr_month 200000h				

5.2 Память Flash

В памяти Flash хранится архив, состоящий из однотипных записей размером 384 байт следующей структуры:

Адрес (HEX)	Имя	Тип	Описание	Единицы измерения
0000	hour	BCD	Час	
0001	day	BCD	День	
0002	month	BCD	Месяц	
0003	year	BCD	Год	
0004	lvolume	F[6]	Промежуточный объем	м ³
001C	volume	L[6]	Объем	м ³
0034	lmass	F[6]	Промежуточная масса	т
004C	mass	L[6]	Масса	т
0064	lenergy	F[6]	Промежуточная энергия	МВт*ч
007C	energy	L[6]	Потребленная энергия	МВт*ч
0094	lenergyall	F	Общая промежуточная энергия	МВт*ч
0098	energyall	L	Общая потребленная энергия	МВт*ч
009C	time_wrkall	L	Время работы прибора при поданном питании	сек
00A0	time_wrk	L[6]	Время работы систем без ошибок, время наработки	сек
00B8	time_e1	L[6]	Расход меньше минимального	сек
00D0	time_e2	L[6]	Расход больше максимального	сек
00E8	time_e3	L[6]	Разность температур меньше минимальной	сек
0100	time_e4	L[6]	Техническая неисправность	сек
0118	comma	C[6]	Приводящий коэффициент	
011E	mt	F[7]	Температура	°C
013A	mp	F[6]	Давление	МПа
0152	volume_dop_l	F[2]	Промежуточный объем двух дополнительных расходомеров	м ³ /ч
015A	volume_dop_h	F[2]	Объем двух дополнительных расходомеров	м ³ /ч
016A	error	C[6]	Ошибки по системам; значения отдельных битов: 0 - G1 < min 1 - G2 < min 2 - G1 > max 3 - G2 > max 4 - dt < min 5 - техническая неисправность канала температуры 6 - техническая неисправность канала давления 7 – выключение питания	
0x175	pred_hh	BCD	Час (предыдущая дата)	
0x176	pred_dm	BCD	День (предыдущая дата)	
0x177	pred_my	BCD	Месяц (предыдущая дата)	
0x178	pred_yc	BCD	Год (предыдущая дата)	
0x17F	checksum		Контрольная сумма (дополнение до нуля)	

Суточная запись делается в полночь. Месячная запись делается на отчетное число, заданное оператором в общих настройках теплосчетчика

Для варианта с флеш-памятью 512 Кбайт записи распределены в адресном пространстве памяти следующим образом:

№ записи	Адресное пространство	Описание
0 - 863	00000000 – 00050FFF	Часовые записи (864)
864 - 1231	00051000 – 000737FF	Суточные записи (368)
1232 - 1359	00073800 – 0007EFFF	Записи на отчетную дату (128)

Для варианта с флеш-памятью 1 Мбайт записи распределены в адресном пространстве памяти следующим образом:

№ записи	Адресное пространство	Описание
0 - 1727	00000000 – 000A1FFF	Часовые записи (1728)
1728 - 2463	000A2000 – 000E6FFF	Суточные записи (736)
2464 - 2719	000E7000 – 000FEFFF	Записи на отчетную дату (256)

5.3 Память таймера 128 байт

Адрес (HEX)	Имя	Тип	Описание	Единицы измерения
00	second	BCD	Текущее время, секунды	
02	minute	BCD	Текущее время, минуты	
04	hour	BCD	Текущее время, часы	
07	day	BCD	Текущая дата, день	
08	month	BCD	Текущая дата, месяц	
09	year	BCD	Текущая дата, год	
20	errors	C[6]	Текущие ошибки по системам; значения отдельных битов: 0 - G1 < min 1 - G2 < min 2 - G1 > max 3 - G2 > max 4 - dt < min 5 - техническая неисправность канала температуры 6 - техническая неисправность канала давления 7 – выключение питания	

6 ЗАМЕЧАНИЯ ПО РАСШИФРОВКЕ АРХИВА

6.1 Определение конфигурации прибора

6.1.1 Число систем – байт `systems` по адресу 0000 из памяти таймера 2К байт (далее – T2K), может принимать значения от 1 до 6;

6.1.2 Тип каждой из систем определяется при помощи значений массива `system_t` (адрес 0001 в T2K), расшифровка значений дана в таблице;

6.1.3 Используемые в каждой из систем каналы расхода, давления и температуры определяются путем анализа битов в соответствующих элементах массивов `sys_g`, `sys_t` и `sys_p` (Пример: значение 05h или 00000101b означает, что используются 1-й и 3-й каналы);

6.1.4 Значения G_{\min} и G_{\max} (метрологические) хранятся поканально, т.е. в качестве индекса массива `g_min` или `g_max` необходимо брать не номер системы, а номер соответствующего канала расхода в системе;

6.1.5 Установленные в приборе значения $G_{\min.уст.}$ и $G_{\max.уст.}$ вычисляются следующим образом:

$G_{\max.уст.} = G_{\max} * G_{\%max} * 0.01$, где $G_{\%max}$ – значение элемента массива `g_pct_max` для соответствующего канала расхода

и

$G_{\min.уст.} = G_{\max} * G_{\%min} * 0.0005$, где $G_{\%min}$ – значение элемента массива `g_pct_min` для соответствующего канала расхода;

$G_{\min.уст.}$ – если расход меньше этого значения, то устанавливается ошибка 1;

$G_{\max.уст.}$ – если расход больше этого значения, то устанавливается ошибка 2;

6.1.6 Значения диаметра условного прохода d_y по каналам хранятся в массиве `diam`;

6.1.7 Значения минимальной разности температур Δt_{\min} по системам хранятся в массиве `dt_min`;

6.1.8 Тип датчиков расхода (частотные или импульсные) можно определить по значению байта `used_g`;

6.2 Расшифровка текущих показаний теплосчетчика

6.2.1 Дата и время хранятся в двоично-десятичном коде, начиная с адреса 0482 (секунды) и заканчивая адресом 0487 (год):

Пример: цепочка шестнадцатеричных значений 33 15 14 02 03 16 расшифровывается как 14 ч. 15 мин. 33 сек. 2 марта 2016 года;

6.2.2 Значения интеграторов накопленной энергии Q рассчитываются следующим образом:

$Q = (Q_H + Q_L) / k_Q$, где Q_H и Q_L - значения элементов массивов energy и lenergy для соответствующего канала, k_Q - приводящий коэффициент, определяемый по значению элемента массива comma для соответствующего канала:

comma	k_Q
6	100000
5	10000
4	1000
3	100
2	10
Другое значение	1

6.2.3 Значения интеграторов массы и объема рассчитываются аналогично энергии (необходимо брать значения элементов массивов mass и lmass в случае массы, volume и lvolume в случае объема), за исключением того, что приводящий коэффициент k_V определяется следующим образом:

comma	k_Q
5	1000
4	100
3	10
Другое значение	1

6.2.4 Значения температур и давлений для соответствующих каналов берутся из массивов t_n и p_n соответственно.

6.2.5 Текущие ошибки по системам хранятся в памяти таймера 128 (массив errors)

6.2.6 Интеграторы времени наработки (в секундах), а также времен работы прибора в штатном режиме хранятся по системам в массивах time_wrk, time_e1, time_e2, time_e3, time_e4; интегратор общего времени работы прибора при включенном питании хранится в переменной time_wrkall.

6.3 Расшифровка архива

6.3.1 Дата и время создания записи хранятся в двоично-десятичном коде, начиная со смещения 0000 (час) и заканчивая смещением 0003 (год)

Пример: 08 20 03 15 – 20 марта 2015г. 08:00;

6.3.2 Дата и время, за которые производится запись, хранятся в двоично-десятичном коде, начиная со смещения 0175 (час) и заканчивая смещением 0178 (год)

Пример: 07 20 03 15 – 20 марта 2015г. 07:00;

6.3.3 Расчет интеграторов накопленной энергии Q аналогичен расчету для текущих показаний (см. п. 6.2.2), массивы `lenegy` и `enegy` находятся в записи по смещению 0064 и 007С соответственно; значения `сотта` находятся по смещению 0118;

6.3.4 Значения интеграторов массы и объема выполняются вышеописанным образом (см. п. 6.2.3);

6.3.5 Значения температур и давлений для соответствующих каналов берутся из массивов `mt` и `mp` соответственно;

6.3.6 Значения интеграторов времен получают аналогично п.5.2.5;

6.3.7 Ошибки по системам за текущий час получают путем анализа соответствующих элементов массива `error` (расшифровка значений отдельных битов приведены в таблице).

7 ФОРМАТЫ ЧИСЕЛ

Расшифровка используемых форматов чисел:

Тип данных	Обозначение в описании протокола	Число байт	Число десятичное	Число в теплосчетчике	Число в компьютере	
					Старший	Младший
Char	C	1	170	0xAA	-	-
Int	I	2	21827	0x55.43	0x43	0x55
long	L	4	21827345	0x01.4D.0F.11	0x11.0F.4D.01	
float	F	4	21827345	0x4B.A6.87.88	0x88.87.A6.4B	

Можно воспользоваться программой `VCONV32`.