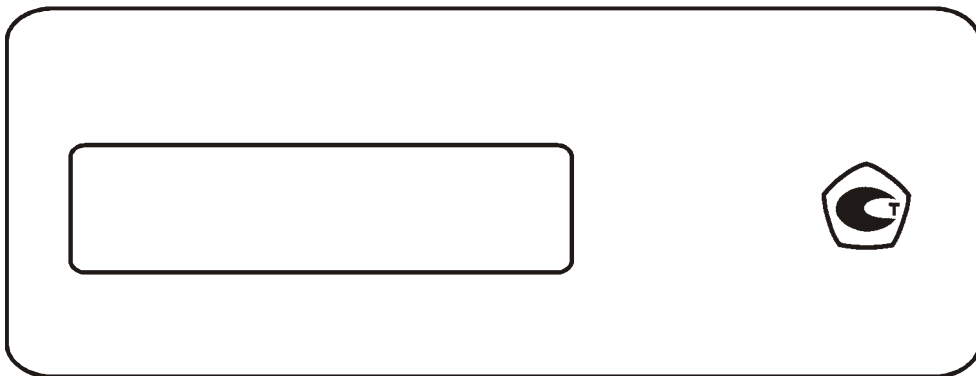


ООО «Энергосберегающая компания «ТЭМ»



**ТЕПЛОСЧЕТЧИК
ТЭМ-106(ТЭСМАРТ), ТЭСМА-106(ТЭСМАРТ)**

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 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
6 ЗАМЕЧАНИЯ ПО РАСШИФРОВКЕ АРХИВА	11
6.1 Определение конфигурации прибора	11
6.2 Расшифровка текущих показаний теплосчетчика	12
6.3 Расшифровка архива	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 ТЭМ-106. Основная часть протокола обмена была написана и внедрена в 2005 году. В последующие годы происходили лишь небольшие правки и доработки этого протокола. За столь длительный промежуток времени с этим протоколом ознакомились большое количество программистов, включая программистов конкурирующих фирм, таких как ТБН, Тепловизор, Взлет, успешно разработавших программное обеспечение для чтения ТЭМ-106 в своих системах. Поэтому, не стоит заблуждаться насчет того, что в протоколе имеются ошибки, нужно внимательно относиться к разработке своих алгоритмов и тщательнее проверять своё программное обеспечение и свои аппаратные средства.

Контролируйте потоки обмена данных с помощью программ типа Advanced Serial Port Monitor или Free Serial Port Monitor

Форма изложения материала аналогична по стилю описаниям протоколов на приборы наших конкурентов, и опять же, за столь длительное время не вызывала затруднений у программистов, разрабатывающих программное обеспечение, как для микроконтроллеров, так и для компьютеров. В качестве примера можно привести программистов фирмы ООО «Энергокруг», которые используя это писание протокола разработали свои контроллеры DevLink, OPC Server для включения в свои автоматизированные системы. В настоящее время можно отметить программистов фирмы НП "Хабаровское агентство энергоресурсосбережения", так же успешно решивших задачу включения ТЭМ-106 в систему «ЛЭРС-УЧЕТ».

Трудности работы с протоколом обычно возникают у программистов, не имеющих опыта работы с микроконтроллерами, которым мы рекомендуем предварительно ознакомиться с примерами и литературой, доступной сейчас в большом объеме в интернете.

Основы обмена данными компьютера с периферийными устройствами подробно изложены во многих учебниках, например в Викиучебнике «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-106(ТЭСМАРТ)), 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		'S'
8	DATA		'M'
9	DATA		'.'
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 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 2К
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)

4.2 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	
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	
0104	f_max	F[6]	Максимальная частота	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
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	comma	C[6]	Приведенное число знаков после запятой	

Адрес (HEX)	Имя	Тип	Описание	Единицы измерения
0300	lvolume	F[6]	Промежуточный объем	м ³
0318	volume	L[6]	Объем	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)	с
0404	time_wrk	L[6]	Время работы 1...6 систем без ошибок	с
041C	time_e1	L[6]	Время ошибки расход меньше минимального	с
0434	time_e2	L[6]	Время ошибки расход больше максимального	с
044C	time_e3	L[6]	Время ошибки разность температур меньше минимальной	с
0464	time_e4	L[6]	Время ошибки техническая неисправность	с
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.
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	с
00A0	time_wrk	L[6]	Время работы систем без ошибок	с
00B8	time_e1	L[6]	Расход меньше минимального	с
00D0	time_e2	L[6]	Расход больше максимального	с
00E8	time_e3	L[6]	Разность температур меньше минимальной	с
0100	time_e4	L[6]	Техническая неисправность	с
0118	comma	C[6]	Приводящий коэффициент	
011E	mt	F[7]	Температура	°С
013A	mp	F[6]	Давление	МПа
0152	mg	F[6]	Расход	т/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	

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)

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 показательно, 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_rcnt_max для соответствующего канала расхода

и

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

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

$G_{\text{max.уст.}}$ – 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;

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:

<code>comma</code>	k_Q
6	100000
5	10000
4	1000
3	100
2	10
Другое значение	1

6.2.2 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:

<code>comma</code>	k_Q
5	1000
4	100
3	10
Другое значение	1

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

6.2.4 Интеграторы времени наработки (в секундах), а также времен работы прибора в нештатном 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. 5.2.2), массивы $leneguy$ и $eneguy$ 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. 5.2.3);

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).

Адрес предприятия-изготовителя теплосчетчика ТЭСМА-106:

**ООО «Энергосберегающая компания «ТЭМ»
ООО НПФ "ТЭМ-прибор"**

Российская Федерация

111020, г.Москва, ул.Сторожевая, д.4, стр.3

тел.: (495) 730-57-12, 980-25-16, 980-12-27,

234-30-85, 234-30-86, 234-30-87

e-mail: ekotem@tem-pribor.com

web: <http://www.tem-pribor.com>