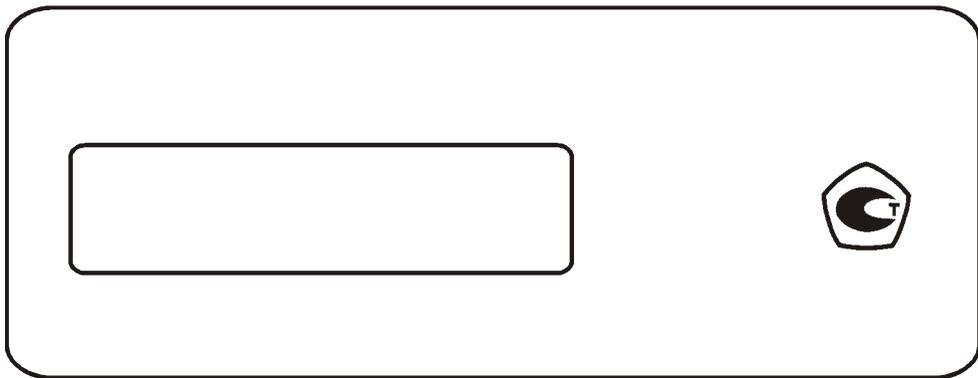


ООО «Энергосберегающая компания «ТЭМ»



**ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ
ТЭМ/ТЭСМА-106**

ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛА ОБМЕНА MODBUS RTU

2021-12-10
2022-06-14

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩАЯ СТРУКТУРА ПРОТОКОЛА	4
2 СТРУКТУРА ПЕРЕДАВАЕМЫХ ДАННЫХ	5
3 СТАНДАРТНЫЕ КОМАНДЫ	5
4 ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ КОМАНДЫ	Ошибка! Закладка не определена.

1 ОБЩАЯ СТРУКТУРА ПРОТОКОЛА

Протокол Modbus реализован в варианте Modbus-RTU. Modbus-RTU предназначен для передачи данных по последовательному асинхронному физическому интерфейсу RS-485.

Протокол предполагает одно активное (запрашивающее) устройство в линии (master), которое может обращаться к нескольким пассивным устройствам (slave), обращаясь к ним по уникальному в линии адресу. Синтаксис команд протокола позволяет адресовать 254 устройства, соединенных в линию. Инициатива проведения обмена всегда исходит от главного устройства. Ведомые устройства прослушивают линию связи. Master подает запрос (посылка, последовательность байт) в линию и переходит в состояние прослушивания линии связи. Slave отвечает на запрос, пришедший в его адрес.

Кадры запроса и ответа по протоколу Modbus-RTU имеют фиксированный формат, приведенный в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Кадр посылки Modbus-RTU

Поле кадра	Длина в байтах
Адрес	1
Код команды	1
Данные	Не более 252
Контрольная сумма	2

Адрес slave - первое однобайтное поле кадра. Оно содержит адрес подчиненного устройства, к которому адресован запрос. Подчиненные устройства отвечают только на запросы, поступившие в их адрес. Ответ также начинается с адреса отвечающего устройства. Адрес устройства может изменяться от 1 до 127 и должен соответствовать сетевому адресу РСМ.

Код команды - это следующее однобайтное поле кадра. Оно говорит подчиненному устройству, какие данные или выполнение какого действия требует от него ведущее устройство.

Данные - поле содержит информацию, необходимую подчиненному устройству для выполнения заданной мастером функции, или содержит данные, передаваемые подчиненным устройством в ответ на запрос ведущего. Длина и формат поля зависят от номера функции.

Контрольная сумма - заключительное двухбайтное поле кадра, содержащее циклическую контрольную сумму CRC-16 всех предыдущих полей кадра. Контрольная сумма завершает кадры запроса и ответа.

С более подробным описанием протокола Modbus RTU можно ознакомиться на сайте modbus.org.

2 СТРУКТУРА ПЕРЕДАВАЕМЫХ ДАННЫХ

В соответствии с оригинальным описанием протокола Modbus устройства интерпретируют свои данные, используя четыре типа данных, которым выделены пространства адресов. На чтение/изменение данных каждого типа в протоколе существуют соответствующие команды. Обмен данными с приборами ТЭМ/ТЭСМА-106 осуществляется с использованием типа данных Holding Registers.

3 СТАНДАРТНЫЕ КОМАНДЫ

В примерах для каждой команды первая таблица показывает состав запроса, вторая – удачного ответа. Значения принято описывать в шестнадцатеричной системе. 16-битные значения посылаются старшим байтом вперед.

Чтение состояния Holding Registers

Запрос:

Сетевой адрес	Код команды	Первый регистр	Число регистров	CRC - код
43	03	0000	0001	8B28

Ответ:

Сетевой адрес	Код команды	Число байт	Данные	CRC - код
43	03	02	0000	C04B

Таблица 3.1. Таблица holding регистров

Регистр	Имя параметра	Формат	Описание	Единицы измерения
0...1023	TIMER_2K	см.табл. 3.2	Копия памяти прибора	
2048-4095	EVENTS	см.табл. 3.3	Архив событий	

Структура данных в памяти прибора приведена в табл. 3.2. При запросе данных через holding registers в старший байт регистра 0000 помещается байт данных по адресу 0000, младший байт регистра 0000 - байт данных по адресу 0001 и так далее.

Структура архива событий приведена в табл. 3.3.

Чтение данных вне диапазона указанного в табл. 3.1 не гарантировано, результатом операции будет возврат стандартного кода ошибки Invalid Address или возврат нулевых/случайных значений.

Таблица 3.3. Структура данных в памяти TIMER_2K

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	
00F0	g_max78	F[2]	Максимальное значение расхода (Gmax) доп. расходомеров	м3/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)	м3/ч
014C	g_pcmt_max	C[6]	Установленное значение Gmax в процентах от g_max	м3/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.)	м3/ч
0288	rashod_v	F[6]	Расход объемный	м3/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	мЗ
0318	volume	L[6]	Объем	мЗ
04DC	lvolume_78	F[2]	Промежуточный объем доп. расх.	мЗ
04E4	volume_78	L[2]	Объем доп. расх.	мЗ
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)	мЗ/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
4. Для преобразования адреса в памяти в номер регистра MODBUS его нужно разделить на 2. В силу специфики протокола чтение данных возможно только с четного адреса в памяти - 0, 2, 4 и т.д.

Архив событий доступен для чтения посредством группы holding registers с номерами 2048-4095 и состоит из 256 записей размером по 16 байт каждая:

Таблица 3.3. Структура записи архива событий

Адрес (HEX)	Имя	Тип	Описание	Единицы измерения
0000	year	BCD	Год	
0001	month	BCD	Месяц	
0002	day	BCD	День	
0003	hour	BCD	Час	
0004	minute	BCD	Час	
0005	second	BCD	Час	
0006	t_k_errors	C	Наличие ошибки «КЗ» по каналам температуры (номер бита в байте = номеру канала температуры)	
0007	t_o_errors	C	Наличие ошибки «Обрыв» по каналам температуры	
0008	fn_k_errors	C	Наличие ошибки «КЗ» по частотно-импульсным каналам расхода	
0009	fn_o_errors	C	Наличие ошибки «Обрыв» по частотно-импульсным каналам расхода	
000A	flow_errors	C	Ошибки контроля возбуждения и пустой трубы по индукционным каналам: Бит 0 – возб. G1 Бит 1 – возб. G2 Бит 6 – ПТ G1 Бит 7 – ПТ G2	
000B	K1	C	Состояние датчика вскрытия 1 00h – норма 01h – КЗ 02h – обрыв	
000C	K2	C	Состояние датчика вскрытия 2	
000D	-	-	резерв	
000E	system	C	Системные события Бит 6 – очистка архива Бит 7 – включение питания	
000F	checksum		Контрольная сумма (дополнение до нуля)	

4 ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ КОМАНДЫ

4.1 Идентификация устройства (Report Slave ID)

Запрос:

Сетевой адрес	Код команды	CRC - код
43	11	F08C

Ответ:

Сетевой адрес	Код команды	Число байт	Данные (нуль-терминированная строка "ТЭМ-106")	CRC – код
43	11	0008	8 байт	CRC

4.2 Чтение блока памяти Flash

Запрос:

Сетевой адрес	Код команды	Номер блока	Число блоков	CRC - код
43	41	0000	0001	4A91

Ответ:

Сетевой адрес	Код команды	Число байт	Данные	CRC - код
43	41	80	(128 байт)	CRC

В зависимости от объема Flash-памяти прибора номер блока может принимать значения 0...4095 (для объема памяти 512Кбайт) или 0...8191 (для объема памяти 1Мбайт), при запросе данных вне диапазона будет возвращен код ошибки Invalid Address. Поле «Число блоков» в текущей версии протокола игнорируется, команда всегда возвращает один 128-байтный блок данных.

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

Таблица 4.1. Структура записи архива

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)	

Для исполнения прибора 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 исполнения прибора 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)

Для считывания одной архивной записи необходимо последовательно считать три 128-байтных блока с номерами $N*3$, $N*3+1$, $N*3+2$, где N – номер архивной записи.

Адрес предприятия-изготовителя теплосчётчика ТЭМ/ТЭСМА-106:

ООО НПФ "Энергосберегающая компания "ТЭМ"
Российская Федерация
111020, г.Москва, ул.Сторожевая, д.4, стр.3
тел.: (495) 234-30-85, 234-30-86,
234-30-87, 730-57-12, 980-25-16
e-mail: ekotem@tem-pribor.com
web: <http://www.tem-pribor.com>