

Описание протоколов обмена верхнего уровня с приборами «Dymetic-5121», «Метран-333»

1. Введение

Прибор обеспечивает связь на физическом уровне по асинхронным линиям связи в полудуплексном режиме «Мультиточка» по интерфейсу RS232C или по интерфейсу RS485. Параметры обмена следующие:

- скорость обмена, бод 1200, 2400, 4800, 9600, 19200
- число старт/стоп бит 1
- число бит в байте 8
- контроль по четности..... нет

Прибор всегда выступает в роли «ведомого», т.е. только отвечает на поступающие запросы, но никогда сам не инициирует обмен.

2. Описание протокола Dymetic

В обмене используются следующие специальные символы:

DLE	0x10	символ прозрачности
EOT	0x04	конец обмена
ENQ	0x60	запрос «кто там?»
SOH	0x01	начало заголовка
ETX	0x03	конец текста
NAK	0x15	отрицательное подтверждение

При обмене данные передаются блоками в прозрачном режиме:

- Управляющие комбинации состояются из символа DLE и одного из перечисленных выше символов;
- символ DLE внутри текста (т.е. между символами SOH и ETX) передается дважды.

При вычислении блоковой контрольной суммы используется алгоритм CRC16 с полиномом IBM (так же, как в протоколе BSC 2780). Алгоритм расчета приведен ниже:

```

procedure InvokeCRC(Value: Char; var CRC: Word);
begin
  asm
    push ebx
    mov  eax,  [CRC]
    mov  bx,   [eax]
    mov  al,   Value
    xor  bh,   al
    mov  al,   bh
    rcl  al,   1
    mov  ah,   0C0h
    xor  al,   bh
    mov  dl,   al
    mov  cl,   2
    ror  al,   cl
    mov  ch,   al
    xor  al,   dl
    mov  cl,   4
    rol  al,   cl
    xor  al,   dl
    and  al,   ah
    xor  al,   ch
    mov  dl,   al
    and  al,   ah
    rol  al,   1
    xor  al,   ch
    and  al,   3Fh
    xor  al,   ch
    xor  al,   bl
    mov  bl,   dl
    mov  bh,   al
    mov  eax,  [CRC]
    mov  [eax],bx
    pop  ebx
  end;
end;

function GetCRC(const Buf: array of Char; Count: Integer): Word;
var
  CRC: Word;
  I: Integer;
begin
  CRC := 0;
  for I := 0 to Count-1 do
    InvokeCRC(Buf[I], CRC);
  Result := CRC;
end;

```

Опишем отдельные стадии обмена:

- Посылка "DLE:EOT" посылается всегда перед началом обмена (может быть пропущена). Вызывает инициализацию протокола.
- "Главный" посылает запрос. Запрос (форматы всех запросов рассмотрены ниже) содержит адресную часть "AD:AD", которая должна соответствовать адресу, заданному при настройке вторичного прибора (при использовании режима мультиточечного подключения). В режиме точка-точка адрес должен быть "00:00".
- Если в режиме мультиточки адрес в запросе не соответствует адресу прибора, прибор не отвечает.
- Если при приеме блока обнаружено несоответствие контрольной суммы (или "тайм-аут" более 2с), прибор отвечает отрицательным подтверждением (просьба переповтора).
- Если запрос прибором воспринят, то осуществляется возврат данных.

Формат блока запроса со стороны «Главного»

DLE	ENQ	AD	AD	DLE	SOH	CODE	DATA	DLE	ETX	BCC1	BCC2
-----	-----	----	----	-----	-----	------	------	-----	-----	------	------

Где:

CODE – код запроса,
DATA – дополнительные данные запроса.

Примечание: байты контрольной суммы BCC1 и BCC2 насчитываются на все байты запроса, начиная с кода запроса. Контрольная сумма помещается в буфер старшим байтом вперед.

Таблица кодов запросов «Главного»

Наименование запроса	CODE (Hex)	DATA
Установка даты и времени	0x01	YY, MM, DD, HH, NN, SS
Запрос даты	0x09	-
Запрос конфигурации	0xE0	-
Запрос текущих данных датчика МД	0x0B	00
Запрос текущих данных МВУ	0x0C	00
Архивные данные за последний час	0x02	00
Архивные данные за час «HH» текущего дня	0x03	HH
Архивные данные за час «HH» предыд-го дня	0x04	HH
Архивные данные за день «DD» текущего месяца	0x05	DD
Архивные данные за день «DD» предыд-го месяца	0x06	DD
Архивные данные за месяц «MM» текущего года	0x07	MM
Архивные данные за месяц «MM» предыд-го года	0x08	MM
Архивные данные за произвольный период времени	0x0A	YY, MM, DD, HH

Где:

YY(1 байт) – год,
MM(1 байт) – месяц,
DD(1 байт) – день,
HH(1 байт) – час,
NN(1 байт) – минуты,
SS(1 байт) – секунды.

Примечание: в запросе за произвольный период времени указание 0xFF вместо часа, дня или месяца приводит к запросу данных за весь день, месяц или год соответственно.

Пример запроса за произвольный период времени: 05.02.99

0x10	0x60	0x00	0x00	0x10	0x01	→			
→	0x0A	0x63	0x02	0x05	0xFF	0x10	0x03	0xA7	0x6E

Ответ МВУ ("Подчиненного") на запросы со стороны "Главного"

DLE	SOH	AD	AD	DATA (блок данных)	DLE	ETX	BCC1	BCC2
-----	-----	----	----	--------------------	-----	-----	------	------

Примечание: байты контрольной суммы BCC1 и BCC2 насчитываются на все байты запроса, начиная с адреса устройства. Контрольная сумма помещается в буфер старшим байтом вперед.

1) На запрос даты и времени прибор отвечает следующим блоком:

YY	MM	DD	HH	NN	SS
----	----	----	----	----	----

Где:

- YY (1 байт) - год;
- MM (1 байт) - месяц;
- DD (1 байт) - день;
- HH (1 байт) - час;
- NN (1 байт) - минут;
- SS (1 байт) - секунд.

2) На запрос текущих и архивных данных блок имеет следующую структуру:

а) для Dymetic-5121, Metran-333

Vn1	Vn2	Vn3	Vn4	P1	P2	P3	P4	T1	T2	T3	T4
pc1	pc2	pc3	pc4	N ₂ 1	N ₂ 2	N ₂ 3	N ₂ 4	CO ₂ 1	CO ₂ 2	CO ₂ 3	CO ₂ 4
Pbar1	Pbar2	Pbar3	Pbar4	Vw1	Vw2	Vw3	Vw4	Qw1	Qw2	Qw3	Qw4
TW1	TW2	TW3	TW4	TM1	TM2	TM3	TM4	TC1	TC2	TC3	TC4
S1	S2	S3	S4								

Где:

- Vn1, Vn2, Vn3, Vn4 (4 байта в плавающем формате) – объем газа, приведенный к нормальным условиям, м³ (в случае запроса текущих данных МВУ – объем, накопленный с начала отчетного периода);
- P1, P2, P3, P4 (4 байта в плавающем формате) - среднее значение давления в трубопроводе за запрашиваемый период (час, сутки, месяц), атм;
- T1, T2, T3, T4 (4 байта в плавающем формате) - среднее значение температуры в трубопроводе за запрашиваемый период (час, сутки, месяц), °С;
- pc1, pc2, pc3, pc4 (4 байта в плавающем формате) – плотность газа;
- N₂1, N₂2, N₂3, N₂4 (4 байта в плавающем формате) – содержание азота в газе, в молярных долях;
- CO₂1, CO₂2, CO₂3, CO₂4 (4 байта в плавающем формате) – содержание углекислого газа, в молярных долях;
- Pbar1, Pbar2, Pbar3, Pbar4 (4 байта в плавающем формате) барометрическое давление, атм;
- Vw1, Vw2, Vw3, Vw4 (4 байта в плавающем формате) – объем газа в рабочих условиях, м³ (в случае запроса текущих данных МВУ – объем, накопленный с начала отчетного периода);
- Qw1, Qw2, Qw3, Qw4 (4 байта в плавающем формате) - среднее значение расхода через трубопровод в рабочих условиях, м³/ч (в случае запроса текущих данных МВУ – расход газа, приведенный к нормальным условиям);

- TW1, TW2, TW3, TW4 (4 байта длинного целого числа) - время наработки (в 10 секундных интервалах);
- TM1, TM2, TM3, TM4 (4 байта длинного целого числа) - время в режиме (в 10 секундных интервалах);
- TC1, TC2, TC3, TC4 (4 байта длинного целого числа) – договорное время (в 10 секундных интервалах);
- S1, S2, S3, S4 (4 байта длинного целого числа) – статус за запрашиваемый период времени.

Примечание: В случае запроса текущих данных датчика МД значения температуры, давления и расхода соответствуют данным последнего опроса датчика.

Статусный регистр

17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Ош. Еергом	Сбой датчика	-	Изм. уставок	Изм. Констант	Корр. часов	-	-	Q1-	Q1+	-	-	P1-	P1+	-	-	T1-	T1+

Где:

- T1+ - выход за верхний предел измерения температуры;
- T1- - выход за нижний предел измерения температуры;
- P1+ - выход за верхний предел измерения давления;
- P1- - выход за нижний предел измерения давления;
- Q1+ - выход за верхний предел измерения расхода;
- Q1- - выход за нижний предел измерения расхода;
- Корр. Часов - признак корректировки часов;
- Изм. Констант - признак изменения констант;
- Изм. Уставок - признак изменения уставок;
- Сбой датчика - отсутствие связи с датчиком;
- Ош. Еергом - неверно записаны коэффициенты в EEPROM датчика.

б) для Dymetic-5131, Metran-334

H1	H2	H3	H4	V1	V2	V3	V4	P1	P2	P3	P4
T1	T2	T3	T4	M1	M2	M3	M4	Tcw1	Tcw2	Tcw3	Tcw4
Q1	Q2	Q3	Q4	TW1	TW2	TW3	TW4	TM1	TM2	TM3	TM4
TC1	TC2	TC3	TC4	S1	S2	S3	S4				

Где:

- H1, H2, H3, H4 (4 байта в плавающем формате) – потребленное тепло, ГДж (в случае запроса текущих данных МВУ – тепло, накопленное с начала отчетного периода);
- V1, V2, V3, V4 (4 байта в плавающем формате) – объем пара, м³ (в случае запроса текущих данных МВУ – объем, накопленный с начала отчетного периода);
- P1, P2, P3, P4 (4 байта в плавающем формате) - среднее значение давления в трубопроводе за запрашиваемый период (час, сутки, месяц), атм;
- T1, T2, T3, T4 (4 байта в плавающем формате) - среднее значение температуры в трубопроводе за запрашиваемый период (час, сутки, месяц), °С;
- M1, M2, M3, M4 (4 байта в плавающем формате) – масса пара, т;

- Tcw1, Tcw2, Tcw3, Tcw4 (4 байта в плавающем формате) – температура холодной воды (константа), относительно которой вычисляется потребленное тепло, °C;
- Q1, Q2, Q3, Q4 (4 байта в плавающем формате) - среднее значение расхода через трубопровод, м³/ч (в случае запроса текущих данных МВУ – расход пара в т/ч);
- TW1, TW2, TW3, TW4 (4 байта длинного целого числа) - время наработки (в 10 секундных интервалах);
- TM1, TM2, TM3, TM4 (4 байта длинного целого числа) - время в режиме (в 10 секундных интервалах);
- TC1, TC2, TC3, TC4 (4 байта длинного целого числа) – договорное время (в 10 секундных интервалах);
- S1, S2, S3, S4 (4 байта длинного целого числа) – статус за запрашиваемый период времени.

Примечание: В случае запроса текущих данных датчика МД значения температуры, давления и расхода соответствуют данным последнего опроса датчика.

Статусный регистр

17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Ош. Еергом	Сбой датчика	Ош. Расчета тепла	Изм. уставок	Изм. Констант	Корр. часов	-	-	Q1 -	Q1 +	-	-	P1 -	P1 +	-	-	T1 -	T1 +

Где:

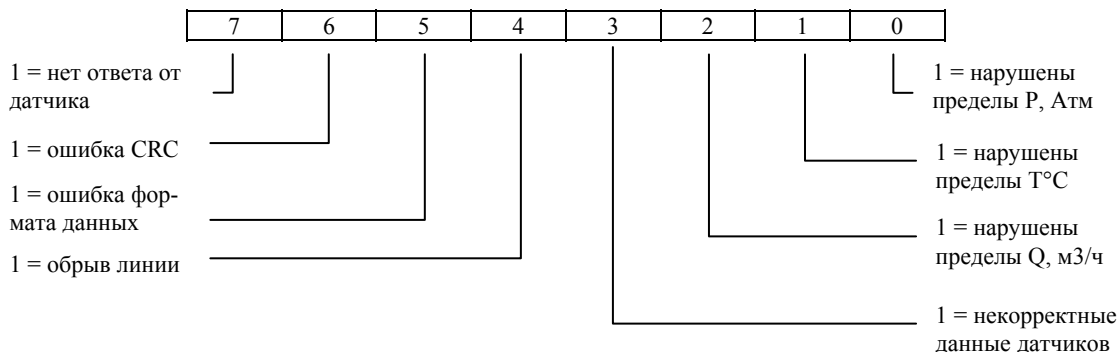
- T1+ - выход за верхний предел измерения температуры;
- T1- - выход за нижний предел измерения температуры;
- P1+ - выход за верхний предел измерения давления;
- P1- - выход за нижний предел измерения давления;
- Q1+ - выход за верхний предел измерения расхода;
- Q1- - выход за нижний предел измерения расхода;
- Корр. Часов - признак корректировки часов;
- Изм. Констант - признак изменения констант;
- Изм. Уставок - признак изменения уставок;
- Ош. Расчета тепла - ошибка расчета тепла;
- Сбой датчика - отсутствие связи с датчиком;
- Ош. Еергом - неверно записаны коэффициенты в EEPROM датчика.

3) В случае отсутствия данных за отчетный период прибор возвращает следующий блок:

DLE	SOH	AD	AD	00	DLE	ETX	BCC1	BCC2
-----	-----	----	----	----	-----	-----	------	------

Ответ МВУ ("Подчиненного") в аварийных ситуациях

В случае сбоя в работе одного из датчиков в режиме текущего запроса данных (код запроса "0В") время в режиме будет равно 0, а в байтах TW1 и TW2 будут находиться байты состояния входного и выходного датчиков соответственно. Структура байта состояния показана ниже:



В случае, если за отчетный период датчики находились в аварийном состоянии, то время в режиме (запросы "02" - "08") будет равно 0, а в области данных вместо каждого 4-байтного числа передается код "80:00:00:00".

4) На запрос информации о серийном номере, версии программного обеспечения и типе передаваемых данных прибор отвечает блоком данных со следующей структурой:

DLE	SOH	AD	AD	Text1	Text2	...	TextN	DLE	ETX	BCC1	BCC2
-----	-----	----	----	-------	-------	-----	-------	-----	-----	------	------

- Адресная часть "AD:AD" (2 байта);
- Text1|Text2|...|TextN – ASCII текст (кодировка 866) в виде: XXXXXXXX (серийный номер из 8 цифр)|Версия программного обеспечения|Параметр1|Параметр2|...|ПараметрN|S (статус и признак начала описания битов статуса)|Бит1|Бит2|...|БитN (младший бит статуса первый), где символ «|» является разделителем.

Текст ответа на запрос об информации от газосчетчика Dymetic 5121:

```
00000001|DYMETIC 5121 v1.0|Vn|P|T|pc|N2|CO2|Pbar|Vw|Qw|tpaб|tpeж|tdог|S|T1+|T1-|Res|Res|P1+|P1-|Res|Res|Q1+|Q1-|Res|Res|Корр. часов|Изм. констант|Изм. уставок|Res|Сбой датчика|Ош. Еeprom датчика.
```

Res – резервный бит.

Описание протокола ModBus(ASCII)

Функция 3 (Read Holding Registers)

При помощи этой функции осуществляется чтение даты/времени, текущих данных датчика и архивных данных.

Формат запроса

ADR_UNIT	0x03	ADRh	ADRI	QTYh	QTYl	LCR
----------	------	------	------	------	------	-----

Где:

ADR_UNIT – адрес устройства;
ADRh, ADRI – старший и младший байты начального адреса регистров;
QTYh, QTYl – старший и младший байты количества регистров;
LCR – контрольная сумма.

Начальный адрес регистра определяет область считывания данных:

Адрес регистра	Описание данных
40001	YY, MM, DD, HH, NN, SS
40021	Текущие данные МВУ (в соответствии со структурой Dumetic 5121/31) + 2 числа в формате float: 1-е – текущий час запроса, 2-е – счетчик опросов датчика
40101	Текущие данные датчика МД (в соответствии со структурой Dumetic 5121/31) + 2 числа в формате float: 1-е – текущий час запроса, 2-е – счетчик опросов датчика
40257	Архивные данные (в соответствии со структурой Dumetic 5121/31) + 2 числа в формате float: 1 – час архива, 2 – дата архива

Ответ на команду чтения

ADR_UNIT	0x03	BYTE_COUNT	DATA	LCR
----------	------	------------	------	-----

Где:

BYTE_COUNT – счетчик байт;
DATA – пакет данных.

Пример чтения даты/времени:

Запрос:

00	0x03	0	0	0	3	0xFA
----	------	---	---	---	---	------

Ответ:

00	0x03	6	04	03	11	15	16	32	0xA6
----	------	---	----	----	----	----	----	----	------

Функция 16 (Preset Multiple Registers)

Для установки даты, за которую необходимо получить архивные данные, и установки даты/времени используется функция 16 (0x10).

Формат запроса

ADR_UNIT	0x10	ADRh	ADRI	QTYh	QTYl	BYTE_COUNT	DATA	LCR
----------	------	------	------	------	------	------------	------	-----

Начальный адрес регистра: 40011. В регистр 40011 записывается код запроса в соответствии с нижеследующей таблицей. В следующие регистры записываются дополнительные данные запроса (1 – 6 байт).

Таблица запросов архивных данных

Наименование запроса	40011	40012			40013		40014	
Установка даты/времени	0x01	YY	MM	DD	HH	NN	SS	Res
Архив за последний час	0x02	00	-	-	-	-	-	-
Архив за час HH текущего дня	0x03	HH	-	-	-	-	-	-
Архив за час HH предыдущего дня	0x04	HH	-	-	-	-	-	-
Архив за день DD текущего месяца	0x05	DD	-	-	-	-	-	-
Архив за день DD предыдущего месяца	0x06	DD	-	-	-	-	-	-
Архив за месяц MM текущего года	0x07	MM	-	-	-	-	-	-
Архив за месяц MM предыдущего года	0x08	MM	-	-	-	-	-	-
Архив за произвольную дату	0x0A	YY	MM	DD	HH	Res	-	-

Формат ответа

ADR_UNIT	0x10	ADRh	ADRI	QTYh	QTYl	LCR
----------	------	------	------	------	------	-----

Функция 17 (Read Device Identification)

С помощью функции 17 можно получить информацию о модели прибора, серийном номере и типах передаваемых данных, а также описание статусных битов.

Формат запроса

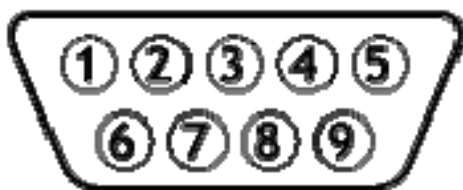
ADR_UNIT	0x11	LCR
----------	------	-----

Формат ответа

См. формат ответа на функцию чтения 3.

Контакты разъемов МВУ

Разъем интерфейса RS232 МВУ 9DBF

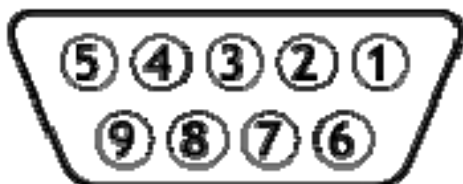


Контакт	Сигнал
2	RxD
3	TxD
4	DTR
5	GND
6	DSR

Интерфейсный кабель для связи МВУ с компьютером по интерфейсу RS232.

МВУ		РС	
9DBf	Контакты разъемов	9DBf	
RD	2	3	TD
TD	3	2	RD
DTR	4	6	DSR
DSR	6	4	DTR
GND	5	5	GND

Разъем интерфейса RS485 МВУ 9DBM



Контакт	Сигнал
2	DATA-
3	DATA+
5	GND