

СПЕЦПРИБОР



ОКП 43 7131

**МОДУЛЬ ИНТЕРФЕЙСНЫЙ ПОЖАРНЫЙ
«МИП»**

**Описание протокола обмена
по интерфейсу RS485**

СПР.425521.007 Д1

1. Общие положения.

Протокол SPR-MODBUS служит для организации обмена данными между модулями «МИП-1/2И-(Ex)» и персональным компьютером (программируемым логическим контроллером) по интерфейсу EIA/TIA-485. В основу протокола обмена положен протокол MODBUS-RTU. Его отличие от стандартного заключается в поддержке модулями «МИП» ограниченного набора команд.

При построении сети используется принцип организации ведущий-ведомый (master-slave). В сети может присутствовать только один ведущий узел и несколько ведомых узлов. В качестве ведущего узла выступает персональный компьютер либо программируемый логический контроллер, в качестве ведомых узлов – модули «МИП-1/2И-(Ex)» и любые другие приборы, поддерживающие классический протокол MODBUS-RTU. При данной организации инициатором циклов обмена может выступать исключительно ведущий узел.

Запросы ведущего узла - индивидуальные (адресуемые к конкретному узлу). Ведомые узлы осуществляют передачу, отвечая на индивидуальные запросы ведущего узла. При обнаружении ошибок в получении запросов, либо невозможности выполнения полученной команды, ведомый узел, в качестве ответа, генерирует сообщение об ошибке.

Входной импеданс приемника RS-485 модулей «МИП-1/2И-(Ex)» – 1/8 единичной нагрузки.

2. Форматы сообщений.

Протокол обмена имеет четко определенные форматы сообщений. Ниже описывается формат байт и формат кадров. Соблюдение форматов обеспечивает правильность и устойчивость функционирования сети.

2.1 Формат байта.

Модули настроены на работу в формате 8N1 – 8 бит данных, без контроля паритета, 1 стоп бит.

Передача байт осуществляется на скоростях, кратных 1200 бит/с - 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200.

При изготовлении, модули настраиваются на работу со скоростью 9600 бит/с.

2.2 Формат кадра.

Длина кадра не должна превышать 13 байт. Контроль окончания кадра осуществляется при помощи интервала молчания, длиной не менее времени передачи 3,5 байт.

Формат кадра приведен на рис. 1.

ИНТЕРВАЛ МОЛЧАНИЯ \geq 3,5 БАЙТ	
АДРЕС	1 БАЙТ
ФУНКЦИЯ	1 БАЙТ
ДАННЫЕ	ДО 9 БАЙТ
КОНТРОЛЬНАЯ СУММА	2 БАЙТА
ИНТЕРВАЛ МОЛЧАНИЯ \geq 3,5 БАЙТ	

рис. 1

Кадр должен передаваться как непрерывный поток байт. Правильность принятия кадра дополнительно контролируется проверкой контрольной суммы.

3. Генерация и проверка контрольной суммы.

Контрольная сумма CRC16 представляет собой циклический проверочный код на основе неприводимого полинома A001h. Передающее устройство формирует контрольную сумму для всех байт передаваемого сообщения. Принимающее устройство аналогичным образом формирует контрольную сумму для всех байт принятого сообщения и сравнивает ее с контрольной суммой, принятой от передающего устройства. При несовпадении сформированной и принятой контрольных сумм генерируется сообщение об ошибке. Поле контрольной суммы занимает два байта. Контрольная сумма в сообщении передается младшим байтом вперед. Ниже приводится описание алгоритмического способа формирования CRC16.

3.1 Формирование контрольной суммы алгоритмическим способом.

Контрольная сумма формируется по следующему алгоритму:

1. загрузка CRC регистра (16 бит) единицами (0xFFFF).
2. исключаяющее ИЛИ с первыми 8 битами байта сообщения и содержимым CRC регистра.
3. сдвиг результата на один бит вправо.
4. если сдвигаемый бит = 1, исключаяющее ИЛИ содержимого регистра со значением 0xA001.
5. если сдвигаемый бит = 0, повторить шаг 3.
6. повторять шаги 3, 4, 5 пока не будут выполнены 8 сдвигов.
7. исключаяющее ИЛИ со следующими 8 битами байта сообщения и содержимым CRC регистра.
8. повторять шаги 3 – 7 пока все байты сообщения не будут обработаны.
9. конечное содержимое регистра будет содержать контрольную сумму.

Пример реализации алгоритма расчета CRC16 на языке PASCAL представлен в приложении 1.

4. Форматы данных.

Модули «МИП-1/2И-(Ex)» имеют 2 формата программно-доступных регистров (таблица 1). Протокол обмена не имеет средств указания типа передаваемых данных. Тип конкретного регистра определяется исключительно описанием адресного пространства. Некоторые регистры не относятся к описанным форматам данных, содержимое этих регистров определяется исключительно их описанием.

таблица 1

ТИП	РАЗМЕРНОСТЬ	ДИАПАЗОН	ПРИМЕЧАНИЕ
FLOAT	4 байта	-1e-37 ... 1e+37	вещественное с плавающей точкой
WORD	2 байта	0 ... 65535	беззнаковое целое

4.1. Формат FLOAT.

Формат вещественное с плавающей точкой (стандарт IEEE-754) представлен в табл. 2. Данные передаются старшим байтом и старшим словом вперед.
таблица 2

HW		LW	
HB2	LB2	HB1	LB1
31	30 ... 23	22 ... 0	
	ПОРЯДОК	НОРМАЛИЗОВАННАЯ МАНТИССА	
ЗНАК МАНТИССЫ			

Пример реализации алгоритмов сборки чисел формата FLOAT из набора байт (разборки чисел формата FLOAT на байты) на языке PASCAL и Си представлен в приложении 2.

4.2. Формат WORD.

Формат беззнаковое целое в табл. 3. Данные передаются старшим байтом вперед.
таблица 3

HB	LB
15 ... 8	7 ... 0

5. Описание системы команд.

5.1. Функция 03h – чтение группы регистров.

Функция 03h обеспечивает чтение содержимого регистров ведомого устройства. В запросе ведущего содержится адрес начального регистра, а также количество регистров для чтения. Количество регистров в группе ограничено числом 1 или 2. Подробная информация содержится в подразделах раздела «Адресное пространство». Ответ ведомого содержит количество возвращаемых байт и запрошенные данные. Формат запроса и ответа приведён на рис. 2.

ЗАПРОС		ОТВЕТ	
АДРЕС		АДРЕС	
ФУНКЦИЯ		ФУНКЦИЯ	
НАЧ. АДРЕС (НВ)		КОЛ-ВО БАЙТ	
НАЧ. АДРЕС (ЛВ)		ДАнные (НВ)	
КОЛ. РЕГИСТРОВ (НВ)		ДАнные (ЛВ)	
КОЛ. РЕГИСТРОВ (ЛВ)		CRC (ЛВ)	
CRC (ЛВ)		CRC (НВ)	
CRC (НВ)			

рис. 2

5.2. Функция 06h – установка регистра.

Функция 06h обеспечивает запись в регистр ведомого устройства. В запросе ведущего содержится адрес регистра и данные для записи. Ответ ведомого совпадает с запросом ведущего и содержит адрес регистра и установленные данные. Формат запроса и ответа приведён на рис. 3.

Функция записи имеет ограничения, описанные в разделе “Адресное пространство”.

ЗАПРОС		ОТВЕТ	
АДРЕС		АДРЕС	
ФУНКЦИЯ		ФУНКЦИЯ	
АДРЕС (НВ)		АДРЕС (НВ)	
АДРЕС (ЛВ)		АДРЕС (ЛВ)	
ДАнные (НВ)		ДАнные (НВ)	
ДАнные (ЛВ)		ДАнные (ЛВ)	
CRC (ЛВ)		CRC (ЛВ)	
CRC (НВ)		CRC (НВ)	

рис. 3

5.3. Функция 10h – установка группы регистров.

Функция 10h обеспечивает запись группы регистров ведомого устройства. В запросе ведущего содержится адрес регистра, количество регистров, общее количество байт данных и данные для записи. Ответ ведомого содержит адрес регистра и количество регистров. Формат запроса и ответа приведён на рис. 4.

Функция записи имеет ограничения, описанные в разделе “Адресное пространство”.

ЗАПРОС	
АДРЕС	
ФУНКЦИЯ	
НАЧ. АДРЕС (НВ)	
НАЧ. АДРЕС (ЛВ)	
КОЛ. РЕГИСТРОВ (НВ)	
КОЛ. РЕГИСТРОВ (ЛВ)	
КОЛ-ВО БАЙТ	
ДАННЫЕ (НВ)	
ДАННЫЕ (ЛВ)	
ДАННЫЕ (НВ)	
ДАННЫЕ (ЛВ)	
CRC (ЛВ)	
CRC (НВ)	

ОТВЕТ	
АДРЕС	
ФУНКЦИЯ	
НАЧ. АДРЕС (НВ)	
НАЧ. АДРЕС (ЛВ)	
КОЛ. РЕГИСТРОВ (НВ)	
КОЛ. РЕГИСТРОВ (ЛВ)	
CRC (ЛВ)	
CRC (НВ)	

рис. 4

5.4. Обработка ошибок.

В случае возникновения ошибочной ситуации при принятии кадра (ошибка паритета, ошибка кадра, ошибка контрольной суммы) ведомое устройство ответ не возвращает. В случае возникновения ошибки в формате или значении передаваемых данных (неподдерживаемый код функции и т. д.) ведомое устройство формирует ответ с признаком и кодом ошибки. Признаком ошибки является установленный в единицу старший бит в поле функции. Под код ошибки отводится отдельное поле в ответе. Пример ответа приведен на рис. 5. Коды ошибок приведены в таблице 4.

Запрос – функция 47h не поддерживается:

ЗАПРОС		ОТВЕТ	
АДРЕС	10h	АДРЕС	10h
ФУНКЦИЯ	47h	ФУНКЦИЯ	C7h
АДРЕС (НВ)	00h	КОД ОШИБКИ	01h
АДРЕС (ЛВ)	00h	CRC (ЛВ)	xx
ДАННЫЕ (НВ)	00h	CRC (НВ)	xx
ДАННЫЕ (ЛВ)	00h		
CRC (ЛВ)	xx		
CRC (НВ)	xx		

рис. 5

таблица 4 – коды ошибок.

КОД ОШИБКИ	НАЗВАНИЕ	ОПИСАНИЕ
01h	ILLEGAL FUNCTION	Принятый код функции не может быть обработан на ведомом
02h	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес данных указанный в запросе не доступен данному ведомому
03h	ILLEGAL DATA VALUE	Величина содержащаяся в поле данных запроса является не допустимой величиной для ведомого
04h	SLAVE DEVICE FAILURE	Пока ведомый пытался выполнить затребованное действие произошла не восстанавливаемая ошибка
07h	NEGATIVE ACKNOWLEDGE	Ведомый не может выполнить программную функцию, принятую в запросе

6. Адресное пространство.

Часть регистров адресного пространства устройств не доступна для чтения. Для некоторых регистров запрещена операция записи.

6.1. Регистры модулей МИП-2И-(Ех), МИП-1И-(Ех).

Регистры модулей МИП-2И-(Ех), МИП-1И-(Ех) приведены в таблице 5.

таблица 5

№	ФУНКЦИИ	АДРЕС РЕГИСТРА	РАЗМЕР (ФОРМАТ)	НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРА	ДИАПАЗОН ЗНАЧЕНИЙ
1	03h	0000h	2 байта(WORD)	ID устройства	=3 : - МИП-2И-(Ех) =4 : - МИП-1И-(Ех)
2	03h, 06h	0001h	2 байта(WORD)	сетевой адрес	1÷247
3	03h, 06h	0002h	2 байта(WORD)	скорость обмена	=1 : - 1200бит/с =2 : - 2400бит/с =3 : - 4800бит/с =4 : - 9600бит/с =5 : - 14400бит/с =6 : - 19200бит/с
4	03h	0003h	2 байта	статус шлейфов 1, 2	
5	03h	0004h	2 байта(WORD)	длина кабеля шлейфа №1	0 ÷ 6000 м
6	03h	0005h	2 байта(WORD)	длина кабеля шлейфа №2	0 ÷ 6000 м
7	03h	0006h	2 байта	статус выходов ХТ4-ХТ7	
8	03h, 10h	0007h 0008h	4 байта(FLOAT)	погонное сопротивление кабеля : шл.№1	0,16 ÷ 1,0 Ом/м
9	03h, 10h	0009h 000Ah	4 байта(FLOAT)	погонное сопротивление кабеля : шл.№2	0,16 ÷ 1,0 Ом/м
10	03h	000Bh	2 байта(WORD)	режим работы модуля	
11	06h	000Ch	2 байта(WORD)	регистр сброса модуля	
12	06h	000Dh	2 байта(WORD)	регистр калибровки измерительного тракта модуля	
13	03h	000Eh 000Fh	4 байта(FLOAT)	калибровочный коэффициент : канал №1	0,95 ÷ 1,05
14	03h	0010h 0011h	4 байта(FLOAT)	калибровочный коэффициент : канал №2	0,95 ÷ 1,05

6.1.1. Регистр 0000h.

Регистр содержит идентификационный номер типа модуля :

УСТРОЙСТВО	ID
МИП-2И-(Ех)	3
МИП-1И-(Ех)	4

6.1.2. Регистр 0001h.

Регистр содержит сетевой адрес модуля. Допустимые значения регистра находятся в диапазоне 1 ÷ 247. При изготовлении, модули имеют адрес равный 247.

6.1.3. Регистр 0002h.

Регистр содержит значение, определяющее скорость обмена по интерфейсу RS-485 :

ЗНАЧЕНИЕ РЕГИСТРА 0002h	СКОРОСТЬ ОБМЕНА
1	1200бит/с
2	2400бит/с
3	4800бит/с
4	9600бит/с
5	14400бит/с
6	19200бит/с

6.1.4. Регистр 0003h.

Содержимое регистра определяет текущий статус шлейфов модуля:

БАЙТ	ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
НВ	СТАТУС ШЛ.№2	0 : ШЛЕЙФ НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ (МИП-1) 1 : КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ 2 : ТРЕВОГА 4 : НОРМА 8 : ОБРЫВ
ЛВ	СТАТУС ШЛ.№1	1 : КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ 2 : ТРЕВОГА 4 : НОРМА 8 : ОБРЫВ

6.1.5. Регистр 0004h.

Содержимое регистра определяет расстояние от начала термокабеля до точки срабатывания в шлейфе №1, выраженное в метрах. Регистр доступен для чтения в режиме «ТРЕВОГА1». В режимах «НОРМА1», «ОБРЫВ1», «КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ1» чтение регистра вызывает ошибку 07h.

6.1.6. Регистр 0005h.

Содержимое регистра определяет расстояние от начала термокабеля до точки срабатывания в шлейфе №2, выраженное в метрах. Регистр доступен для чтения в режиме «ТРЕВОГА2». В режимах «НОРМА2», «ОБРЫВ2», «КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ2», «ШЛЕЙФ НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ» чтение регистра вызывает ошибку 07h.

6.1.7. Регистр 0006h.

Содержимое регистра определяет текущий статус выходов «НОРМА1/2», «ТРЕВОГА1/2» модуля:

БАЙТ	БИТ	ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
НВ	0	СТАТУС ВЫХ ХТ6 «НОРМА2»	0 : ХТ6(1,2) – РАЗОМКНУТО 1 : ХТ6(1,2) – ЗАМКНУТО
	4	СТАТУС ВЫХ ХТ7 «ТРЕВОГА2»	0 : ХТ7(1,2) – РАЗОМКНУТО 1 : ХТ7(1,2) – ЗАМКНУТО
ЛВ	0	СТАТУС ВЫХ ХТ4 «НОРМА1»	0 : ХТ4(1,2) – РАЗОМКНУТО 1 : ХТ4(1,2) – ЗАМКНУТО
	4	СТАТУС ВЫХ ХТ5 «ТРЕВОГА1»	0 : ХТ5(1,2) – РАЗОМКНУТО 1 : ХТ5(1,2) – ЗАМКНУТО

Значение байта НВ регистра 0006h в модуле МИП-1И всегда равно 0.

6.1.8. Регистр 0007h .. 0008h.

Регистр содержит значение погонного сопротивления термокабеля, подключенного к входу «ШЛЕЙФ №1», выраженное в Ом/м. Допустимое значение регистра лежит в пределах $0,16 \div 1,0$ Ом/м. Чтение регистра осуществляется функцией 0003h с указанием числа считываемых регистров равным 2. Запись в регистр осуществляется функцией 0010h с указанием числа модифицируемых регистров равным 2.

Пример пересчета значения погонного сопротивления термокабеля приведен в приложении 3.

6.1.9. Регистр 0009h .. 000Ah.

Регистр содержит значение погонного сопротивления термокабеля, подключенного к входу «ШЛЕЙФ №2», выраженное в Ом/м. Допустимое значение регистра лежит в пределах $0,16 \div 1,0$ Ом/м. Чтение регистра осуществляется функцией 0003h с указанием числа считываемых регистров равным 2. Запись в регистр осуществляется функцией 0010h с указанием числа модифицируемых регистров равным 2.

Пример пересчета значения погонного сопротивления термокабеля приведен в приложении 3.

6.1.10. Регистр 000Bh.

Содержимое регистра определяет текущий режим работы модуля:

ЗНАЧЕНИЕ РЕГИСТРА 000Bh	ЗНАЧЕНИЕ
РЕЖИМ РАБОТЫ	=0 : С ФИКСАЦИЕЙ СОСТОЯНИЯ «ТРЕВОГА» =1 : БЕЗ ФИКСАЦИИ СОСТОЯНИЯ «ТРЕВОГА»

6.1.11. Регистр 000Ch.

Регистр предназначен для вывода модуля из состояния «ТРЕВОГА». Регистр доступен только для записи и только тогда, когда модуль находится в режиме фиксации состояния «ТРЕВОГА» на шлейфах.

Процедура сброса состояния «ТРЕВОГА» на шлейфах модуля запускается записью числа **AAAAh** в регистр.

6.1.12. Регистр 000Dh.

Регистр предназначен для калибровки измерительного тракта модуля по эталонному сопротивлению в заводских условиях. Регистр доступен только для записи.

Запись в регистр значения **XX01h** запускает процедуру калибровки шлейфа №1 измерительного тракта.

Запись в регистр значения **XX02h** запускает процедуру калибровки шлейфа №2 измерительного тракта.

Величина эталонного сопротивления – 598 Ом.

6.1.13. Регистр 000Eh .. 000Fh.

Регистр содержит значение калибровочного коэффициента канала «ШЛЕЙФ №1». Допустимое значение регистра лежит в пределах $0,95 \div 1,05$. Чтение регистра осуществляется функцией **0003h** с указанием числа считываемых регистров равным 2.

6.1.14. Регистр 0010h .. 0011h.

Регистр содержит значение калибровочного коэффициента канала «ШЛЕЙФ №2». Допустимое значение регистра лежит в пределах $0,95 \div 1,05$. Чтение регистра осуществляется функцией **0003h** с указанием числа считываемых регистров равным 2.

7. Сброс настроек интерфейса RS-485 модулей МИП-2И, МИП-1И.

Для аппаратного сброса сетевого адреса и скорости передачи модуля произвести следующую последовательность действий.

1. Обесточить модуль.
2. Удерживая кнопку SB1, подать питание на модуль и дождаться короткого звукового сигнала.
3. Отпустить кнопку SB1.

В результате проведения описанной выше последовательности действий сетевой адрес модуля становится равным 247, скорость обмена по интерфейсу RS-485 – 9600 бод.

Приложение 1.

Подпрограмма алгоритмического формирования контрольной суммы на языке PASCAL:

```
type TUARTBuf: array[0..255] of Byte;

function CRC16(buf: TUARTBuf; count: Byte): Word;
var i : word;
    crc : word;
    j : byte;
begin
    CRC:=$FFFF;
    for i:=0 to count - 1 do
        begin
            CRC:=CRC xor buf[i];
            for j:=0 to 7 do
                begin
                    if (CRC and $0001) = 0 then CRC:=CRC shr 1
                    else
                        begin
                            CRC:=CRC shr 1;
                            CRC:=CRC xor $a001;
                        end;
                end;
            end;
        end;
    Result:=CRC;
end;
```

Пример расчета CRC16:

```
buf[0]:= $AA;
buf[1]:= $BB;
CRC16( buf, 2 ) = $633F
```

Приложение 2.

Пример подпрограммы разложения вещественного числа с плавающей точкой типа SINGLE (FLOAT) на языке PASCAL:

```

type byteptr = ^byte;
var
  v : single;
  p : byteptr;
  w : array[1..4] of byte;
procedure XXX;
begin
  v:= 2.3478;
  p:= @v;
  w[1]:= p^; inc(p); // - w[1] - LW - LB1 =91
  w[2]:= p^; inc(p); // - w[2] - LW - HB1 =66
  w[3]:= p^; inc(p); // - w[3] - HW - LB2 =22
  w[4]:= p^; // - w[4] - HW - HB2 =64
end;

```

Пример подпрограммы сборки вещественного числа с плавающей точкой типа SINGLE (FLOAT) из набора байт на языке PASCAL:

```

type byteptr = ^byte;
function YYY: single;
var
  v : single;
  p : byteptr;
  w : array[1..4] of byte;
begin
  w[1]:= 91; // - LW - LB1
  w[2]:= 66; // - LW - HB1
  w[3]:= 22; // - HW - LB2
  w[4]:= 64; // - HW - LB2

  p:= @v;
  p^ := w[1]; inc(p);
  p^ := w[2]; inc(p);
  p^ := w[3]; inc(p);
  p^ := w[4];
  result:= v; // - =2.3478
end;

```

Пример подпрограммы разложения вещественного числа с плавающей точкой типа FLOAT на языке C:

```

float v;
float *p;
char *b;
char w[4];
int main( void )
{
  p = &v;
  b = ( char *)p;

```

СПР.425521.007 Д1

```
v = 2.3478;
w[0] = *b; b++; // - w[0] - LW - LB1 =91
w[1] = *b; b++; // - w[1] - LW - HB1 =66
w[2] = *b; b++; // - w[2] - HW - LB2 =22
w[3] = *b; // - w[3] - HW - HB2 =64
}
```

Пример подпрограммы сборки вещественного числа с плавающей точкой типа FLOAT из набора байт на языке C:

```
float v;
char w[4];

int main( void )
{
    w[0] = 91; // - LW - LB1
    w[1] = 66; // - LW - HB1
    w[2] = 22; // - HW - LB2
    w[3] = 64; // - HW - HB2

    v = *(float *)&w; // - =2.3478
}
```

Приложение 3.

Для пересчета значения погонного сопротивления термокабеля следует замкнуть конечный резистор (см. п.2.3.4 СПР.425521.007РЭ). При этом на модуле должно отобразиться расстояние, соответствующее длине термокабеля. В случае отличия отображаемого расстояния от реального, следует пересчитать погонное сопротивление термокабеля и записать в модуль новое значение.

Пример пересчета значения погонного сопротивления термокабеля:

Условные обозначения:

- ρ – значение погонного сопротивления термокабеля, записанное в модуле
- L – истинная длина термокабеля, подключенного к модулю
- $L_{инд.}$ – длина термокабеля, отображаемая модулем

Пусть

$$\begin{aligned}\rho &= 0,598 \text{ Ом/м} \\ L &= 320 \text{ м} \\ L_{инд.} &= 311 \text{ м}\end{aligned}$$

Пересчет ρ :

$$\rho' = \frac{L}{L_{инд.}} \cdot \rho = \frac{320 \text{ м}}{311 \text{ м}} \cdot 0,598 \text{ Ом/м} = 0,615 \text{ Ом/м}$$

Полученное значение записать в регистры 0007h .. 0008h, 0009h .. 000Ah модуля.