

**МОДУЛЬ ИНТЕРФЕЙСНЫЙ ПОЖАРНЫЙ
«МИП»**

**Описание протокола обмена
по интерфейсу RS485**

(версия 2.1 для модулей с ID=13,14,15hex)

СПР.425521.007 Д1-01

1. Общие положения.

Протокол SPR-MODBUS служит для организации обмена данными между модулем «МИП-(1,2,3)И-(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. Данная версия протокола разработана для модулей с идентификаторами **ID = 13, 14, 15hex** (см. п.6.1.1).

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-(1,2,3)И-(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-(1,2,3)И-(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 ≥ 3,5 БАЙТ	
АДРЕС	1 БАЙТ
ФУНКЦИЯ	1 БАЙТ
ДАННЫЕ	ДО 9 БАЙТ
КОНТРОЛЬНАЯ СУММА	2 БАЙТА
ИНТЕРВАЛ МОЛЧАНИЯ ≥ 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. исключающее ИЛИ с первыми 8 битами байта сообщения и содержимым CRC регистра.
3. сдвиг результата на один бит вправо.
4. если сдвигаемый бит = 1, исключающее 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. исключающее 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-(1,2,3)И-(Ех)» 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.

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 приведен на рис. 2.

ЗАПРОС		ОТВЕТ	
АДРЕС		АДРЕС	
ФУНКЦИЯ		ФУНКЦИЯ	
НАЧ. АДРЕС (HB)		КОЛ-ВО БАЙТ	
НАЧ. АДРЕС (LB)		ДАННЫЕ (HB)	
КОЛ. РЕГИСТРОВ (HB)		ДАННЫЕ (LB)	
КОЛ. РЕГИСТРОВ (LB)		CRC (LB)	
CRC (LB)		CRC (HB)	
CRC (HB)			

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 приведен 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 приведен на рис. 4.

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

ЗАПРОС		ОТВЕТ	
АДРЕС		АДРЕС	
ФУНКЦИЯ		ФУНКЦИЯ	
НАЧ. АДРЕС (НВ)		НАЧ. АДРЕС (НВ)	
НАЧ. АДРЕС (ЛВ)		НАЧ. АДРЕС (ЛВ)	
КОЛ. РЕГИСТРОВ (НВ)		КОЛ. РЕГИСТРОВ (НВ)	
КОЛ. РЕГИСТРОВ (ЛВ)		КОЛ. РЕГИСТРОВ (ЛВ)	
КОЛ-ВО БАЙТ		CRC (ЛВ)	
ДАННЫЕ (НВ)		CRC (НВ)	
ДАННЫЕ (ЛВ)			
ДАННЫЕ (НВ)			
ДАННЫЕ (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	С7h
АДРЕС (НВ)	00h	КОД ОШИБКИ	01h
АДРЕС (ЛВ)	00h	С7С (ЛВ)	xx
ДААННЫЕ (НВ)	00h	С7С (НВ)	xx
ДААННЫЕ (ЛВ)	00h		
С7С (ЛВ)	xx		
С7С (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 модуля не доступна для чтения. Для некоторых регистров запрещена операция записи.

6.1. Регистры модулей МИП-(1,2,3)И-(Ех).

Регистры модулей МИП-(1,2,3)И-(Ех) приведены в таблице 5.

таблица 5

№	ФУНКЦИИ	АДРЕС РЕГИСТРА	ФОРМАТ	НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРА	ДИАПАЗОН ЗНАЧЕНИЙ
1	03h	0000h	WORD	ID устройства	19 ... 21
2	03h, 06h	0001h	WORD	сетевой адрес	1÷247
3	03h, 06h	0002h	WORD	скорость обмена	1 ... 6
4	03h	0003h 0004h 0005h	WORD	статус шлейфов ШС1..3	
5	03h	0006h 0007h	WORD	статус источника питания по входам 1, 2	
6	03h	0008h 0009h 000Ah	WORD	длина кабеля ШС1..3 в режиме ТРЕВОГА	0 ÷ 9999 м
7	03h	000Bh	WORD	статус релейных выходов НОРМА/ТРЕВОГА (ХТ4-ХТ9)	
8	03h, 10h	000C... 000Dh 000E... 000Fh 0010... 0011h	FLOAT	погонное сопротивление кабеля : ШС1..3	0,10 ÷ 1,0 Ом/м
9	03h, 06h	0012h 0013h 0014h	WORD	режим работы релейных выходов НОРМА1..3	
10	03h	0015h	WORD	фиксация тревожных извещений	
11	06h	0016h	WORD	сброс звуковой сигнализации	
12	06h	0017h	WORD	сброс тревожных извещений	
13	03h, 06h	0018h	WORD	фиксация индикации длины термокабеля в режиме ТРЕВОГА	
14	03h, 06h	0019h 001Ah 001Bh	WORD	длина кабеля ШС1..3	0 ÷ 2000 м
15	03h, 06h	001Ch	WORD	термокомпенсация	
16	03h, 06h	001Dh	WORD	работа с ЯХОНТ-ПУИ	
1	06h	0050h	WORD	регистр калибровки измерительного тракта модуля	
2	03h	0051... 0052h 0053... 0054h 0055... 0056h	FLOAT	калибровочные коэффициенты: ШС1..3	0,95 ÷ 1,05

Поддержка группового чтения в функции 03h реализована для регистров 0000h..001Dh. Для регистров 0051h..0056h количество регистров в группе функции 03h ограничено числом 2.

6.1.1. Регистр 0000 hex

Регистр содержит идентификационный номер типа модуля :

УСТРОЙСТВО	ID
МИП-1И-(Ех)	19 (13hex)
МИП-2И-(Ех)	20 (14hex)
МИП-3И-(Ех)	21 (15hex)

6.1.2. Регистр 0001 hex

Регистр содержит сетевой адрес модуля. Допустимые значения регистра находятся в диапазоне $1 \div 247$. При изготовлении, модуль имеет адрес равный 247.

6.1.3. Регистр 0002 hex

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

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

6.1.4. Регистры 0003..0005 hex

Регистры содержат текущий статус шлейфов ШС1, ШС2, ШС3 :

НАЗНАЧЕНИЕ РЕГИСТРОВ	ЗНАЧЕНИЕ
0003hex - СТАТУС ШС1	00h : НЕ ОПРЕДЕЛЕН
0004hex - СТАТУС ШС2	01h : КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ
0005hex - СТАТУС ШС3	02h : ОБРЫВ
	03h : НОРМА
	05h : ТРЕВОГА

В режиме «ТРЕВОГА» по шлейфу, при изменении расстояния до точки срабатывания более чем на 5 метров соответствующий регистр принимает значение 00hex. Повторное чтение любого регистра(ов) функцией 03hex восстанавливает значение ТРЕВОГА - 05hex в соответствующем регистре.

6.1.5. Регистры 0006, 0007 hex

Регистры содержат текущее состояние источников питания по входам «ПИТ.1», «ПИТ.2» модуля:

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
0006h - ВХОД «ПИТ.1»	03h : НОРМА
0007h - ВХОД «ПИТ.2»	06h : НЕИСПРАВНОСТЬ.

6.1.6. Регистры 0008..000A hex

Регистры содержат расстояние от начала термокабеля до точки срабатывания в режиме «ТРЕВОГА» на шлейфах ШС1..ШС3, выраженное в метрах:

ШС1 - 0008hex
 ШС2 - 0009hex
 ШС3 - 000Ahex

Максимальное значение регистров в режиме ТРЕВОГА – 9999м. В режимах «НОРМА», «ОБРЫВ», «КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ» содержимое регистров всегда равно FFFFh.

6.1.7. Регистр 000B hex

Регистр содержит текущий статус релейных выходов «НОРМА(1,2,3)», «ТРЕВОГА(1,2,3)» модуля:

БАЙТ	БИТ	ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
НВ	2	ВЫХ.ТРЕВОГА3 - XT9(1,2)	0 : РАЗОМКНУТО 1 : ЗАМКНУТО
	1	ВЫХ.ТРЕВОГА2 - XT7(1,2)	0 : РАЗОМКНУТО 1 : ЗАМКНУТО
	0	ВЫХ.ТРЕВОГА1 - XT5(1,2)	0 : РАЗОМКНУТО 1 : ЗАМКНУТО
ЛВ	2	ВЫХ. НОРМА3 - XT8(1,2)	0 : РАЗОМКНУТО 1 : ЗАМКНУТО
	1	ВЫХ. НОРМА2 - XT6(1,2)	0 : РАЗОМКНУТО 1 : ЗАМКНУТО
	0	ВЫХ. НОРМА1 - XT4(1,2)	0 : РАЗОМКНУТО 1 : ЗАМКНУТО

6.1.8. Регистры 000C..0011 hex

Регистры содержат значения погонного сопротивления термокабеля, подключенного к входам ШС1..ШС3, выраженные в Ом/м. Значения регистров может варьироваться в пределах $0,1 \div 1,0$ Ом/м. За каждым шлейфом сигнализации модуля, для хранения погонного сопротивления термокабеля, закреплено по два регистра, образующих формат FLOAT:

ШС1 - 000C, 000Dhex
 ШС2 - 000E, 000Fhex
 ШС3 - 0010, 0011hex

Чтение регистров осуществляется функцией 0003h с указанием числа считываемых регистров равным 2. Запись в регистры осуществляется функцией 0010h с указанием числа модифицируемых регистров равным 2.

Пример пересчета значения погонного сопротивления термокабеля приведен в приложении 3.

6.1.9. Регистры 0012..0014 hex

Регистр определяет логику работы релейных выходов НОРМА1..3 при выдаче извещения ТРЕВОГА по соответствующему шлейфу сигнализации :

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
0012h - ВЫХ. НОРМА1 - XT4(1,2) 0013h - ВЫХ. НОРМА2 - XT6(1,2) 0014h - ВЫХ. НОРМА3 - XT8(1,2)	00h : КОНТАКТЫ ОСТАЮТСЯ ЗАМКНУТЫМИ* FFh : КОНТАКТЫ РАЗМЫКАЮТСЯ

6.1.10. Регистр 0015 hex

Регистр содержит значение, определяющее тактику регистрации состояний, отличных от состояния НОРМА, на шлейфах сигнализации ШС1..3 модуля :

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
ФИКСАЦИЯ СОСТОЯНИЙ ШС, ОТЛИЧНЫХ ОТ НОРМЫ	00h : ВКЛ. FFh : ОТКЛ.

В режиме без фиксации модуль не сохраняет световую сигнализацию состояния «НЕ НОРМА» при возникновении на ШС состояния НОРМА. Значение регистра задается переключкой J2 (см. п.1.2.11 СПР.425521.007 РЭ)

6.1.11. Регистр 0016 hex

Регистр предназначен для отключения текущей звуковой сигнализации в модуле. Инициация отключения производится записью в регистр значения A55Ahex.

Отключение текущей звуковой сигнализации в модуле может быть осуществлено через обращение к модулю по сетевому адресу 00hex, см пп. 6.2.1.

6.1.12. Регистр 0017 hex

Регистр предназначен для сброса тревожных извещений, зафиксированных на панели индикации модуля.

Сброс извещений производится записью в регистр значения AA55hex.

6.1.13. Регистр 0018 hex

Регистр содержит значение, определяющее тактику регистрации длины термокабеля на шлейфах сигнализации ШС1..3 модуля в состоянии ТРЕВОГА:

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
РЕГИСТРАЦИЯ ДЛИНЫ ТЕРМОКАБЕЛЯ В СОСТОЯНИИ ТРЕВОГА	00h : ТАКТИКА 1 FFh : ТАКТИКА 2

ТАКТИКА1 – на ЖКИ индикаторе и в соответствующих регистрах модуля отображается длина термокабеля в зависимости от его текущего сопротивления.

ТАКТИКА2 – по истечении 20сек. от момента перехода ШС с состояние ТРЕВОГА, модуль перестает вычислять текущую длину термокабеля, на ЖКИ индикаторе и в соответствующих регистрах модуля отображается последняя зарегистрированная длина термокабеля.

6.1.14. Регистры 0019..001B hex

Регистры содержат фактическую длину термокабелей, подключенных к входам ШС1..3 модуля :

РЕГИСТР	ЗНАЧЕНИЕ
0019h 001Ah 001Bh	ШС1 : ДЛИНА ТЕРМОКАБЕЛЯ, м ШС2 : ДЛИНА ТЕРМОКАБЕЛЯ, м ШС3 : ДЛИНА ТЕРМОКАБЕЛЯ, м

6.1.15. Регистр 001С hex

Регистр содержит значение, задающее режим работы термокомпенсации модуля:

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
ТЕРМОКОМПЕНСАЦИЯ	00h : ОТКЛ.* FFh : ВКЛ.

6.1.16. Регистр 001D hex

Регистр содержит значение, определяющее состояние регистров статуса ШС 0003..0005h модуля в состоянии ТРЕВОГА:

ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
	00h : ТАКТИКА 1* FFh : ТАКТИКА 2

ТАКТИКА1 – значение регистров статуса ШС 0003..0005h в состоянии ТРЕВОГА неизменно и соответствует значению ТРЕВОГА=05h.

ТАКТИКА2 – регистры статуса ШС 0003..0005h в состоянии ТРЕВОГА могут принимать значение равное 00h, если зарегистрированная длина термокабеля изменяется на величину более чем 5 метров от предыдущего значения. Повторное чтение регистров 0003..0005h по функции 03h возвращает регистрам значение равное ТРЕВОГА=05h, при условии что ШС находится в состоянии ТРЕВОГА. Данная тактика, при совместной работе модуля с блоком ЯХОНТ-ПУИ, позволяет перерегистрировать событие ТРЕВОГА с изменившимся значением длины термокабеля в архиве блока ЯХОНТ-ПУИ.

6.1.17. Регистр 0050 hex

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

Запись в регистр значения ХХ00h запускает процедуру калибровки шлейфа ШС1.

Запись в регистр значения ХХ01h запускает процедуру калибровки шлейфа ШС2.

Запись в регистр значения ХХ02h запускает процедуру калибровки шлейфа ШС3.

Величина эталонного сопротивления – 620 Ом.

6.1.18. Регистры 0051..0056 hex

Регистры содержат значения калибровочных коэффициентов каналов ШС1..ШС3.

Значение регистров может варьироваться в пределах $0,95 \div 1,05$. За каждым шлейфом сигнализации модуля, для хранения калибровочного коэффициента, закреплено по два регистра, образующих формат FLOAT:

ШС1 - 0051, 0052hex

ШС2 - 0053, 0054hex

ШС3 - 0055, 0056hex

Чтение регистра осуществляется функцией 0003h с указанием числа считываемых регистров равным 2.

6.2 Широковещательные сообщения

В модуле «МИП-(1,2,3)И» реализована поддержка широковещательных запросов. Широковещательным запросом считается запрос со значением поля «АДРЕС» равным 0. Ответ на широковещательный запрос не выдается.

Регистры, доступные для широковещательных запросов, приведены в таблице:

№	ФУНКЦИИ	АДРЕС РЕГИСТРА	ФОРМАТ РЕГИСТРА	НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРА
1	06h	0000h	WORD	сброс звуковой сигнализации

6.2.1 Регистр 0000 hex

Запись в регистр значения A55Ahex прерывает выдачу модулем звуковой сигнализации.

7. Сброс настроек интерфейса RS-485 модулей МИП-(1,2,3)И.

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;
    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;
  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 оконечный 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
- $L_{\text{инд.}}$ – длина термокабеля, отображаемая модулем

Пусть

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

Пересчет ρ :

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

Полученное значение записать в регистры модуля, описанные в п.6.1.8.