



ООО «Экспертный центр»



ООО «НОВАТЕК-ЭЛЕКТРО»

Протокол обмена по интерфейсу RS-485

ППКСИ-01-MODBUS

Руководство по программированию

WWW.NOVATEK-ELECTRO.COM

1. Общие положения.

Протокол ППКСИ-01-MODBUS служит для организации обмена данными между ППКСИ-01 и персональным компьютером (программируемым логическим контроллером) по интерфейсу EIA/TIA-485. В основу протокола обмена положен протокол MODBUS-RTU. Их отличие заключается в поддержке прибором ППКСИ-01 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. При данной организации инициатором циклов обмена может выступать исключительно ведущий узел.

Запросы ведущего узла - индивидуальные (адресуемые к конкретному ППКСИ-01). 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.

2. Форматы сообщений.

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

2.1. Формат байта.

ППКСИ-01 работает с форматом байт без контроля паритета (рис. 2.1) и 2-мя стоповыми битами. Передача восьми бит данных производится младшими битами вперед.

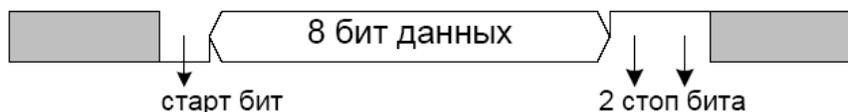


Рис. 2.1. – Формат байта без контроля паритета (2 стоп бита).

Передача байт осуществляется на скоростях (2400, 4800, 9600, 19200). По умолчанию, при изготовлении, ППКСИ-3 настраивается на работу со скоростью 9600 бит/с.

2.2. Формат кадра.

Длина кадра не может превышать 256 байт. Контроль начала и окончания кадра осуществляется при помощи интервалов молчания, длиной не менее времени передачи 3.5 байт.

Формат кадра приведен на рис. 2.2.

интервал молчания	Адрес	Код функции	Данные	Контрольная сумма	интервал молчания
> 3.5 байта	1 байт	1 байт	до 252 байт	2 байта	> 3.5 байта

Рис. 2.2. – Формат кадра.

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

На рис. 2.3 приведен пример последовательной передачи 3 кадров. Перед началом передачи и после передачи каждого кадра интервал молчания превышает 3.5 байта.

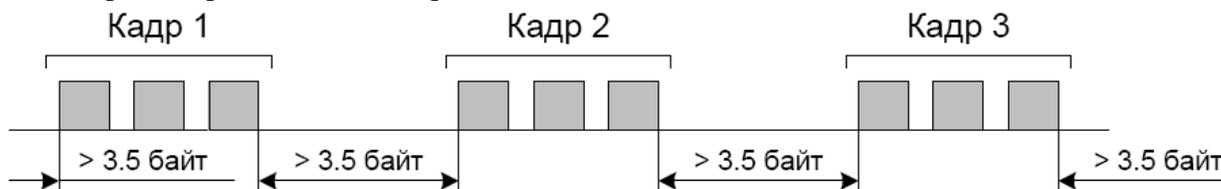


Рис. 2.3. – Пример передачи последовательности кадров

ППКСИ-01 настроен на работу со следующими интервалами:

Скорость передачи	Интервал, мс, не менее
19200	2
9600	4
4800	8
2400	16

Поле адреса занимает один байт. Адреса ведомых устройств находятся в диапазоне 1...247.

4. 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.

Можно выделить два способа формирования контрольной суммы: алгоритмический и табличный.

4.1. Формирование контрольной суммы алгоритмическим способом.

Алгоритмический способ формирования контрольной суммы прост в понимании, но имеет более низкое быстродействие по сравнению с табличным. Контрольная сумма формируется по следующему алгоритму:

1. загрузка CRC регистра (16 бит) единицами (FFFFh);
2. исключаящее ИЛИ с первыми 8 битами байта сообщения и содержимым CRC регистра;
3. сдвиг результата на один бит вправо;
4. если сдвигаемый бит = 1, исключаящее ИЛИ содержимого регистра со значением A001h;
5. если сдвигаемый бит = 0, повторить шаг 3;
6. повторять шаги 3, 4, 5 пока не будут выполнены 8 сдвигов;
7. исключаящее 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.

Подпрограмма алгоритмического формирования контрольной суммы на языке Паскаль:

```
type
  TsendRecvBuf : array [0..255] of byte;
const
  Polynom = $A001;
function GenerateCRC(Buf:TsendRecvBuf;Count:word):word;
var
  i : word;
  CRC : word;
  bitCounter : byte;
begin
  CRC:=$FFFF;
  for i:=0 to Count - 3 do
    begin
      CRC:=CRC xor Buf[i];
      for bitCounter:=0 to 7 do
        begin
          if (CRC and $0001) = 0 then
            CRC:=CRC shr 1
          else
            begin
              CRC:=CRC shr 1;
              CRC:=CRC xor Polynom;
            end;
          end;
        end;
      end;
    end;
  result:=CRC;
end;
```

4.2. Формирование контрольной суммы табличным способом.

Подпрограмма табличного формирования контрольной суммы на языке ассемблера микроконтроллера 8051:

Table1:	;	00/08	01/09	02/0A	03/0B	04/0C	05/0D	06/0E	07/0F	
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	;00
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	;01
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	;02
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	;03
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	;04
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	;05
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	;06
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	;07
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	;08
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	;09
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	;0A
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	;0B
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	;0C
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	;0D
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	;0E
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	
db		000h,	0C1h,	081h,	040h,	001h,	0C0h,	080h,	041h	;0F
db		001h,	0C0h,	080h,	041h,	000h,	0C1h,	081h,	040h	
Table2:	;	00/08	01/09	02/0A	03/0B	04/0C	05/0D	06/0E	07/0F	
db		000h,	0C0h,	0C1h,	001h,	0C3h,	003h,	002h,	0C2h	;00
db		0C6h,	006h,	007h,	0C7h,	005h,	0C5h,	0C4h,	004h	
db		0CCh,	00Ch,	00Dh,	0CDh,	00Fh,	0CFh,	0CEh,	00Eh	;01
db		00Ah,	0CAh,	0CBh,	00Bh,	0C9h,	009h,	008h,	0C8h	
db		0D8h,	018h,	019h,	0D9h,	01Bh,	0DBh,	0DAh,	01Ah	;02
db		01Eh,	0DEh,	0DFh,	01Fh,	0DDh,	01Dh,	01Ch,	0DCh	
db		014h,	0D4h,	0D5h,	015h,	0D7h,	017h,	016h,	0D6h	;03
db		0D2h,	012h,	013h,	0D3h,	011h,	0D1h,	0D0h,	010h	
db		0F0h,	030h,	031h,	0F1h,	033h,	0F3h,	0F2h,	032h	;04
db		036h,	0F6h,	0F7h,	037h,	0F5h,	035h,	034h,	0F4h	
db		03Ch,	0FCh,	0FDh,	03Dh,	0FFh,	03Fh,	03Eh,	0FEh	;05
db		0FAh,	03Ah,	03Bh,	0FBh,	039h,	0F9h,	0F8h,	038h	
db		028h,	0E8h,	0E9h,	029h,	0EBh,	02Bh,	02Ah,	0EAh	;06
db		0EEh,	02Eh,	02Fh,	0EFh,	02Dh,	0EDh,	0ECh,	02Ch	
db		0E4h,	024h,	025h,	0E5h,	027h,	0E7h,	0E6h,	026h	;07
db		022h,	0E2h,	0E3h,	023h,	0E1h,	021h,	020h,	0E0h	
db		0A0h,	060h,	061h,	0A1h,	063h,	0A3h,	0A2h,	062h	;08
db		066h,	0A6h,	0A7h,	067h,	0A5h,	065h,	064h,	0A4h	
db		06Ch,	0ACh,	0ADh,	06Dh,	0AFh,	06Fh,	06Eh,	0AEh	;09
db		0AAh,	06Ah,	06Bh,	0ABh,	069h,	0A9h,	0A8h,	068h	
db		078h,	0B8h,	0B9h,	079h,	0BBh,	07Bh,	07Ah,	0BAh	;0A
db		0BEh,	07Eh,	07Fh,	0BFh,	07Dh,	0BDh,	0BCh,	07Ch	
db		0B4h,	074h,	075h,	0B5h,	077h,	0B7h,	0B6h,	076h	;0B
db		072h,	0B2h,	0B3h,	073h,	0B1h,	071h,	070h,	0B0h	
db		050h,	090h,	091h,	051h,	093h,	053h,	052h,	092h	;0C
db		096h,	056h,	057h,	097h,	055h,	095h,	094h,	054h	
db		09Ch,	05Ch,	05Dh,	09Dh,	05Fh,	09Fh,	09Eh,	05Eh	;0D
db		05Ah,	09Ah,	09Bh,	05Bh,	099h,	059h,	058h,	098h	
db		088h,	048h,	049h,	089h,	04Bh,	08Bh,	08Ah,	04Ah	;0E
db		04Eh,	08Eh,	08Fh,	04Fh,	08Dh,	04Dh,	04Ch,	08Ch	
db		044h,	084h,	085h,	045h,	087h,	047h,	046h,	086h	;0F
db		082h,	042h,	043h,	083h,	041h,	081h,	080h,	040h	

```

;При входе R2 – количество байт в сообщении,
; Addr_buff – начальный адрес буфера сообщения
;При выходе CRC16 – младший байт контрольной суммы (LB),
; CRC16+1 - старший байт контрольной суммы (HB).
GenerateCRC:

```

```

    mov R0,#Addr_buff ;
    mov CRC16,#0FFh ;
    mov CRC16+1,#0FFh ;
$11:
    mov A,@R0 ;
    xrl A,CRC16 ;
    mov B,A ;
    mov DPTR,#Table1 ;
    movc A,@A+DPTR ;
    mov CRC16,CRC16+1 ;
    xrl CRC16,A ;
    mov A,B ;
    mov DPTR,#Table2 ;
    movc A,@A+DPTR ;
    mov CRC16+1,A ;
    inc R0 ;
    djnz R2,$11 ;
    ret

```

5. Описание системы команд.

5.1. Функция 03h – чтение группы регистров.

Функция 03h обеспечивает чтение содержимого регистров ведомого устройства. Широковещательная передача не поддерживается. В запросе ведущего содержится адрес начального регистра, а также количество слов для чтения.

Ответ ведомого содержит количество возвращаемых байт и запрошенные данные. Если количество слов в запросе превышает 120 (240 байт), разбиение ответа на кадры не производится. Количество возвращаемых регистров ограничивается 120.

Пример запроса и ответа приведён на рис. 5.1.

Запрос

Адрес	Функция	Нач. адрес HB	Нач. адрес LB	Кол. слов HB	Кол. слов LB	CRC LB	CRC HB
01h	03h	00h	A0h	00h	02h	C4h	29h

Ответ - значение регистра 00A0h = 1000 (FLOAT)

Адрес	Функция	Кол. байт	Данные HW HB	Данные HW LB	Данные LW HB	Данные LW LB	CRC LB	CRC HB
01h	03h	04h	44h	7Ah	00h	00h	CFh	1Ah

Рис. 5.1. - Пример запроса и ответа функции 03h – чтение группы регистров.

5.2. Функция 06h – установка регистра.

Функция 06h обеспечивает запись в регистр ведомого устройства. Широковещательная передача не поддерживается. В запросе ведущего содержится адрес регистра и данные для записи.

Ответ ведомого совпадает с запросом ведущего и содержит адрес регистра и установленные данные. Пример запроса и ответа приведён на рис. 5.2.

Функция записи имеет аппаратные и программные ограничения, описанные в разделе 6 “Адресное пространство”.

Запрос - регистр 00A0h = 1000 (INT)

Адрес	Функция	Нач. адрес HB	Нач. адрес LB	Данные HB	Данные LB	CRC LB	CRC HB
01h	06h	00h	A0h	03h	E8h	89h	56h

Ответ

Адрес	Функция	Нач. адрес HB	Нач. адрес LB	Данные HB	Данные LB	CRC LB	CRC HB
01h	06h	00h	A0h	03h	E8h	89h	56h

Рис. 5.2. - Пример запроса и ответа функции 06h – установка регистра.

5.3. Функция 08h – диагностика.

Функция 08h предназначена для проверки системы связи между ведущим и ведомым устройствами, а также для проверки различных внутренних условий ведомого. Широковещательная передача не поддерживается.

Функция использует поле подфункции для конкретизации выполняемого действия (теста). Получение диагностической функции не оказывает влияние на работу ведомого устройства.

Подфункция 00h - возврат данных запроса.

Данные, переданные в поле данных запроса, должны быть возвращены в поле данных ответа.

Пример запроса и ответа приведён на рис. 5.3.

Запрос

Адрес	Функция	Подфункция HB	Подфункция LB	Данные HB	Данные LB	CRC LB	CRC HB
01h	08h	00h	00h	A0h	3Ch	98h	1Ah

Ответ

Адрес	Функция	Подфункция HB	Подфункция LB	Данные HB	Данные LB	CRC LB	CRC HB
01h	08h	00h	00h	A0h	3Ch	98h	1Ah

Рис. 5.3. - Пример запроса и ответа подфункции 00h - возврат данных запроса.

Подфункция 01h – рестарт опций связи.

Периферийный порт ведомого устройства должен быть инициализирован и вновь запущен.

Пример запроса и ответа приведён на рис. 5.4.

Запрос

Адрес	Функция	Подфункция HB	Подфункция LB	Данные HB	Данные LB	CRC LB	CRC HB
01h	08h	00h	01h	00h	00h	B1h	CBh

Ответ не возвращается

Рис. 5.4. - Пример запроса и ответа подфункции 01h - рестарт опций связи.

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 принимает кадр запроса и 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. 5.5. Коды ошибок приведены в таблице 5.1.

Запрос - функция 30h не поддерживается

Адрес	Функция	Данные	CRC LB	CRC HB
01h	30h		XXh	XXh

Ответ

Адрес	Функция	Код ошибки	CRC LB	CRC HB
01h	B0h	01h	94h	00h

Рис. 5.5. - Пример ответа после возникновения ошибки.

Таблица 5.1. - Коды ошибок.

Код ошибки	Название	Описание
01h	ILLEGAL FUNCTION	Принятый код функции не может быть обработан.
02h	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес данных указанный в запросе не доступен.
03h	ILLEGAL DATA VALUE	Величина, содержащаяся в поле данных запроса, является недопустимой величиной.
04h	SLAVE DEVICE FAILURE	Пока ППКСИ-01 пытался выполнить затребованное действие, произошла не восстанавливаемая ошибка.
07h	NEGATIVE ACKNOWLEDGE	ППКСИ-01 не может выполнить программную функцию, принятую в запросе

6. Адресное пространство.

Все регистры адресного пространства устройства доступны для чтения. Для некоторых регистров запрещена операция записи.

Адреса регистров настроечных параметров в hex виде приведены в таблице 6.1.

Адреса регистров состояния приведены в таблице 6.2. Регистры состояния доступны только для чтения.

Адреса регистров управления приведены в таблице 6.3. Все регистры управления доступны для записи.

Адреса регистров журнала приведены в таблице 6.4. Регистры журнала доступны только для чтения.

Таблица 6.1. – Регистры программируемых и неизменяемых настроечных параметров.

АДРЕС	ПАРАМЕТР	МИН./МАКС.	ЗАВОДСКАЯ УСТАНОВКА	ДЕЙСТВИЕ
Общие				
0x00	Версия	*	12	Версия устройства
0x01	Серийный номер, старшее слово	*	-	Серийный номер устройства
0x02	Серийный номер, младшее слово			
RS-485				
0x03	Идентификатор	1-247	1	Номер устройства (сетевой адрес)
0x04	Скорость	0-3	2	Скорость передачи данных: 0 – 2400 (бит/с); 1 – 4800 (бит/с). 2 – 9600 (бит/с); 3 – 19200 (бит/с);
0x05	Четность	*	0	Контроль четности и стоповые биты: 0 – Нет : 2 стоп бита 1 – Да : Чет 2 – Да : Нечет
0x06	Включение	*	3	Включение/Отключение RS-485: 0 – отключен; 1 – при следующем прочтении этого регистра будет отключен на 20 сек 2 – при следующем прочтении этого регистра включается в нормальном режиме 3 – включен в нормальном режиме
0x07	Таймаут	*	0	Обнаружение потери связи (сек.): 0 – запрещено.

* - параметр доступен только для чтения

Таблица 6.2. – Регистры состояния.

АДРЕС	НАИМЕНОВАНИЕ	НАЗНАЧЕНИЕ	ПРИМЕЧАНИЕ
	Светодиоды		
0x10	Регистр состояния красного огня светодиода высоковольтного выключателя	0 – не горит; 1 – мигает с частотой 1.5 Гц 2 – мигает с частотой 3 Гц; 3 – горит постоянно.	bit 2 – bit 15 зарезервированы
0x11	Регистр состояния зеленого огня светодиода высоковольтного выключателя	Аналогично регистру состояния красного огня ВВВ	
0x12	Регистр состояния светодиода калибровки	Аналогично регистру состояния красного огня ВВВ	
0x13	Регистр состояния светодиода проверки изоляции	Аналогично регистру состояния красного огня ВВВ	
0x14	Регистр состояния светодиода линии ТК	Аналогично регистру состояния красного огня ВВВ	
0x15	Регистр состояния светодиода линии А	Аналогично регистру состояния красного огня ВВВ	
0x16	Регистр состояния светодиода линии В	Аналогично регистру состояния красного огня ВВВ	
0x17	Регистр состояния светодиода линии С	Аналогично регистру состояния красного огня ВВВ	
0x18	Регистр состояния светодиода аварии	Аналогично регистру состояния красного огня ВВВ	
	Измерение		
0x20	Регистр кода состояния ППКСИ-01	bit 0-6 Код состояния. bit 7 0 – состояние не изменялось с момента последнего чтения регистра 1 – состояние изменилось с момента предыдущего чтения регистра.	Значения битов приведены в таблице 6.5, возможные коды приведены в таблице 6.6
0x24	Последний результат измерения по линии ТК	0 – недопустимый уровень Любое другое значение – допустимый уровень	
0x25	Последний результат измерения по линии А	В режиме калибровки: 0 – защитное сопротивление не соответствует номиналу 1 – калибровка успешна 1023 (0x3FF) – высокое напряжение на линии В режиме проверки изоляции: 0-1000 – сопротивление в кОм 1023 (0x3FF) – высокое напряжение на линии	
0x26	Последний результат измерения по линии В	Аналогично регистру результата линии А	
0x27	Последний результат измерения по линии С	Аналогично регистру результата линии А	

Таблица 6.3. – Регистры управления.

АДРЕС	ПАРАМЕТР	МИН./МАКС.	ЗАВОДСКАЯ УСТАНОВКА	ДЕЙСТВИЕ
	Общие			
0x30	Повторный пуск	0-65535	0	0 – нормальный режим работы Любое другое значение – повторный пуск
0x3F	Номер выбранной записи в журнале, в порядке от более новых до более старых	0-65535	0	0 – журнал закрыт, все регистры журнала неактивны (журнал недоступен для чтения, ППКСИ-01 может вносить записи в журнал) Другие значения – журнал открывается для чтения, заполняются регистры журнала (перед записью в журнал ППКСИ-01 приостанавливает работу, ожидая закрытия чтения журнала)

Таблица 6.4. – Регистры журнала.

АДРЕС	НАИМЕНОВАНИЕ	ДЕЙСТВИЕ
	Общие	
0x40	Номер журнала, старшее слово	Номер копии журнала. Если с момента последнего открытия журнала в журнал были внесены изменения, номер увеличивается. Если журнал был испорчен, при включении ППКСИ-01 новый пустой журнал имеет номер 0
0x41	Номер журнала, младшее слово	
0x42	Число записей в журнале	Число записей является максимальным допустимым значением для регистра номера выбранной записи
0x43	Число прочитанных записей	Число записей, которые доступны в регистрах записей журнала
	Прочитанная запись 1	
0x44	Слово 2 записи	Выбранная в журнале запись, формат записи описан в таблице 6.7
0x45	Слово 1 записи	
0x46	Слово 0 записи	
	Прочитанная запись 2	
0x47	Слово 2 записи	Запись, по времени сделанная перед выбранной записью
0x48	Слово 1 записи	
0x49	Слово 0 записи	
	Прочитанная запись 3	
0x4A	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x4B	Слово 1 записи	
0x4C	Слово 0 записи	
	Прочитанная запись 4	
0x4D	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x4E	Слово 1 записи	
0x4F	Слово 0 записи	
	Прочитанная запись 5	
0x50	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x51	Слово 1 записи	
0x52	Слово 0 записи	
	Прочитанная запись 6	
0x53	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x54	Слово 1 записи	
0x55	Слово 0 записи	
	Прочитанная запись 7	
0x56	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x57	Слово 1 записи	
0x58	Слово 0 записи	
	Прочитанная запись 8	
0x59	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x5A	Слово 1 записи	
0x5B	Слово 0 записи	

Прочитанная запись 9		
0x5C	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x5D	Слово 1 записи	
0x5E	Слово 0 записи	
Прочитанная запись 10		
0x5F	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x60	Слово 1 записи	
0x61	Слово 0 записи	
Прочитанная запись 11		
0x62	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x63	Слово 1 записи	
0x64	Слово 0 записи	
Прочитанная запись 12		
0x65	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x66	Слово 1 записи	
0x67	Слово 0 записи	
Прочитанная запись 13		
0x68	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x69	Слово 1 записи	
0x6A	Слово 0 записи	
Прочитанная запись 14		
0x6B	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x6C	Слово 1 записи	
0x6D	Слово 0 записи	
Прочитанная запись 15		
0x6E	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x6F	Слово 1 записи	
0x70	Слово 0 записи	
Прочитанная запись 16		
0x71	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x72	Слово 1 записи	
0x73	Слово 0 записи	
Прочитанная запись 17		
0x74	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x75	Слово 1 записи	
0x76	Слово 0 записи	
Прочитанная запись 18		
0x77	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x78	Слово 1 записи	
0x79	Слово 0 записи	
Прочитанная запись 19		
0x7A	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x7B	Слово 1 записи	
0x7C	Слово 0 записи	
Прочитанная запись 20		
0x7D	Слово 2 записи	Запись, сделанная перед записью выше
0x7E	Слово 1 записи	
0x7F	Слово 0 записи	

Таблица 6.5. –Значения битов кода состояния ППКСИ-01.

КОД 7..0	БИТЫ	НАЗНАЧЕНИЕ
0b00mxxxxx	m=0 m=1 x	Подготовительное состояние Состояние измерения Любые значения
0b000000cx	c=0 c=1 x	Выход на рабочий режим Пауза 2 мин перед измерениями Любые значения
0b0000001s	s=0 s=1	Ожидание выбора режима калибровки Выбран режим калибровки
0b001tepll	t=0 t=1 ep=00 ep=01 ep=10 ep=11 ll=00 ll=01 ll=10 ll=11	Режим калибровки Режим измерения сопротивления Идет измерение по линии Измерение по линии завершено успешно Измерение по линии завершено неуспешно Измерение по линии не проводилось, на линии высокое напряжение Линия ТК Линия А Линия В Линия С

Таблица 6.6. –Коды состояния ППКСИ-01.

КОД	ЗНАЧЕНИЕ
0x00	Выход на рабочий режим после включения питания
0x02	Ожидание выбора режима «Калибровка»
0x03	Выбран режим калибровки
0x20	Идет измерение по линии ТК для калибровки
0x21	Идет измерение по линии А для калибровки
0x22	Идет измерение по линии В для калибровки
0x23	Идет измерение по линии С для калибровки
0x24	Измерен допустимый для калибровки сигнал линии ТК
0x25	Откалибрована линия А
0x26	Откалибрована линия В
0x27	Откалибрована линия С
0x28	Измерен недопустимый для калибровки сигнал линии ТК
0x29	Линия А не могла быть откалибрована
0x2A	Линия В не могла быть откалибрована
0x2B	Линия С не могла быть откалибрована
0x2D	При калибровке было высокое напряжение на линии А
0x2E	При калибровке было высокое напряжение на линии В
0x2F	При калибровке было высокое напряжение на линии С
0x30	Идет измерение по линии ТК
0x31	Идет измерение по линии А
0x32	Идет измерение по линии В
0x33	Идет измерение по линии С
0x34	Измерен допустимый сигнал линии ТК
0x35	Измерено сопротивление изоляции линии А
0x36	Измерено сопротивление изоляции линии В
0x37	Измерено сопротивление изоляции линии С
0x38	Измерен недопустимый сигнал линии ТК
0x3D	Высокое напряжение на линии А
0x3E	Высокое напряжение на линии В
0x3F	Высокое напряжение на линии С

Таблица 6.7. –Формат записи журнала.

СЛОВО 2 15..0	СЛОВО 1 15..0	СЛОВО 0 15..0	БИТЫ	НАЗНАЧЕНИЕ
		0bxxxxxxfTT TTTTTTTT	f=0 f=1 TTTTTTTTTT x	Сокращенный формат (для ТК или ТК и еще одной линии) Полный формат (для ТК и нескольких линий) Результат по ТК, аналогично регистру состояния ТК Любые значения
		0b0K0000TT TTTTTTTT	K=0 K=1 x	Сокращенный формат, результат только по ТК Результат получен в режиме проверки изоляции Результат получен в режиме калибровки Любые значения
	0bxxxxxxxxx HEEEEEEE	0bEEE110TT TTTTTTTT	EEEEEEEEEE H=01 H=10 H=11 H=0 H=1	Сокращенный формат, результат по ТК и одной линии Может быть получен только в режиме проверки изоляции Второй результат, аналогично регистру состояния А Второй результат по линии А Второй результат по линии В Второй результат по линии С На линии второго результата не было высокого напряжения На линии второго результата было высокое напряжение
0bxxxxxxxxx xxxIFFFF	0bFFFFFFHE EEEEEEEE	0bE01111TT TTTTTTTT	FFFFFFFFF H=011 H=101 H=110 I=0 I=1	Полный формат, результат по ТК и двум линиям Может быть получен только в режиме проверки изоляции Третий результат, аналогично регистру состояния А Второй и третий результат по линиям А и В Второй и третий результат по линиям А и С Второй и третий результат по линиям В и С На линии третьего результата не было высокого напряжения На линии третьего результата было высокое напряжение
0bJCCCCCCC CCCI BBBB	0bBBBBBBNA AAAAAAA	0bAK1111TT TTTTTTTT	AAAAAAAAA BBBBBBBBB CCCCCCCCC J=0 J=1	Полный формат, результат по всем линиям Результат по линии А, аналогично регистру состояния А Результат по линии В, аналогично регистру состояния А Результат по линии С, аналогично регистру состояния А На линии С не было высокого напряжения На линии С было высокое напряжение

7. Полезные ссылки.

Дополнительную информацию можно найти по следующим адресам:

1. <http://www.novatek-electro.com/> – официальный сайт ООО «НОВАТЕК-ЭЛЕКТРО»;
2. <http://www.modbus.org/> - сайт, посвященный стандарту MODBUS;
3. <http://www.rs485.com/> - сайт, посвященный последовательным интерфейсам EIA/TIA-232, EIA/TIA-422, EIA/TIA-485;