



Закрытое акционерное общество
«Научно-производственное предприятие «Автоматика»

Код ОКПД-2 26.51.43.110
Код ТН ВЭД ЕАЭС 9030 89 300 0



ПРИБОРЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЦИФРОВЫЕ СЕРИИ ПКЦ

**ПРИБОР ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ ДВЕНАДЦАТИКАНАЛЬНЫЙ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКА**

ПКЦ-12

Коммуникационный интерфейс. Руководство по применению
АВДП.411131.007.02РП

г. Владимир

Версия документа: 02РЭ

Редакция 10 окт, 2019

Файл: ПКЦ-12_ПП(418-5х).v02.r03.191010.odt

Оглавление

Введение.....	4
1 Подключение.....	4
2 Протокол взаимодействия прибора ПКЦ-12 и ВЕДУЩЕГО устройства.....	6
3 Форматы данных в регистрах хранения.....	8
4 Формат поля дискретных выходов.....	14
5 Описание функций.....	16
6 Исключительные ответы.....	20
Лист регистрации изменений.....	23

					АВДП.411131.007.02РП						
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Прибор измерительный цифровой двенадцатиканальный для измерения тока ПКЦ-12 Коммуникационный интерфейс. Руководство по применению			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
<i>Разраб.</i>	<i>Зеленов</i>									3	24
<i>Проверил</i>	<i>Дерябин</i>							ЗАО "НПП "Автоматика"			
<i>Гл.констр.</i>	<i>Шмелёв</i>										
<i>Н.Контр.</i>	<i>Слободянюк</i>										
<i>Утв.</i>	<i>Петров</i>										

Введение

Настоящее руководство по применению предназначено для обеспечения правильной эксплуатации прибора измерительного цифрового двенадцатиканального для измерения тока ПКЦ-12 (далее - прибор) при использовании обмена данными по последовательному цифровому интерфейсу. Перед работой необходимо ознакомиться с Паспортом и Руководством по эксплуатации на прибор.

1 Подключение

1.1 Подключение приборов через интерфейс RS-232C.

Индивидуальное подключение прибора (**Рисунок 1а**) осуществляется нуль-модемным кабелем длиной до 15 м (**Рисунок 2**) непосредственно к коммуникационному (COM) порту RS-232C компьютера. Подключение группы приборов осуществляется через устройство разветвления (**Рисунок 1б**).

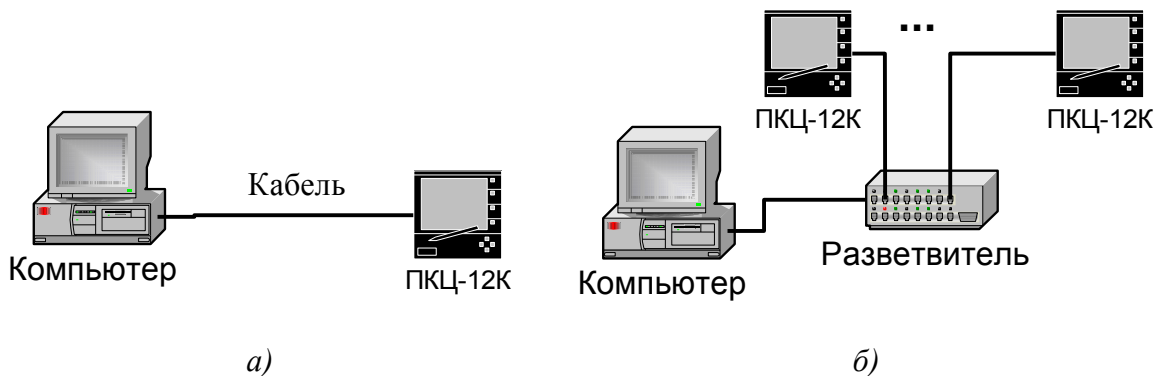


Рисунок 1 - Подключение ПКЦ-12 к компьютеру через RS-232C
а) индивидуальное, б) групповое

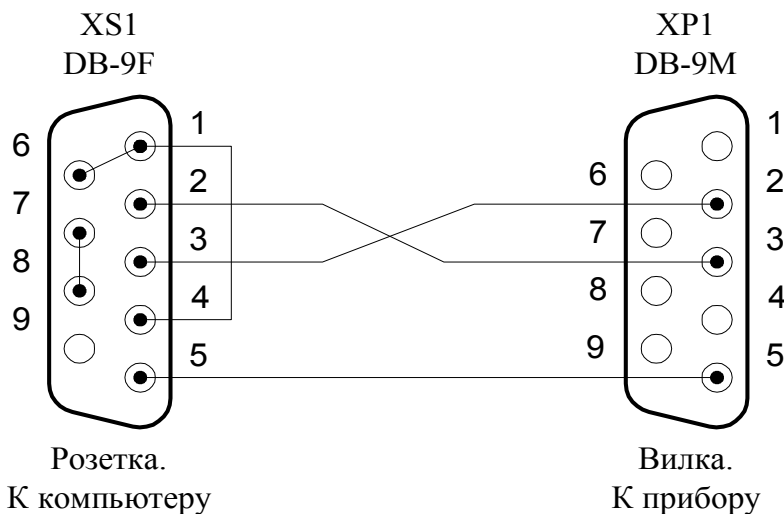


Рисунок 2 - Схема кабеля для подключения ПКЦ-12 к компьютеру

1.2 Подключение приборов через интерфейс RS-485.

Среда передачи – витая пара в экране. Топология подключения магистральная. Через один преобразователь интерфейса RS-232/RS-485 можно подключить к компьютеру не более 32 приборов (Рисунок 3). Преобразователь интерфейса RS-232/RS-485 должен автоматически переключать направление передачи. Используя дополнительные коммуникационные порты компьютера и преобразователи интерфейса RS-232/RS-485 можно подключить дополнительные сегменты сети. Максимальная длина сегмента 1,2 км. Сегмент должен быть снабжен на обоих концах согласующими резисторами R_V номиналом 120 Ом (Рисунок 4). Используя трансляторы сигналов RS-485 (до двух штук) можно увеличить длину сегмента и количество приборов в сегменте локальной сети.

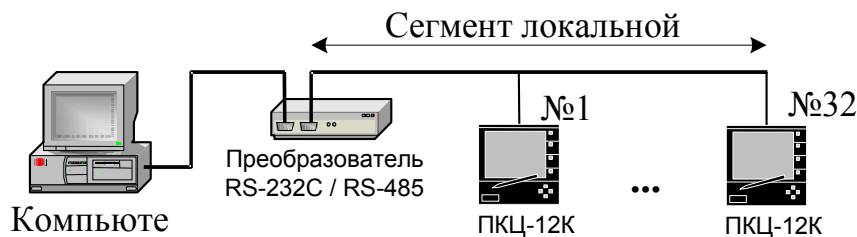


Рисунок 3 - Подключение через RS-485

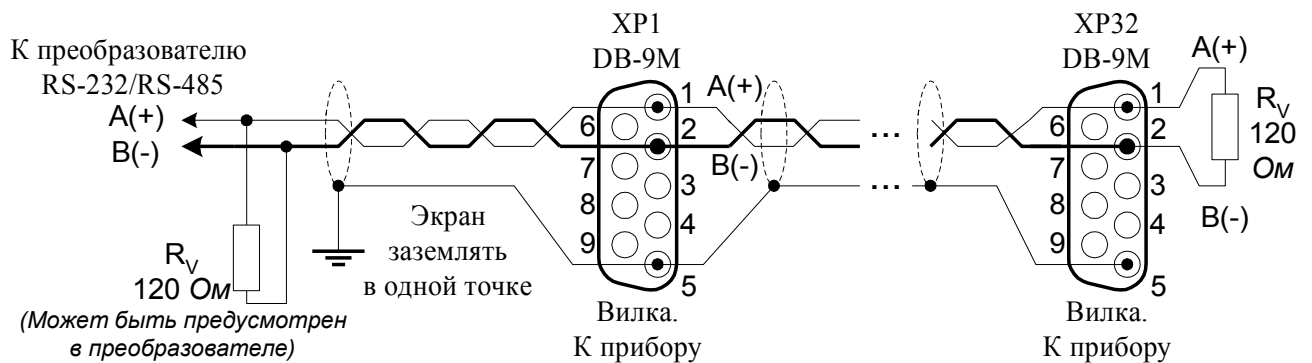


Рисунок 4 - Схема соединений в сегменте сети

Для работы по интерфейсу RS-485 используются следующие цепи соответствующего разъема DB-9 на задней панели прибора:

- контакт 1 – A485 (DATA+);
- контакт 2 – B485 (DATA-);
- контакт 5 – общий провод (соединять с экраном кабеля), не имеющий гальванической связи с корпусом прибора, соединённый с общим проводом цифровой части прибора через резистор 100 Ом.

2 Протокол взаимодействия прибора ПКЦ-12 и ВЕДУЩЕГО устройства

2.1 Протокол взаимодействия прибора ПКЦ-12 (далее ВЕДОМЫЙ) и мастера сети (далее ВЕДУЩИЙ) регламентирует процедуры обмена информацией на физическом и канальном уровнях.

Прибор реализует необходимую часть функций протокола MODBUS RTU фирмы MODICON (<http://www.modbus.org>, www.modicon.com/openmbus) с учётом специфики прибора, которая описана в данном документе.

2.2 Прибор, подключаемый к локальной сети, называется узлом сети и имеет адрес (от 1 до 247).

Приборы в сети пассивны, любой обмен данными инициируется мастером сети (ВЕДУЩИМ). Мастером может выступать компьютер или контроллер. Мастер передаёт приборам настроечные параметры, команды управления и считывает текущие данные.

2.3 Скорость обмена данными может выбираться из ряда 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 бит в секунду. Выбор скорости передачи может осуществляться путём формирования ВЕДУЩИМ специальной команды или с передней панели прибора в режиме его программирования (смотри [примечание 4 в Приложении D Руководства по эксплуатации](#)).

2.4 Обмен данными ведётся посылками из нескольких байт. Формат байта соответствует формату UART и приведён ниже.

СТАРТ-бит	D0 (младший)	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7 (старший)	P	СТОП-бит
0	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	1

Бит «P» представляет собой бит дополнения до чётности (нечётности) или стоп-бит в зависимости от конфигурации коммуникационного порта. Для рассматриваемого протокола бит «P» всегда заменяется стоповым ("1"), таким образом за битом D7 всегда следуют два СТОП-бита, и длина посылки составляет 11 бит.

2.5 Время между окончанием приёма посылки от ВЕДУЩЕГО и началом выдачи ВЕДОМЫМ ответа не должно превышать 100 мс (тайм-аут).

ВЕДУЩИЙ не должен передавать (формировать внутри себя он может что угодно) запрос ни в один из подключённых к локальной сети приборов (а не только в данный прибор ПКЦ-12) до тех пор, пока не получен ответ на предыдущий запрос (кроме широковещательного) или пока не истёк тайм-аут. Следующий запрос ВЕДОМОГО после широковещательного может быть передан не ранее чем через 100 мс после его завершения.

Лист	АВДП.411131.007.02РП								
6		Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

2.6 Если при приёме информации от ВЕДУЩЕГО произошла ошибка приёма стоп-бита или CRC-кода, а также в случае приёма посылки с недопустимой для данного прибора функцией, запрос игнорируется и ответ не формируется. Логика работы прибора вновь инициализирует процедуру приёма очередной посылки.

2.7 Ни одно сообщение, отправляемое в адрес ПКЦ-12, не может быть длиннее 13 байт, включая адрес узла и CRC-код. Сообщения большей длины игнорируются прибором и ответ не формируется.

2.8 Если запрос успешно принят, но прибор по каким-либо причинам не может выполнить команду, предписываемую этим запросом, формируется исключительный ответ (раздел 6).

2.9 Для вычисления CRC-кода используется алгоритм, рекомендованный фирмой Modicon:

Шаг 1. Загрузить в 16-разрядный CRC-регистр шестнадцатеричное число FFFFH (все единицы).

Шаг 2. Выполнить операцию «Исключительно ИЛИ» между первым байтом сообщения и младшим байтом CRC-регистра. Поместить результат в младший байт CRC-регистра.

Шаг 3. Выделить младший значащий разряд (МЗР). Сдвинуть содержимое CRC-регистра на одну позицию вправо (по направлению к МЗР) и записать ноль в старший значащий разряд (СЗР).

Шаг 4. Если МЗР до сдвига был равен 0, то необходимо повторить шаг 3 (выполнить очередной сдвиг). Если МЗР был равен 1, выполнить операцию «Исключительно ИЛИ» между содержимым CRC-регистра и шестнадцатеричной константой A001H (1010 0000 0000 0001).

Шаг 5. Повторять шаги 3 и 4 пока не будет выполнено восемь сдвигов (пока не закончится обработка полного байта).

Шаг 6. Повторять шаги со 2 по 5 для обработки всех последующих байтов сообщения.

Шаг 7. Итоговое содержимое CRC-регистра является CRC-величиной.

Шаг 8. При включении CRC в сообщение необходимо поменять местами старший (high) и младший (low) байты CRC-регистра.

Пример:

Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4	Байт 5	Байт 6	Байт 7	CRC low	CRC high
23H	11H	04H	43H	FFH	31H	01H	0AH	A7H

3 Форматы данных в регистрах хранения

Область регистровой памяти, предназначенная для чтения и записи шестнадцатиразрядной информации, занимает 410 байт, начиная с адреса 00Н (с номера 40001), причём для чтения доступна вся эта область, а для записи только часть её. При чтении и записи необходимо правильно указывать длину параметра (число регистров, в которых параметр записан, по карте памяти регистров хранения), иначе прибор даст исключительный ответ (раздел 6).

Протокол MODBUS оперирует двухбайтовыми регистрами и нумерация их начинается не с 0, а с 40001, поэтому диапазон адресов для работы с регистрами, ограниченный значениями 0000Н... 00ССН (205 двухбайтовых регистров), соответствует диапазону номеров регистров от 40001 до 40205. Например, параметр «Кпер2» занимает два регистра с адресами 0010Н и 0011Н, номера этих регистров соответственно 40017 и 40018.

Таблица 1 содержит карту памяти 205 двухбайтовых регистров с указанием шестнадцатеричных адресов $AdrH_AdrL$ и десятичных номеров регистров.

Назначение конкретных полей 410-байтовой области:

Поле	Ch1	Ch2	Ch3 ... Ch10	Ch11	Ch12	ADC	Mode
Длина	32	32	32*8 = 256	32	32	24	2

Поля Ch1... Ch12 длиной 32 байтов каждое физически представляют из себя области памяти прибора, хранящие различную информацию об одном из двенадцати каналов прибора.

Формат поля:

Поле	Кпер	Imin	CDP	Mmin	Mmax	Mnu	Mvu	GisNU	GisVU
Длина	4	2	2	4	4	4	4	4	4
Тип доступа	R*	R	R	R	R	R/W**	R/W	R/W	R/W

* R (поле предназначено только для чтения);

** R/W (поле может использоваться как для чтения, так и для записи).

Здесь:

Кпер – коэффициент пропорциональности (пересчёта) между считанным значением АЦП и значением, выводимым на 4-разрядный индикатор параметра прибора. Такая длина практически не оказывает влияние на результирующую точность прибора, которая в этом случае зависит в основном от аппаратной части прибора (линейность и точность АЦП, стабильность опорного напряжения, напряжение смещения операционного усилителя, стабильность нагрузочных резисторов, продольного сопротивления канальных ключей);

Лист	АВДП.411131.007.02РП				
8		Изм	Лист	№ докум.	Подпись
					Дата

Карта памяти

AdrL								
AdrH	0	1	2	3	4	5	6	7
000	Кпер1 [R] 40001		Imin1 [R] 40003	CDP1 [R] 40004	Mmin1 [R] 40005		Mmax1 [R] 40007	
001	Кпер2 [R] 40017		Imin2 [R] 40019	CDP2 [R] 40020	Mmin2 [R] 40021		Mmax2 [R] 40023	
002	Кпер3 [R] 40033		Imin3 [R] 40035	CDP3 [R] 40036	Mmin3 [R] 40037		Mmax3 [R] 40039	
003	Кпер4 [R] 40049		Imin4 [R] 40051	CDP4 [R] 40052	Mmin4 [R] 40053		Mmax4 [R] 40055	
004	Кпер5 [R] 40065		Imin5 [R] 40067	CDP5 [R] 40068	Mmin5 [R] 40069		Mmax5 [R] 40071	
005	Кпер6 [R] 40081		Imin6 [R] 40083	CDP6 [R] 40084	Mmin6 [R] 40085		Mmax6 [R] 40087	
006	Кпер7 [R] 40097		Imin7 [R] 40099	CDP7 [R] 40100	Mmin7 [R] 40101		Mmax7 [R] 40103	
007	Кпер8 [R] 40113		Imin8 [R] 40115	CDP8 [R] 40116	Mmin8 [R] 40117		Mmax8 [R] 40119	
008	Кпер9 [R] 40129		Imin9 [R] 40131	CDP9 [R] 40132	Mmin9 [R] 40133		Mmax9 [R] 40135	
009	Кпер10 [R] 40145		Imin10 [R] 40147	CDP10 [R] 40148	Mmin10 [R] 40149		Mmax10 [R] 40151	
00A	Кпер11 [R] 40161		Imin11 [R] 40163	CDP11 [R] 40164	Mmin11 [R] 40165		Mmax11 [R] 40167	
00B	Кпер12 [R] 40177		Imin12 [R] 40179	CDP12 [R] 40180	Mmin12 [R] 40181		Mmax12 [R] 40183	
00C	ADC1 [R] 40193	ADC2 [R] 40194	ADC3 [R] 40195	ADC4 [R] 40196	ADC5 [R] 40197	ADC6 [R] 40198	ADC7 [R] 40199	ADC8 [R] 40200
	0	1	2	3	4	5	6	7

- AdrH, AdrL – старшая и младшая части адреса;
- [R] – регистр доступен только для чтения;

Таблица 1

регистров хранения

AdrL								AdrH
8	9	A	B	C	D	E	F	
Mnu1 [R/W] 40009		Mvu1 [R/W] 40011		GisNU1 [R/W] 40013		GisVU1 [R/W] 40015		000
Mnu2 [R/W] 40025		Mvu2 [R/W] 40027		GisNU2 [R/W] 40029		GisVU2 [R/W] 40031		001
Mnu3 [R/W] 40041		Mvu3 [R/W] 40043		GisNU3 [R/W] 40045		GisVU3 [R/W] 40047		002
Mnu4 [R/W] 40057		Mvu4 [R/W] 40059		GisNU4 [R/W] 40061		GisVU4 [R/W] 40063		003
Mnu5 [R/W] 40073		Mvu5 [R/W] 40075		GisNU5 [R/W] 40077		GisVU5 [R/W] 40079		004
Mnu6 [R/W] 40089		Mvu6 [R/W] 40091		GisNU6 [R/W] 40093		GisVU6 [R/W] 40095		005
Mnu7 [R/W] 40105		Mvu7 [R/W] 40107		GisNU7 [R/W] 40109		GisVU7 [R/W] 40111		006
Mnu8 [R/W] 40121		Mvu8 [R/W] 40123		GisNU8 [R/W] 40125		GisVU8 [R/W] 40127		007
Mnu9 [R/W] 40137		Mvu9 [R/W] 40139		GisNU9 [R/W] 40141		GisVU9 [R/W] 40143		008
Mnu10 [R/W] 40153		Mvu10 [R/W] 40155		GisNU10 [R/W] 40157		GisVU10 [R/W] 40159		009
Mnu11 [R/W] 40169		Mvu11 [R/W] 40171		GisNU11 [R/W] 40173		GisVU11 [R/W] 40175		00A
Mnu12 [R/W] 40185		Mvu12 [R/W] 40187		GisNU12 [R/W] 40189		GisVU12[R/W] 40191		00B
ADC9 [R] 40201	ADC10 [R] 40202	ADC11 [R] 40203	ADC12 [R] 40204	00C	-	-	-	00C
8	9	A	B	C	D	E	F	

- [R/W] – регистр доступен как для чтения так и для записи;
 - 40XXX – номер регистра (по протоколу MODBUS).

I_{min} – значение кода 12-разрядного АЦП, соответствующее минимальному значению диапазона входных токов (0-5 или 4-20 мА). Реально используется только 12 бит (1,5 байта из двухбайтового кода), старшие незначащие биты равны 0;

CDP – указатель (счетчик) положения десятичной точки на четырехразрядном индикаторе;

M_{min} – значение нижнего предела индикации;

M_{max} – значение верхнего предела индикации;

M_{nu} – значение уставки нижнего уровня, при достижении которого наступает срабатывание сигнализации НУ;

M_{vu} – значение уставки верхнего уровня, при достижении которого наступает срабатывание сигнализации ВУ;

$GisNU$ – значение гистерезиса для уставки нижнего уровня;

$GisVU$ – значение гистерезиса для уставки верхнего уровня.

Все вышеуказанные четырехбайтовые поля (кроме I_{min} и CDP) располагаются в памяти в виде шестнадцатеричных чисел и имеют следующий формат: первым младшее 16-разрядное слово, вторым – старшее слово, причём при формировании посылок сначала выставляется старший байт слова, затем – младший байт слова.

Пример:

Коэффициент передачи $K_{пер} = 2\ 389\ 617\ 240$ (8E6EAA58H) располагается в четырех байтах памяти в следующем порядке: AAH, 58H, 8EH, 6EH. В первом 16-разрядном регистре хранится код AA58H, во втором 8E6EH.

Положительные числа кодируются прямым кодом, отрицательные числа – дополнительным (дополнение до 1 00 00 00 00H).

Пример:

Уставка нижнего уровня $M_{nu} = -9784,000$ располагается в памяти следующим образом: B5H, 40H, FFH, 6AH.

Значения $K_{пер}$, M_{min} , M_{max} , M_{nu} , M_{vu} могут быть как положительными, так и отрицательными; значения I_{min} , CDP , $GisNU$, $GisVU$ – только положительными.

Поля M_{min} , M_{max} , M_{nu} , M_{vu} , $GisNU$, $GisVU$ содержат соответствующие значения этих величин, умноженные в 1000 раз (для исключения дробных чисел из арифметических операций). При выводе содержимого этих полей на четырехразрядный индикатор необходимо преобразовать их в десятичный вид и разделить на 1000.

Пример:

Поле M_{nu} содержит следующую цепочку байт: 77 DC 00 01H. После преобразования в десятичную форму и деления на 1000 получаем 96,22. Если содержимое поля $CountDP = 00000000\ 00000010B$, то на индикатор в режиме отображения НУ будет выводиться 96,2, при этом отображение старшего незначащего нуля блокируется, а величина самого младшего отображаемого разряда округляется в большую сторону, если цифра справа от самого младшего отображаемого разряда больше или равна 5.

Двухбайтовые поля *Imin* и *CDP* располагаются таким образом, что первым идет старший байт, вторым идет младший байт.

Формат поля *CDP* приведен ниже.

Байт 1 (при передаче первый)								Байт 2 (при передаче второй)							
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	CountDP

CountDP – положение десятичной точки для вывода на цифровой четырёхразрядный индикатор параметра (*Mtek*):

00 – десятичная точка в самом старшем разряде индикатора {000[у,xxx]};

01 – десятичная точка во втором разряде индикатора {00[ух,xx]0};

10 – десятичная точка в третьем разряде индикатора {0[ухх,х]00};

11 – десятичная точка в самом младшем разряде индикатора {[уххх],000},

при этом реально в последнем случае десятичная точка не отображается;

х – любая из цифр 0...9;

у – любая из цифр 0...9 или -1 (для самого старшего разряда);

[уххх] – видимая (отображаемая на индикаторе) часть 7-разрядного десятичного числа после преобразования *Mtek* в десятичную форму. Старшие незначащие нули на индикатор не выводятся.

Все вышеуказанные поля устанавливаются независимо для каждого канала.

Поле *ADC* длиной 24 байта представляет собой последовательность текущих отсчетов АЦП для всех 12 каналов. Формат поля приведен ниже.

Поле	<i>ADC1</i>	<i>ADC2</i>	<i>ADC3 ... ADC10</i>	<i>ADC11</i>	<i>ADC12</i>
Длина, байт	2	2	8·2 = 16	2	2

ADC1...ADC12 – значения кода 12-разрядного АЦП, соответствующее текущему значению входного тока для соответствующего канала. Значащими являются только 12 младших битов двухбайтового кода. Значению *ADC* = 0DFFH соответствует двухбайтовая область памяти, содержащая следующие данные 0DH и FFH (старший байт первым).

Вычисление текущего состояния четырёхразрядного индикатора определяется с помощью следующей формулы:

$$Mtek(i) = \{Mmin(i) + Kпер(i) \times [ADC(i) - Imin(i)] / 65536\} / 1000,$$

где *i* – номер текущего канала; *Mmin*, *Kпер* – содержимое соответствующих полей области памяти.

Коэффициент пропорциональности *Kпер* вычисляется процессором прибора на этапе калибровки по следующей формуле:

$$Kпер(i) = 65536 \times [Mmax - Mmin] / [Imax - Imin].$$

Использование множителя 65536 обусловлено удобством обработки целых чисел без использования десятичных дробей. Кроме того, процесс деления на 65536 прост, т. к. в этом случае достаточно отбросить два младших байта промежуточного результата.

Лист	АВДП.411131.007.02РП					
12		Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Результирующее число *Mtek* длиной 4 байта в шестнадцатеричной форме преобразуется в 7-разрядное десятичное число диапазона $-1999000\dots+9999000$. Выбор четырёх разрядов для вывода на индикатор определяется в зависимости от значения поля *CountDP* как указано выше. Установка этого поля и запись его в РПЗУ производится в режиме программирования верхнего предела индикации (*Mmax*) и не может быть изменено в других режимах.

Пример вычисления *Mtek*.

Необходимо определить состояние входа для пятого канала.

Пусть текущее состояние буфера ADC5 по адресу 00C4H (номер 40197) равно 0EFFH (*ADC5* = 3839).

Пусть в строке параметров пятого канала, начиная с адреса 0040H (номер 40065), находится цепочка байт: 53 F0 02 00 | 03 2B | 00 03 | 1A 80 00 06 | 84 80 00 1E | 42 40 00 0 | 4F 80 00 12 | 27 10 00 00 | 2E E0 00 00.

Переведённые в десятичный формат параметры: *Kпер5* = 020053F0H = 33575920, *Imin5* = 032BH = 811, *CountDP5* = 0003H = 3, *Mmin5* = 00061A80H = 400 000 (400,000), *Mmax5* = 001E8480H = 2 000 000 (2 000,000), *Mnu5* = 000F4240H = 1 000 000 (1 000,000), *Mvu5* = 00124F80H = 1 200 000 (1200,000), *GisNU5* = 00002710H = 10 000 (10,000), *GisVU5* = 00002EE0H = 12 000 (12,000).

Не обязательно читать всю строку параметров пятого канала (16 регистров). Достаточно прочитать параметры *Kпер5*, *Imin5*, *CDP5*, *Mmin5* начиная с адреса 0040H (номер 40065).

По вышеприведённой формуле необходимо вычислить значение *Mtek5*, которое будет равно 1951, при этом десятичная точка в младшем разряде отображаться не будет.

Поскольку 32-байтовые поля для каждого канала хранятся в РПЗУ и записываются туда только в процессе программирования с передней панели прибора или по команде записи ВЕДУЩЕГО (поля *Mnu*, *Mvu*, *GisNU*, *GisVU*), то в постоянном чтении этих регистров необходимости нет, хотя этому ничто не препятствует. Для сокращения времени обмена при определении текущего состояния входов прибора достаточно читать только поле *ADC* с последующим вычислением текущего значения *Mtek*. Признаком того, что 32-байтовое поле, возможно, модифицируется, служат флаги ПРГ и FLWR в поле *Mode*.

Поле *Mode* представляет собой двухбайтовый буфер, первый байт которого представляет собой текущий режим работы, второй байт – номер канала, отображаемого в текущий момент на передней панели прибора.

Формат первого байта приведён ниже.

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
АВТ	ПРГ	FLWR	0	0	РЕЖИМ		

Здесь:

АВТ – режим переключения каналов (0 – ручной, 1 – автоматический с периодом 4,5 секунд);

ПРГ – режим программирования с передней панели различных уставок, пределов индикации (0 – режим выключен, 1 – включён). Этот бит может быть включён только при АВТ = 0;

FLWR – флаг записи в РПЗУ, устанавливается в момент инициализации процедуры записи информации в РПЗУ, сбрасывается после чтения ВЕДУЩИМ поля Mode. С помощью этого флага ВЕДУЩИЙ может определить, что произошли какие-то изменения в РПЗУ (например, пределы шкалы параметра), способные повлиять на состояние отображаемого параметра. Если изменения в РПЗУ нет, то ВЕДУЩИЙ считывает состояние АЦП (ADC) и рассчитывает выходной параметр по заданным формулам. Если изменения есть, то состояния коэффициентов для каждого канала необходимо пересчитать;

РЕЖИМ – режим работы прибора:

000 – измерение входного параметра для текущего канала;

001 – отображение уставки НУ для текущего канала;

010 – отображение уставки ВУ для текущего канала;

011 – отображение памяти, в этом режиме на светодиоды сигнализации выводится информация о фактах выхода входного параметра за пределы соответствующих уставок с момента сброса памяти до текущего момента;

100 – отображение нижнего предела индикации параметра текущего канала;

101 – отображение верхнего предела индикации параметра текущего канала;

110 – отображение гистерезиса НУ текущего канала;

111 – отображение гистерезиса ВУ текущего канала;

При установке бита ПРГ в состояние «1» биты поля РЕЖИМ означают включение режима программирования для соответствующего режима (например, включение режима программирования нижней уставки или верхнего предела индикации).

Формат второго байта приведен ниже.

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	НОМЕР КАНАЛА			

Поле НОМЕР КАНАЛА содержит информации о текущем канале:

0001 - канал 1; 0010 – канал 2; ; 1100 – канал 12.

4 Формат поля дискретных выходов

Область памяти (смотри поле StatusIND, Таблица 2), предназначенная для чтения битов сигнализации о превышении уставок нижнего или верхнего уровня (НУ и ВУ) для каждого из двенадцати каналов (функция 01Н), занимает шесть байт, начиная с адреса 00Н.

Протокол MODBUS оперирует дискретными выходами (coil status), нумерация которых начинается не с 0, а с 00001, поэтому диапазон адресов для работы с дискретными выходами, ограниченный значениями 0000Н... 002FH (48 дискретных выходов), соответствует диапазону номеров дискретных выходов от 00001 до 00048.

Например, светодиод индикации текущего превышения верхней уставки в канале 3 (BT3) имеет адрес 0005H, номер этого дискретного выхода 00006.

Количество битов при чтении может находиться в пределах от 1 до 48. Чтение осуществляется байтами, поэтому при запросе количества битов не кратного восьми, лишние биты в последнем байте будут заполнены нулями.

Таблица 2 - Поле дискретных выходов (StatusIND)

		Ad_L							
Ad_H		0	1	2	3	4	5	6	7
000		HT1 00001	BT1 00002	HT2 00003	BT2 00004	HT3 00005	BT3 00006	HT4 00007	BT4 00008
		Ad_L							
Ad_H		8	9	A	B	C	D	E	F
000		HT5 00009	BT5 00010	HT6 00011	BT6 00012	HT7 00013	BT7 00014	HT8 00015	BT8 00016
		Ad_L							
Ad_H		0	1	2	3	4	5	6	7
001		HT9 00017	BT9 00018	HT10 00019	BT10 00020	HT11 00021	BT11 00022	HT12 00023	BT12 00024
		Ad_L							
Ad_H		8	9	A	B	C	D	E	F
001		HP1 00025	BP1 00026	HP2 00027	BP2 00028	HP3 00029	BP3 00030	HP4 00031	BP4 00032
		Ad_L							
Ad_H		0	1	2	3	4	5	6	7
002		HP5 00033	BP5 00034	HP6 00035	BP6 00036	HP7 00037	BP7 00038	HP8 00039	BP8 00040
		Ad_L							
Ad_H		8	9	A	B	C	D	E	F
002		HP9 00041	BP9 00042	HP10 00043	BP10 00044	HP11 00045	BP11 00046	HP12 00047	BP12 00048

Здесь:

HT(i), BT(i) – состояние буфера текущего превышения уставок НУ и ВУ для *i*-того канала;

HP(i), BP(i) – состояние памяти о факте выхода входных сигналов за пределы уставок НУ и ВУ для *i*-того канала (режим памяти);

Ad_H, Ad_L – старшая и младшая части адреса (шестнадцатеричные);

000XX – номер дискретного выхода (по протоколу Modbus).

Отображение информации на светодиоды происходит из буферов НТ(i), ВТ(i) для режима измерений (ИЗМ) и буферов НП(i), ВП(i) для режима памяти (П).

Срабатывание индикации НУ происходит при уменьшении входного сигнала до значения (Mnu-GisNU). Снятие индикации НУ происходит при увеличении входного сигнала до значения (Mnu+GisNU).

Срабатывание индикации ВУ происходит при увеличении входного сигнала до значения (Mvu+GisVU). Снятие индикации ВУ происходит при уменьшении входного сигнала до значения (Mvu-GisVU).

Установка величины гистерезиса осуществляется в соответствующем режиме при программировании прибора, после чего она хранится в РПЗУ прибора.

5 Описание функций

5.1 **Функция 01Н (01₁₀)**. Запрос ВЕДУЩЕГО «Чтение состояния дискретных выходов» ВЕДОМОМУ узлу сети.

Адрес	01Н	Старший байт адреса	Младший байт адреса	Старший байт количества дискретных выходов	Младший байт количества дискретных выходов	CRC-16
-------	-----	---------------------	---------------------	--	--	--------

По этой команде ВЕДУЩЕЕ устройство запрашивает состояние поля StatusIND (любое количество от 1 до 48 бит).

Ответ ВЕДОМОГО на запрос ВЕДУЩЕГО (Функция 01Н).

Адрес	01Н	Счетчик байт (1...6)	Содержимое поля StatusIND (1...6 байт, младшим байтом вперед)	CRC-16
-------	-----	----------------------	---	--------

Пример чтения 12 дискретных выходов узла сети №49, начиная с номера 00007 (с адреса 06Н):

Запрос:

31Н	01Н	00Н	06Н	00Н	0СН	D9Н	FEH
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Ответ:

31Н	01Н	02Н	55Н	05Н	06Н	ABH
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Младший байт ответа (1): 55Н = 01010101 = ВТ7, НТ7, ВТ6, НТ6, ВТ5, НТ5, ВТ4, НТ4.

Старший байт ответа (2): 05Н = 00000101 = 0, 0, 0, 0, ВТ9, НТ9, ВТ8, НТ8.

5.2 **Функция 03Н (03₁₀)**. Запрос ВЕДУЩЕГО «Чтение содержимого регистров хранения» ВЕДОМОМУ узлу сети.

Адрес	03Н	Адрес первого регистра	Количество регистров	CRC-16
-------	-----	------------------------	----------------------	--------

Передача двухбайтового адреса первого регистра и двухбайтового количества читаемых регистров начинается со старшего байта.

Лист	АВДП.411131.007.02РП				
16		Изм	Лист	№ докум.	Подпись

Ответ ВЕДОМОГО на запрос ВЕДУЩЕГО (Функция 03Н).

Адрес	03Н	Счетчик байтов	Старший байт регистра 1	Младший байт регистра 1	Старший байт регистра 2	Младший байт регистра 2	CRC-16
-------	-----	----------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	--------

За одно сканирование можно прочитать один или два регистра (два или четыре байта).

В ПКЦ-12 «Регистр 1» содержит младшие 16 битов параметра, а «Регистр 2» – старшие 16 битов.

Пример чтения двух регистров узла сети № 9, начиная с номера 40017 (с адреса 10Н). Кпер2 = 0F847ACDH:

Запрос:	09Н	03Н	00Н	10Н	00Н	02Н	C4Н	86Н
---------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Ответ:	09Н	03Н	04Н	7АН	CDН	0FH	84Н	FEN	87Н
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

5.3 Функция 10Н (16₁₀). Запрос ВЕДУЩЕГО «Запись информации в группу регистров хранения» ВЕДОМОМУ узлу.

Адрес	10Н	Адрес первого регистра	Количество регистров	Счетчик байтов	Значение 1	Значение 2	CRC-16
-------	-----	------------------------	----------------------	----------------	------------	------------	--------

Передача двухбайтового адреса первого записываемого регистра начинается со старшего байта. Это справедливо и для двухбайтового количества регистров и полей «Значение».

Счетчик байтов имеет длину в один байт.

Для ПКЦ-12 поле «Значение 1» должно содержать младшие 16 битов параметра, а «Значение 2» – старшие 16 битов.

Ответ ВЕДОМОГО на запрос ВЕДУЩЕГО (Функция 10Н).

Адрес	10Н	Адрес первого регистра	Количество регистров	CRC-16
-------	-----	------------------------	----------------------	--------

В ответной посылке передача двухбайтового адреса первого записываемого регистра и двухбайтового количества регистров (0002Н) начинается со старшего байта.

Замечание. Ввиду того, что прибор ПКЦ-12 имеет очень короткий приёмный буфер (13 байт), использование функции 10Н ограничено возможностью записи только двух регистров (четырёх байтов). Поэтому запись уставок и гистерезисов необходимо выполнять в несколько приёмов. Последовательность записи произвольная, но эти два регистра (четыре байта) должны принадлежать одному параметру (например, уставке НУ), а не разным (например, два младших байта НУ и два старших байта ВУ). Запись одного регистра (двух байт) теоретически возможна, однако логически бессмысленна, поскольку за один приём будет записана только часть параметра.

						АВДП.411131.007.02РП	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			17

Пример записи поля уставки НУ (00 23 8F 1DH) для канала № 3 узла сети № 9:

Запрос:	09H	10H	00H	28H	00H	02H	04H	8FH	1DH	00H	23H	21H	7AH
---------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Ответ:	09H	10H	00H	28H	00H	02H	C0H	88H
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

5.4 Функция 11H (17₁₀). Запрос ВЕДУЩЕГО «Чтение идентификатора локального устройства» ВЕДОМОМУ узлу сети Modbus.

Адрес	11H	CRC-16
-------	-----	--------

Ответ ВЕДОМОГО на запрос ВЕДУЩЕГО (Функция 11H).

Адрес	11H	Счетчик байт (04H)	Идентификатор прибора (43H)	00H = Откл FFH = Вкл	Спецификация прибора (2 байта)	CRC (2 байта)
-------	-----	--------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------------------	---------------

Поле спецификации прибора состоит из двух байт.

Байт 1:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Резерв		Количество каналов				Погрешность	
0	0	1	1	0	0	00 – 1,0 %, 01 – 0,5 % 10 – 0,2 %, 11 – 0,1 %	

Байт 2:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Номер версии прибора: 1...255 (01H...FFH)							

5.5 Функция 13H (19₁₀). Инициализация коммуникационного порта (широковещательная функция).

00H	13H	Байт инициализации						CRC-16	
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
		0	0	0	0	0	Speed		

Speed – скорость обмена с коммуникационным портом:

000 – 1200 бит/с;

001 – 2400 бит/с;

010 – 4800 бит/с

011, 101, 110, 111 – 9600 бит/с;

100 – 19200 бит/с.

ВЕДОМОЕ устройство, получив такой запрос ВЕДУЩЕГО, переинициализирует коммуникационный порт, однако ответ ВЕДУЩЕМУ не посылает.

5.6 Диагностическая функция 08H (08₁₀).

5.6.1 Подфункция 0000H (0₁₀). Запрос ВЕДУЩЕГО «Возврат данных запроса» ВЕДОМОМУ узлу.

Адрес	08H	00H	00H	Старший байт данных	Младший байт данных	CRC-16
-------	-----	-----	-----	---------------------	---------------------	--------

Ответ ВЕДОМОГО на запрос ВЕДУЩЕГО (Подфункция 0000H).

Адрес	08H	00H	00H	Старший байт данных	Младший байт данных	CRC-16
-------	-----	-----	-----	---------------------	---------------------	--------

Нормальный ответ ВЕДОМОГО на запрос ВЕДУЩЕГО содержит те же данные, что и запрос. Ответ должен быть эхом запроса.

5.6.2 Подфункция 0001H (01₁₀). Запрос ВЕДУЩЕГО «Перезапустить опции настройки коммуникационного порта» ВЕДОМОМУ узлу.

Адрес	08H	00H	01H	00H или FFH	00H	CRC-16
-------	-----	-----	-----	-------------	-----	--------

По этому запросу ВЕДОМОЕ устройство переводится в режим ONLINE, формирует следующий ответ (Подфункция 0001H).

Адрес	08H	00H	01H	00H или FFH (эхо запроса)	00H	CRC-16
-------	-----	-----	-----	---------------------------	-----	--------

Если до получения этого запроса ВЕДОМОЕ устройство находилось в режиме «Только прослушивание», то ответ не формируется.

5.6.3 Подфункция 0002H (02₁₀). Запрос ВЕДУЩЕГО «Возврат содержимого регистра диагностики» ВЕДОМОМУ узлу.

Адрес	08H	00H	02H	00H	00H	CRC-16
-------	-----	-----	-----	-----	-----	--------

Ответ ВЕДОМОГО на запрос ВЕДУЩЕГО (Подфункция 0002H).

Адрес	08H	00H	02H	Регистр диагностики (2 байта)	CRC-16
-------	-----	-----	-----	-------------------------------	--------

Назначение битов 16-разрядного регистра диагностики представлено ниже.

Байт 1 (при передаче первый)								Байт 2 (при передаче второй)							
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	KEY	RAM	KS	WDT

Бит WDT = 1 сигнализирует о факте срабатывания сторожевого таймера.

Бит KS = 1 сигнализирует об ошибке контрольной суммы ПЗУ программ микроконтроллера прибора.

Бит RAM = 1 сигнализирует об ошибке тестирования ОЗУ микроконтроллера прибора.

Бит KEY = 1 сигнализирует о неисправности клавиатуры прибора.

Первым передается старший байт (00H).

5.6.4 Подфункция 0004H (04₁₀). Запрос ВЕДУЩЕГО «Установить режим «Только прослушивание» ВЕДОМОМУ узлу.

Адрес	08H	00H	04H	00H	00H	CRC-16
-------	-----	-----	-----	-----	-----	--------

После приема этого запроса ВЕДОМОЕ устройство переводится в режим «Только прослушивание», ответ на этот запрос не посылается, дальнейшая реакция на запросы ВЕДУЩЕГО не производится до получения запроса ВЕДУЩЕГО диагностической функции 08H с подфункцией 0001H «Перезапустить опции настройки коммуникационного порта».

5.6.5 Подфункция 000AH (10₁₀). Запрос ВЕДУЩЕГО «Очистить счётчики и регистр диагностики» ВЕДОМОМУ узлу.

Адрес	08H	00H	0AH	00H	00H	CRC-16
-------	-----	-----	-----	-----	-----	--------

После приёма этого запроса ВЕДОМОЕ устройство очищает регистр диагностики и формирует ответ ВЕДУЩЕМУ (Подфункция 000AH).

Адрес	08H	00H	0AH	00H	00H	CRC-16
-------	-----	-----	-----	-----	-----	--------

6 Исключительные ответы

Формирование исключительного ответа производится при получении ВЕДОМЫМ команды с недопустимым для данного прибора адресом или данными.

Формат ответа представлен ниже.

Адрес	Функция + 80H	Исключительный код	CRC-16
-------	---------------	--------------------	--------

Поле функции повторяет функцию в запросе ВЕДУЩЕГО, но в старшем бите байта содержится «1».

Поле исключительного кода может содержать следующие данные:

02H – недопустимый адрес данных (в запросе указан недопустимый для данного ВЕДОМОГО устройства адрес данных);

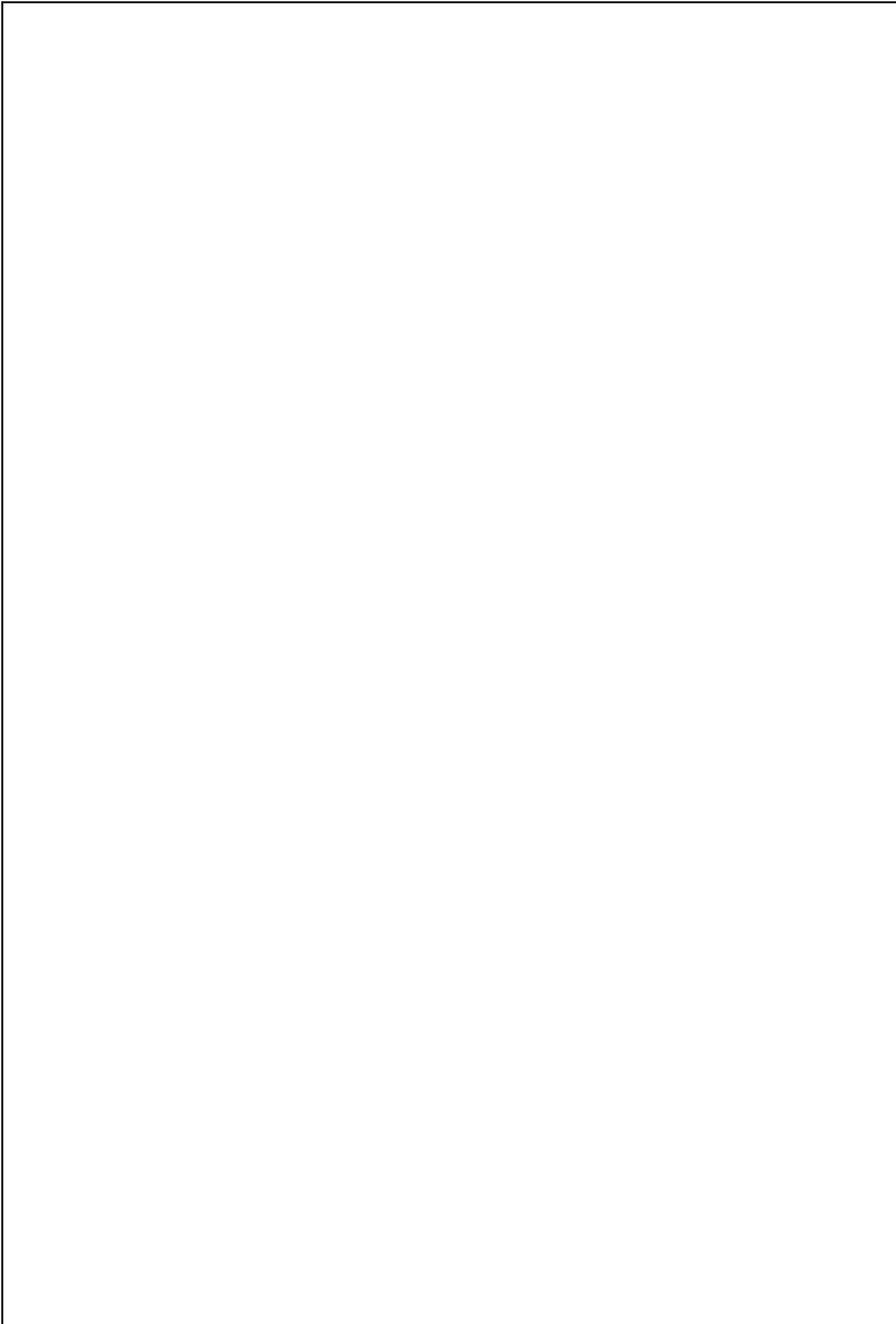
03H – недопустимое значение (величина, указанная в поле данных запроса, является недопустимой для данного ВЕДОМОГО устройства);

04H – устройство занято записью информации в РПЗУ.

Более подробную информацию по протоколу Modbus можно получить на сайтах:

<http://www.modbus.org>

<http://www.modicon.com/openmbus>



					АВДП.411131.007.02РП	<i>Лист</i>
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		21

Лист	АВДП.411131.007.02РП					
22		Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЗАО «Научно-производственное предприятие «Автоматика»
600016, Россия, г. Владимир, ул. Большая Нижегородская, д. 77
Тел.: +7(4922) 475-290, факс: +7(4922) 215-742
e-mail: market@avtomatica.ru
<http://www.avtomatica.ru>