

Контроллер расширения КР-НАРТ

(аппаратная ревизия 1.0)

Руководство по эксплуатации
Паспорт

КГПШ.407374.018 РЭ

1. Назначение.....	3
2. Технические характеристики.....	3
3. Состав изделия	4
4. Устройство и работа	4
5. Использование по назначению	6
5.1 Подключение оборудования.	6
5.2 Работа с программой конфигурирования.	8
6. Свидетельство о приемке	10
7. Гарантийные обязательства	10
8. Сведения о рекламациях	10
Приложение 1. Протокол MODBUS RTU контроллера КР-HART (версия ПО 1.1).....	11
Приложение 2. Чертеж корпуса контроллера КР-HART	19

Настоящий документ содержит сведения о технических характеристиках и рекомендации по применению и эксплуатации контроллера расширения с HART-интерфейсом КР-HART.

1. Назначение

Контроллер расширения КР-HART (далее контроллер) предназначен для сбора данных с устройств, поддерживающих HART-протокол, и передаче этих данных по MODBUS-протоколу.

2. Технические характеристики

Параметр	Значение
Амплитуда входного HART-сигнала, В	0,06 ... 1,0
Амплитуда выходного HART-сигнала на нагрузку 230 ... 1100 Ом, В	0,3 ± 0,1
Входное сопротивление HART-входа постоянному току, не менее, МОм.	10
Входной импеданс HART-входа, не менее, Ом.	1100
Выходной импеданс HART-входа, не более, Ом.	700
Метод модуляции HART-сигнала	Частотный сдвиг 1200/2200 Гц
Количество опрашиваемых HART-устройств в режиме моноканала	До 15
Порты связи с ПК или контроллером верхнего уровня	RS-232, RS-485
Электрическая прочность между HART-входом и портом RS-232/RS-485, не менее	500В переменного тока
Питание	Через линии сигнала DTR/RTS порта RS-232 или от внешнего источника напряжением 5В ... 24В
Потребляемый ток	Не более 10 мА в режиме RS-232 Не более 85 мА в режиме RS-485
Параметры передачи данных по RS-232/RS-485: - скорость - четность - длина слова - количество стоп-бит	2400-57600 бод NONE/EVEN/ODD 8 бит 1-2 стоп-бита
Длина линии RS-232, не более	10 м
Длина линии RS-485, не более	1500 м
Количество абонентов RS-485, не более	32
Электрические параметры со стороны линии связи RS-232/RS-485	Согласно стандарту EIA RS-232/RS-485
Устойчивость к воздействию температуры и влажности окружающего воздуха	Климатическое исполнение УХЛ3.1 по ГОСТ 15150 для работы при температуре от +1°С до +50°С
Устойчивость к механическим воздействиям	Виброустойчивое и вибропрочное исполнение гр.1 по ГОСТ 12997
Габаритные размеры, мм	22,5x75x120
Вес, не более, г	200

3. Состав изделия

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Контроллер КР-HART	КГПШ 407374.018ТУ	1	
Кабель связи с ПК	КГПШ 407374.018	1	
Программа конфигурирования	КГПШ 407374.018	1	
Руководство по эксплуатации, паспорт	КГПШ 407374.018РЭ	1	
Блок питания	КГПШ 407374.018	1	По доп. заказу

4. Устройство и работа

Контроллер обеспечивает циклический опрос от 1-го до 15-ти HART-устройств. В случае подключения одного HART-устройства ему присваивается нулевой адрес, и выходной токовый сигнал может изменяться в диапазоне 4-20 мА. При подключении от 2-х до 15-ти HART-устройств каждому из этих устройств присваивается ненулевой адрес от 1 до 15. При этом все устройства работают в режиме моноканала, т.е. выходной ток каждого из устройств фиксирован и равен 4 мА.

С каждого HART-устройства возможно считывание статуса устройства, первичной переменной, 2-х или 4-х назначенных динамических переменных и кодов единиц измерения. Текущее значение этих параметров может быть считано в любое время по MODBUS-протоколу через интерфейс RS-232/RS-485. Описание протокола MODBUS контроллера приведено в Приложении 1. Количество считываемых переменных и их порядок расположения в MODBUS-регистрах настраивается через программу конфигурирования, прилагаемую в комплекте поставки контроллера. Также в этой программе задается количество опрашиваемых HART-устройств, назначаются их адреса, тип мастер-устройства, параметры обмена контроллера, реализована функция смены адреса для HART-устройств и возможность мониторинга опрашиваемых переменных.

Контроллер, с одной стороны, обрабатывает поступающий на HART-вход частотно-модулированный сигнал, а с другой - обеспечивает связь с ПК или контроллером верхнего уровня по интерфейсам RS-232 или RS-485 по протоколу MODBUS RTU. В обрабатываемом частотно-модулированном HART-сигнале частоте 1200 Гц соответствует логическая единица, а 2200 Гц – логическому нулю. Амплитуда тока HART-сигнала равна примерно 0,5 мА, скорость передачи по HART-каналу составляет 1,2 кбит/с. Параметры обмена по протоколу MODBUS задаются пользователем (номер клиента, скорость, четность) при помощи программы конфигурирования, входящей в комплект поставки.

Контроллер, кроме сканирования HART-переменных и их распределения по MODBUS-регистрам, имеет возможность трансляции любых HART-команд и ответов на них, что позволяет читать дополнительные данные с HART-устройств и модифицировать их параметры через MODBUS-протокол.

Электронная часть контроллера смонтирована на плате, помещенной в пластмассовый корпус для установки на DIN-рейку. Чертеж корпуса контроллера приведен в Приложении 2. На лицевой стороне корпуса расположены шесть винтовых клемм, два переключателя, два светодиодных индикатора и разъем DB9. К разъему DB9 подключаются интерфейсные сигналы RS-232, к клеммам - интерфейсные сигналы RS-485, HART-сигнал и внешний источник питания. Схема расположения элементов на передней панели контроллера приведена на рис.1. Назначение выводов разъема DB9, клеммных контактов и переключателей приведено в таблицах 1, 2 и 3 соответственно.

Светодиодный индикатор MODBUS указывает направление передачи TX/RX по каналу связи RS232/RS485 (зеленый цвет соответствует приему, красный – передаче).

Светодиодный индикатор HART указывает направление передачи TX/RX по каналу связи HART (зеленый цвет соответствует приему, красный – передаче).

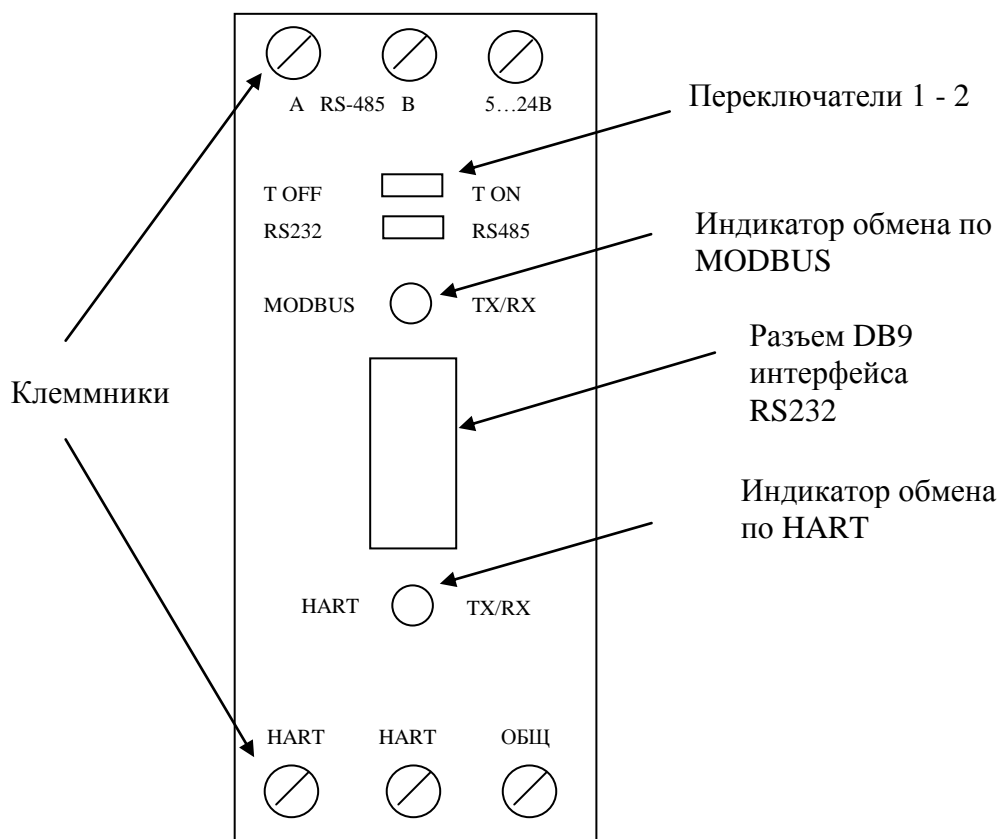


Рис.1. Схема расположения элементов на передней панели контроллера

Таблица 1. Назначение выводов разъема DB9

Номер вывода разъема DB-9	Обозначение сигнала	Назначение сигнала
1	-	Не используется
2	RxD	Данные к контроллеру
3	TxD	Данные от контроллера
4	DTR	Соединен с DSR (питание контроллера +5...12В)
5	GND	Общий
6	DSR	Соединен с DTR
7	RTS	Соединен с CTS (питание контроллера +5...12В)
8	CTS	Соединен с RTS
9	-	Не используется

Таблица 2. Назначение клеммных контактов

Обозначение клеммного контакта	Назначение сигнала
RS-485 А	Линия А интерфейса RS-485
RS-485 В	Линия В интерфейса RS-485
HART	HART-сигнал
HART	HART-сигнал
+5...+24 В	Вход внешнего источника питания (плюс)
Общ	Вход внешнего источника питания (минус)

Таблица 3. Назначение переключателей

№ перекл.	Назначение переключателя	Режим работы
1	Выбор интерфейса связи с ПК	RS-485 – интерфейс связи RS-485 RS-232 – интерфейс связи RS-232
2	Подключение согласующей нагрузки на линии RS-485	T ON - нагрузка подключена T OFF - нагрузка отключена

Внимание! Выбор типа интерфейса должен быть выполнен до включения контроллера.

Питание контроллера может осуществляться как от ПК или контроллера верхнего уровня по линиям DTR/RTS порта RS-232, так и от внешнего источника, поставляемого по дополнительному заказу.

При питании по линиям DTR/RTS их потенциал должен быть установлен в высокое состояние при программировании последовательного порта ПК. При использовании внешнего блока питания состояние линий DTR/RTS может быть любым.

При работе через интерфейс RS-485 контроллер должен быть подключен к внешнему блоку питания постоянного напряжения 5 ... 24В, обеспечивающего ток не менее 100 мА.

5. Использование по назначению

5.1 Подключение оборудования.

Подключение датчиков с выходным HART-сигналом к контроллеру производится к неполярным клеммам HART. Схема соединения датчиков, контроллера и ПК приведена на рис.2 и 3. На рисунке 2 показан вариант подключения контроллера к ПК или контроллеру верхнего уровня по интерфейсу RS-232, на рис.3 - по интерфейсу RS-485.



Рис.2.Схема соединения датчиков, контроллера (с использование выхода RS-232) и ПК (контроллера верхнего уровня)

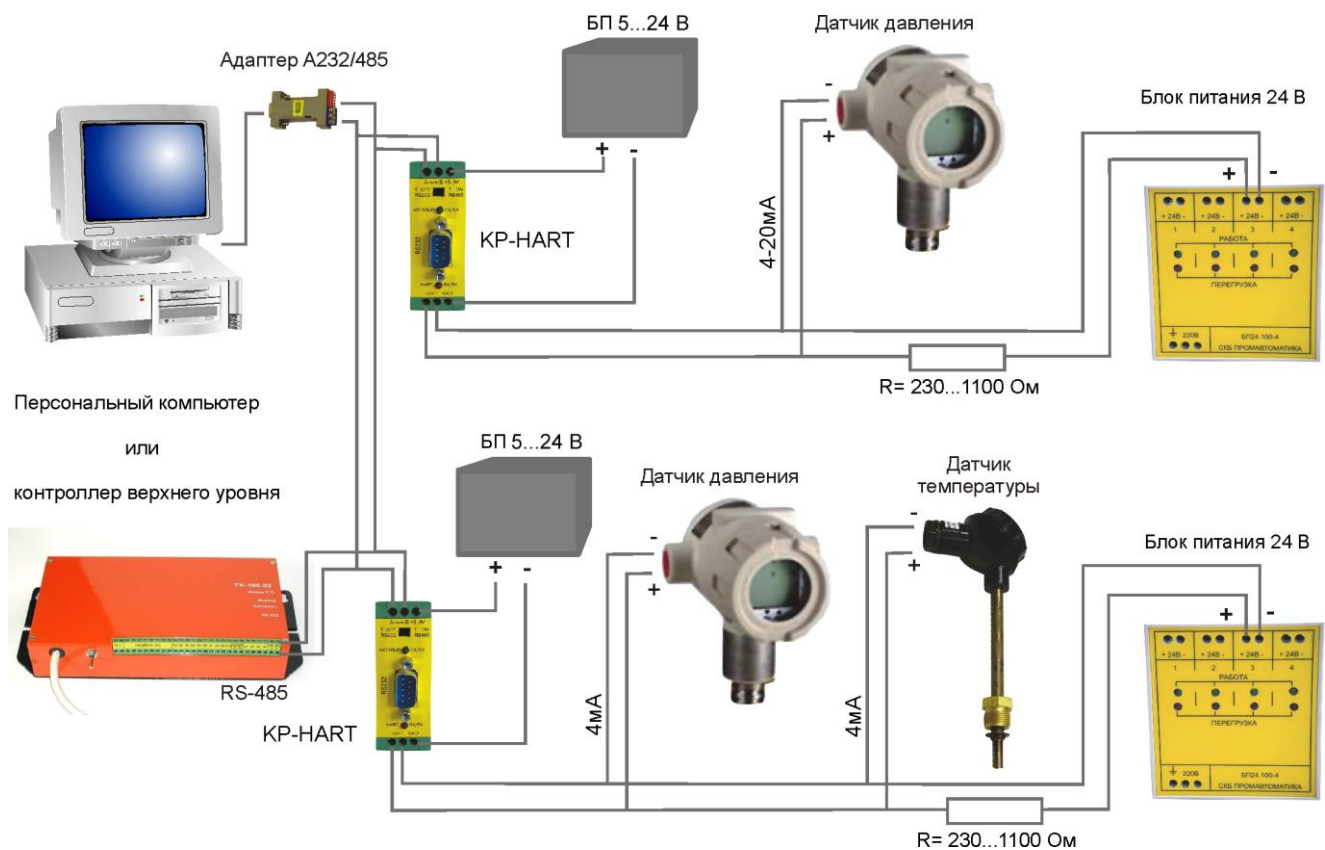


Рис.3.Схема соединения датчиков, контроллера (с использованием выхода RS-485) и ПК (контроллера верхнего уровня)

Подключение модема к ПК по интерфейсу RS-232 производите к разъему DB-9 при помощи кабеля, входящего в комплект поставки. Подключение контактов кабеля приведено в таблице 4.

Таблица 4. Кабель для подключения модема к ПК («0-модемный» кабель)

Номер вывода разъема DB9F, подключаемого к ПК	Номер вывода разъема DB9F, подключаемого к модему
2	3
3	2
4	6
5	5
6	4
7	8
8	7

Важным условием для передачи информации по HART-каналу является то, что общее входное сопротивление всех устройств в канале должно быть в пределах 230 - 1100 Ом.

Если считывание показаний с датчиков производится только в цифровой форме и аналоговый сигнал 4-20 мА не нужен, то возможно подключение нескольких датчиков к одной паре проводов. При этом токовый выход всех датчиков устанавливается в значение 4 мА путем присвоения им ненулевых HART-адресов от 1 до 15.

Для выбора режима работы контроллера установите переключатели в положение согласно таблице 3. При смене типа интерфейса необходимо перевключить контроллер.

Подключение контроллера к ПК или контроллеру верхнего уровня по интерфейсу RS-232 производите к разъему DB-9 при помощи кабеля, входящего в комплект поставки.

При подключении контроллера по интерфейсу RS-485 линии связи интерфейса RS-485 следует подключать к соответствующим клеммам контроллера. Для линий связи следует применять специальный кабель типа «витая пара», причем при длине линии более 50 м рекомендуется применять экранированную витую пару. Схема соединений устройств на линии RS-485 должна быть последовательной, а не лучевой относительно ПК.

При работе через интерфейс RS-485 контроллер должен быть подключен к внешнему блоку питания постоянного напряжения 5 ... 24В.

При подключении контроллера к физической линии RS-485 следует установить согласующие нагрузки 120 Ом в устройствах, находящихся на концах связного кабеля. В случае, если контроллер находится на конце кабеля, то согласующая нагрузка в нем подключается установкой переключателя 2 в положение «Т ON».

5.2 Работа с программой конфигурирования.

Для установки программы конфигурирования необходим ПК со следующими характеристиками:

процессор P-100 (или выше);

монитор с разрешением - не менее 1024x768 pixel;

память HD - не менее 10 Мбайт;

операционная система - Microsoft Windows 95, 98, 2000, ME, NT, XP;

COM-порт.

После запуска программы появляется экран основного меню программы (рис.4).

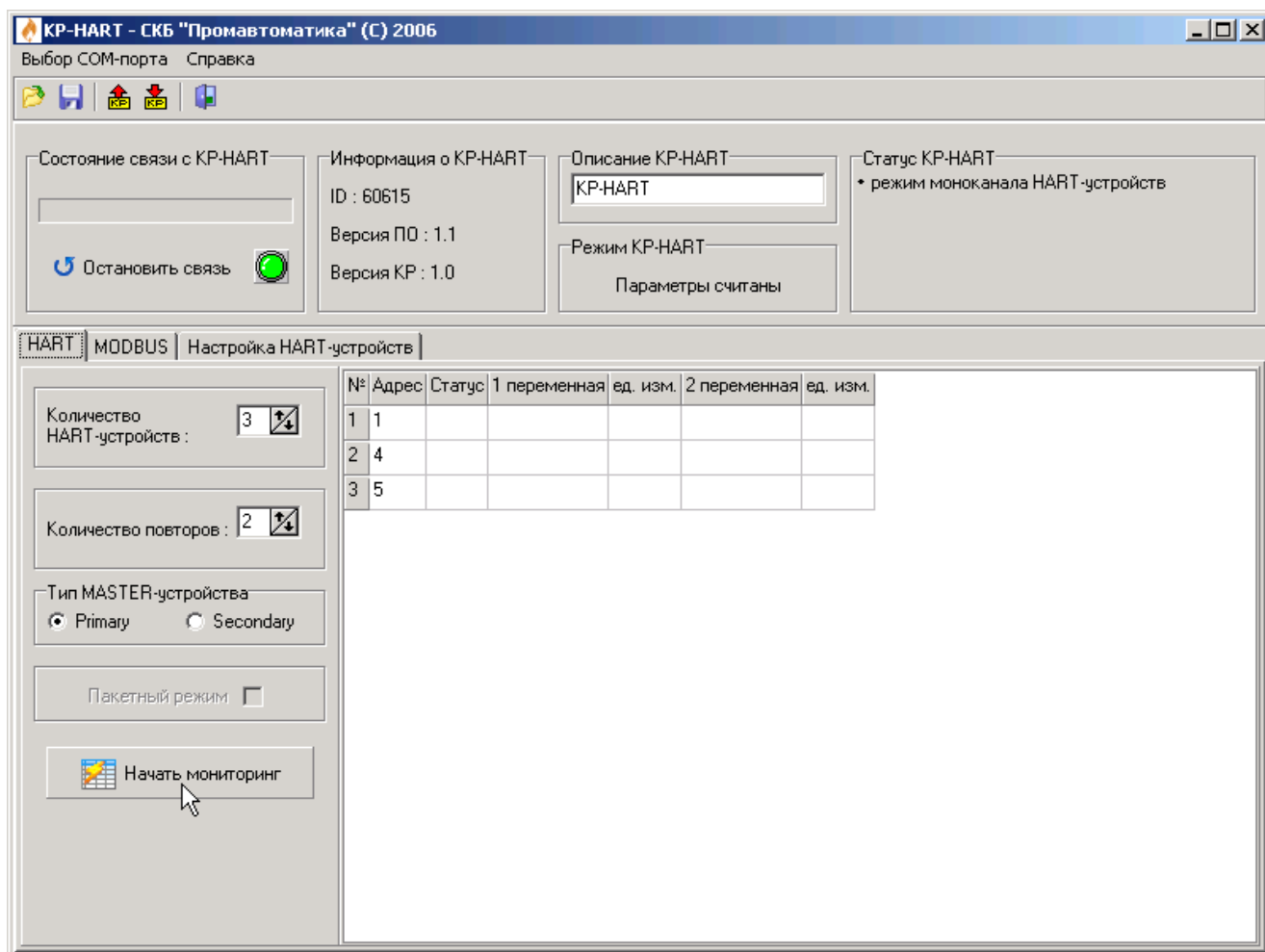


Рис.4 Экран основного меню программы с раскрытым окном HART

Для работы с ПК необходимо выбрать соответствующий порт при помощи окна «Выбор COM-порта».

На рис. 4 в нижней части окна раскрыты настройки контроллера со стороны его связи с HART- устройствами. Вариант основного окна с настройками со стороны работы контроллера по протоколу MODBUS приведены на рис.5.

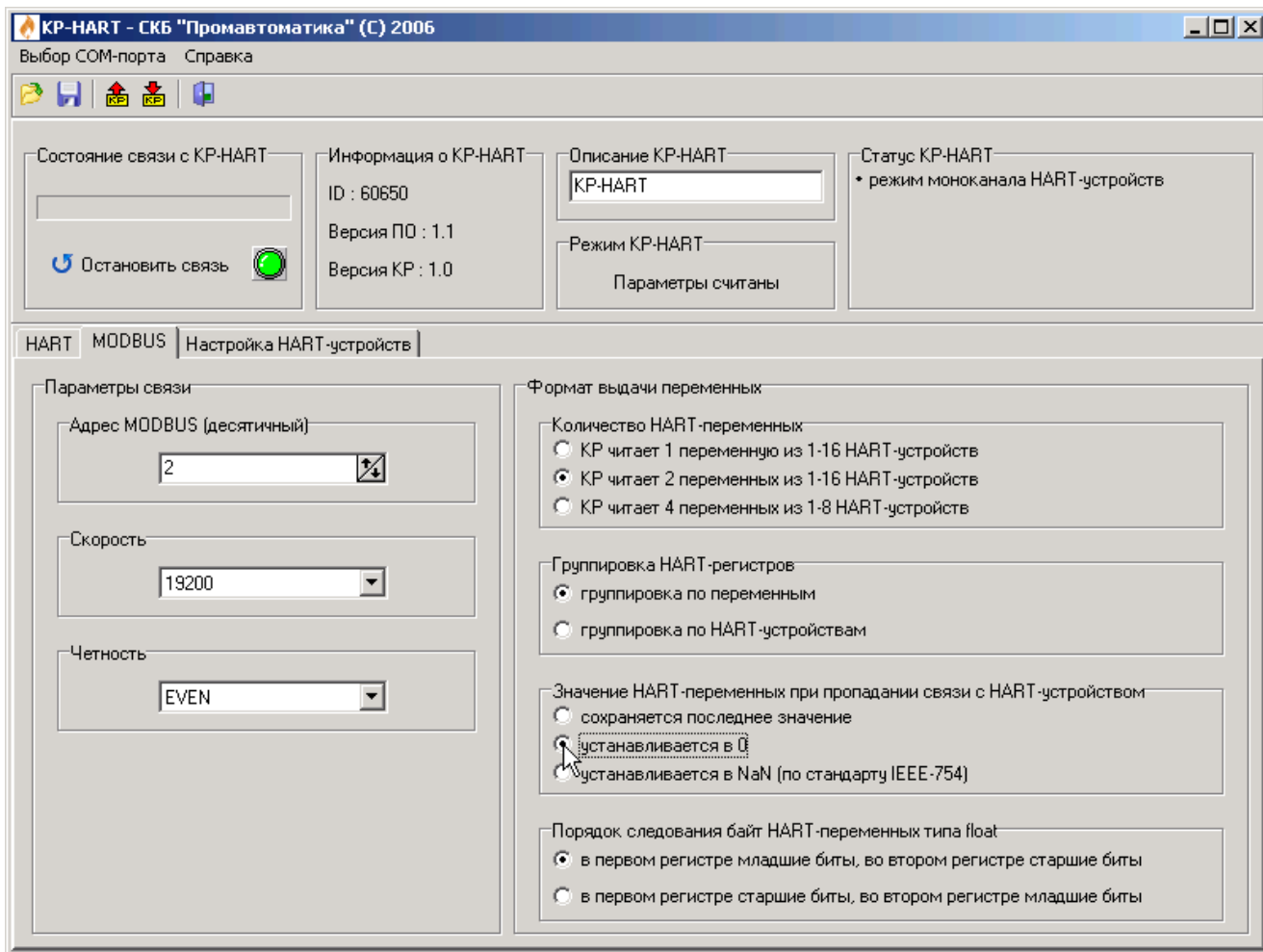


Рис.5 Экран основного меню программы с раскрытым окном MODBUS

При помощи пункта «Настройка HART-устройств» возможно изменение адресов подключенных HART-устройств.

Полное описание работы программы со всеми пунктами меню доступно через окно «Справка».

6. Свидетельство о приемке

Контроллер КР-НАРТ соответствует требованиям технической документации КГПШ 407374.018 и признан годным к эксплуатации

Дата изготовления _____

М.П.

Представитель ОТК _____
предприятия изготовителя

7. Гарантийные обязательства

Изготовитель гарантирует соответствие контроллера техническим требованиям настоящего руководства при соблюдении потребителем условий эксплуатации.

Гарантийный срок эксплуатации контроллера 12 месяцев со дня ввода в эксплуатацию, но не более 18 месяцев со дня изготовления.

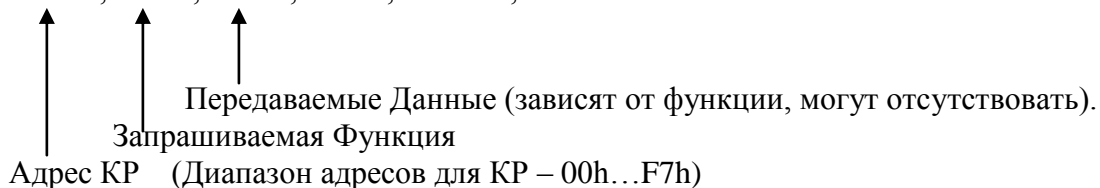
8. Сведения о рекламациях

При обнаружении неисправности контроллера в период гарантийных обязательств потребителем должен быть составлен акт о необходимости ремонта и направлен предприятию-изготовителю по адресу: 124460, г. Москва, а/я 18.

Приложение 1. Протокол MODBUS RTU контроллера КР-НАРТ (версия ПО 1.1)

Входные данные (к КР) / Выходные данные (от КР).

ADDR, FUNC, DATA, DATA, ... CRCL, CRCH



Поддерживаемые функции:

03 Read Holding Registers (Чтение системных регистров).

КР имеет 37 двухбайтных регистра с адресами 100h...124h, содержащих информацию о настройках КР и 18 двухбайтных регистров с адресами 300h...311h для шлюза НАРТ-команд. Эта команда доступна для чтения при любом адресе КР.

Описание регистров: таблица 1.

Одновременно можно запросить не более 38 регистров.

<u>Формат запроса:</u>	<u>Пример</u>	<u>Формат ответа:</u>	<u>Пример</u>
Адрес КР	00h	Адрес КР	00h
Функция	03h	Функция	03h
Начальный адрес (ст.)	01h	Счетчик байт	04h
Начальный адрес (мл.)	00h	Регистр 100h (ст.)	00h
Кол-во регистров (ст.)	00h	Регистр 100h (мл.)	03h
Кол-во регистров (мл.)	02h	Регистр 101h (ст.)	00h
CRC	--	Регистр 101h (мл.)	01h
		CRC	--

Примечание: Данные регистров в ответе передаются как 2 байта на регистр. Для каждого регистра первый байт содержит старшие биты, второй байт содержит младшие биты.

04 Read Input Registers (Чтение НАРТ регистров).

КР имеет 98 двухбайтных регистра с адресами 00h...61h, содержащих информацию о группировке НАРТ регистров, статусе контроллера и значений переменных НАРТ-устройств. Эта команда доступна для чтения при любом адресе КР.

Описание регистров: таблицы 2,3.

Адресация регистров зависит от количества считываемых переменных, количества опрашиваемых устройств и заданного порядка группировки переменных по регистрам.

Одновременно можно запросить не более 69 регистров.

<u>Формат запроса:</u>	<u>Пример</u>	<u>Формат ответа:</u>	<u>Пример</u>
Адрес КР	01h	Адрес КР	01h
Функция	03h	Функция	03h
Начальный адрес (ст.)	00h	Счетчик байт	04h
Начальный адрес (мл.)	00h	Регистр 00h (ст.)	00h
Кол-во регистров (ст.)	00h	Регистр 00h (мл.)	00h
Кол-во регистров (мл.)	02h	Регистр 01h (ст.)	00h
CRC	--	Регистр 01h (мл.)	00h
		CRC	--

Примечание: Данные регистров в ответе передаются как 2 байта на регистр. Для каждого регистра первый байт содержит старшие биты, второй байт содержит младшие биты.

Статус HART-устройств и коды единиц измерения соответствуют стандарту HART протокола. Значение FFh обоих байтов статуса HART-устройств означает отсутствие связи с данным HART-устройством.

06 Preset Single Register (Запись единичного регистра).

Запись разрешена в регистры 100h-120h по адресу КР = 00h (режим конфигурирования) при заданном значении 03E8h регистра 0FFh. При сбросе контроллера значение регистра 0FFh устанавливается в 0, тем самым запрещая запись в регистры настройки.

Запись в регистры 200h и 300h-311h может осуществляться как по адресу 00h в режиме конфигурирования, так и по адресу, заданному в регистре 101h.

Запись в регистр 200h значения 03E8h вызывает программный сброс КР и обновление всех настроек из EEPROM.

Запись в регистр 200h значения 07D0h вызывает программный сброс КР и установка «по умолчанию» всех настроек (в том числе и в EEPROM).

Формат запроса:	Пример	Формат ответа:	Пример
Адрес КР	00h	Адрес КР	00h
Функция	06h	Функция	06h
Адрес регистра (ст.)	01h	Адрес регистра (ст.)	01h
Адрес регистра (мл.)	00h	Адрес регистра (мл.)	00h
Данные (ст.)	00h	Данные (ст.)	00h
Данные (мл.)	03h	Данные (мл.)	03h
CRC	--	CRC	--

16 (10 Hex) Force Multiple Register (Запись группы регистров).

Доступны по записи регистры, описанные для команды 06 (Preset Single Register)

Формат запроса:	Пример	Формат ответа:	Пример
Адрес КР	00h	Адрес КР	00h
Функция	10h	Функция	10h
Адрес регистра (ст.)	01h	Адрес регистра (ст.)	01h
Адрес регистра (мл.)	00h	Адрес регистра (мл.)	00h
Кол-во регистров (ст.)	00h	Кол-во регистров (ст.)	00h
Кол-во регистров (мл.)	01h	Кол-во регистров (мл.)	01h
Счетчик байт	02h	CRC	--
Данные (ст.)	00h		
Данные (мл.)	03h		
CRC	--		

Таблица 1. Регистры конфигурации контроллера (чтение командой 3, запись командами 6 и 16)

адрес регистра	описание регистра	примечание
0FFh	Регистр разрешения записи в регистры 100h-120h (запись разрешена при значении 03E8h регистра). При сбросе контроллера значение данного регистра устанавливается в 0.	запись возможна только по адресу 0
100h	Регистр параметров последовательного порта КР. (по умолчанию 0003h): ст. байт: 00h-четность отключена 01h-четность EVEN	защита записи, запись возможна только по адресу 0 при записи в этот

	<p>02h-четность ODD</p> <p>мл.байт:</p> <p>00h-резерв</p> <p>01h-2400 бод</p> <p>02h-4800 бод</p> <p>03h-9600 бод</p> <p>04h-19200 бод</p> <p>05h-38400 бод</p> <p>06h-57600 бод</p>	регистр его новое значение (и изменение параметров порта) вступает в силу только после сброса КР!
101h	<p>Адрес КР (мл. байт) (по умолчанию 01h).</p> <p>Адрес может иметь значение 1-247.</p>	защита записи, запись возможна только по адресу 0
102h	<p>Порядок группировки HART регистров (по умолчанию 0000h):</p> <p>ст. байт:</p> <p>00h-КР читает 1 переменную из 1-16 HART-устройств</p> <p>01h- КР читает 2 переменных из 1-16 HART-устройств</p> <p>02h- КР читает 4 переменных из 1-8 HART-устройств</p> <p>мл.байт:</p> <p>00h-группировка по переменным (идут по-порядку: первая переменная от всех HART-устройств, затем вторая переменная от всех HART-устройств и т.д.) ,</p> <p>01h- группировка по HART-устройствам (идут по-порядку: все переменные от одного HART-устройства, затем все переменные от следующего HART-устройства и т.д.)</p>	защита записи, запись возможна только по адресу 0
103h	<p>Значение HART-переменных при пропадании связи с HART-устройством (по умолчанию 0000h):</p> <p>0000h-сохраняется последнее значение</p> <p>0001h-устанавливается в 0</p> <p>0002h-устанавливается в NaN (по стандарту IEEE-754)</p>	защита записи, запись возможна только по адресу 0
104h	<p>Порядок следования байт HART-переменных типа float (по умолчанию 0000h):</p> <p>0000h-в первом регистре младшие биты, во втором регистре старшие биты</p> <p>0001h- в первом регистре старшие биты, во втором регистре младшие биты</p>	защита записи, запись возможна только по адресу 0
105h	<p>Количество опрашиваемых HART-устройств. (по умолчанию 0000h).</p> <p>Может принимать значения от 0 до 16.</p>	защита записи, запись возможна только по адресу 0
106h	<p>Режим КР в HART протоколе. (по умолчанию 0000h):</p> <p>0000h- Primary Master Mode</p> <p>0001h- Secondary Master Mode.</p>	защита записи, запись возможна только по адресу 0
107h	<p>Количество повторных запросов в HART протоколе. (по умолчанию 0001h)</p> <p>Может принимать значения от 1 до 3</p>	защита записи, запись возможна только по адресу 0
108h	<p>Разрешение пакетного режима в HART протоколе. (по умолчанию 0000h):</p> <p>0000h- нормальный режим</p> <p>0001h- пакетный режим (только при значении регистра 105h равным 1)</p>	защита записи, запись возможна только по адресу 0
109h-118h	<p>Таблица адресов опрашиваемых HART-устройств. Допустимое значение адреса 0-15. Опрашиваются первые по данной таблице адреса в количестве, определяемом регистром 105h</p>	защита записи, запись возможна только по адресу 0
119h-120h	<p>Строка описания КР-HART 16 символов (119h ст.- 1 символ, 119h мл.- 2 символ,и т.д.)</p>	защита записи, запись возможна только по адресу 0
121h	<p>Номер версии программного обеспечения.</p> <p>ст. байт: версия</p> <p>мл. байт: ревизия</p>	только чтение
122h	<p>Номер версии аппаратного обеспечения.</p> <p>ст. байт: версия</p>	только чтение

	мл. байт: ревизия	
123h-124h	Заводской номер КР (идентификатор) (123h- ст.часть числа, 124h-мл.часть)	только чтение
300h-311h	Буфер шлюза HART-команд	

Таблица 2. Регистры расположения HART-переменных при группировке «по переменным»
(только чтение командой 4)

адрес регистра	описание регистра	примечание
1 конфигурация: значение регистра конфигурации 102h=(0000h). С 1-16 HART-устройств считывается 1 переменная		
00h	дублирует значение регистра 102h=(0000h).	
01h	статус контроллера КР-HART	таблица 4
02h-11h	статус 1-16 HART-устройств	
12h-19h	коды единиц измерений переменных 1-16 HART-устройств 12h/ст.-код единицы измерения переменной 1 HART-устройства, 12h/мл.-код единицы измерения переменной 2 HART-устройства, и т.д.	
1Ah-39h	значения переменных типа float 1Ah,1Bh-значение переменной 1 HART-устройства, 1Ch,1Dh-значение переменной 2 HART- устройства , и т.д.	
2 конфигурация: значение регистра конфигурации 102h=(0100h). С 1-16 HART-устройств считывается 2 переменных		
00h	дублирует значение регистра 102h=(0100h)	
01h	статус контроллера КР-HART	таблица 4
02h-11h	статус 1-16 HART-устройств	
12h-21h	коды единиц измерений переменных 1-16 HART-устройств 12h/ст.-код единицы измерения 1 переменной 1 HART-устройства, 12h/мл.-код единицы измерения 2 переменной 1 HART-устройства, 13h/ст.-код единицы измерения 1 переменной 2 HART-устройства, 13h/мл.-код единицы измерения 2 переменной 2 HART-устройства, и т.д.	
22h-41h	значения первых переменных типа float 22h,23h-значение 1 переменной 1 HART-устройства, 24h,25h-значение 1 переменной 2 HART- устройства , и т.д.	
42h-61h	значения вторых переменных типа float 42h,43h-значение 2 переменной 1 HART-устройства, 44h,45h-значение 2 переменной 2 HART- устройства , и т.д.	
3 конфигурация: значение регистра конфигурации 102h=(0200h). С 1-8 HART-устройств считывается 4 переменных		
00h	дублирует значение регистра 102h=(0200h)	
01h	статус контроллера КР-HART	таблица 4
02h-09h	статус 1-8 HART-устройств	
0Ah-19h	коды единиц измерений переменных 1-8 HART-устройств 0Ah/ст.-код единицы измерения 1 переменной 1 HART-устройства, 0Ah/мл.-код единицы измерения 2 переменной 1 HART-устройства, 0Bh/ст.-код единицы измерения 3 переменной 1 HART-устройства, 0Bh/мл.-код единицы измерения 4 переменной 1 HART-устройства, 0Ch/ст.-код единицы измерения 1 переменной 2 HART-устройства, 0Ch/мл.-код единицы измерения 2 переменной 2 HART-устройства, 0Dh/ст.-код единицы измерения 3 переменной 2 HART-устройства, 0Dh/мл.-код единицы измерения 4 переменной 2 HART-устройства, и т.д.	
1Ah-29h	значения первых переменных типа float 1-8 HART-устройств 1Ah,1Bh-значение 1 переменной 1 HART-устройства, 1Ch,1Dh-значение 1 переменной 2 HART- устройства , и т.д.	

2Ah-39h	значения вторых переменных типа float 1-8 HART-устройств 2Ah,2Bh-значение 2 переменной 1 HART-устройства, 2Ch,2Dh-значение 2 переменной 2 HART- устройства , и т.д.	
3Ah-49h	значения третьих переменных типа float 1-8 HART-устройств 3Ah,3Bh-значение 3 переменной 1 HART-устройства, 3Ch,3Dh-значение 3 переменной 2 HART- устройства , и т.д.	
4Ah-59h	значения четвертых переменных типа float 1-8 HART-устройств 4Ah,4Bh-значение 4 переменной 1 HART-устройства, 4Ch,4Dh-значение 4 переменной 2 HART- устройства , и т.д.	

Таблица 3. Регистры расположения HART-переменных при группировке «по HART-устройствам» (только чтение командой 4)

адрес регистра	описание регистра	примечание
4 конфигурация: значение регистра конфигурации 102h =(0001h). С 1-16 HART-устройств считывается 1 переменная		
00h	дублирует значение регистра 102h=(0001h)	
01h	статус контроллера КР-HART	таблица 4
02h-05h	данные 1 HART-устройства 02h-статус 1 HART-устройства, 03h/мл.-код единицы измерения переменной 1 HART-устройства, 04h,05h-значение 1 переменной типа float 1 HART-устройства	
06h-09h	данные 2 HART-устройства	
0Ah-0Dh	данные 3 HART-устройства	
0Eh-11h	данные 4 HART-устройства	
12h-15h	данные 5 HART-устройства	
16h-19h	данные 6 HART-устройства	
1Ah-1Dh	данные 7 HART-устройства	
1Eh-21h	данные 8 HART-устройства	
22h-25h	данные 9 HART-устройства	
26h-29h	данные 10 HART-устройства	
2Ah-2Dh	данные 11 HART-устройства	
2Eh-31h	данные 12 HART-устройства	
32h-35h	данные 13 HART-устройства	
36h-39h	данные 14 HART-устройства	
3Ah-3Dh	данные 15 HART-устройства	
3Eh-41h	данные 16 HART-устройства	
5 конфигурация: значение регистра конфигурации 102h =(0101h). С 1-16 HART-устройств считывается 2 переменных		
00h	дублирует значение регистра 102h=(0101h)	
01h	статус контроллера КР-HART	таблица 4
02h-07h	данные 1 HART-устройства 02h-статус 1 HART-устройства, 03h/ст.-код единицы измерения 1 переменной 1 HART-устройства, 03h/мл.-код единицы измерения 2 переменной 1 HART-устройства, 04h,05h-значение 1 переменной типа float 1 HART-устройства, 06h,07h-значение 2 переменной типа float 1 HART-устройства	
08h-0Dh	данные 2 HART-устройства	
0Eh-13h	данные 3 HART-устройства	
14h-19h	данные 4 HART-устройства	
1Ah-1Fh	данные 5 HART-устройства	
20h-25h	данные 6 HART-устройства	
26h-2Bh	данные 7 HART-устройства	
2Ch-31h	данные 8 HART-устройства	

32h-37h	данные 9 HART-устройства	
38h-3Dh	данные 10 HART-устройства	
3Eh-43h	данные 11 HART-устройства	
44h-49h	данные 12 HART-устройства	
4Ah-4Fh	данные 13 HART-устройства	
50h-55h	данные 14 HART-устройства	
56h-5Bh	данные 15 HART-устройства	
5Ch-61h	данные 16 HART-устройства	
6 конфигурация: значение регистра конфигурации 102h =(0201h). С 1-8 HART-устройств считывается 4 переменных		
00h	дублирует значение регистра 102h=(0201h)	
01h	статус контроллера КР-HART	таблица 4
02h-0Ch	данные 1 HART-устройства: 02h-статус 1 HART-устройства, 03h/ст.-код единицы измерения 1 переменной 1 HART-устройства, 03h/мл.-код единицы измерения 2 переменной 1 HART-устройства, 04h/ст.-код единицы измерения 3 переменной 1 HART-устройства, 04h/мл.-код единицы измерения 4 переменной 1 HART-устройства, 05h,06h-значение 1 переменной типа float 1 HART-устройства, 07h,08h-значение 2 переменной типа float 1 HART-устройства 09h,0Ah-значение 3 переменной типа float 1 HART-устройства, 0Bh,0Ch-значение 4 переменной типа float 1 HART-устройства	
0Dh-17h	данные 2 HART-устройства	
18h-22h	данные 3 HART-устройства	
23h-2Dh	данные 4 HART-устройства	
2Eh-38h	данные 5 HART-устройства	
39h-43h	данные 6 HART-устройства	
44h-4Eh	данные 7 HART-устройства	
4Fh-59h	данные 8 HART-устройства	

Таблица 4. Статус контроллера КР-HART:

Номер бита	тип	описание
0	ошибка	ошибка данных конфигурации (устанавливается при недопустимых значениях регистров 100h-118h)
1	статус	конфигурация установлена «по-умолчанию» (устанавливается при записи в регистр 200h значения 07D0h, сбрасывается при модификации регистров 100h-118h)
2	статус	был программный рестарт контроллера (сбрасывается автоматически после чтения регистра статуса контроллера)
3	-	
4	-	
5	-	
6	статус	задан пакетный режим (бит устанавливается при значении 1 регистра 108h)
7	статус	нет поддержки пакетного режима (свойство данной версии ПО контроллера)
8	ошибка	нет связи с HART-устройствами (устанавливается, если хотя бы с одним описанным HART-устройством нет связи)
9	ошибка	ошибка пакетного режима HART-устройства (устанавливается при невозможности задать пакетный режим)
10	статус	режим моноканала HART-устройств (устанавливается при описании HART-устройств с адресом, отличным от 0)
11	ошибка	HART-линия занята (устанавливается при невозможности получения

		доступа к HART-линии, например, линия занята сторонним устройством)
12	-	
13	-	
14	-	
15	-	

Описание алгоритма трансляции HART-команд через шлюз.

В контроллере КР-HART имеется возможность трансляции любых HART-команд через MODBUS-протокол. Для этого есть регистровый шлюз с адресами 300h-311h. Запись в шлюз осуществляется modbus-командой 6 или 16, а чтение командой 3. Обработка HART-команды осуществляется контроллером без остановки сканирования заданных HART-переменных, внутри текущего цикла опроса HART-устройств. Контроль выполнения записанной HART-команды осуществляется мониторингом регистра 300h (см.таблицу 5).

Для составления правильных HART-команд, получения адресов HART-устройств и разбора ответов необходимо использовать описания применяемых HART-устройств (какие HART-команды они поддерживают) и документацию на HART-протокол:

HCF-SPEC-81	Data Link Layer Specification
HCF-SPEC-99	Command Summary Information
HCF-SPEC-127	Universal Command Specification
HCF-SPEC-151	Common Practice Command Specification
HCF-SPEC-183	Common Tables
HCF-SPEC-307	Command Specific Response Code Definitions
HCF-SPEC-500	HART Device Description Language Specification

Данную документацию можно найти на сайте организации **HART Communication Foundation** : <http://www.hartcomm.org>

Алгоритм работы со шлюзом следующий: 16 modbus-командой записывается HART-команда согласно таблице 5 (можно использовать и 6 modbus-команду, но запись в 300h регистр должна быть последней - эта запись запускает HART-команду в работу, поэтому сама HART-команда должна уже лежать в регистрах). Затем читаем 3 modbus-командой 300h регистр- как только 7 бит ст.байта встал в единицу - ответ пришел. При этом, если 6 бит равен единице, то за заданное количество повторов (задается в регистре 107h) ответ от HART-устройства не получен; если 6 бит равен нулю, - то читаем из регистров ответ HART-устройства.

Таблица 5 регистров шлюза HART-команд:

адрес регистра		запись (отправка команды)	чтение (получение ответа)
300h	ст. байт	7 бит	всегда 0
		6 бит	всегда 0
		0-5 бит	длина команды (байт)
мл. байт		стартовый символ	стартовый символ
	короткий фрейм	02h	06h
	длинный фрейм	82h	86h
формат: короткий фрейм (HART Revision 2-4)			
301h	ст. байт	адрес	адрес (7бит-мастер перв/вторичн)
	мл. байт	команда	команда
302h	ст. байт	число байт данных	число байт данных

	мл. байт		данные (если есть)	статус 1
303h	ст. байт		данные (если есть)	статус 2
	мл. байт		данные (если есть)	данные (если есть)
304h-311h			данные (если есть)	данные (если есть)
формат: длинный фрейм (HART Revision 5)				
301h	ст. байт	код производителя	адрес	адрес (7бит-мастер перв/вторичн)
	мл. байт	код типа прибора	адрес	адрес
302h	ст. байт	номер прибора 2б	адрес	адрес
	мл. байт	номер прибора 1б	адрес	адрес
303h	ст. байт	номер прибора 0б	адрес	адрес
	мл. байт		команда	команда
304h	ст. байт		число байт данных	число байт данных
	мл. байт		данные (если есть)	статус 1
305h	ст. байт		данные (если есть)	статус 2
	мл. байт		данные (если есть)	данные (если есть)
306h-311h			данные (если есть)	данные (если есть)

HART-команда записывается в регистры начиная со стартового символа и до байта CRC (байт CRC не записывается, он формируется контроллером). В ответе первый байт адреса HART-устройства (301h регистр ст.байт) содержит признак статуса опросившего его мастер-устройства (задается в регистре 106h контроллера) – если 7 бит установлен в «1», то это первичный мастер, если в «0», то вторичный мастер.

Пример: отправим «0» HART-команду (чтение уникального идентификатора) прибору, имеющему 0 адрес. При этом 16 modbus-команда записи в регистры шлюза будет выглядеть так (modbus-адрес KP-HART задан 01):

01 10 03 00 00 03 06 04 **02 00 00 00 00**

подчеркнутый байт – это длина HART-команды (300h ст.байт), выделенные байты – это HART-команда, последний байт 00 (незначащий) – дополнение 302h регистра

Ответ от HART-устройства читаем 3 modbus-командой (ожидаемая длина HART-ответа -10 modbus-регистров):

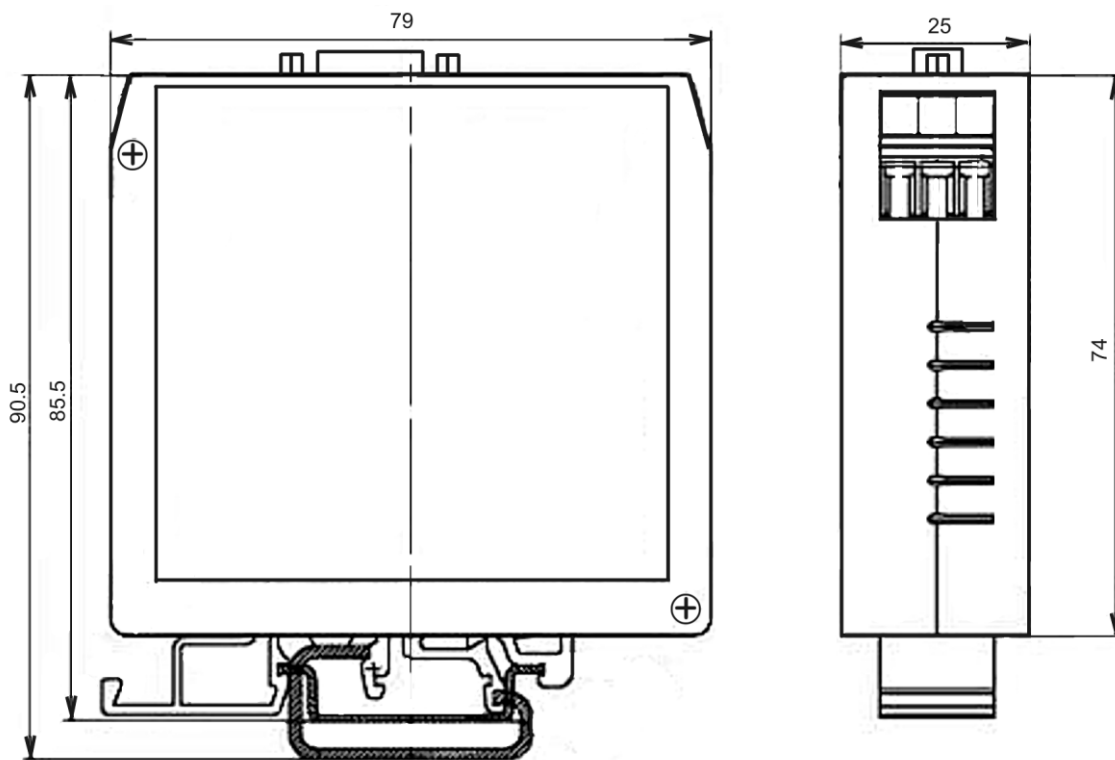
01 03 03 00 00 0A и получаем ответ:

01 03 14 04 02 00 00 00 00 xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx - ответ еще не готов, или
01 03 14 C4 02 00 00 00 00 xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx xx -ответ готов,но была ошибка чтения
01 03 14 92 **06 80 00 0E 00 48 FE 17 01 05 05 02 02 00 02 44 11 60 00** – ответ готов,ошибок нет

подчеркнутый байт – это длина HART-ответа с признаком готовности ответа и признаком ошибок чтения (регистр 300h ст.байт), выделенные байты – это HART-ответ, последний байт 00 (незначащий) – дополнение 309h регистра.

Ошибка чтения устанавливается, если HART-устройство не ответило за заданное число попыток или в ответе была ошибка CRC.

Приложение 2. Чертеж корпуса контроллера КР-НАТ



*Размеры даны в мм.