

HL-KBD56RS/IP/S/M

Мембранная клавиатура оператора

**Руководство пользователя
V1.1/26/09**



ООО «ХОЛИТ Дэйта Системс»
✉ 03056, Украина, Киев-56,
ул. Политехническая 16, уч.корп.12, к.019
(044) 241-8739, 241-67-54, 492-31-08, 491-31-09
support@holit.ua
www.holit.ua

1. НАЗНАЧЕНИЕ



Рис.1. Внешний вид клавиатуры

Клавиатура HL-KBD56RS представляет собой малогабаритное устройство оперативного ввода информации, предназначенное для применения во встраиваемых системах управления, контроля и автоматизации, а также для организации интерфейса между оператором и контроллером (компьютером) в том случае, когда применение стандартных интерфейсных средств затруднено или нецелесообразно по тем или иным причинам.

Информационный обмен между HL-KBD56RS контроллером (компьютером) производится через интерфейс RS-485 или RS-232 в полудуплексном режиме, скорость обмена устанавливается в пределах от 300 до 115200 бод, обмен данными производится по протоколу MODBUS RTU.

Входящий в состав клавиатуры микроконтроллер, способен:

- производить опрос клавиатурной матрицы;
- выдавать звуковое подтверждение нажатия клавиши на клавиатуре пульта;

! *Следует помнить, что клавиатура является пассивным устройством, управляемым дистанционно со стороны удаленного компьютера или контроллера через стандартный последовательный интерфейс RS485/RS232 по протоколу MODBUS.*

2. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

1. Клавиатура HL-KBD56RS.
2. CD-диск с программным обеспечением и руководством пользователя.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА

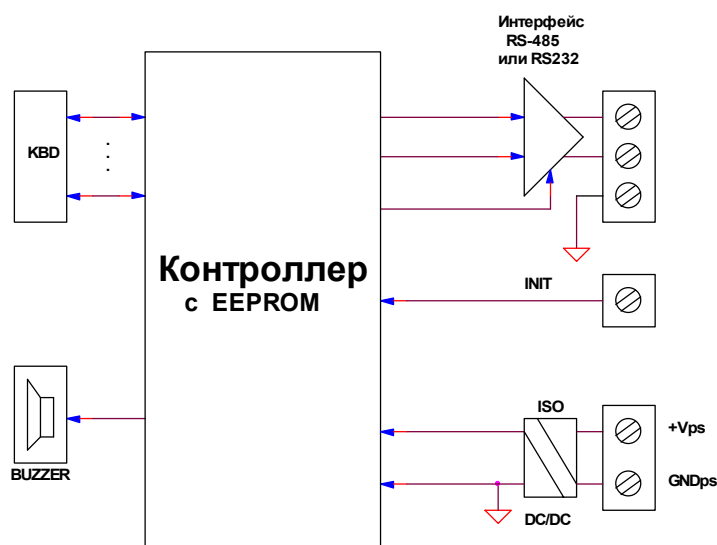


Рис.2. Структурная схема построения модуля

ISO	гальваническая развязка
KBD	мембранная клавиатура
INIT	линия перевода модуля в режим инициализации
КОНТРОЛЛИЕР	автомат управления
DC/DC	преобразователь уровней напряжений питания с гальванической развязкой
BUZZER	внутренний BUZZER

3.2 ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Клавиатура	Пленочная мембранная, пылевлагозащищенная. 30 кнопок (6 строк по 5 кнопок).
Количество срабатываний клавиш, не менее	1 500 000
Электрическая прочность лицевой пленки, КВ/мм, не более	250
Сопротивление изоляции	100МОм
Интерфейс связи	RS-485/RS-232
Скорость обмена	от 300 до 115200 бод
Напряжение питания	От 10 до 30В постоянного тока (номинальное 24В)
Потребляемая мощность:	Не более 0,75 Вт
Напряжение гальванической изоляции между цепями питания и интерфейса	500В
Исполнение передней панели (по степени пылевлагозащиты)	Не уступает IP54
Рабочая температура окружающего воздуха для модуля	от –20 до +60°С
Относительная влажность воздуха	5~90% без конденсации влаги
Температура хранения	от –30 до +70°С без конденсации влаги
Материал корпуса	Алюминий
Цвет корпуса	Черный (RAL9005st)
Габаритные размеры	179х153х37мм
Масса, не более	0,65кг

! По отдельному заказу возможна поставка модуля с функциональным обозначением кнопок по желанию заказчика.

! Не допускается воздействие на лицевую пленку клавиатуры колющих и режущих предметов. Очистку поверхности клавиатур от возможных загрязнений производить мягкой хлопчатобумажной ветошью, слегка увлажненной очищенным бензином или этиловым спиртом.

3.4. КОНФИГУРАЦИЯ

Клавиатура HL-KBD56RS/IP/S/M поставляется со следующими настройками (параметры по умолчанию):

- Скорость обмена информацией с компьютером – 19200bps
- Адрес устройства в сети – 01h
- Тип интерфейса – RS-232
- Формат данных – 1 старт-бит, 8 бит данных, 1 стоп-бит
- Контрольная сумма – не используется
- Размер буфера клавиатуры – 8 нажатий
- Имя модуля – HMI-LCD-M
- Звуковое подтверждение нажатия клавиши на клавиатуре пульта – отключено.

При необходимости часть из этих параметров можно изменить. Выбор параметров конфигурации производится путем установки соответствующих перемычек и переключателей на плате, а также путем перепрограммирования внутренней энергонезависимой памяти EEPROM.

3.4.1. РАСПАЙКА ОТВЕТНОГО РАЗЪЕМА ТИПА D-SUB DB-9

№ контакта	Наименование сигнала
1	RxD,
2	GND rs232
3	TxD,
4	GNDps(-)
5	+Vps.
6	DATA-
7	DATA+
8	GND rs485
9	INIT

3.4.2. ВЫБОР ТИПА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРФЕЙСА

При помощи переключателей JP1, JP2, находящихся на плате модуля, устанавливается тип последовательного интерфейса, к которому подключается модуль.

Первый контакт имеет квадратную контактную площадку.

Наименование	RS-485	RS-232
JP1	2-3	1-2
JP2	2-3	1-2

При замыкании на обоих переключателях контактов 1-2 будет выбран для работы интерфейс RS-232.

При замыкании на обоих переключателях контактов 2-3 будет выбран для работы интерфейс RS-485.

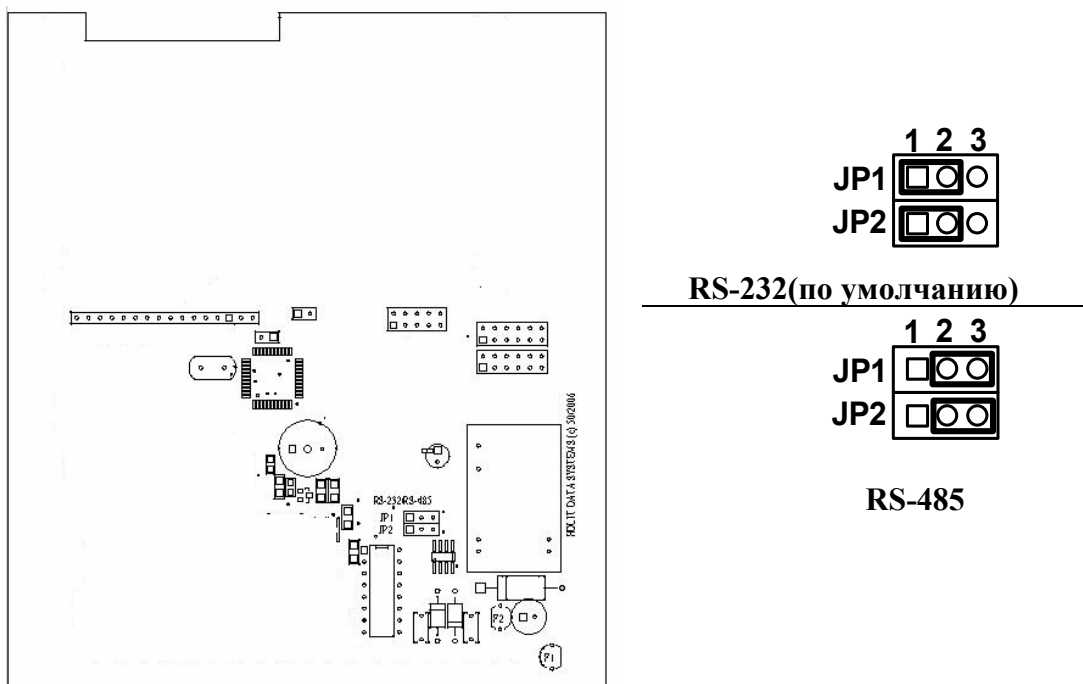


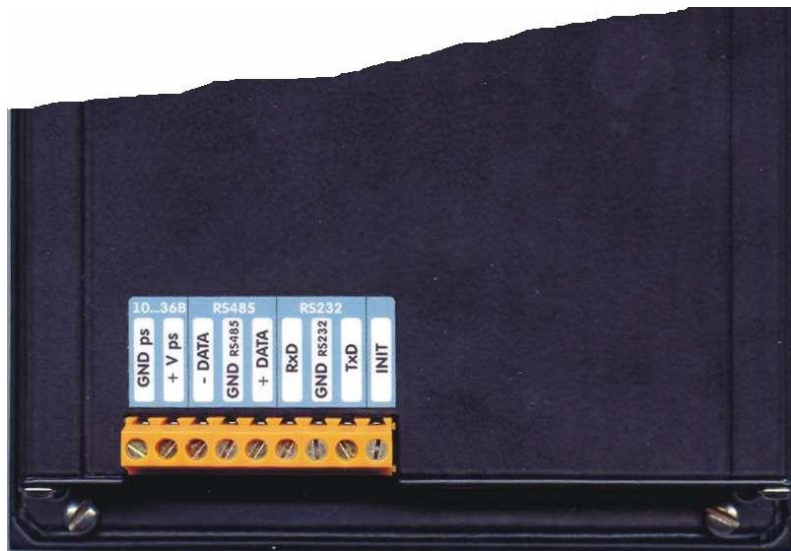
Рис.3. Монтажная схема

3.4.3. УСТАНОВКА РЕЖИМА ИНИЦИАЛИЗАЦИИ

Используется при необходимости изменения определенных, редко перенастраиваемых параметров модуля. Внешнее электрическое соединение контакта INIT с контактом GND RS485 или GND RS232 на входном разъеме модуля переведет модуль в режим *инициализации* при последующем включении питания.

Применяя команды изменения параметров модуля (см. раздел “Программирование”), можно перезаписать новые значения во внутреннюю энергонезависимую память EEPROM. Выключив модуль, следует отсоединить перемычку между контактами. Таким образом, модуль при последующем включении питания будет переведен в *нормальный режим работы*.

3.5. ПОДКЛЮЧЕНИЕ



3.5.1. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

Для подключения источника питания к модулю предназначены контакты с обозначением GNDps(-) и +Vps .

3.5.2. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИНТЕРФЕЙСА RS232

Для подключения модуля к интерфейсу RS-232 предназначены контакты с обозначением RxD, TxD, GND rs232 (см. Рис.4).

Пример подключения модуля к интерфейсу RS-232 управляющего компьютера

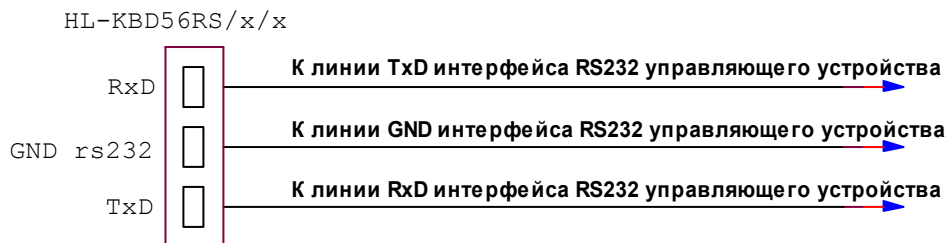


Рис.4. схема подключения интерфейса

3.5.3. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ИНТЕРФЕЙСА RS485

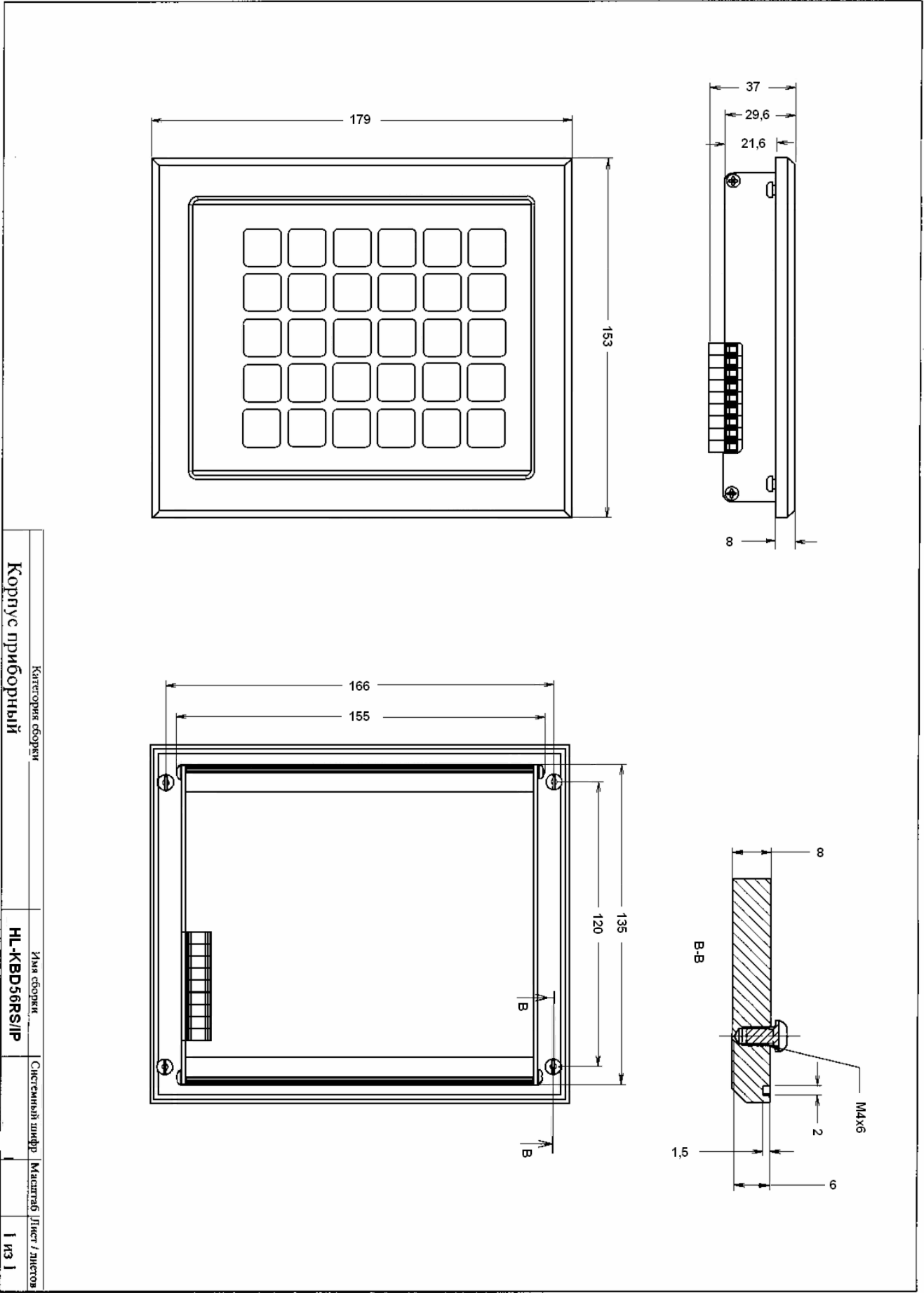
Для подключения модуля к интерфейсу RS485 предназначены контакты с обозначением DATA-, DATA+, GND RS485.

3.6. СКАН - КОДЫ КЛАВИАТУРНОЙ МАТРИЦЫ

Наименование кнопки	Скан код		Наименование кнопки	Скан код	
	HEX	DEC		HEX	DEC
0	05	5	F5	1A	26
1	04	4	F6	1B	27
2	0A	10	Ins	16	22
3	10	16	Del	1C	28
4	03	3	-	17	23
5	09	9	+	1D	29
6	0F	15	Space	18	24
7	02	2	Esc	01	1
8	08	8	Mode	07	7
9	0E	14	Bsp	0D	13
.	11	17	Enter	1E	30
F1	13	19	↑	0B	11
F2	14	20	↓	0C	12
F3	15	21	←	06	6
F4	19	25	→	12	18

3.7. ГАБАРИТНЫЕ И УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ

3.7.1. ЩИТОВОЕ ИСПОЛНЕНИЕ



4. РАБОТА С УСТРОЙСТВОМ

4.1. ПОРЯДОК ВКЛЮЧЕНИЯ

1. Проверьте компоненты на отсутствие механических повреждений.
2. Установите необходимые переключатели на плате.
3. Убедитесь в правильном подключении внешних сигналов.
4. Включите питание модуля.



ВНИМАНИЕ!

Все операции по установке параметров функционирования модуля (установка перемычек, подключение сигналов и т.п.) должны выполняться при отключенном питании.

4.2. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

Рекомендации при работе с интерфейсом RS-485

В модуле установлен драйвер интерфейса RS-485 - SP485R (фирмы SIPEX), который благодаря высокому входному сопротивлению допускает подключение до 256 приемопередатчиков.

Во многих случаях может потребоваться включение двух согласующих резисторов R_t (рис.5) на обоих концах сегмента сети RS-485. Особенно это касается сети, где устройства работают на высокой скорости и длина кабеля велика.

Если протяженность сети RS-485 не более 100м, то скорей всего в применении терминирующих (согласующих) резисторов нет большой необходимости.

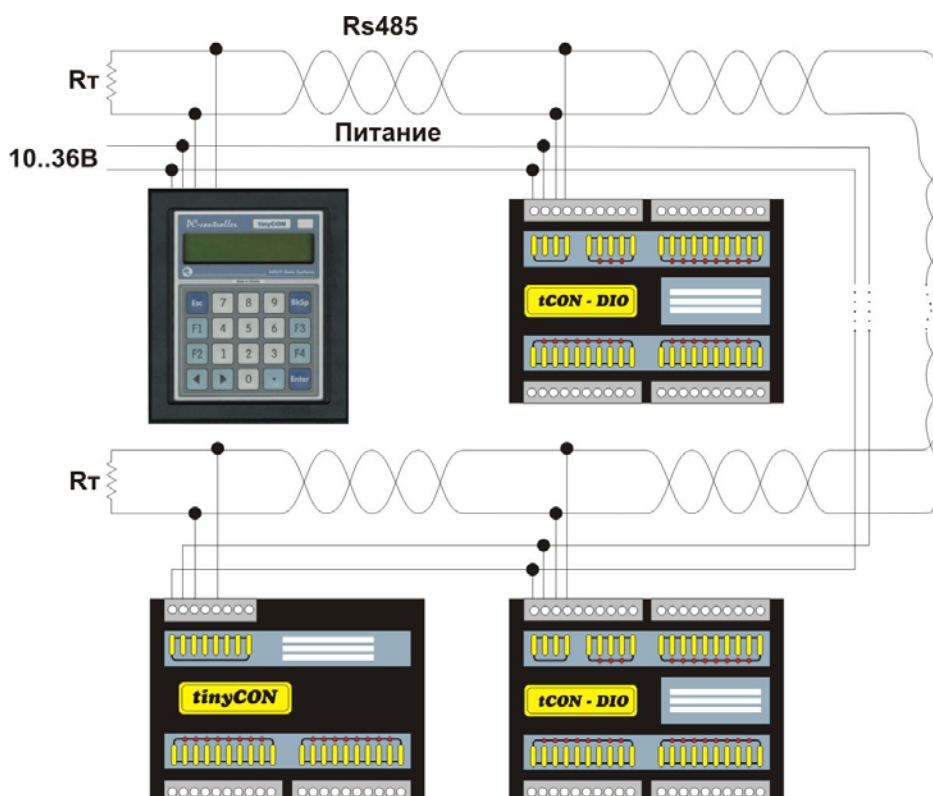


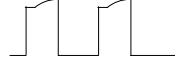


Рис.5. Типовое включение контроллера в сеть из нескольких устройств

Для каждой сети номинал резисторов может существенно отличаться и зависит от типа применяемого кабеля, а также его длины. Рассчитать сопротивление согласующего резистора, учитывая все необходимые параметры сети непросто, поэтому, для достижения наилучшей характеристики работы сети номиналы согласующих резисторов рекомендуется подобрать по форме сигнала с помощью осциллографа.


Сопротивление резистора
подобрано правильно


Сопротивление резистора
необходимо увеличить


Сопротивление резистора
необходимо уменьшить

Рекомендации для начального подбора номинала резистора:

- а). Если длина линии около 300 м, то подбор резистора начинается с номинала 330 Ом;
- б). Если длина линии около 600 м, то подбор резистора начинается с номинала 220 Ом;
- в). Если длина линии около 1200 м, то подбор резистора начинается с номинала 110 Ом.

Примечание!

При совместной работе с модулями серий I-7000, I-8000 (ICP DAS) рекомендуется применять следующую схему включения: при питании модуля и подключаемых к нему модулей серий I-7000, I-8000 от одного источника питания, рекомендуется соединить контакты GNDps и GNDrs485. При этом необходимо помнить, что гальваническая изоляция между цепями питания и интерфейса модуля пропадет.

4.2.1. ПАРАМЕТРЫ МОДУЛЯ И НАЧАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Модуль клавиатуры имеет в своем составе перепрограммируемое запоминающее устройство с электрическим стиранием информации (EEPROM) для хранения параметров конфигурации модуля. Поэтому пользователю невозможно визуально определить установленную для модуля скорость обмена, адрес и другие параметры. Для решения этой проблемы каждый модуль имеет внешний контакт с обозначением INIT. При подаче питания на модуль, у которого этот контакт соединен с контактом GND RS485 или GND RS232, активизируется **режим инициализации**, при этом параметры конфигурации модуля временно примут следующие значения:

- **адрес** - **01**
- **скорость обмена** - **19200bps (0x04)**

Теперь, выполнив функцию 13, подфункцию 0 и 1 (“Program, Modbus Address; Program, Serial BitRate”) в режиме чтения, можно узнать истинные его параметры. При этом не происходит каких-либо изменений параметров в EEPROM модуля, т.е. если произвести повторное включение модуля при разомкнутой цепи между контактами INIT и GND RS485(GND RS232), то параметры конфигурации вновь примут те значения, которые были ранее сохранены в EEPROM либо изменены пользователем.

4.2.1.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДУЛЯ

Определение параметров модуля либо при помощи послышки соответствующего запроса либо через встроенное меню конфигурации. Описание работы, меню конфигурации, и способы формирования запросов, см. в разделе «Программирование».

1. Отключить питание от модуля и соединить между собой контакты INIT и GND RS485(GND RS232);
2. Подать питание на модуль;
3. Послать запрос чтения адреса модуля (Функция 13, подфункция 0). [0x01 0x0D 0xFF 0x00 0xD1 0xEB];
4. Ответ содержит установленный адрес модуля (байт по смещению 5, относительно начала ответа). Послать запрос чтения скорости обмена модуля (Функция 13, подфункция 1). [0x01 0x0D 0xFF 0x01 0x10 0x2B]. Ответ содержит установленную скорость обмена модуля (байт по смещению 5, относительно начала ответа);
5. Отключить питание от модуля и разорвать связь между контактами INIT и GND RS485 (GND RS232);
6. Подать питание на модуль.

Заводская конфигурация:

- адрес** - **01**
- скорость обмена** - **19200bps (0x04)**

4.2.1.2. УСТАНОВКА ПАРАМЕТРОВ КОНФИГУРАЦИИ МОДУЛЯ

Изменение адреса модуля (может быть произведено в любой момент, результат хранится во внутренней EEPROM памяти контроллера):

1. Отключить питание от модуля и соединить между собой контакты INIT и GND RS485(GND RS232);
2. Включить питание модуля;
3. Послать запрос чтения адреса модуля (Функция 13, подфункция 0). [0x01 0x0D 0xFF 0x00 0xD1 0xEB];
4. Получить ответ [0x01 0x0D 0xFF 0x00 0x00 0x01 0xDD 0xDF] ⇒ адрес – 01;
5. Послать команду установки адреса модуля (Функция 13, подфункция 0). [0x01 0x0D 0x00 0x00 0x00 0x02 0xAD 0xCA] ⇒ новый адрес – 02.

Примечание:

- Три последних байта запроса являются адресом модуля и контрольной суммой пакета. Способы формирования запросов и метод подсчета контрольной суммы описаны в разделе «Программирование»;
6. Ответ [0x01 0x0D 0x00 0x00 0x90 0x1B] – успех.

Изменение скорости обмена модуля (может быть произведено в любой момент, результат хранится во внутренней EEPROM памяти контроллера):

1. Отключить питание от модуля и замкнуть контакты INIT и GND RS485 (GND RS232);
2. Включить питание модуля;
3. Послать запрос чтения скорости обмена модуля (Функция 13, подфункция 1). [0x01 0x0D 0xFF 0x01 0x10 0x2B];
4. Получить ответ [0x01 0x0D 0xFF 0x01 0x00 0x04 0x4C 0x1C] ⇒ скорость обмена - 04 (19200bps);
5. Послать команду установки скорости обмена модуля (Функция 13, подфункция 1). [0x01 0x0D 0x00 0x01 0x00 0x03 0xAD 0xCA] ⇒ новая скорость обмена - 9600bps;
6. Ответ [0x01 0x0D 0x00 0x01 0x51 0xDB] – успех;
7. Выключить питание модуля;
8. Разомкнуть контакты INIT и GND RS485 (GND RS232).

! ВНИМАНИЕ!

Новый адрес модуля, код скорости обмена, код формата команд сохраняется во внутренней энергонезависимой памяти EEPROM, поэтому не рекомендуется часто менять эти параметры, так как максимальное количество циклов перезаписи EEPROM ограничено (типовое - 100 000).

4.3. ПРИНЦИП РАБОТЫ СДВОЕННОГО СТОРОЖЕВОГО ТАЙМЕРА

Модуль клавиатуры имеет в своем составе два сторожевых устройства:

1. Аппаратный сторожевой таймер модуля
2. Программный сторожевой таймер ведущего устройства.

Модуль предназначен для использования в системах промышленной автоматизации и поэтому может работать в жестких производственных условиях, в том числе при наличии электромагнитных помех и некачественном электропитании. Однако при значительном уровне таких дестабилизирующих факторов может произойти "зависание" модуля. Для вывода модуля из такого состояния используется внутренний аппаратный сторожевой таймер, осуществляющий перезапуск модуля. Кроме того, иногда может произойти нарушение связи или нормальной работы контроллера (компьютера), управляющего сетью модулей. Для выявления подобных ситуаций предназначен сторожевой таймер ведущего устройства.

Наличие двух сторожевых устройств в модуле обеспечивает многократное увеличение надежности работы всей системы.

4.3.1. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТОРОЖЕВОГО ТАЙМЕРА ВЕДУЩЕГО УСТРОЙСТВА

Сторожевой таймер ведущего устройства предназначен для отслеживания состояния контроллера (компьютера), управляющего сетью модулей, в процессе работы системы. При фиксации этим таймером отказа управляющего компьютера на выходах модулей, если таковы имеются, автоматически устанавливается заранее определенное значение безопасного уровня выходного сигнала для предотвращения создания аварийной ситуации.

В случае обрыва линии связи интерфейса RS-485 или нарушении нормальной работы контроллера (компьютера) управляющие команды перестанут поступать к удаленным модулям системы. Это чрезвычайно опасная ситуация для реальных промышленных систем, смягчить последствия которой призван сторожевой таймер ведущего устройства. Программирование интервала этого таймера осуществляется функцией 13 (подфункция 5 и 6). Активность управляющего контроллера определяется по командам, регулярно поступающим к модулям. В случае отсутствия команд в течение периода сторожевого таймера на выходах модуля, если таковы имеются, немедленно произойдет установка заранее определенного значения безопасного уровня выходных сигналов. Это значение задается функцией 13 (подфункция 4)..

4.3.2. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТОРОЖЕВОГО ТАЙМЕРА МОДУЛЯ

Функция 7 (Read Exeption Status) предназначена для определения факта перезагрузки модуля внутренним аппаратным сторожевым таймером. В ответе модуля (3-й байт) 0й бит статуса указывает на признак перезагрузки модуля внутренним аппаратным сторожевым таймером. В случае непредвиденной остановки исполнения встроенного программного обеспечения модуля ("зависания"), вызванной электромагнитными помехами или сбоями по цепи питания, входящий в состав модуля сторожевой таймер обеспечит перезапуск модуля. При этом выходные каналы модуля, если таковы имеются, будут установлены в заранее определенное начальное состояние (задается функцией 13 (подфункция 4)), которое, скорее всего, будет отличаться от состояния до перезапуска модуля. Поэтому пользователь

должен с помощью соответствующей команды установить на выходах модуля, если таковы имеются, такое же состояние, что и до его перезапуска.

После срабатывания таймера, модуль переходит в режим «Listen». Для того чтобы разблокировать модуль, в котором сработал таймер, необходимо выполнить функцию 8 подфункцию 1 (Loopback Diagnostic Test -> Restart Comm Option), затем прочитать байт состояния (функция 7), который своим значением укажет на то, что таймер сработал. В режиме инициализации таймер не активен, независимо от того включен он или нет.

4.3.3. СТАТУС МОДУЛЯ

Перезапуск модуля внутренним аппаратным сторожевым таймером:

- статус модуля не изменяется;

Срабатывание сторожевого таймера ведущего устройства:

- модуль переходит в режим «Listen Only Mode»
- флаг статуса WATCHDOG принимает значение 1 (определяется функцией 7);
- игнорируются все команды управляющего контроллера (компьютера) кроме функции 8 подфункции 1 (Loopback Diagnostic Test -> Restart Comm Option) до тех пор, пока не будет выполнена функция 8 подфункции 1 (Loopback Diagnostic Test -> Restart Comm Option).

5. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Раздел освещает основные вопросы программного взаимодействия с модулем HL-KBD56RS/M.

Обмен данными с модулем осуществляется по сериальному интерфейсу RS485/RS232 в режиме полудуплекса (1start+8data+1stop = 10bits) посредством чтения или записи регистров либо ячеек. Пакет представляет собой последовательность байт, завершающихся контрольной суммой. Признаком конца пакета является отсутствие передаваемых данных в течение времени периода следования 3.5 символов.

Ситуация, когда ответ отсутствует по истечении некоторого времени после отправки команды (timeout), означает либо ошибку коммуникации, либо неверный адрес модуля в команде, либо режим Listen Only Mode.

5.1. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОТОКОЛА

Интерфейс MODBUS был разработан фирмой «MODICON GOULD» для использования в своих контроллерах. Стандартные MODBUS устройства используют последовательный интерфейс (RS-232, RS-485...). Принцип передачи данных использует технологию MASTER-SLAVE, при которой только одно устройство (MASTER) может инициировать передачу (сделать запрос). Другие устройства (SLAVE) передают запрашиваемые главным устройством данные, или производят запрашиваемые действия.

MASTER-устройство (далее MASTER) может адресоваться к индивидуальному подчиненному или может инициировать ширококестельную передачу сообщения на все подчиненные устройства. Подчиненное устройство (далее SLAVE) возвращает сообщение в ответ на запрос, адресуемый именно ему. Ответы не возвращаются при ширококестельном запросе от главного.

Протокол подразумевает на общей шине один MASTER и до 255 SLAVE. Это число зависит от контроллера MASTER и собственно его возможностей. Каждому SLAVE присвоен уникальный адрес устройства в диапазоне от 1 до 255. Команда, адресованная по адресу 0, принимается как ширококестельная, и будет выполняться всеми SLAVE устройствам в сети.

Для передачи данных, сообщения помещаются в «пакет», который отсылается через последовательный интерфейс адресуемому устройству. «Пакет» содержит в себе адрес SLAVE устройства, код команды и если этого требует команда, то данные. Заканчивается пакет контрольной суммой, которая позволит судить MASTER или SLAVE устройству о достоверности информации.

Когда «пакет» достигает адресата, он проверяется на соответствие контрольной суммы. Если контрольная сумма совпадает, то принятая команда выполняется, а затем для MASTER устройства генерируется ответ о результате выполненных действий. Если контрольная сумма не соответствует, то «пакет» игнорируется. В ответном сообщении содержится адрес SLAVE устройства, код команды, данные, полученные в результате выполненных действий, и контрольная сумма. Если сообщение было ширококестельным (для всех SLAVE устройств), то ответное сообщение не передается.

Управление SLAVE устройством выполняется через массивы регистров и ячеек. MODBUS устройство содержит в себе два массива регистров (входные регистры и регистры хранения) и два массива ячеек (ячейки вывода и ячейки ввода). По протоколу, каждый массив допускает адресацию до 65536 регистров и до 65536 ячеек. Реальное количество и условия адресации определяются возможностями самого устройства.

5.1.1. РЕСУРСЫ ПРОТОКОЛА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ УСТРОЙСТВОМ

Таблица 5.1. Ресурсы протокола

Режим передачи данных	RTU
Максимальная длина пакета данных, включая контрольную сумму	255
Количество используемых входных ячеек	8
Количество используемых выходных ячеек	15
Количество используемых регистров ввода	89
Количество используемых регистров хранения	147

5.1.2. ПОДДЕРЖИВАЕМЫЕ ФУНКЦИИ ПРОТОКОЛА

Таблица 5.2. Функции протокола

Код	Название	Описание
01	READ COIL STATUS	Получение текущего состояния (ON/OFF) группы логических ячеек.
02	READ INPUT STATUS	Получение текущего состояния (ON/OFF) группы дискретных входов.
03	READ HOLDING REGISTERS	Получение текущего значения одного или нескольких регистров хранения.
04	READ INPUT REGISTERS	Получение текущего значения одного или нескольких входных регистров.
05	FORCE SINGLE COIL	Изменение логической ячейки в состояние ON или OFF.
06	FORCE SINGLE REGISTER	Запись нового значения в регистр хранения.
07	READ EXCEPTION STATUS	Получение состояния (ON/OFF) восьми внутренних логических ячеек, чье назначение зависит от типа контроллера. Пользователь может использовать эти ячейки по своему выбору.
08	LOOPBACK DIAGNOSTIC TEST	Тестовое сообщение, посылаемое SLAVE для получения данных о связи.
13	PROGRAM	Позволяет MASTER программировать SLAVE
15	FORCE MULTIPLE COILS	Изменить состояние (ON/OFF) нескольких последовательных логических ячеек.
16	FORCE MULTIPLE REGISTERS	Установить новые значения нескольких последовательных регистров.
17	REPORT SLAVE I.D.	Позволяет MASTER определить тип адресуемого SLAVE и его рабочее состояние.

Примечание: под понятием MASTER подразумевается хост-компьютер или контроллер, SLAVE – модуль клавиатуры.

5.1.3. КОДЫ ВОЗВРАЩАЕМЫХ ОШИБОК

В случае если пакет MODBUS сформирован неверно модуль ответит пакетом, содержащим код ошибки.

Таблица 5.3. Коды ошибок

Код	Название	Описание
01	ILLEGAL FUNCTION	Полученный код функции не поддерживается.
02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес, указанный в поле данных, является недопустимым для данного SLAVE устройства.
03	ILLEGAL DATA VALUE	Значения в поле данных недопустимы для данного SLAVE устройства.
04	FAILURE IN ASSOCIATED DEVICE	SLAVE устройство не может ответить на запрос или произошла авария.

К примеру, на пакет с ошибочным адресом в поле данных для функции «01» будет сгенерирован ответ:

Адрес SLAVE	Функция	Код исключительной ситуации	Контрольная сумма
0A	81	02	73

Значение в поле функции равно оригинальному значению с старшим битом, установленным в единицу. Код исключительной ситуации 02 указывает на ошибочный адрес данных

5.1.4. МЕТОДИКА ПОДСЧЕТА КОНТРОЛЬНОЙ СУММЫ

В промышленных условиях, в результате электромагнитных наводок на линии передачи, передаваемая информация может искажаться. Ошибки связи обычно заключаются в изменении одного или серии бит внешним фактором. Для того чтоб отсеять ложные данные, используется механизм контрольных сумм и избыточного кодирования.

При получении пакета, контроллер выполняет подсчет контрольной суммы сообщения. Если принятая контрольная сумма не совпадает с подсчитанной, то данное сообщение содержит ошибки и не должно обрабатываться. При этом ответ не генерируется, так как возможно и то, что ошибку могло содержать поле адреса. Если MASTER не получает ответ, он расценивает это как ошибку коммуникации.

Режим передачи RTU, может включать в формат символа дополнительный бит четности. В режиме RTU это девятый бит в поле данных (8 бит данных и бит четности).. Если контроль четности не используется, бит четности не передается. Все устройства в системе должны быть сконфигурированы одинаково.

Контроль четности может определить только изменение одного бита в символе. Изменение двух битов в символе контроль четности определить не в состоянии.

Для подсчета контрольной суммы используется алгоритм CRC-16 (Cyclic Redundancy Check)

Для подсчета контрольной суммы предварительно готовится 16-битовая переменная (Регистр) в которой и выполняется процедура.

Порядок подсчета суммы следующий:

1. Загрузить 16-ти разрядный регистр числом FFFFH;
2. Выполнить операцию XOR над первым байтом данных и старшим байтом регистра;
3. Поместить результат в регистр;
4. Сдвинуть регистр на один разряд вправо;
5. Если выдвинутый вправо бит единица, выполнить операцию XOR между регистром и полиномом 1010 0000 0000 0001 (A001H);
6. Если выдвинутый бит ноль, вернуться в шаг 3;
7. Повторять шаги 3 и 4 до тех пор, пока не будут выполнены 8 сдвигов регистра;
8. Выполнить операцию XOR над следующим байтом данных и регистром;
9. Повторять шаги 3-7 до тех пор, пока не будут выполнена операция XOR над всеми байтами данных и регистром;
10. Содержимое регистра представляет собой два байта CRC и добавляется к исходному сообщению старшим битом вперед.

Полученный пакет, включающий CRC, подвергается той же процедуре подсчета контрольной суммы. Если ошибок не было, результатом операции будет нулевое значение. Так же контрольная сумма пакета может быть подсчитана без полученного CRC. После подсчета, сравнение посчитанного и полученного CRC укажет на присутствие ошибки в пакете.

Таблица 5.4. Пример расчета CRC для пакета содержащего значения 02, 07

Операция	16-ти разрядный регистр				Флаг
				MSB	
Исключающее ИЛИ	1111	1111	1111	1111	
Число 02			0000	0010	
	1111	1111	1111	1101	
Сдвиг 1	0111	1111	1111	1110	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1101	1111	1111	1111	
Сдвиг 2	0110	1111	1111	1111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1100	1111	1111	1110	
Сдвиг 3	0110	0111	1111	1111	
Сдвиг 4	0011	0011	1111	1111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1001	0011	1111	1110	
Сдвиг 5	0100	1001	1111	1111	
Сдвиг 6	0010	0100	1111	1111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1000	0100	1111	1110	
Сдвиг 7	0100	0010	0111	1111	
Сдвиг 8	0010	0001	0011	1111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1000	0001	0011	1110	

Операция	16-ти разрядный регистр				Флаг
				MSB	
Число 07			0000	0111	
	1000	0001	0011	1001	
Сдвиг 1	0100	0000	1001	1100	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1110	0000	1001	1101	
Сдвиг 2	0111	0000	0100	1110	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1101	0000	0100	1111	
Сдвиг 3	0110	1000	0010	0111	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1100	1000	0010	0110	
Сдвиг 4	0110	0100	0001	0011	
Сдвиг 5	0011	0010	0000	1001	1
Полином	1010	0000	0000	0001	
	1001	0010	0000	1000	
Сдвиг 6	0100	1001	0000	0100	
Сдвиг 7	0010	0100	1000	0010	
Сдвиг 8	0001	0010	0100	0001	
Результат CRC	HEX 12		HEX 41		

Таблица 5.5. Пример подсчета CRC на языке “C”

```

struct TByte
{
    unsigned char    L;
    unsigned char    H;
};
union UCRC
{
    struct TByte B;
    unsigned int    W;
} CRC;

void CalcCRC (unsigned char Value)
{
    unsigned char OctCounter = 8;
    unsigned char CY;//carry

    CRC.B.L ^= Value;
    while (OctCounter)
    {
        OctCounter--;
        CY = 0;
        CY = (CRC.W & 0x0001);
        CRC.W = CRC.W >> 1;
        if (CY)
        {
            CRC.B.H ^= 0xA0;
            CRC.B.L ^= 0x01;
        }
    }
}

void CalcPacket()
{
    CRC.W = 0xFFFF;
    for(cnt=0; cnt < (Len +2) ;cnt++) {CalcCRC(Packet[cnt]);};
}

```

5.2. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ФУНКЦИЙ

5.2.1. ФУНКЦИЯ – 1 (01h) READ COIL STATUS

Возвращает текущее состояние (ON/OFF) группы логических ячеек вывода. При широковещательной передаче, функция игнорируется.

ЗАПРОС:

Запрос содержит адрес начальной ячейки и их необходимое количество для чтения. Адресация ячеек начинается с нуля.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Начальный адрес (Ст.)
4	Начальный адрес (Мл.)
5	Количество ячеек (Ст.)
6	Количество ячеек (Мл.)
7, 8	Контрольная сумма CRC

ОТВЕТ:

Ответ содержит состояния ячеек в формате одна ячейка на бит. Если запрошенное количество ячеек не кратно восьми, то оставшиеся биты в последнем байте сообщения будут установлены в 0. Счетчик байт содержит количество байт передаваемых в поле данных.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Счетчик байт
4	Данные
:	:
N	Данные
N+1, N+2	Контрольная сумма CRC

ПРИМЕР

Прочитать значение двенадцати ячеек, начиная с адреса 05. Адрес устройства– 01.

ЗАПРОС:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	01
Начальный адрес Hi	00
Начальный адрес Lo	05
Количество Hi	00
Количество Lo	12
Контрольная сумма (CRC или LRC)	--

ОТВЕТ:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	01
Счетчик байт	02
Данные (Ячейка 05 - 12)	FA
Данные (Ячейка 13 - 16)	0C
Контрольная сумма (CRC или LRC)	--

5.2.2. ФУНКЦИЯ – 2 (02h) READ INPUT STATUS

Возвращает текущее состояние (ON/OFF) группы логических ячеек ввода. При широковещательной передаче, функция игнорируется.

ЗАПРОС:

Запрос содержит адрес начальной ячейки и их необходимое количество для чтения. Адресация ячеек начинается с нуля.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Начальный адрес (Ст.)
4	Начальный адрес (Мл.)
5	Количество ячеек (Ст.)
6	Количество ячеек (Мл.)
7, 8	Контрольная сумма CRC

ОТВЕТ:

Ответ содержит состояния ячеек в формате одна ячейка на бит. Если запрошенное количество ячеек не кратно восьми, то оставшиеся биты в последнем байте сообщения будут установлены в 0. Счетчик байт содержит количество байт передаваемых в поле данных.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Счетчик байт
4	Данные
:	:
N	Данные
N+1, N+2	Контрольная сумма CRC

ПРИМЕР

Прочитать значение двенадцати ячеек, начиная с адреса 05. Адрес устройства– 01.

ЗАПРОС:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	02
Начальный адрес Hi	00
Начальный адрес Lo	05
Количество Hi	00
Количество Lo	12
Контрольная сумма (CRC или LRC)	--

ОТВЕТ:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	02
Счетчик байт	02
Данные (Ячейка 05 - 12)	FA
Данные (Ячейка 13 - 16)	0C
Контрольная сумма (CRC или LRC)	--

5.2.3. ФУНКЦИЯ – 3 (03h)

READ HOLDING REGISTERS

Возвращает текущее состояние одного или нескольких регистров хранения. При широковещательной передаче, функция игнорируется.

ЗАПРОС:

Запрос содержит начальный адрес регистра и необходимое количество для чтения. Адресация регистров начинается с нуля.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Начальный адрес (Ст.)
4	Начальный адрес (Мл.)
5	Количество регистров (Ст.)
6	Количество регистров (Мл.)
7, 8	Контрольная сумма CRC

ОТВЕТ:

Ответ содержит содержимое регистров. Счетчик байт содержит количество байт передаваемых в поле данных.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Счетчик байт
4	Содержимое регистра X (Ст.)
5	Содержимое регистра X (Мл.)
:	:
N	Содержимое регистра Y (Ст.)
N+1	Содержимое регистра Y (Мл.)
N+2, N+3	Контрольная сумма CRC

ПРИМЕР

Прочитать значение трех регистров, начиная с адреса 05. Адрес устройства– 01.

ЗАПРОС:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	03
Начальный адрес Hi	00
Начальный адрес Lo	05
Количество Hi	00
Количество Lo	03
Контрольная сумма (CRC)	--

ОТВЕТ:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	03
Счетчик байт	06
Данные (Регистр 05, старший байт)	FA
Данные (Регистр 05, младший байт)	DF
Данные (Регистр 06, старший байт)	5C
Данные (Регистр 06, младший байт)	00
Данные (Регистр 07, старший байт)	AA
Данные (Регистр 07, младший байт)	0C
Контрольная сумма (CRC или LRC)	--

5.2.4. ФУНКЦИЯ – 4 (04h) READ INPUT REGISTERS

Возвращает текущее состояние одного или нескольких регистров ввода. При широковещательной передаче, функция игнорируется.

ЗАПРОС:

Запрос содержит начальный адрес регистра и необходимое количество для чтения. Адресация регистров начинается с нуля.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Начальный адрес (Ст.)
4	Начальный адрес (Мл.)
5	Количество регистров (Ст.)
6	Количество регистров (Мл.)
7, 8	Контрольная сумма CRC

ОТВЕТ:

Ответ содержит содержимое регистров. Счетчик байт содержит количество байт передаваемых в поле данных.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Счетчик байт

4	Содержимое регистра X (Ст.)
5	Содержимое регистра X (Мл.)
:	:
N	Содержимое регистра Y (Ст.)
N+1	Содержимое регистра Y (Мл.)
N+2, N+3	Контрольная сумма CRC

ПРИМЕР

Прочитать значение трех регистров, начиная с адреса 05. Адрес устройства– 01.

ЗАПРОС:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	04
Начальный адрес Hi	00
Начальный адрес Lo	05
Количество Hi	00
Количество Lo	03
Контрольная сумма (CRC)	--

ОТВЕТ:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	04
Счетчик байт	06
Данные (Регистр 05, старший байт)	FA
Данные (Регистр 05, младший байт)	DF
Данные (Регистр 06, старший байт)	5C
Данные (Регистр 06, младший байт)	00
Данные (Регистр 07, старший байт)	AA
Данные (Регистр 07, младший байт)	0C
Контрольная сумма (CRC)	--

5.2.5. ФУНКЦИЯ – 5 (05h) FORCE SINGLE COIL

Устанавливает одну ячейку вывода в состояние логической единицы или нуля (ON/OFF).

При широковещательной передаче, функция устанавливает все ячейки с данным адресом во всех подчиненных контроллерах.

ЗАПРОС:

Запрос содержит адрес ячейки и её новое состояние. Адресация ячеек начинается с нуля. Состояние ячейки описывается в поле «Данные», где логическая единица определяется значением FF00h, а ноль значением 0000h. Любое другое число неверно и не влияет на ячейку.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Адрес ячейки (Ст.)
4	Адрес ячейки (Мл.)
5	Данные (Ст.)
6	Данные (Мл.)
7, 8	Контрольная сумма CRC

ОТВЕТ:

Если запрос верен, то после выполнения команды, в ответе возвращается его тело.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Адрес ячейки (Ст.)
4	Адрес ячейки (Мл.)
5	Данные (Ст.)
6	Данные (Мл.)
7, 8	Контрольная сумма CRC

ПРИМЕР

Установить ячейку по адресу 05 в активное состояние. Адрес устройства – 01.

ЗАПРОС:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	05
Адрес Hi	00
Адрес Lo	05
Данные Hi	FF
Данные Lo	00
Контрольная сумма (CRC)	--

ОТВЕТ:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	05
Адрес Hi	00
Адрес Lo	05
Данные Hi	FF
Данные Lo	00
Контрольная сумма (CRC)	--

5.2.6. ФУНКЦИЯ – 6 (06) *PRESET SINGLE REGISTER*

Загружает один регистр определенным значением. При широкосетчатой передаче, функция устанавливает все регистры с данным адресом во всех подчиненных контроллерах.

ЗАПРОС:

Запрос содержит адрес регистра и его новое значение. Адресация регистров начинается с нуля. Новое значение регистра передается в поле «Данные».

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Адрес регистра (Ст.)
4	Адрес регистра (Мл.)
5	Данные (Ст.)
6	Данные (Мл.)
7, 8	Контрольная сумма CRC

ОТВЕТ:

Ответ содержит содержимое регистров. Счетчик байт содержит количество байт передаваемых в поле данных.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Адрес регистра (Ст.)
4	Адрес регистра (Мл.)
5	Данные (Ст.)
6	Данные (Мл.)
7, 8	Контрольная сумма CRC

ПРИМЕР

Установить регистр по адресу 05 в значение AA55 (HEX). Адрес устройства – 01.

ЗАПРОС:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	06
Адрес Hi	00
Адрес Lo	05
Данные Hi	AA
Данные Lo	55
Контрольная сумма (CRC)	--

ОТВЕТ:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	06
Адрес Hi	00
Адрес Lo	05
Данные Hi	AA
Данные Lo	55
Контрольная сумма (CRC)	--

5.2.7. ФУНКЦИЯ – 7 (07h) READ EXCEPTION STATUS

Возвращает текущее значение, описывающее состояние контроллера. При широковещательной передаче, функция игнорируется.

ЗАПРОС:

Запрос содержит только код функции.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3, 4	Контрольная сумма CRC

ОТВЕТ:

Ответ содержит байт, определяющий состояние контроллера.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Значение состояния
4,5	Контрольная сумма CRC

ПРИМЕР

Прочитать флаги состояния устройства. Адрес устройства– 01.

ЗАПРОС:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	07
Контрольная сумма (CRC)	--

ОТВЕТ:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	06
Данные Lo	55
Контрольная сумма (CRC)	--

Где флаги состояния имеют вид 55(HEX), 01010101 (BIN)

5.2.8. ФУНКЦИЯ – 8 (08h) LOOPBACK DIAGNOSTIC TEST

Функция предоставляет серию тестов предназначенных для проверки системы коммуникации и внутренних узлов модуля. При широковещательной передаче, функция игнорируется. Функция диагностики не влияет на работу модуля и не изменяет содержимого пользовательской логики (дискретные выходы, регистры).

ЗАПРОС:

Запрос содержит два байта определяющих код подфункции и два байта данных. Код подфункции определяет тест, выполняющий определенный комплекс проверок. Некоторые подфункции требуют данные, которые размещаются в поле «Данные».

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Код подфункции (Ст.)
4	Код подфункции (Мл.)
5	Данные (Ст.)
6	Данные (Мл.)
7, 8	Контрольная сумма CRC

ОТВЕТ:

Ответ содержит код подфункции и данные. Некоторые из тестов в поле «Данные» возвращают диагностическую или контрольную информацию.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Код подфункции (Ст.)
4	Код подфункции (Мл.)
5	Данные (Ст.)
6	Данные (Мл.)
7, 8	Контрольная сумма CRC

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПОДФУНКЦИИ

Код	Описание подфункции
0	Return Query Data - данные, расположенные в поле данных возвращаются в ответе.
1	Restart Comm Option - периферийный порт подчиненного инициализируется и перезапускается, все коммуникационные счетчики очищаются.
2	Return Diagnostic Register – возвращается 16 флагов - результатов диагностики.
4	Force Listen Only Mode - установка адресуемого подчиненного в режим Listen Only Mode.
10	Clear Ctrs and Diagnostic Reg - очищаются все счетчики.
11	Return Bus Message Count - поле данных сообщения содержит количество сообщений обнаруженных коммуникационной системой после последнего рестарта, операции очистки счетчиков, или включения питания.
12	Return Bus Comm. Error Count - поле данных ответного сообщения содержит количество ошибок контрольной суммы насчитанных после последнего рестарта, операции очистки счетчиков, или включения питания.
13	Return Bus Exception Error Count - поле данных ответного сообщения содержит количество сообщений об ошибках насчитанных подчиненным после последнего рестарта, операции очистки счетчиков, или включения питания.
14	Return Slave Message Count - поле данных ответного сообщения содержит количество сообщений адресованных подчиненному или широкопередаточных сообщений насчитанных подчиненным после последнего рестарта, операции очистки счетчиков, или включения питания.
3, 5 - 9, 15 ...	Зарезервированы

RETURN QUERY DATA

Данные, расположенные в поле данных запроса должны быть возвращены в ответе. Ответ должен быть идентичен запросу.

ПРИМЕР: Выполнить «ЭХО» значением AA55 (HEX). Адрес устройства– 01.

ЗАПРОС И ОТВЕТ

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	08
Код подфункции (Ст.)	00
Код подфункции (Мл.)	00
Данные (Ст.)	AA
Данные (Мл.)	55
Контрольная сумма (CRC)	--

RESTART COMMUNICATION OPTION

Периферийный порт подчиненного инициализируется и перезапускается, все коммуникационные счетчики очищаются. Если порт находится в режиме 'Listen Only Mode', ответ не возвращается. В противном случае возвращается нормальный ответ.

ПРИМЕР: Выполнить перезапуск устройства. Адрес устройства – 01.

ЗАПРОС И ОТВЕТ

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	08
Код подфункции (Ст.)	00
Код подфункции (Мл.)	01
Данные (Ст.)	00
Данные (Мл.)	00
Контрольная сумма (CRC)	--

RETURN DIAGNOSTIC REGISTER

Содержимое регистра диагностики подчиненного возвращается в ответе. Содержимое регистра зависит от модели устройства. (Смотрите документацию устройства).

FORCE LISTEN ONLY MODE

Установка адресуемого подчиненного в режим Listen Only Mode. Это изолирует его от других устройств сети, позволяя иметь связь без прерывания с адресуемым подчиненным. Пока устройство находится в данном режиме, любые сообщения адресуемые подчиненному или широковещательная передача отслеживаются, но не выполняется никаких действий и ответы не возвращаются.

Только одна функция может быть выполнена - это функция Restart Communication Option (код функции 8, подфункция 1).

ПРИМЕР: Установить режим Listen Only Mode. Адрес устройства – 01.

ЗАПРОС:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	08
Код подфункции (Ст.)	00
Код подфункции (Мл.)	04
Данные (Ст.)	00
Данные (Мл.)	00
Контрольная сумма (CRC)	--

ОТВЕТ:

НЕ ВОЗВРАЩАЕТСЯ

CLEAR COUNTERS AND DIAGNOSTIC REGISTER

Очищаются все счетчики и регистр диагностики. Счетчики также очищаются при включении питания.

ПРИМЕР: Выполнить перезапуск устройства. Адрес устройства – 01.

ЗАПРОС И ОТВЕТ

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	08
Код подфункции (Ст.)	00
Код подфункции (Мл.)	0A
Данные (Ст.)	00
Данные (Мл.)	00
Контрольная сумма (CRC)	--

RETURN BUS MESSAGE COUNT

Поле данных ответного сообщения содержит количество сообщений обнаруженных коммуникационной системой после последнего рестарта, операции очистки счетчиков, или включения питания.

ПРИМЕР: Получить содержимое счетчика. Адрес устройства – 01.

ЗАПРОС:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	08
Код подфункции (Ст.)	00
Код подфункции (Мл.)	0B
Данные (Ст.)	00
Данные (Мл.)	00
Контрольная сумма (CRC)	--

ОТВЕТ: Содержимое счетчика – 0020 (HEX)

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	08
Код подфункции (Ст.)	00
Код подфункции (Мл.)	0B
Данные (Ст.)	00
Данные (Мл.)	20
Контрольная сумма (CRC)	--

RETURN BUS COMMUNICATION ERROR COUNT

Поле данных ответного сообщения содержит количество ошибок контрольной суммы насчитанных после последнего рестарта, операции очистки счетчиков, или включения питания.

ПРИМЕР: Аналогично подфункции RETURN BUS MESSAGE COUNT.

RETURN BUS EXEPTION ERROR COUNT

Поле данных ответного сообщения содержит количество сообщений об ошибках насчитанных подчиненным после последнего рестарта, операции очистки счетчиков, или включения питания.

ПРИМЕР: Аналогично подфункции RETURN BUS MESSAGE COUNT.

RETURN SLAVE MESSAGE COUNT

Поле данных ответного сообщения содержит количество сообщений адресованных подчиненному или широкопередаточных сообщений насчитанных подчиненным после последнего рестарта, операции очистки счетчиков, или включения питания.

ПРИМЕР: Аналогично подфункции RETURN BUS MESSAGE COUNT.

5.2.9. ФУНКЦИЯ – 13 (0Dh) PROGRAM

Выполняет программную конфигурацию модуля.

ЗАПРОС:

Запрос содержит два байта определяющих код подфункции и серию байт данных. Код подфункции определяет действие, выполняемое функцией. Поле «Префикс Чтение/Запись» представляет собой указатель на выполнение операции записи или чтения конфигурационной информации (255 (FFh) - чтение, 0 - запись).

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Префикс - Чтение/Запись = 0
4	Код подфункции
5, 6	Данные
7, 8	Контрольная сумма CRC

ЗАПИСЬ

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Префикс - Чтение/Запись = FFh
4	Код подфункции
5, 6	Контрольная сумма CRC

ЧТЕНИЕ

ОТВЕТ:

При записи, функция возвращает «Префикс Чтение/Запись» и код подфункции. При операциях чтения, появляется один байт поля данных, который содержит значение запрошенного параметра.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Префикс - Чтение/Запись = 0
4	Код подфункции
5, 6	Контрольная сумма CRC

ЗАПИСЬ

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Префикс - Чтение/Запись = FFh
4	Код подфункции
5, 6	Данные
7, 8	Контрольная сумма CRC

ЧТЕНИЕ

Возможные подфункции

Код	Описание подфункции
0	ModBus Address - адрес в сети ModBus – допустимое значение от 1 до 255
1	Serial BitRate - код скорости передачи данных последовательным портом, где: 0 - 1200 bps 1 - 2400 bps 2 - 4800 bps 3 - 9600 bps 4 - 19200 bps 5 - 38400 bps 6 - 57600 bps 7 - 115200 bps
2...	Описано в следующей главе

ПРИМЕР: Изменить скорость передачи данных на значение 115200 bps. Адрес устройства – 01.

ЗАПРОС:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	0D
Префикс - Чтение/Запись	00
Код подфункции	01
Данные	00
Данные	07
Контрольная сумма (CRC)	--

ОТВЕТ:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	0D
Префикс - Чтение/Запись	00
Код подфункции	0B
Контрольная сумма (CRC)	--

5.2.10. ФУНКЦИЯ – 15 (0Fh) FORCE MULTIPLE COILS

Устанавливает массив ячеек в определенное состояние. При широковещательной передаче, функция устанавливает все ячейки с указанным диапазоном адреса во всех подчиненных контроллерах.

ЗАПРОС:

Запрос содержит начальный адрес ячеек, их количество и новое значение указанных ячеек. Счетчик байт указывает размер поля «Данные» в байтах. Адресация ячеек начинается с нуля. Поле «Данные», представляет собой побитовое значение выбранного диапазона ячеек.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Начальный адрес ячеек (Ст.)
4	Начальный адрес ячеек (Мл.)
5	Количество изменяемых ячеек (Ст.)
6	Количество изменяемых ячеек (Мл.)
7	Счетчик байт
8	Данные
:	:

N	Данные
N+1, N+2	Контрольная сумма CRC

ОТВЕТ:

Ответ содержит начальный адрес ячеек, их количество.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Начальный адрес ячеек (Ст.)
4	Начальный адрес ячеек (Мл.)
5	Количество изменяемых ячеек (Ст.)
6	Количество изменяемых ячеек (Мл.)
7, 8	Контрольная сумма CRC

ПРИМЕР:

Установить значение двенадцати ячеек, начиная с адреса 05 в значения 101010100101 (в шестнадцатеричной форме - AA, 05). Адрес устройства – 01.

ЗАПРОС:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	0F
Начальный адрес Hi	00
Начальный адрес Lo	05
Количество ячеек Hi	00
Количество ячеек Lo	12
Счетчик байт	02
Данные (Ячейка 05 - 12)	AA
Данные (Ячейка 13 - 16)	05
Контрольная сумма (CRC)	--

ОТВЕТ:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	02
Начальный адрес Hi	00
Начальный адрес Lo	05
Количество ячеек Hi	00
Количество ячеек Lo	12
Контрольная сумма (CRC)	--

5.2.11. ФУНКЦИЯ – 16 (10h) PRESET MULTIPLE REGISTERS

Загружает массив регистров предопределенными значениями. При широковещательной передаче, функция устанавливает все регистры с данным диапазоном адресов во всех подчиненных контроллерах.

ЗАПРОС:

Запрос содержит начальный адрес регистров, количество обновляемых регистров и их новые значения. Адресация регистров начинается с нуля. Новые значения регистров передаются в поле «Данные». Счетчик байт указывает размер поля «Данные» в байтах.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Начальный адрес регистров (Ст.)
4	Начальный адрес регистров (Мл.)
5	Количество регистров (Ст.)
6	Количество регистров (Мл.)
7	Счетчик байт
8	Данные (Ст.)
9	Данные (Мл.)
:	:
N	Данные (Ст.)
N+1	Данные (Мл.)
N+2, N+3	Контрольная сумма CRC

ОТВЕТ:

Ответ содержит начальный адрес регистров и их количество.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Начальный адрес регистров (Ст.)
4	Начальный адрес регистров (Мл.)
5	Количество регистров (Ст.)
6	Количество регистров (Мл.)
7, 8	Контрольная сумма CRC

ПРИМЕР

Установить значение двух регистров, начиная с адреса 05 в значения 1234, AA55 (HEX). Адрес устройства – 01.

ЗАПРОС:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	10
Начальный адрес регистров (Ст.)	00
Начальный адрес регистров (Мл.)	05
Количество регистров (Ст.)	00
Количество регистров (Мл.)	02
Счетчик байт	04
Данные (Регистр 05, старший байт)	12
Данные (Регистр 05, младший байт)	34
Данные (Регистр 06, старший байт)	AA
Данные (Регистр 06, младший байт)	55
Контрольная сумма (CRC)	--

ОТВЕТ:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	10
Начальный адрес регистров (Ст.)	00
Начальный адрес регистров (Мл.)	05
Количество регистров (Ст.)	00
Количество регистров (Мл.)	02
Контрольная сумма (CRC)	--

5.2.12. ФУНКЦИЯ – 17 (11h) REPORT SLAVE I.D.

Возвращает описание, тип контроллера и дополнительную информацию, структура и объем которой зависит от типа модуля.

ЗАПРОС:

Запрос содержит только код функции.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3, 4	Контрольная сумма CRC

ОТВЕТ:

Ответ содержит счетчик байт, идентификатор устройства, индикатор пуска и дополнительную информацию. Счетчик байт указывает размер поля данных, которое включает в себя идентификатор устройства, индикатор пуска и дополнительную информацию. Идентификатор устройства представляет собой уникальный для серии модулей код. Индикатор пуска указывает на рабочее состояние модуля (0 – OFF, 255 (FFh) – ON). Дополнительная информация специфична для каждого типа модуля.

Байт	Имя поля
1	Адрес подчиненного
2	Функция
3	Счетчик байт

4	Идентификатор устройства
5	Индикатор пуска
6	Дополнительная информация
:	:
N	Дополнительная информация
N+1, N+2	Контрольная сумма CRC

Возвращаемая информация

Байт	Описание
1	Идентификатор (Для НМИ всегда – 1)
2	Индикатор пуска (всегда 0xFF)
3..22	Строка имени контроллера в 20 символов
23..30	Строка серийного номера контроллера в 8 символов
31...	

ПРИМЕР

Получить информацию об устройстве. Адрес устройства – 01.

ЗАПРОС:

Имя поля	Пример (Hex)
Адрес подчиненного	01
Функция	11
Контрольная сумма (CRC)	--

ОТВЕТ: Зависит от конфигурации устройства.

5.3 ОПИСАНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ РЕГИСТРОВ И ЯЧЕЕК В/В

5.3.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЯЧЕЕК ВВОДА / ВЫВОДА

Таблица 5.6. Ячейки вывода

Адрес ячейки	Назначение
0	Не используется
1	Не используется
2	Не используется
3	Не используется
4	Не используется
5	Не используется
6	Не используется
7	Не используется
8	Не используется
9	Не используется
10	Не используется
11	Не используется
12	Не используется
13	Не используется
14	Тональный сигнал при нажатии кнопок на клавиатуре включен/выключен

Примечание: Модуль может не содержать линий вывода. В этом случае изменение ячеек 0..7 не даст эффекта.

Таблица 5.7. Ячейки ввода

Адрес ячейки	Назначение
0	Не используется
1	Не используется
2	Не используется
3	Не используется
4	Не используется
5	Не используется
6	Не используется
7	Не используется

Примечание: Модуль может не содержать линий ввода. В этом случае ячейки 0..7 будут считываться как 0 или модуль вернет ошибку.

5.3.2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕГИСТРОВ ВВОДА / ВЫВОДА

Таблица 5.8. Регистры хранения

Адрес регистра	Назначение	операция
0..79	Не используется	-
80..144	Не используется	-
145	Частота генерации звука встроенным динамиком	W
146	Не используется	-

Таблица 5.9. Регистры ввода

Адрес регистра	Назначение	операция
0..79	Не используется	-
80	Регистр количества скан-кодов клавиатуры в буфере	R
81..88	Регистр буфера клавиатуры	R

5.4. АРГУМЕНТЫ И РЕЗУЛЬНАТЫ ФУНКЦИЙ

5.4.1. БАЙТ СОСТОЯНИЯ МОДУЛЯ

Выполнив функцию 7 (Read Exeption Status) можно прочесть байт состояния модуля, биты которого указывают на текущее состояние.

Таблица 5.10. Байт состояния

Бит	Имя флага
0	Флаг статуса WATCHDOG (1 – после срабатывания таймера, 0 – таймер не перезагружался)
1	Флаг статуса START (1 – после запуска контроллера, 0 – после считывания состояния флага)
2..7	не используется

5.4.2. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПОДФУНКЦИИ

Для диагностики модуля используется функция 8 (Loopback Diagnostic Test)

Таблица 5.10. Подфункции, используемые для функции 8

Под-функ.	Описание
0	Return Query Data Данные, расположенные в поле данных запроса, должны быть возвращены модулем в ответе. Ответ должен быть идентичен запросу.
1	Restart Comm Option Периферийный порт подчиненного инициализируется и перезапускается, все коммуникационные счетчики очищаются. Если порт находится в режиме 'Listen Only Mode', ответ не возвращается. Если порт не находится в данном режиме, то возвращается нормальный ответ.
2	Return Diagnostic Register Содержимое регистра диагностики подчиненного возвращается в ответе: 0 - FLASH ROM TEST FAILED (Ошибка контрольной суммы в памяти FLASH) 1 - INPUT PIN TABLE MISSING (Неверная таблица ячеек ввода) 2 - OUTPUT PIN TABLE MISSING (Неверная таблица ячеек вывода) 3 - INCORRECT LOCAL INFO (Неверная информация в памяти EEPROM) 4 - EEPROM TEST FAILED (Ошибка контрольной суммы в памяти EEPROM) 5..15 - не используются (возвращается ноль)
4	Force Listen Only Mode Установка адресуемого подчиненного в режим Listen Only Mode. В этом режиме модуль не реагирует на все команды кроме функции Restart Comm Option (код функции 8, подфункция 1)
10	Clear Ctrs and Diagnostic Reg Очищаются все счетчики.
11	Return Bus Message Count Поле данных сообщения содержит количество сообщений обнаруженных коммуникационной системой после последнего рестарта, операции очистки счетчиков, или включения питания.

12	Return Bus Comm. Error Count Поле данных ответного сообщения содержит количество ошибок контрольной суммы насчитанных после последнего рестарта, операции очистки счетчиков, или включения питания.
13	Return Bus Exeption Error Count Поле данных ответного сообщения содержит количество сообщений об ошибках насчитанных подчиненным после последнего рестарта, операции очистки счетчиков, или включения питания.
14	Return Slave Message Count Поле данных ответного сообщения содержит количество сообщений адресованных подчиненному или широковещательных сообщений насчитанных подчиненным после последнего рестарта, операции очистки счетчиков, или включения питания.

5.4.3. ФУНУЦИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ МОДУЛЯ

Выполняя функцию 13 (Program) можно изменять параметры конфигурации модуля, такие как адрес, скорость работы по последовательному интерфейсу и т.д.

Таблица 5.11. Подфункции программирования

Под-функ.	Описание
0	ModBus Address Адрес в сети ModBus 00XX – где XX от 01 до FF
1	Serial BitRate Скорость обмена по последовательному порту, где: 0000 - 1200 bps 0001 - 2400 bps 0002 - 4800 bps 0003 - 9600 bps 0004 - 19200 bps 0005 - 38400 bps 0006 - 57600 bps 0007 - 115200 bps
2	Не используется
3	Не используется
4	Не используется
5	WatchDogStatus Включение/выключение сторожевого таймера WatchDog 0000 – выключен, 00FF – включен
6	WatchDogTime Время срабатывания сторожевого таймера 00XX – где XX от 00 до FF. Где FF (255) – 25,5с

5.4.4. СЛУЖЕБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ВОЗВРАЩАЕМАЯ МОДУЛЕМ

Результатом выполнения функции 17 (Report Slave ID) является ответ, содержащий информацию о типе, имени и серийном номере модуля, и прочее.

Таблица 5.12. Инфо о модуле

Байт	Описание
1	Идентификатор (Для HMI всегда – 1)
2	Индикатор пуска (всегда 0xFF)
3..22	Строка имени контроллера в 20 символов
23..30	Строка серийного номера контроллера в 8 символов
31	Игнорировать значение
32	Игнорировать значение
33	Игнорировать значение

5.5. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАВИАТУРЫ

Клавиатура представляет собой матрицу кнопок, в которой может быть до 5 столбиков и до 6 строк.

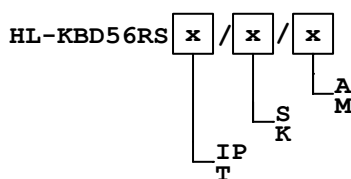
Таблица 5.13. Матрица скан-кодов клавиатуры

	Столбик 1	Столбик 2	Столбик 3	
Строка 1	11h	21h	31h	...
Строка 2	12h	22h	32h	...
Строка 3	13h	23h	33h	...
	:	:	:	

При нажатии на кнопку, модуль идентифицирует номер столбца и строки. По этим номерам формируется код кнопки, где старший полубайт это номер столбца, а младший это номер строки. К примеру, при нажатии кнопки второго столбца и третьей строки контроллер вернет код 23h. Далее код кнопки сохраняется в области регистров ввода в т.н. буфере клавиатуры размером 8 регистров, начиная с адреса 81h. Код следующей клавиши – в регистре 82h и т. д., вплоть до регистра 88h. Количество нажатых кнопок заносится в регистр 80h. Записанное значение хранится до первого считывания регистра. После считывания регистра 80h запись последующих кодов нажатых кнопок начинается вновь с адреса 81h. Если было произведено 8 нажатий на кнопки и управляющий контроллер не произвел считывание буфера клавиатуры и регистра 80h, то последующие нажатия *игнорируются*. Если был активирован тональный сигнал при нажатии кнопок на клавиатуре (ячейка вывода 14) то при каждом нажатии на кнопку модуль будет генерировать короткий звуковой сигнал подтверждения нажатия на кнопку.

6. ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ЗАКАЗА

HL-KBD56RS/x/x/x



Базовая версия пульта оператора

HL-KBD56RS/IP/S	мембранная клавиатура 30 клавиш (матрица 5x6), интерфейс RS-485/RS-232, системой команд в ASCII формате (протокол DCON), питание от внешнего источника 10-36В), щитовое исполнение корпуса, защита передней панели IP54, материал корпуса алюминий
------------------------	--

Опции для заказа при отклонении от базовой версии

/IP	щитовое исполнение корпуса, защита передней панели IP54
/T	"настольное" исполнение корпуса (IP20)
/S	поставка с мембранной клавиатурой с "рисунком" производителя
/K	поставка с мембранной клавиатурой с "рисунком" заказчика
/A	поставка с системой команд в ASCII формате (протокол DCON)
/M	поставка с протоколом обмена MODBUS RTU SLAVE

ООО «ХОЛИТ Дэйта Системс» оставляет за собой право изменять данное руководство пользователя и модифицировать изделия без уведомления покупателей.

ООО «ХОЛИТ Дэйта Системс» не несет какой-либо ответственности за результат использования, информации представленной в настоящем руководстве, поскольку невозможно гарантировать, что данное изделие пригодно для всех целей, в которых оно может применяться покупателем.