

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-техническая компания ПРИБОРЭНЕРГО»

**Модуль аналогового ввода
PRE-8AI-RS24**
Руководство по эксплуатации
ТЛСП.426431.001РЭ

Чебоксары
2023

Оглавление

1	Основные сведения об изделии.....	3
1.1	Структура условного обозначения типоразмеров модулей.....	4
1.2	Краткое техническое описание модуля.....	4
2	Технические параметры.....	4
3	Применение.....	6
3.1	Обмен данными.....	6
3.2	Построение сети RS-485.....	6
3.3	Сторожевые таймеры.....	8
3.4	Сброс на заводские настройки.....	8
4	Модуль PRE-8AI-RS24.....	9
4.1	Назначение модуля.....	9
4.2	Описание принципа работы модуля.....	9
4.3	Юстировка модуля.....	9
4.4	Измерение напряжения.....	9
4.5	Измерение тока.....	10
4.6	Настройка модуля.....	10
5	Настройка модулей серии PRE.....	11
6	Монтаж модуля.....	11
7	Требования безопасности.....	12
8	Обслуживание.....	12
9	Условия транспортирования.....	12
10	Условия хранения и утилизации.....	12
	Приложение А (обязательное) Схема подключения.....	13
	Приложение Б (обязательное) Карта регистров ModBus	14
	Приложение В (обязательное) Протокол DCON	17
11	Лист регистрации изменений.....	22

1 Основные сведения об изделии

Модули производства ООО «НТК Приборэнерго» серии PRE предназначены для применения в системах сбора информации и управления промышленной автоматикой, защиты и автоматикой энергетических систем, в схемах защиты и автоматикой объектов коммунального хозяйства. Интерфейс связи с контроллерами верхнего уровня, номинальное напряжение питания, количество каналов ввода, вывода сигналов и их тип определяют типом исполнения модуля.

Модуль аналогового ввода серии PRE-8AI-RS24 (далее – модуль) представляют устройства сетевого сбора данных, которые выполняют преобразование аналоговых сигналов напряжения или тока в цифровые значения и передачу полученных значений через интерфейс связи по запросу.

Модули выполняют функции ввода и вывода аналоговых и дискретных сигналов; аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование тока и напряжения; нормализацию аналоговых сигналов.

Поддерживаемые протоколы связи сети интерфейса RS-485 – Modbus RTU; DCON.

Поддерживаемые протоколы связи сети интерфейса Ethernet – Modbus TCP.

Все необходимые настройки связи и параметры модуля задают программно через регистры Modbus или командами DCON и сохраняют в энергонезависимой памяти контроллера модуля.

Все функциональные части модуля имеют гальваническую развязку: цепи питания – дискретные и аналоговые входы – дискретные выходы – интерфейс связи.

Модули серии PRE программно и аппаратно совместимы и могут объединяться в сеть RS-485 одновременно с модулями других производителей: ADAM, ICP, RealLab, NuDAM и др.

Полную информацию о модулях серии PRE смотрите на сайте <https://прибор-энерго.рф>

1.1 Структура условного обозначения типоразмеров модулей



1.2 Краткое техническое описание модуля

В таблице 1 приведено краткое техническое описание модуля аналогового ввода PRE-8AI-RS24.

Таблица 1 – Краткое техническое описание

Наименование	Краткое техническое описание
PRE-8AI-RS24	Модуль аналогового ввода, имеет 8 дифференциальных/16 одиночных входов для сигналов напряжения и тока, интерфейс связи модуля – RS-485, напряжение питания модуля – 24 В постоянного

2 Технические параметры

Модули спроектированы и изготовлены с повышенным запасом надежности каждой своей части.

Технические характеристики модуля аналогового ввода PRE-8AI-RS24 приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики

Номер	Параметр	Значение	Описание
Общие параметры			
1	Рабочая температура, °C	- 40...+ 70	Широкий температурный диапазон работы
2	Температура хранения, °C	- 40...+ 85	
3	Степень защиты	IP20	
4	Вес, не более, г	150	

Окончание таблицы 2

Номер	Параметр	Значение	Описание
5	Относительная влажность, не более, в процентах (%)	95	
6	Непрерывный режим работы	Да	
7	Содержание драгоценных металлов	Нет	Модуль не содержит драгоценные металлы
8	Габаритные размеры, мм	145x82x39	
Цепь питания			
1	Напряжение питания модуля с обозначением 24 В	DC (10-30) В	Входное напряжение питания может варьироваться в широких диапазонах
2	Потребляемая мощность	0,3-1,5 Вт	Малое энергопотребление – не более 1,5 Вт
3	Виды защит	3	1) вход питания имеет защиту от неправильного подключения полярности; 2) защита от кратковременного превышения питающего напряжения; 3) термозащита: отключение при перегреве
Порт связи RS-485			
1	Скорость передачи данных, до, кБ/с	230	Высокоскоростная надежная передача данных. Возможные значения: 1,2; 2,4; 4,8; 9,6; 19,2; 38,4; 57,6; 115,2; 230,4 кБ/с
2	Входное сопротивление, кОм	96	Высокое входное сопротивление приемника позволяет подключать в сеть до 255 устройств
3	Гальваническая изоляция, кВ	2,5	Все цепи модуля имеют гальваническую развязку между собой
4	Импеданс, Ом	100	На конечных модулях в сети рекомендуется устанавливать согласующие резисторы номиналом 100 Ом
5	Виды защит	4	1) термозащита: отключение при перегреве; 2) высокий уровень стойкости к синфазным переходным процессам 25 кВ/мкс; 3) защита от короткого замыкания сигнальных цепей; 4) защита от электростатических разрядов до 15 кВ
Аналоговый вход AI			
1	Разрешающая способность АЦП, бит	16	
2	Измерение постоянного напряжения	(± 10) В, (± 5) В, (± 1 В), (± 300) мВ, (± 150) мВ	
3	Измерение постоянного тока, мА	± 20	Для измерения тока установить внешнее сопротивление (резистор) на клеммы входа
4	Внесение сопротивления при измерении тока, Ом	50	
5	Входное сопротивление при измерении напряжения, не менее, МОм	2	
6	Период обновления результатов измерения по каждому каналу, не более, мс	80	Для частоты среза 13,1 Гц – 80 мсек, для частоты среза 15,7 Гц – 70 мсек, для частоты среза 65,5 Гц – 16 мсек
7	Полоса пропускания (частота среза), Гц	13,1	Возможны 13,1, 15,7, 65,5
8	Основная погрешность измерения напряжения, в процентах (%)	0,1	Погрешность приведена к верхней границе диапазона измерений
9	Основная погрешность измерения тока, в процентах (%)	0,1	Погрешность приведена к верхней границе диапазона измерений
10	Гальваническая изоляция, кВ	2	Высокая гальваническая изоляция
11	Виды защит	2	Защита от перенапряжения входов, электростатическая защита входов

3 Применение

Для настройки и работы с модулями серии PRE необходимо следующее оборудование:

- 1) сам модуль;
- 2) источник питания согласно напряжению питания модуля;
- 3) для исполнения с типом связи RS-485 – конвертер USB-RS-485 или COM-RS-485 с интерфейсом RS-485;
- 4) для исполнения с типом связи Ethernet – двух парный Ethernet кабель с обжатými наконечниками 8P8C;
- 5) переносной или стационарный компьютер.

На лицевой стороне модуля расположены следующие светодиодные индикаторы:

- 1) линейка зеленых светодиодов индикации состояния входов или выходов (в зависимости от типа модуля);
- 2) красный светодиод «Error» служит для индикации:
 - а) загорается и гаснет при старте исправного модуля;
 - б) светит постоянно при сбое программного обеспечения или встроенного оборудования модуля;
 - в) светит постоянно при активации режима Bootloader (при установленной перемычке на пинах «Bootloader» на плате модуля);
 - г) загорается при сохранении новых настроек модуля в энергонезависимую память (после изменения настроек) и гаснет при завершении сохранения и применения новых настроек модуля.
- 3) желтый светодиод «State» состояния:
 - а) светит постоянно при нормальной работе модуля, при ответе (отправке данных) по сети RS-485 гаснет на 0,1 сек.;
 - б) мигает в режиме – светит 1 сек. и погашен 1 сек. в режиме блокировки управления системным сторожевым таймером;
 - в) мигает в режиме – светит 2 сек. и погашен 1 сек. при активации программы Bootloader.

3.1 Обмен данными

Модуль выполняет обмен данными по интерфейсу RS-485 согласно принципу Master – Slave (ведущий – ведомый).

Этот принцип обмена данными подразумевает наличие в сети единственного Master-устройства (обычно таким устройством является контроллер или компьютер), которое последовательно опрашивает Slave-устройства (модули ввода-вывода, панели оператора, частотные преобразователи и т.д.).

При этом Slave-устройство не является инициатором обмена, т.е. оно только отвечает на полученные запросы.

3.2 Построение сети RS-485

Интерфейс RS-485 является одним из наиболее распространённых стандартов физического уровня в современных средствах промышленной автоматизации.

Неправильно разведенная сеть RS-485 может стать причиной постоянных отказов, сбоев и ошибок в работе оборудования.

В основе интерфейса RS-485 лежит способ дифференциальной (балансной) передачи данных.

Преимуществом дифференциальной (балансной) передачи данных является высокая устойчивость к синфазным помехам.

При дифференциальной передаче не происходит искажения сигнала в виду того, что помеха одинаково действует на оба проводника и наводит в них одинаковый потенциал, в результате чего разность потенциалов (полезный сигнал) остается неизменной.

По этой причине линии связи интерфейса RS-485 представляют собой два скрученных между собой проводника и называются витой парой.

Прямые выходы «А» подключаются к одному проводу, а инверсные «В» ко второму проводу (рисунок 1).

В случае неправильного подключения выходов к линиям приемопередатчики не выйдут из строя, но при этом правильно функционировать они не будут.

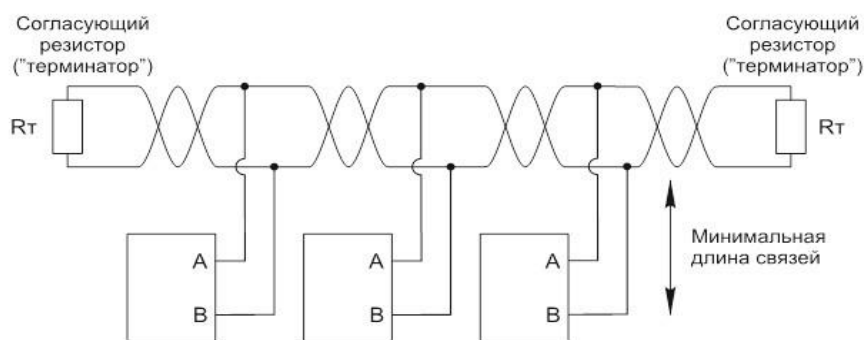


Рисунок 1 – Конфигурация сети RS-485

Конфигурация сети представляет собой последовательное присоединение приемопередатчиков к витой паре (топология «шина»), при этом сеть не должна содержать длинных ответвлений при подключении устройств, так как длинные ответвления вызывают рассогласования и отражения сигнала.

Скрутки и сращивания кабеля витой пары не допускаются.

При увеличении длины линий связи при высокой скорости передачи данных имеет место так называемый эффект длинных линий.

Он заключается в том, что скорость распространения электромагнитных волн в проводниках ограничена, для примера у проводника с полиэтиленовой изоляцией она ограничена на уровне около 206 мм/нс.

Помимо этого, электрический сигнал имеет свойство отражаться от концов проводника и его ответвлений. Для коротких линий подобные процессы протекают быстро и не оказывают влияния на работу сети, однако при значительных расстояниях в сотни метров отраженная от концов проводников волна может исказить полезный сигнал, что приведет к ошибкам и сбоям.

Проблему отражений сигнала в интерфейсе RS-485 решают при помощи согласующих резисторов – «терминаторов», которые устанавливают непосредственно у выходов двух приемопередатчиков, максимально отдаленных друг от друга.

Следует отметить, что в большинстве случаев «терминаторы» уже смонтированы в потребительских устройствах и подключаются к сети при помощи соответствующих перемычек на корпусе устройства. Номинал «терминатора» соответствует

волновому сопротивлению кабеля, которое зависит от его характеристик и не зависит от его длины.

Подключение к сети RS-485 рекомендуется выполнять экранированной витой парой для уменьшения наводок на кабель и повышения устойчивости передачи данных.

Настройки интерфейса RS-485 модуля по умолчанию (заводские настройки):

Скорость RS-485 – 115200 бит/с;

Длина слова данных – 8;

Количество стоп-бит в посылке – 1;

Тип контроля четности слова данных – отсутствует;

Протокол – Modbus RTU;

Адрес устройства – 1.

3.3 Сторожевые таймеры

В ходе эксплуатации модуля из-за коммутаций силовых цепей возможно возникновение значимых электромагнитных помех, которые могут приводить к сбоям в работе микроконтроллера. Для отслеживания указанных сбоев применены сторожевые таймеры.

Модуль имеет три сторожевых таймера:

1) встроенный в микроконтроллер модуля;

2) аппаратный, выполненный отдельным от микроконтроллера схематическим узлом;

3) системный.

Сторожевой таймер, встроенный в микроконтроллер модуля, отслеживает время цикла выполнения программы микропроцессора. При «зависании» программы происходит превышение времени выполнения программы над установленным значением, что вызывает сброс микроконтроллера.

Сторожевой таймер аппаратный модуля представляет собой аппаратную цепь сброса микроконтроллера, входящего в состав модуля. Аппаратная цепь сброса отслеживает работу микроконтроллера и перезапускает микроконтроллер в случае его «зависания».

Два указанных сторожевых таймера всегда включены.

3.4 Сброс на заводские настройки

При сбросе на заводские настройки выполнять изменение конфигурационных параметров на значения по умолчанию (заводские настройки).

Сброс на настройки по умолчанию при нормальной работе устройства выпол-

нять в следующей последовательности:

1) выключить модуль, если он был включен;

2) соединить клемму IN_CTRL с клеммой V- проволочной перемычкой;

3) включить модуль;

4) через 5 сек. после включения проконтролировать кратковременное мигание красного светодиода «Error», подтверждающее, что сброс на настройки по умолчанию выполнен;

5) выключить модуль;

6) снять проволочную перемычку клеммы IN_CTRL с клеммой V-.

4 Модуль PRE-8AI-RS24

4.1 Назначение модуля

Модуль предназначен для измерения аналоговых сигналов:

- 1) напряжения в диапазонах (± 10) В, (± 5) В, (± 1) В, (± 300) мВ, (± 150) мВ;
- 2) тока в диапазоне ($\pm 0-20$) мА;
- 3) и вывода информации об измеренных значениях в цифровом виде по сетевому интерфейсу.

4.2 Описание принципа работы модуля

Измеряемое напряжение подключить на клеммы аналогового входа. Для измерения тока на измерительные клеммы модуля установить сопротивление (резистор), который является датчиком тока.

Измеряемое напряжение или ток могут быть подключены как в прямом, так и в обратном направлении. При этом значение, которое будет отображаться как результат измерений будет менять знак.

Аналоговые сигналы с входа модуля через аналоговый коммутатор (мультиплексор) подаются на усилитель-нормализатор с ограниченной полосой пропускания и регулируемым коэффициентом усиления. Далее сигнал поступает на АЦП и преобразуется в цифровой 16-разрядный код. АЦП также имеет встроенный цифровой фильтр. Полоса пропускания АЦП модуля и коэффициент усиления усилителя-нормализатора переключаются программно. Цифровой 16-разрядный код аналогового сигнала с выхода АЦП поступает в микроконтроллер по цифровой шине.

Микроконтроллер модуля выполняет следующие функции:

- 1) принимает и выполняет команды принятые через интерфейс связи;
- 2) выполняет настройку и обмен данными с АЦП;
- 3) отправляет данные измерений;

Возможны два режима работы аналоговых входов модуля:

- 1) дифференциальные входы;
- 2) одиночные входы.

Дифференциальные входы имеют независимые от смежных входов клеммы для подключения входных аналоговых сигналов.

Одиночные входы имеют общий провод (AGND) для подключения входных аналоговых сигналов.

4.3 Юстировка модуля

Юстировка модуля аналогового ввода PRE-8AI-RS24 выполняется контроллером модуля самостоятельно при включении питания модуля.

При этом отсутствуют какие-либо операции, которые необходимо выполнять пользователю модуля.

4.4 Измерение напряжения

Подключение аналоговых сигналов напряжения в режиме дифференциальных входов:

- 1) входы Vin0+...Vin7+ – являются неинвертирующими входами каналов с нулевого по седьмой;

2) входы $V_{in0} \dots V_{in7}$ – являются инвертирующими входами каналов с нулевого по седьмой;

3) клемма AGND не используются.

В режиме дифференциальных входов модуль имеет восемь измерительных каналов.

Подключение аналоговых сигналов в режиме одиночных входов:

а) входы $V_{in0+} \dots V_{in7+}$ – являются неинвертирующими входами каналов с нулевого по седьмой,

б) $V_{in0-} \dots V_{in7-}$ – являются неинвертирующими входами каналов с восьмого по 17,

в) клемма AGND является клеммой общего провода.

В режиме одиночных входов модуль имеет 16 измерительных каналов.

Переключение режима дифференциальных входов/одиночных входов выполнять через регистры протокола Modbus или команды CDON.

В модулях аналогового ввода все неиспользуемые входы должны быть соединены с клеммой GND и заземлены. В противном случае на незадействованных входах наводится сигнал помехи, который проникает в задействованные входы и приводит к увеличению погрешности измерений.

Гальваническую изоляцию модуля обеспечивают изоляцией аналоговых входов, АЦП и микроконтроллера от блока питания и интерфейсной части.

4.5 Измерение тока

Для измерения тока на измерительные клеммы модуля параллельно входу устанавливают сопротивление (резистор) номиналом 50 Ом 0,1 % 0,25 Вт. Данный резистор является датчиком тока.

В зависимости от выбранного режима аналогового входа резистор подключить в режиме:

1) дифференциального входа – на клеммы входа параллельно источнику сигнала (например, для первого канала – к V_{in0+} и V_{in0-});

2) одиночного входа – на клемму одиночного входа и клемму общего провода AGND (например, для первого канала – к клемме V_{in0+} и клемме общего провода AGND).

В режиме одиночного входа измерение токов по каналам происходят через общую клемму AGND.

Следовательно, по всем каналам ток должен протекать в одном направлении (или прямо, или обратном).

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДКЛЮЧЕНИЕ ТОКОВЫХ КАНАЛОВ, КОГДА ПО ОДНОМУ ИЗ КАНАЛОВ ТОК ПРОТЕКАЕТ В ПРЯМОМ НАПРАВЛЕНИИ, А ПО ДРУГОМУ КАНАЛУ В ОБРАТНОМ.

ЭТО ПРИВЕДЕТ К ИСКАЖЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ МАЛЫХ ИЗМЕРЯЕМЫХ ТОКАХ И ПОВРЕЖДЕНИЮ КАНАЛОВ АНАЛОГОВОГО ВВОДА МОДУЛЯ ПРИ БОЛЬШИХ ТОКАХ.

4.6 Настройка модуля

Модуль PRE-8AI-RS24 поставляется с заводскими настройками. Параметры заводских настроек сетевых параметров приведены в разделе 3.2.

Заводская настройка режимов выходов – входы отключены.

Перед выполнением настройки режима модуля выполнить действия, указанные в разделе 6.

В ходе настройки режима работы модуля PRE-8AI необходимо:

- 1) установить режим работы аналоговых входов: дифференциальные входы или одиночные входы;
- 2) установить диапазон измерения входов для каждого входа по отдельности;
- 3) при необходимости настроить маску значения результата измерения;
- 4) при необходимости настроить частоту обновления измерения входа (частоту цифрового фильтра входного сигнала).

Карта регистров ModBus модуля PRE-8AI-RS24 и коды включения и характеристики измерений входов модуля приведены в приложении Б.

5 Настройка модулей серии PRE

Настройку модуля выполнять с целью установки необходимых параметров сетевого интерфейса и режима работы конкретного модуля.

Для настройки модуля необходимо соединить интерфейс RS-485 модуля с конвертером USB-RS-485 или COM-RS-485, который подключен к персональный компьютеру или ноутбуку.

В ходе настройки модуля серии PRE необходимо установить:

- 1) параметры сетевого интерфейса: скорость RS-485, длину слова данных, количество стоп-бит в посылке, тип контроля четности слова данных, протокол связи и адрес устройства.
- 2) режим работы конкретного модуля (см. описание конкретного модуля).

Настройку модулей ввода-вывода можно выполнить:

- 1) изменением значений конфигурационных регистров модуля по протоколу Modbus или DCON используя любую программу для ПК для соответствующего протокола, например, «Modbus Poll» для протокола Modbus или программу «Terminal» для протокола DCON.

- 2) используя программу MPS Utility, разработанную ООО «НТК Прибор-энерго» для персонального компьютера с операционной системой Windows, которая позволяет конфигурировать модули: читать настройки, изменять настройки, сохранять настройки, выполнять поиск модуля в сети RS-485 по протоколам Modbus и DCON.

6 Монтаж модуля

Модуль может крепиться:

- 1) в шкаф или на стену при помощи винтов или саморезов;
- 2) на DIN-рейку 35 мм;
- 3) поверх другого модуля, для этого закрепляют отрезок DIN-рейки на нижнем модуле при помощи винтов и второй модуль устанавливают на закрепленную DIN-рейку.

Монтаж проводов к клеммам модуля осуществлять при помощи винтовых разъемов.

Сечение провода от 0,5 до 2,5 мм².

Модули имеют быстросъемные разъемы для удобного монтажа и последующего обслуживания.

При правильном монтаже модуль начинает работать сразу при подаче питания. После включения модуля необходимо выполнить настройку модуля.

7 Требования безопасности

При соблюдении требований настоящего руководства по эксплуатации модуль аналогового ввода PRE-8AI-RS24 не представляет опасности для жизни и здоровья потребителя не причиняет вред его имуществу и окружающей среде.

Монтаж модуля аналогового ввода PRE-8AI-RS24 необходимо осуществлять в обесточенном состоянии квалифицированному электротехническому персоналу, имеющему соответствующий допуск.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ПОДЛЕЖИТ ЗАМЕНЕ МОДУЛЬ АНАЛОГОВОГО ВВОДА PRE-8AI-RS24 С ПОВРЕЖДЕНИЕМ КОРПУСА, КЛЕММ ИЛИ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЯ АНАЛОГОВОГО ВВОДА PRE-8AI-RS24 ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СИГНАЛОВ СО ЗНАЧЕНИЯМИ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ ПРЕВЫШАЮЩИМИ УКАЗАННЫЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ.

8 Обслуживание

В процессе эксплуатации один раз в полгода требуется проверка момента затяжки винтовых клемм.

Необходимо осуществлять очистку от пыли и визуальный осмотр целостности корпуса модуля аналогового ввода PRE-8AI-RS24.

9 Условия транспортирования

Транспортирование модуля аналогового ввода PRE-8AI-RS24 разрешается любым видом крытого транспорта, обеспечивающим предохранение упакованных модулей от механических повреждений.

10 Условия хранения и утилизации

Хранение модуля аналогового ввода PRE-8AI-RS24 осуществлять в упаковке изготовителя в крытых сухих помещениях при температуре окружающего воздуха от - 45 °С до + 60 °С.

По истечении срока службы модуль аналогового ввода PRE-8AI-RS24 утилизировать как бытовые отходы.

Приложение А (обязательное) Схема подключения



PWR-	Вход питания «-»
PWR+	Вход питания «+»
INCTRL	Вход инициализации (сброс к заводским настройкам)
RS-485A	Вход порта связи RS485 A
RS-485B	Вход порта связи RS485 B
NC	Не подключен
IN _x +	Аналоговый положительный вход x
IN _x -	Аналоговый отрицательный вход x

Рисунок – А.1 Внешний вид и схема подключения модуля серии PRE-8AI-RS24

Приложение Б
(обязательное)
Карта регистров ModBus

Таблица Б.1 – Карта регистров ModBus модуля PRE-8AI-RS24

Адрес регистра	Наименование	Код функ. чтения	Код функ. записи	Диапазон значений
Общие параметры				
10-15	Имя модуля	03	-	6 регистров по 2 байта, применяется ASCII кодирование символов, только для чтения
16-19	Версия программы модуля	03	-	4 регистра по 2 байта, применяется ASCII кодирование символов, только для чтения
Конфигурация сетевых параметров				
20	Адрес модуля	03	06,16	0001h-00F7h, по умолчанию – 0001h
21	Скорость RS485	03	06,16	0000h-0008h, значение – код скорости: 0 – 1200 бит/с; 1 – 2400 бит/с; 2 – 4800 бит/с; 3 – 9600 бит/с; 4 – 19200 бит/с; 5 – 38400 бит/с; 6 – 57600 бит/с; 7 – 115200 бит/с; 8 – 230400 бит/с По умолчанию – 0007h (115200 бит/с)
22	Протокол	03	06,16	0000h или 0001h, значение – код протокола: 0000h – Modbus RTU 0001h – DCON По умолчанию – 0000h (Modbus RTU)
23	Резерв			
24	Тип контроля четности слова данных	03	06,16	0000h-0003h, значение – код типа контроля четности: 0 – отсутствует (None), 1 – четность (Even), 2 – нечетность (Odd) По умолчанию – 0000h (None)
25	Количество стоп-бит в посылке	03	06,16	0000h или 0001h, значение – код количества стоп-битов в посылке 0 – 1 стоп-бит, 1 – 2 стоп-бита По умолчанию – 0000h (1 стоп-бит)
26	Резерв	-	-	
27	Резерв	-	-	
28	Резерв	-	-	
29	Резерв	-	-	
30	Счетчик ответов на команды (запись функциями 05, 06, 16)	03	-	0000h-FFFFh, только для чтения
Параметры измерительных входов				
31	Включение и диапазон измерения входа 0	03		0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
32	Включение и диапазон измерения входа 1	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
33	Включение и диапазон измерения входа 2	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
34	Включение и диапазон измерения входа 3	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
35	Включение и диапазон измерения входа 4	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
36	Включение и диапазон измерения входа 5	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
37	Включение и диапазон измерения входа 6	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
38	Включение и диапазон измерения входа 7	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Адрес регистра	Наименование	Код функ. чтения	Код функ. записи	Диапазон значений
39	Включение и диапазон измерения входа 8*	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
40	Включение и диапазон измерения входа 9*	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
41	Включение и диапазон измерения входа 10*	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
42	Включение и диапазон измерения входа 11*	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
43	Включение и диапазон измерения входа 12*	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
44	Включение и диапазон измерения входа 13*	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
45	Включение и диапазон измерения входа 14*	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
46	Включение и диапазон измерения входа 15*	03	06	0000h-0006h, согласно таблице Б.2 По умолчанию - 00h
47	Маска выходного значения для всех входов	03	06	0000h-FFFFh По умолчанию - FFFFh
48	Режим каналов – дифференциальные/одиночные входы	03	06	0000h или 0001h, значение – код типа входа: 0000h – режим дифференциальных входов (8 каналов) 0001h – режим одиночных входов (16 каналов) По умолчанию - 00h
49	Выбор частоты обновления измерения	03	06	0000h или 0001h, значение – код частоты обновления: 0000h – 50 Гц (соответствует частоте среза 13,1 Гц цифрового фильтра) 0001h – 60 Гц (соответствует частоте среза 15,7 Гц цифрового фильтра) 0002h - 250 Гц (соответствует частоте среза 65,5 Гц цифрового фильтра) По умолчанию - 00h
Результаты измерения				
0	Аналоговый вход 0	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
1	Аналоговый вход 1	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
2	Аналоговый вход 2	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
3	Аналоговый вход 3	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
4	Аналоговый вход 4	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
5	Аналоговый вход 5	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
6	Аналоговый вход 6	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
7	Аналоговый вход 7	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
8	Аналоговый вход 8	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
9	Аналоговый вход 9*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
10	Аналоговый вход 10*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
11	Аналоговый вход 11*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
12	Аналоговый вход 12*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
13	Аналоговый вход 13*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
14	Аналоговый вход 14*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
15	Аналоговый вход 15*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
16	Знак измеренного значения для входа 0 - 15	04	-	0000h-FFFFh, бит-маска, каждый бит – это знак измеренного значения входа: 0 – знак плюс (положительное значение), 1 – знак минус (отрицательное значение), 0 бит – 0 канал ... 15 бит - 15 канал, только для чтения

*- только для режима одиночных входов

Окончание h в значениях регистров (например, 00FFh) указывает на то, что значение является шестнадцатеричным

Продолжение приложения Б

Таблица Б.2 – Коды включения и характеристики измерений входов модуля PRE-8AI-RS24

Код типа входа	Диапазон	Значение измерения				Разрешение
		Формат данных	Диапазон значений		Количество разрядов после запятой*	
			мин.	макс.		
00	Вход отключен***					
01	Напряжение -10 ... +10 В	Единицы измерения	-10.000	+10.000	3	1 мВ
		% от шкалы**	-100.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	8000	7FFF	-	МЗР
02	Напряжение -5 ... +5 В	Единицы измерения	-5.0000	+5.0000	4	100 мкВ
		% от шкалы**	-100.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	8000	7FFF	-	МЗР
03	Напряжение -1 ... +1 В	Единицы измерения	-1.0000	+1.0000	4	100 мкВ
		% от шкалы**	-100.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	8000	7FFF	-	МЗР
04	Напряжение -300 ... +300 мВ	Единицы измерения	-300.00	+300.00	2	10 мкВ
		% от шкалы**	-100.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	8000	7FFF	-	МЗР
05	Напряжение -150 ... +150 мВ	Единицы измерения	-150.00	+150.00	2	10 мкВ
		% от шкалы**	-100.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	8000	7FFF	-	МЗР
05	Ток -20 ... +20 мА	Единицы измерения	-20.000	+20.000	3	1 мкА
		% от шкалы**	-100.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	8000	7FFF	-	МЗР

* Количество разрядов после запятой определяет количество знаков начиная справа после которого стоит десятичная точка, например, для кода типа входа 05h показания значения регистра аналогового входа составили 12345 (в десятичном виде), положение десятичной точки для данного типа входа - 2, следовательно, результат измерения – 123,45 мВ.

** Только для протокола DCON.

*** При значении регистра 00h канал отключен, при всех остальных значениях регистра (01h-06h) канал включен.

Приложение В (обязательное)

ПРОТОКОЛ DCON

Протокол DCON является строковым протоколом обмена. Протокол DCON использует принцип Master – Slave (ведущий – ведомый). В сети может быть 255 ведомых устройств, но только одно ведущее, что сделано для исключения конфликтов запросов и ответов при обмене данными.

Описание кадра сообщения протокола DCON

Вся информация, содержащаяся в кадре, включая адрес устройства, данные, контрольную сумму (CHK) и символ конца сообщения, передается в ASCII кодах шестнадцатеричными значениями.

Все буквенные символы должны быть в верхнем регистре латинского алфавита.

Таблица В.1 – Структура кадра протокола DCON

Разделитель (начало сообщения)	Адрес модуля	Команда	Данные	Контрольная сумма (CHK)	Конец сообщения (Cr)
1 байт	2 байт	1..2 байт	1..120 байт	1 байт	1 байт

Каждый кадр начинается с разделителя, в качестве которого могут быть использованы знаки: \$, #, %, @, *, в ответах ведомого устройства используют символы ~, !, ?, >.

За некоторыми командами следуют данные, но их может и не быть. В зависимости от настроек модуля контрольная сумма может отсутствовать. В зависимости от типа устройства и команды количество используемых полей кадра может быть различным. Каждый кадр заканчивается символом конца сообщения – возврата каретки Cr (ASCII код 0Dh).

При синтаксически неверном запросе или несоответствии контрольной суммы модуль не отвечает.

Таблица В.2 – Пример кадра команды ведущего устройства по протоколу DCON

Разделитель (начало сообщения)	Адрес модуля	Команда	Данные	Контрольная сумма (CHK)	Конец сообщения (Cr)
1 байт	2 байт	1..2 байт	1..120 байт	2 байт	1 байт
\$ (24h)	01 (30h31h)	2 (32h)		B7h (42h37h)	Cr (D0h)

Таблица В.3 – Пример кадра ответа ведомого устройства по протоколу DCON

Разделитель (начало сообщения)	Адрес модуля	Данные	Контрольная сумма (CHK)	Конец сообщения (Cr)
1 байт	2 байт	1..120 байт	2 байт	1 байт
> (3Eh)	01 (30h31h)	101(31h30h31h)	31h (33h31h)	Cr

Для увеличения надежности передачи информации используют способ вычисления контрольной суммы (CHK) сообщения. Контрольную сумму указывают двумя ASCII символами шестнадцатеричного формата и передают непосредственно перед символом «возврат каретки» (Cr).

Контрольная сумма представляет собой сумму значений кодов всех ASCII символов команды, исключая символы самой контрольной суммы и символ «возврат каретки» (Cr).

Продолжение приложения В

Если значение контрольной суммы превышает #FFh, то используют только младший байт.

Пример определения контрольной суммы.

Направить ведомому устройству с адресом 01 команду 2 (чтение конфигурации).

Команда без символов контрольной суммы - \$012(Cr).

Сумма ASCII кодов символов команды (символ возврата каретки не учитывается) равна: «\$»+«0»+«1»+«2» = 24h+30h+31h+32h=B7h.

Перед символом (Cr) в команде указывать B7h, следовательно, команда \$012(Cr) с указанием контрольной суммы будет выглядеть как \$012B7(Cr).

Если ответ модуля на эту команду без контрольной суммы получен в виде, например, !01400600(Cr), то сумма ASCII кодов символов этой команды равна: «б»+ «0»+«0»=21h+30h+31h+34h+30h+30h+36h+30h+30h =1ACh, и контрольная сумма для этого случая равна ACh, т.е. ответ модуля при работе с контрольной суммой будет, например, !01400600AC(cr).

Формирование команд и ответов модуля

При формировании команд ведущего применены разделители:

% – установка конфигурационных параметров связи модуля (одной командой);

\$ – чтение и установка конфигурационных параметров связи модуля;

~ – чтение и установка конфигурационных параметров (кроме параметров связи) модуля;

^ – чтение и установка данных модуля:

- состояние дискретных входов и выходов;

- длительность логического «0» и логической «1»;

- защелка дискретного входа;

- счетчик импульсов дискретного входа.

При формировании ответов ведомого применены разделители:

! – ответ с указанием выполнения команды;

? – ответ с указанием невыполнения команды.

Если имели место синтаксические ошибки команды или ошибки связи, то ведомый (модуль) не отвечает.

Команда ведущего, пример:

\$AAS[CHK](Cr)

где:

\$ – разделитель (начало сообщения)

AA – адрес устройства (от 00h до FFh), передается как два шестнадцатеричных символа соответствующих шестнадцатеричным значениям разрядов числа адреса;

S – команда (чтение скорости связи интерфейса RS-485);

[CHK] – контрольная сумма (может отсутствовать, зависит от настроек обмена), передается как два шестнадцатеричных символа соответствующих шестнадцатеричным значениям разрядов числа контрольной суммы;

(Cr) – символ конца строки;

Продолжение приложения В

Ответ ведомого на указанную выше команду:

!AAV[CHK](Cr)

где:

! – разделитель (начало сообщения);

AA – адрес устройства (от 00h до FFh);

V – код скорости связи интерфейса RS-485;

[CHK] – контрольная сумма (может отсутствовать, зависит от настроек обмена);

(Cr) – символ конца строки;

Возможный ответ ведомого (модуля) на команду:

- команда выполнена и нет возвращаемых данных - **!AA[CHK](cr)**;

- команда выполнена и есть возвращаемые данные - **!AADD[CHK](cr)**,

где:

DD – данные (количество и тип данных зависит от команды);

- команда не выполнена - **?AA[CHK](cr)**.

Перечень команд DCON

В таблице команд и ответов условно не показаны контрольная сумма пакета (CHK) и символ конца строки (Cr).

Таблица В.4 – Перечень общих конфигурационных команд и ответов протокола DCON модулей

Номер	Команда	Ответ	Описание
1	%AANNSC	!AA	Установка конфигурации модуля: AA – адрес устройства (от 00 до FF); NN – новый адрес устройства (от 00 до FF); S – новый код скорости интерфейса RS-485 (п.); C – новый код контроля контрольной суммы сообщения (0 – не используется, 1 – используется)
2	\$AAC	%AASC	Чтение конфигурации модуля AA – адрес устройства (от 00 до FF) , по умолчанию – 1; S – скорости интерфейса RS-485 (п.), по умолчанию – 7; C – контроль контрольной суммы сообщения (0 – не используется, 1 – используется) По умолчанию – 0
3	\$AAV	!AAPPPP	Чтение версии программы модуля PPPP – версия программы
4	\$AAN	!AAPPPPPP	Чтение имени модуля PPPPPP – имя модуля
5	\$AAP	!AAV	Чтение протокола связи V = 00h – Modbus RTU V = 01h – DCON По умолчанию – 0000h (Modbus RTU)
6	\$AAPV	!AA	Установка протокола связи V – значение (как в предыдущей строке)
7	\$AAS	!AAV	Чтение скорости связи интерфейса RS-485 V = значение – скорость: 0 – 1200 бит/с; 1 – 2400 бит/с; 2 – 4800 бит/с; 3 – 9600 бит/с; 4 – 19200 бит/с; 5 – 38400 бит/с; 6 – 57600 бит/с;

Продолжение приложения В

Окончание таблицы В.4

Номер	Команда	Ответ	Описание
			7 – 115200 бит/с; 8 – 230400 бит/с По умолчанию – 0007h (115200 бит/с)
8	\$AASV	!AA	Установка скорости связи интерфейса RS-485 V = значение – скорость (как в предыдущей строке)
9	\$AAW	!AAV	Резерв
10	\$AAWV	!AA	Резерв
11	\$AAR	!AAV	Чтение кода типа контроля четности интерфейса RS-485: 0 – отсутствует (None), 1 – четность (Even), 2 – нечетность (Odd) По умолчанию – 0
12	\$AARV	!AA	Установка кода типа контроля четности интерфейса RS-485: V = код значения (как в предыдущей строке)
13	\$AAT	!AAV	Чтение кода количества стоп-бит в посылке интерфейса RS-485: 0 – 1 стоп-бит, 1 – 2 стоп-бита По умолчанию – 0
14	\$AATV	!AA	Установка кода количества стоп-битов в посылке интерфейса RS-485: V = код значения (как в предыдущей строке)
15	\$AAH	!AAP	Чтение контроля контрольной суммы сообщения P – 0 – не используется, 1 – используется По умолчанию – 0
16	\$AAHP	!AA	Установка контроля контрольной суммы сообщения P – 0 – не используется, 1 – используется По умолчанию – 0
17	~AAZ	!AAVVVV	Чтение значения задержки перед отправкой ответа на команду VVVV – значение задержки с дискретностью 0,01 мсек.
18	^AACD	>AAPPPP	Чтение счетчика ответов на команды PPPP – количество ответов

Таблица В.5 – Перечень команд и ответов протокола DCON модуля PRE-8AI-RS24

Номер	Команда	Ответ	Описание
Аналоговые входы			
1	^AAMO	^AAP	Чтение режима работы модуля P = 0 – дифференциальный (8 каналов), P = 1 – одиночный (16 каналов)
2	^AAMOP	!AA	Установка режима работы модуля P = 0 – дифференциальный (8 каналов), P = 1 – одиночный (16 каналов)
3	^AACONN	!AAP	Чтение состояния и диапазона измерения аналогового входа NN PP = значение согласно таблицы Б.2
4	^AACONNPP	!AA	Включение и установка диапазона измерения аналогового входа NN PP = значение согласно таблицы Б.2
5	^AAMS	!AAP	Чтение маски значения аналоговых входов (для всех входов) P = XXXX, например FFFF - полное значение числа
6	^AAMSP	!AA	Установка маски значения аналоговых входов (для всех входов) P = XXXX, например FFFF - полное значение числа
7	^AAFМ	!AAP	Чтение формата данных отображения значения аналоговых входов (согласно таблицы Б.2): P = 0 – в единицах измерения в десятичном виде, P = 1 – в процентах от шкалы диапазона измерения, P = 2 – в виде шестнадцатеричного значения
8	^AAFMP	!AA	Установка формата данных отображения значения аналоговых входов (согласно таблицы Б.2): P = 0 – в единицах измерения в десятичном виде, P = 1 – в процентах от шкалы диапазона измерения, P = 2 – в виде шестнадцатеричного значения
9	^AAVVNN	!AAP	Чтение измеренного значения аналогового входа NN

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.5

Номер	Команда	Ответ	Описание
			PP – значение аналогового входа NN, для отрицательного значения перед значением указывается знак «-»
10	^AAVM1	!AAPP,PP,..PP	Чтение измеренных значений аналоговых входов (всех входов) PP – значение аналогового входа 0...7 по порядку (8 значений), для отрицательного значения перед значением указывается знак «-»
11	^AAVM2	!AAPP,PP,..PP	Чтение измеренных значений аналоговых входов (всех входов) PP – значение аналогового входа 8...15 (8 значений), для отрицательного значения перед значением указывается знак «-», при выбранном режиме «дифференциальный» значения не выводятся

