

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-техническая компания ПРИБОРЭНЕРГО»

**Модуль аналогового ввода
PRE-M-8AI-RS24**

Руководство по эксплуатации
ТЛСП.426431.002РЭ

Оглавление

1	Основные сведения об изделии.....	3
1.1	Структура условного обозначения модуля.....	4
2	Технические характеристики.....	4
3	Применение.....	5
3.1	Принцип работы.....	5
3.2	Конструкция.....	6
3.3	Интерфейсы.....	6
3.4	Индикация.....	7
3.5	Измерение напряжения.....	7
3.6	Измерение тока	8
3.7	Юстировка.....	8
3.8	Гальваническая изоляция.....	8
3.9	Обмен данными.....	8
3.10	Построение сети RS-485.....	10
3.11	Сторожевые таймеры.....	10
4	Модуль аналогового ввода PRE-M-8AI-RS24.....	10
4.1	Использование по назначению.....	10
4.2	Настройка.....	10
4.3	Монтаж.....	12
4.4	Сброс на заводские настройки.....	12
4.5	Техника безопасности.....	13
4.6	Обновление ПО.....	13
5	Техническое обслуживание.....	14
6	Текущий ремонт.....	14
7	Условия хранения и утилизации.....	16
8	Условия транспортирования.....	16
	Приложение А (обязательное) Габаритные размеры.....	17
	Приложение Б (обязательное) Внешний вид и назначение клемм.....	18
	Приложение В (обязательное) Карта регистров ModBus	22
	Приложение Г (обязательное) Протокол DCON	25
	Приложение Д (обязательное) Перечень команд DCON.....	28
9	Лист регистрации изменений.....	31

1 Основные сведения об изделии

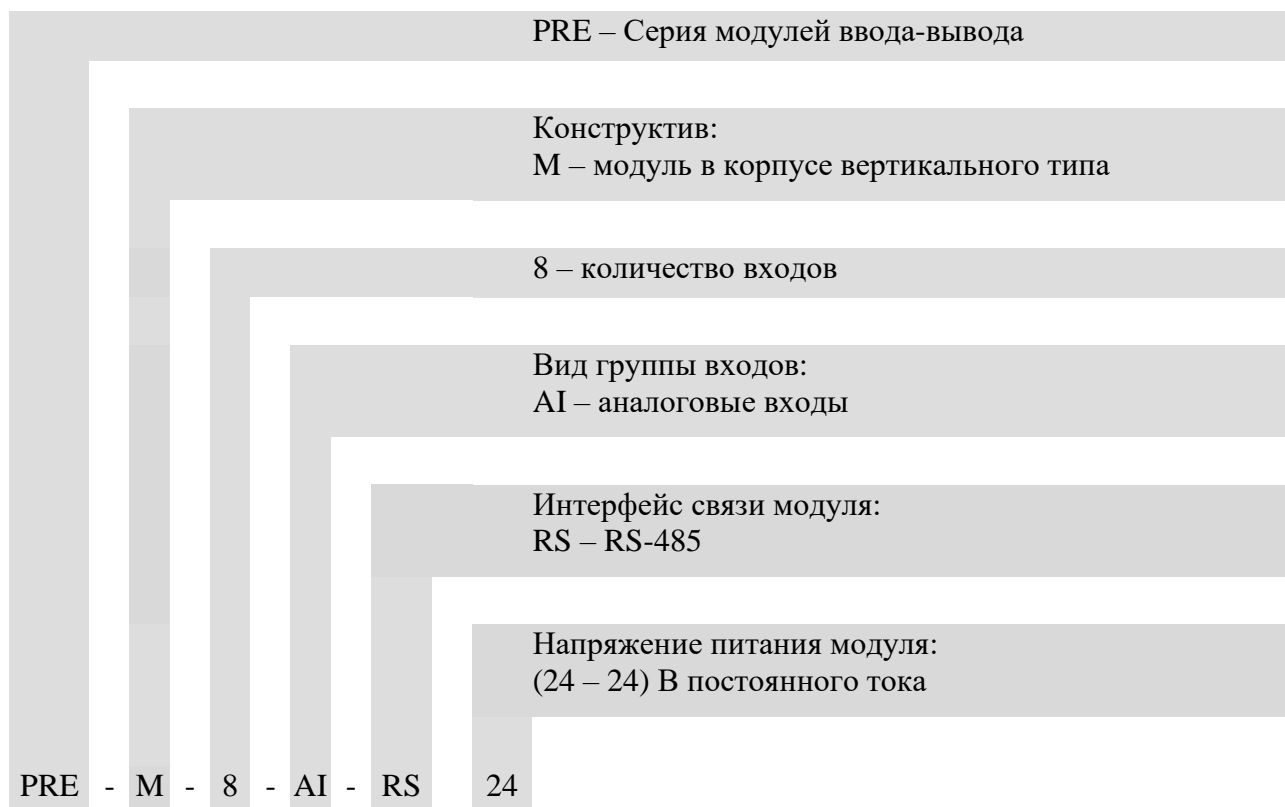
Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, принципом действия, конструкцией, технической эксплуатацией и обслуживанием модуля аналогового ввода PRE-M-8AI-RS24 (далее – модуль).

Монтаж, подключение, настройка и техническое обслуживание модуля должны выполняться только квалифицированным техническим персоналом после ознакомления с настоящим руководством по эксплуатации с соблюдением требований мер техники безопасности.

Модуль аналогового ввода PRE-M-8AI-RS24 предназначен для измерения аналоговых сигналов напряжения или тока и передачу полученных значений через интерфейс связи RS-485 в автоматических системах управления (далее – АСУ).

Модуль PRE-M-8AI-RS24 имеет 8 дифференциальных или 16 одиночных входов для измерения напряжения или тока, интерфейс связи модуля – RS-485, напряжение питания модуля – 24 В постоянного тока.

1.1 Структура условного обозначения модуля



2 Технические характеристики

Технические характеристики модуля аналогового ввода PRE-M-8AI-RS24 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики

Номер	Параметр	Значение	Описание
Общие параметры			
1	Рабочая температура, °С	- 40...+ 70	Широкий температурный диапазон работы
2	Температура хранения, °С	- 40...+ 85	
3	Степень защиты со: а) стороны клеммного разъема; б) других сторон	IP00 IP20	
4	Относительная влажность воздуха, не более, процентов (%)	95	
5	Содержание драгоценных металлов	Нет	Модуль не содержит драгоценные металлы
6	Габаритные размеры, не более, мм	23x115x109	
7	Масса, не более, кг	0,15	
8	Двойной сторожевой таймер	Да	Выполняет перезапуск устройства в случае некорректной работы модуля
Цепь питания			
1	Напряжение питания, В (DC)	10-30	Входное напряжение питания может изменяться в широких диапазонах
2	Потребляемая мощность, Вт	0,3-1,5	Малое энергопотребление
3	Защиты	3	а) защита от неправильного подключения полярности; б) защита от кратковременного превышения напряжения питания; в) защита от перегрева

Окончание таблицы 1

Номер	Параметр	Значение	Описание
Интерфейс связи RS-485			
1	Скорость передачи данных, до, кБ/с	256	Высокоскоростная надежная передача данных
2	Входное сопротивление, кОм	96	Высокое входное сопротивление приемника позволяет подключать в сеть до 255 устройств
3	Гальваническая изоляция, кВ	2,5	
4	Импеданс, Ом	100	На конечных модулях в сети рекомендуется устанавливать согласующие резисторы (терминаторы) номиналом 100 Ом
5	Протоколы связи	ModBus RTU, DCON	
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	Используется резистор 50 Ом (шунт)*
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 входу, не более, мс	80 мс	Для частоты среза 13,1 Гц – 80 мс, для частоты среза 15,7 Гц – 70 мс, для частоты среза 65,5 Гц – 16 мс
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	Групповая гальваническая изоляция
11	Виды защит	2	Защита от перенапряжения входов, электростатическая защита входов
* Резистор 50 Ом не входит в комплект поставки			

3 Применение

3.1 Принцип работы

Измеряемое напряжение подключается на клеммы аналогового входа.

Для измерения тока на измерительные клеммы модуля устанавливается резистор (шунт), 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 аналого-цифровой преобразователь (далее – 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 функции:

- 1) принимает и выполняет команды принятые через интерфейсы связи;
- 2) выполняет настройку АЦП и последующий обмен данными с АЦП;
- 3) выполняет юстировку;
- 4) 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.

3.2 Конструкция

Конструктивно модуль включает:

- а) пластиковый корпус модульного исполнения вертикального размещения из ударопрочного пластика, не поддерживающего горение;
- б) печатную плату с внешними разъемами и интерфейсами;
- в) съемные клеммные разъемы для оперативной замены модуля или коммутации цепей.

На фасадной части модуля расположена светодиодная индикация.

В верхней и нижней части корпуса (при вертикальном размещении) расположены быстросъемные разъемы с винтовыми зажимами для внешнего подключения:

- а) измеряемых напряжений или токов;
- б) цепей интерфейса связи RS-485;
- в) напряжения питания.

В верхней и нижней части корпуса также предусмотрены вентиляционные отверстия.

На тыльной стороне корпуса расположены:

- а) переключатель выбора адреса интерфейса RS-485 шины TBUS;
- б) разъем шины TBUS;
- в) фиксатор на стандартную DIN-рейку 35 мм.

3.3 Интерфейсы

Модуль имеет внешние интерфейсы:

- а) гальванически развязанный интерфейс RS-485 (выведен на разъем с винтовыми зажимами);
- б) шину TBUS.

Шина TBUS обеспечивает:

- а) связь с программируемым логическим контроллером (далее – ПЛК) модульного исполнения производства ООО «НТК Приборэнерго» по гальванически развязанному интерфейсу RS-485;

б) питание модуля от источника питания 24 В постоянного тока модульного исполнения производства ООО «НТК Приборэнерго».

Для соединения модулей в шину TBUS применяют переходник TBUS, согласно приложению Б (рисунок Б.1), выполняющий соединение контактов шины TBUS с

другими модулями, ПЛК или блоком питания производства ООО «НТК Прибор-энерго».

Модуль обеспечивает одновременную работу интерфейсов RS-485, т.е. возможно применение модуля как в составе устройства, работающего по шине TBUS (с ПЛК и блоком питания модульного исполнения производства ООО «НТК Прибор-энерго»), так и без шины TBUS (ПЛК других производителей).

При работе модуля без шины TBUS подключение сети RS-485 и подключение напряжения питания выполняется к разъему с винтовыми зажимами.

Модуль обеспечивает работу интерфейсов RS-485 по протоколу ModBus RTU и протоколу DCON.

При подаче импульсных помех допускается кратковременное прекращение обмена по сети RS-485.

Обмен восстанавливается сразу по окончании действия помехи.

3.4 Индикация

На лицевой стороне модуля расположены следующие светодиодные индикаторы:

- а) красный светодиод «ERROR»:
 - 1) загорается и гаснет при старте исправного модуля;
 - 2) светит постоянно при повреждении программного обеспечения (далее – ПО) или внутреннего оборудования модуля;
 - 3) светит постоянно при активации режима Bootloader (при установленной перемычке на разъеме «Bootload» на плате модуля).
- б) желтый светодиод «RS485» состояния связи RS-485:
 - 1) светит постоянно при нормальной работе модуля, гаснет на 0,1 сек. при ответе по сети RS-485 (отправке данных);
 - 2) при активации ПО Bootloader мигает в режиме «включен 2 сек., выключен 1 сек.».
- в) желтый светодиод «TBUS» состояния связи TBUS:
 - 1) светит постоянно при нормальной работе модуля, гаснет на 0,1 сек. при ответе по сети TBUS (отправке данных).

3.5 Измерение напряжения

Переключение режима входов «дифференциальные входы или одиночные входы» выполняется через регистры протокола ModBus или команды протокола DCON.

3.5.1 Дифференциальные входы

В режиме дифференциальных входов модуль имеет 8 измерительных вводов.

Подключение аналоговых сигналов в режиме дифференциальных вводов:

- а) клеммы AI1+...AI8+ являются неинвертирующими входами AI1...AI8;
- б) клеммы AI1-...AI8- являются инвертирующими входами AI1...AI8;
- в) клемма AGND не используется.

3.5.2 Одиночные входы

В режиме одиночных входов модуль имеет 16 измерительных вводов.

Подключение аналоговых сигналов в режиме одиночных вводов:

- а) клеммы AI1+...AI8+ являются неинвертирующими входами AI1...AI8;
- б) клеммы AI9-...AI16- являются неинвертирующими входами AI9...AI16;
- в) клемма AGND является клеммой общего аналогового входа.

Все неиспользуемые входы должны быть соединены с клеммой AGND.

В противном случае на неиспользуемых входах наводится сигнал помехи, который проникает в используемые входы и приводит к увеличению погрешности измерений.

Схемы подключения приведены в приложении Б (рисунок Б.2, рисунок Б.3).

3.6 Измерение тока

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

Данный резистор является токовым шунтом.

В зависимости от выбранного режима аналогового входа резистор (шунт) следует подключить:

а) в режиме дифференциального входа – на клеммы входа параллельно входу (*например, для входа A11 – к клеммам A11+ и A11-*);

б) в режиме одиночного входа – на клемму одиночного входа и клемму общего вывода AGND (*например, для входа A11 – к клемме A11+ и клемме общего провода AGND*).

В режиме одиночного входа измерение токов происходит через общую клемму AGND.

Через все входы ток должен протекать в одном направлении (или прямо, или обратном).

ДЛЯ РЕЖИМА ОДИНОЧНОГО ВХОДА ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДКЛЮЧЕНИЕ ТОКОВЫХ ИСТОЧНИКОВ, КОГДА ПО ОДНОМУ ИЗ ВХОДОВ ТОК ПРОТЕКАЕТ В ПРЯМОМ НАПРАВЛЕНИИ, А ПО ДРУГОМУ ВХОДУ – В ОБРАТНОМ.

Это приведет к искажению измерений при малых измеряемых токах и повреждению аналоговых входов модуля при больших токах.

Схемы подключения приведены в приложении Б (рисунок Б.2, рисунок Б.3).

3.7 Юстировка

Юстировка модуля выполняется контроллером модуля самостоятельно при включении питания модуля.

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

3.8 Гальваническая изоляция

Гальваническая изоляция модуля обеспечивается изоляцией отдельных блоков:

- 1) блока аналоговых входов, АЦП и микроконтроллера;
- 2) блока питания;
- 3) блока связи по интерфейсу RS-485;
- 4) блока связи по интерфейсу RS-485 шины TBUS.

3.9 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 персональный компьютер или ноутбук (далее – ПК), 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 от Master-устройства.

3.10 Построение сети RS-485

В основе сети RS-485 лежит способ дифференциальной (балансной) передачи данных, при котором передача данных происходит по двум проводникам.

Преимуществом дифференциальной передачи данных является высокая устойчивость к синфазным помехам.

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

Наведенная помеха одинаково действует на оба проводника и наводит в них одинаковый потенциал, в результате чего разность потенциалов (полезный сигнал) остается неизменной.

Таким образом, при дифференциальной передаче не происходит искажение данных.

По этой причине сеть RS-485 представляет собой два скрученных между собой проводника и называется витой парой.

Конфигурация сети RS-485 представляет собой параллельное присоединение модулей к витой паре (топология «шина»).

При подключении модулей сеть RS-485 не должна содержать длинных ответвлений, которые могут вызывать рассогласования и отражения сигнала.

Прямые входы «А» модулей подключаются к одному проводу, а инверсные «В» – ко второму проводу, согласно рисунку 1.

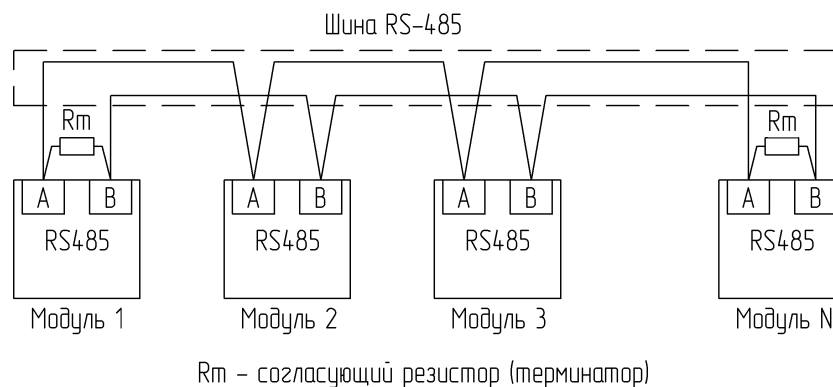


Рисунок 1 – Конфигурация сети RS-485

В случае неправильного подключения входов к проводникам модули будут функционировать неправильно.

В случае увеличения длины сети RS-485 при высокой скорости передачи данных возможно проявление эффекта длинных линий.

Он заключается в том, что скорость распространения электромагнитных волн в проводниках ограничена (проводник с полиэтиленовой изоляцией имеет скорость около 206 мм/нс).

Кроме того, 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 приводит к появлению ошибок и сбоев.

Проблему отражений сигнала в сети RS-485 решают при помощи согласующих резисторов (терминаторов), которые устанавливают непосредственно у выходов двух модулей, максимально отдаленных друг от друга.

Номинал резистора (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. Скрутки и сращивания кабеля витой пары не допускаются.

3.11 Сторожевые таймеры

В ходе эксплуатации модуля по различным причинам (электромагнитные помехи и др.) могут происходить сбои в работе модуля.

Для отслеживания указанных сбоев применены сторожевые таймеры.

Модуль имеет два сторожевых таймера:

- а) сторожевой таймер, встроенный в микроконтроллер модуля;
- б) сторожевой таймер аппаратный, выполненный отдельным от микроконтроллера схематическим узлом.

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 срабатывание сторожевого таймера.

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.

4 Модуль аналогового ввода PRE-M-8AI-RS24

4.1 Использование по назначению

Возможно использование модуля:

1) в комбинации с ПЛК и блоком питания модульного исполнения производства ООО «НТК Приборэнерго», в таком случае связь модуля с ПЛК и питание модуля осуществляется по шине TBUS;

2) в комбинации с ПЛК или устройствами сбора данных других производителей, в этом случае подключение сети RS-485 и питание модуля выполняется через разъем с винтовыми зажимами.

4.2 Настройка

4.2.1 Конфигурирование

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

Модуль поставляют с установленными заводскими настройками.

Для настройки и работы с модулем необходимо следующее оборудование:

- 1) источник питания согласно напряжению питания модуля;
- 2) конвертер USB - RS-485 или COM - RS-485;
- 3) ПК.

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

Настройку модуля можно выполнить:

а) изменением значений конфигурационных регистров модуля по протоколу ModBus или DCON, используя любое ПО для ПК, *например, «ModBus Poll» – для протокола ModBus или программу «Terminal» – для протокола DCON.*

б) используя ПО MPS Utility, разработанное ООО «НТК Приборэнерго» для персонального компьютера с операционной системой Windows, которая позволяет конфигурировать модули: читать, изменять и сохранять настройки, выполнять поиск модуля в сети RS-485 по протоколам ModBus и DCON.

4.2.2 Конфигурационные параметры

В ходе настройки модуля необходимо:

4.2.2.1 Установить параметры интерфейса RS-485: скорость RS-485, длину слова данных, количество стоп-бит в посылке, тип контроля четности слова данных, протокол связи и адрес модуля (приложение В (таблица В.1, регистры 20-25)).

Заводские настройки интерфейса RS-485 модуля (настройки по умолчанию):

- 1) скорость RS-485 – 115200 бит/с;
- 2) количество бит – 8;
- 3) количество стоп бит – 1;
- 4) четность – нет;
- 5) протокол – ModBus RTU;
- б) адрес модуля – 1.

4.2.2.2 Установить режим работы модуля.

В ходе настройки режима работы модуля необходимо:

а) установить диапазон измерения напряжения или тока входов для каждого входа по отдельности (приложение В (таблица В.1, регистры 31 – 46));

б) при необходимости настроить маску значения результата измерения (приложение В (таблица В.1, регистр 47));

в) установить режим работы аналоговых входов «дифференциальные входы или одиночные входы» (приложение В (таблица В.1, регистр 48));

г) при необходимости настроить частоту обновления измерения входа или частоту цифрового фильтра входного сигнала (приложение В (таблица В.1, регистр 49)).

Заводская настройка режимов работы модуля (настройки по умолчанию):

- а) аналоговые входы отключены;
- б) маска значения результата измерения – FFFFh (число размером 16 бит);
- в) режим работы аналоговых входов – дифференциальные входы;
- г) частота обновления измерения входа – 50 Гц;

Подробная информация о параметрах модуля приведена в приложении В (таблица В.1, таблица В.2).

4.2.2.3 Установить адрес модуля в шине TBUS, если модуль применяется совместно с ПЛК производства ООО «НТК Приборэнерго» в шине TBUS.

При установленных в положение «Выключено» всех дип-переключателях переключатель выбора адреса интерфейса RS-485 шины TBUS интерфейс RS-485 шины

TBUS отключен.

Для активации интерфейса RS-485 шины TBUS необходимо выставить адрес устройства переключателем выбора адреса интерфейса RS-485 шины TBUS.

Каждый дип-переключатель соответствует биту числа адреса модуля, согласно данным приведённым в таблице 2.

Таблица 2 – Настройка адреса модуля интерфейса RS-485 шины TBUS (адрес от 1 до 31)

Положение переключателей	Назначение
	Интерфейс RS-485 шины TBUS выключен
	Установлен адрес 1 интерфейса RS-485 шины TBUS
	Установлен адрес 3 интерфейса RS-485 шины TBUS
	Установлен адрес 31 интерфейса RS-485 шины TBUS

Адрес модуля в шине TBUS может быть установлен в диапазоне от 1 до 31.

4.3 Монтаж

Модуль необходимо монтировать на DIN-рейку 35 мм.

Монтаж проводов к клеммам модуля осуществлять при помощи винтовых разъемов.

Следует использовать провода сечением от 0,5 до 2,5 мм².

Для многожильных проводов следует использовать наконечники.

Модуль имеет быстросъемные разъемы для удобного монтажа и последующего обслуживания.

При правильном монтаже модуль начинает работать сразу при подаче питания.

После первого включения необходимо выполнить настройку модуля (4.2).

Для исключения влияния электромагнитных помех на работу модуля следует:

- а) кабели связи модуля с датчиками напряжения и тока выделять в отдельную трассу, которую располагать отдельно от силовых кабелей;
- б) применять экранированные кабели для связи модуля с датчиками напряжения или тока;
- в) использовать фильтры сетевых помех в цепях питания модуля.

4.4. Сброс на заводские настройки

При сбросе на заводские настройки выполняется изменение конфигурационных параметров на значения по умолчанию.

Сброс на заводские настройки (настройки по умолчанию) при нормальной работе устройства выполняется в следующей последовательности:

- 1) выключить модуль, если он был включен;
- 2) соединить клемму INIT с клеммой GND проволочной перемычкой;
- 3) включить модуль;
- 4) через 5 сек. после включения проконтролировать кратковременное мигание красного светодиода «Error», которое подтверждает, что сброс на настройки по умолчанию выполнен.
- 5) выключить модуль;
- 6) снять проволочную перемычку клеммы INIT с клеммой GND.

4.5 Техника безопасности

Подключения к модулю и работы по его техническому обслуживанию выполнять только при отключенном питании модуля и устройств, подключенных к модулю.

По способу защиты от поражения электрическим током модуль соответствует классу III для номинального напряжения питания 24 В по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Во время эксплуатации и технического обслуживания следует соблюдать требования следующих документов:

а) ГОСТ 12.3.019-80 Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности;

б) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии, утвержденные приказом Минэнерго России от 12.08.2022 № 811;

в) Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные, приказом Минтруда России от 15.12.2020 № 903н.

Не допускается попадание влаги на контакты разъемов и внутренние элементы модуля.

4.6 Обновление ПО

Для обновления ПО модуля использовать программу mpsflash и bin-файл ПО (прошивка).

Для упрощения задания параметров командной строки расположить указанные файлы в одном каталоге на ПК.

Процедура обновления ПО:

1) отключить питание модуля;

2) демонтировать крышку модуля;

3) установить перемычку в разъем «Bootload» на плате модуля;

4) подключить модуль к ПК, используя конвертер USB-RS-485 или COM-RS-485.

5) подключить питание модуля;

6) после включения модуля активируется программа Bootloader, при этом красный светодиод «Error» будет светить постоянно, а желтый светодиод состояния «RS485» будет циклически мигать в режиме «светит 2 сек., погашен 1 сек.».

7) запустить обновление ПО на ПК модуля, указав в качестве аргументов командной строки программы mpsflash номер COM порта соединения с конвертером USB - RS-485 или COM - RS-485 и bin-файл прошивки.

Пример задания параметров и отображения результатов обновления ПО, приведен на рисунке 2.

```
d:\Temp\Pre_module>mpsflash -com 7 -file CMSIS_DI16D02_RS.bin
Open ComPort = 7
Request for information about MCU is sended
Information about MCU received
FirmWare bin file is CMSIS_DI16D02_RS.bin
Erasing flash
Flash erased: OK
Bin file is being transferred to the MCU
-----
Firmware bin file is flashed to the MCU
Flash verifying
Flash verified: OK
MCU start program command sended
Notice remove the bootloader jumper
Для продолжения нажмите любую клавишу . . . █
```

Рисунок 2 – Пример задания параметров и отображения результатов обновления ПО

Для просмотра параметров программы обновления модуля mpsflash использовать аргумент «- help».

Аргументы программы mpsflash приведены на рисунке 3.

```
d:\Temp\Pre_module>mpsflash -help
Запись во флеш-память контроллера модуля ввода-вывода программы выполнения.
Аргументы командной строки:
-com - (обязательный) номер COM порта преобразователя RS485,
-file - (обязательный) bin-файл прошивки для контроллера модуля,
-help - показать справку.
Аргументы командной строки обязательно должны иметь два параметра:
номер COM порта -com N, где N - число (номер COM порта)
путь и название файла прошивки -file "firmware.bin"
Пример задания аргументов программы:
-com 6 -file "firmware.bin"
означает открыть COM порт номер 6 и записать во флеш-память контроллера файл прошивки firmware.bin
d:\Temp\Pre_module>
```

Рисунок 3 – Аргументы программы mpsflash

8) после корректного обновления ПО контроллер запускает новое ПО и модуль переходит в нормальный режим работы;

9) отключить питание модуля;

10) снять перемычку в разьеме «Bootload» на плате модуля и установить крышку модуля.

Отключение питания модуля или обрыв линии RS-485 в процессе обновления ПО может привести к потере целостности ПО, при этом необходимо выполнить процесс обновления ПО начиная с 4.6 (п. 5).

5 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание модуля проводится один раз в полгода и включает следующие мероприятия:

- 1) визуальный осмотр целостности корпуса модуля;
- 2) визуальный осмотр клеммных соединений и проводных подключений;
- 3) проверка крепления модуля;
- 4) проверка затяжки винтовых клемм;
- 5) при необходимости очистка модуля от пыли и грязи.

6 Текущий ремонт

При выходе модуля из строя текущий ремонт модуля может быть осуществлен службой эксплуатации.

Для поиска причины отказа модуля выполнить диагностику:

а) проверить работу модуля по светодиодной индикации (3.4);

б) проверить наличие ответов модуля по сети RS-485 и значения регистров Modbus модуля.

В таблице 3 приведены описания отказов и повреждений, а также приведены

способы устранения их и их последствий.

Таблица 3 – Описание отказов и повреждений и указания по их устранению

Номер	Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
1	Модуль не включается	Не светят светодиоды RS-485 и TBUS на лицевой панели, модуль не отвечает по сети RS-485	Нет напряжения питания	Проверить наличие напряжение питания на клеммах питания
2	Модуль не работает	Светит светодиод «Error» и не светят светодиоды RS-485 и TBUS, светят все светодиоды модуля	Повреждение внутреннего оборудования модуля Повреждение ПО модуля	Выполнить диагностику модуля (раздел 6) При отказе модуля выполнить ремонт модуля у изготовителя Обновить ПО модуля (4.6)
3	Модуль не отвечает на запросы по протоколу Modbus (DCON) по сети RS-485	Нет связи с модулем по сети RS-485, светит и не гаснет светодиод RS-485 при запросе по сети RS-485	Неверная полярность проводов сети RS-485 Нет резистора (терминатора) в сети RS-485 Неверные параметры подключения в сети RS-485 (адрес, скорость и т.д.) Применяется код функции запроса Modbus не поддерживаемый модулем Применяется команда запроса DCON не поддерживаемая модулем Неизвестные параметры интерфейса RS-485 модуля Установлен протокол обмена Modbus при запросе по протоколу DCON	Выполнить правильную организацию сети RS-485 (3.10) Установить заводские параметры подключения или выполнить сброс модуля на заводские настройки Запросы выполнять согласно карты регистров Modbus модуля (приложение Г) Запросы выполнять согласно Перечня команд и ответов протокола DCON (приложение Г таблица Г.4, таблица Г.5) Выполнить сброс модуля на заводские настройки (4.4) Установить необходимый протокол обмена (приложение В)
4	Модуль не отвечает по сети RS-485 шины TBUS	Не гаснет светодиод TBUS, нет связи по шине TBUS	Не установлен адрес модуля в шине TBUS	Установить адрес модуля в шине TBUS с помощью переключателя (таблица 2)
5	Модуль не измеряет напряжение или ток на аналоговых входах	Показатели измерения в регистрах Modbus (DCON) равны нулю при наличии напряжения или тока на аналоговых входах модуля	Не включены аналоговые входа и не выставлены диапазоны измерений аналоговых входов Неверно выполнено подключение измеряемого напряжения или тока к модулю	Установить диапазоны измерений аналоговых входов (приложение В) Выполнить подключение измеряемого напряжения или тока к модулю согласно схем (приложение Б)

Окончание таблицы 3

Номер	Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
6	Модуль неверно измеряет напряжение или ток	Показатели измерения в регистрах Modbus (DCON) не соответствуют приложенным напряжениям	Измеряемое напряжение превышает максимальное напряжение для установленного диапазона Установлена неверная маска выходного значения для всех входов Установлен несоответствующий схеме режим входов «дифференциальные входы или одиночные входы»	Изменить диапазон измерений согласно измеряемого напряжения (приложение В) Установить необходимую маску (приложение В) Установить соответствующий схеме режим входов «дифференциальные входы или одиночные входы» (приложение В)

7 Условия хранения и утилизации

Хранение модуля осуществляется в упаковке изготовителя в крытых сухих помещениях при температуре окружающего воздуха от $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ в соответствии с требованиями приведенными в ГОСТ 15150-69 (условие 1).

В воздухе не должны присутствовать агрессивные примеси.

По истечении срока службы модули PRE-M-8AI-RS24 утилизировать как бытовые отходы

8 Условия транспортирования

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

Модуль PRE-M-8AI-RS24 транспортировать при следующих условиях:

- 1) температура окружающего воздуха от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 2) относительная влажность воздуха от 10 % до 95 % (без конденсации влаги);
- 3) атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

По устойчивости к механическим воздействиям при транспортировании модуль соответствует ГОСТ IEC 61131-2-2012.

Приложение А (обязательное)

Габаритные размеры

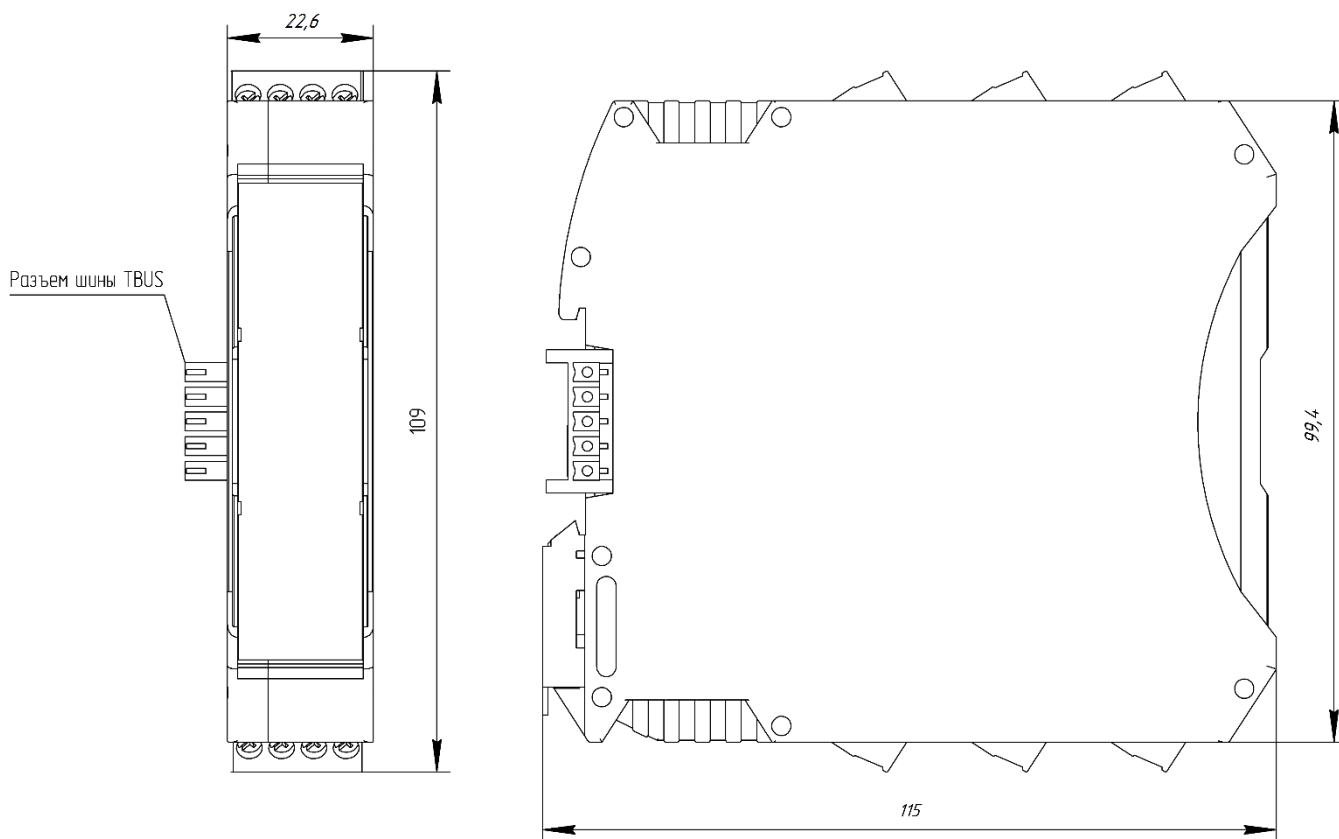


Рисунок А.1 – Габаритные размеры модуля PRE-M-8AI-RS24

Приложение Б (обязательное)

Внешний вид и назначение клемм

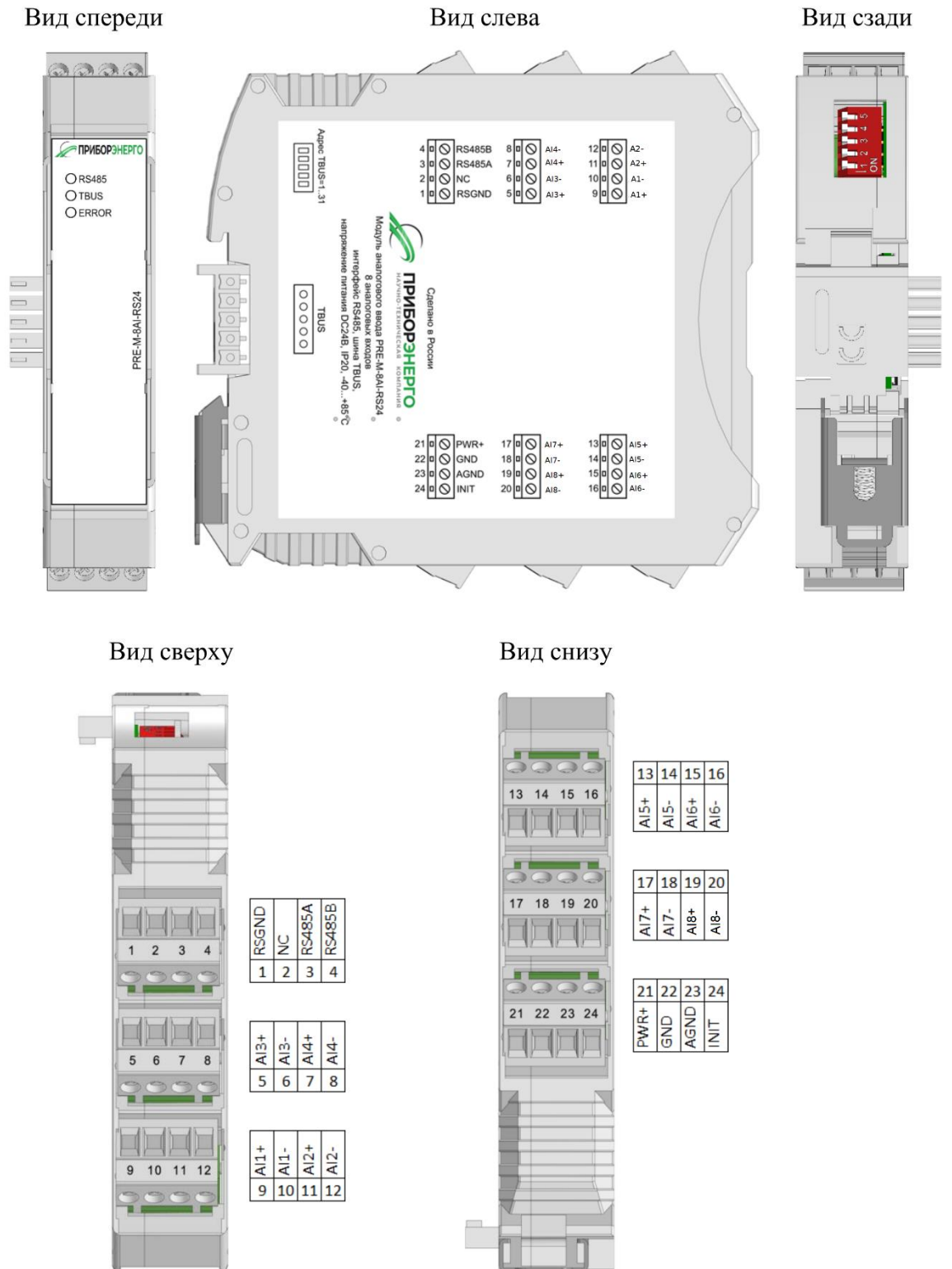


Рисунок Б.1 – Назначение клемм модуля PRE-M-8AI-RS24

Продолжение приложения Б

Таблица – Б.1 Назначение клемм модуля PRE-M-8AI-RS24

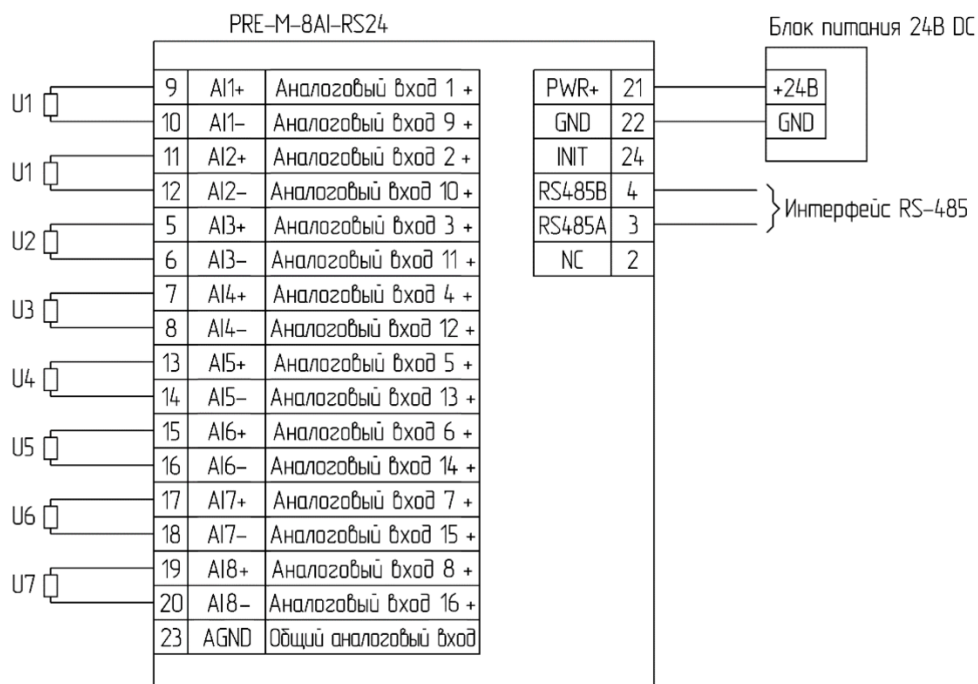
Клемма	Наименование	Назначение
1	RSGND	Общий вывод интерфейса RS-485
2	NC	Не подключен
3	RS485A	Вывод «А» интерфейса RS-485
4	RS485B	Вывод «В» интерфейса RS-485
5 – 20	AI1 – AI8	Аналоговые входы AI1 – AI8
21	PWR+	Вход питания «+»
22	GND	Вход питания «-»
23	AGND	Общий аналоговый вход
24	INIT	Вход сброса к заводским настройкам
	TBUS	Шина TBUS

Таблица – Б.2 Назначение клемм аналоговых входов модуля PRE-M-8AI-RS24

Клемма	Наименование	Режим дифференциальных входов	Режим одиночных входов
9	AI1+	Аналоговый вход AI1+	Аналоговый вход AI1+
10	AI1-	Аналоговый вход AI1-	Аналоговый вход AI9+
11	AI2+	Аналоговый вход AI2+	Аналоговый вход AI2+
12	AI2-	Аналоговый вход AI2-	Аналоговый вход AI10+
5	AI3+	Аналоговый вход AI3+	Аналоговый вход AI3+
6	AI3-	Аналоговый вход AI3-	Аналоговый вход AI11+
7	AI4+	Аналоговый вход AI4+	Аналоговый вход AI4+
8	AI4-	Аналоговый вход AI4-	Аналоговый вход AI12+
13	AI5+	Аналоговый вход AI5+	Аналоговый вход AI5+
14	AI5-	Аналоговый вход AI5-	Аналоговый вход AI13+
15	AI6+	Аналоговый вход AI6+	Аналоговый вход AI6+
16	AI6-	Аналоговый вход AI6-	Аналоговый вход AI14+
17	AI7+	Аналоговый вход AI7+	Аналоговый вход AI7+
18	AI7-	Аналоговый вход AI7-	Аналоговый вход AI15+
19	AI8+	Аналоговый вход AI8+	Аналоговый вход AI8+
20	AI8-	Аналоговый вход AI8-	Аналоговый вход AI16+
23	AGND	Не используется	Общий аналоговый вход (-)

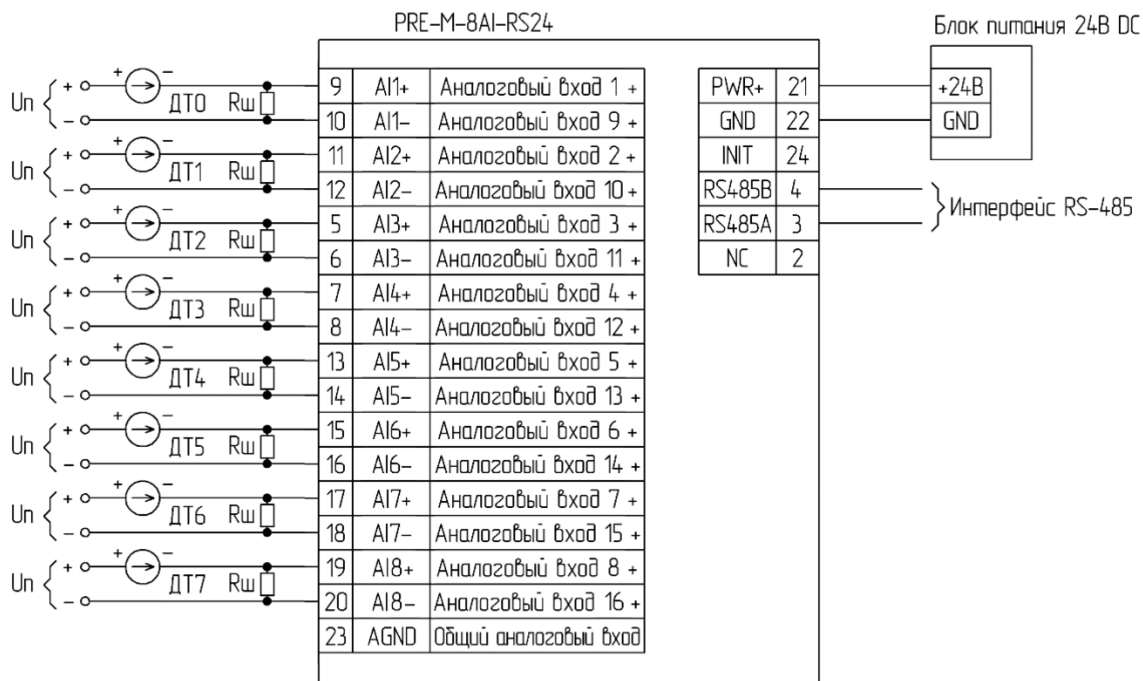
Продолжение приложения Б

Схема измерения напряжения в режиме "дифференциальные входы"



Ux – источники измеряемого напряжения

Схема измерения тока в режиме "дифференциальные входы"



Uп – источники питания датчиков тока, ДТх – датчики тока, Rш – резистор (шунт, 50 Ом, 0,1%).

Резисторы Rш установить на клеммы аналоговых входов.

При применении одного источника питания Uп датчиков тока соединить соответствующие клеммы "+" и "-" и подключить их к одному источнику питания.

Примечание – Резистор 50 Ом не входит в комплект поставки.

Рисунок Б.2 – Схема подключения модуля PRE-M-8AI-RS24 в режиме «дифференциальные входы»

Продолжение приложения Б

Схема измерения напряжения в режиме "одиночные входы"

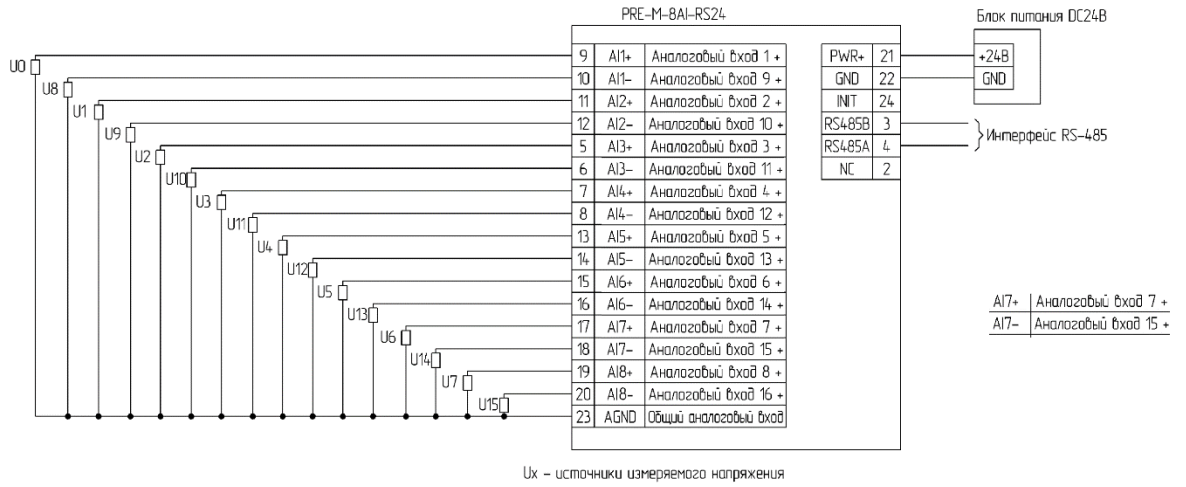
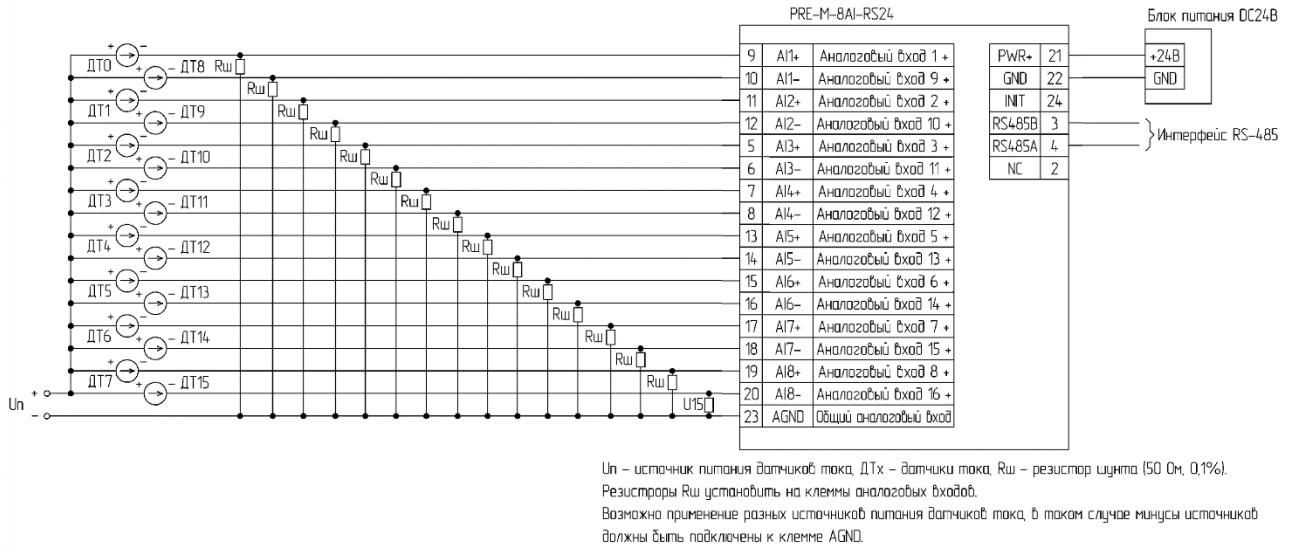


Схема измерения тока в режиме "одиночные входы"



Примечание – Резистор 50 Ом не входит в комплект поставки.

Рисунок Б.3 – Схема подключения модуля PRE-M-8AI-RS24 в режиме «одиночные входы»

Приложение В (обязательное)

Карта регистров ModBus

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

Адрес рег.	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 ПО 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 RS-485	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 1	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
32	Включение и диапазон измерения входа 2	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
33	Включение и диапазон измерения входа 3	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
34	Включение и диапазон измерения входа 4	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
35	Включение и диапазон измерения	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

Адрес рег.	Наименование	Код функ. чтения	Код функ. записи	Диапазон значений
	входа 5			По умолчанию – 00h
36	Включение и диапазон измерения входа 6	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
37	Включение и диапазон измерения входа 7	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
38	Включение и диапазон измерения входа 8	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
39	Включение и диапазон измерения входа 9*	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
40	Включение и диапазон измерения входа 10*	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
41	Включение и диапазон измерения входа 11*	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
42	Включение и диапазон измерения входа 12*	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
43	Включение и диапазон измерения входа 13*	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
44	Включение и диапазон измерения входа 14*	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
45	Включение и диапазон измерения входа 15*	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
46	Включение и диапазон измерения входа 16*	03	06	0000h-0006h, согласно таблицы В.2 По умолчанию – 00h
47	Маска выходного значения для всех входов	03	06	0000h-FFFFh По умолчанию - FFFFh
48	Режим входов «дифференциальные входы или одиночные входы»	03	06	0000h или 0001h, значение – код режима: 0000h – режим дифференциальных входов (8 входов) 0001h – режим одиночных входов (16 входов) 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 1	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
1	Аналоговый вход 2	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
2	Аналоговый вход 3	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
3	Аналоговый вход 4	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
4	Аналоговый вход 5	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
5	Аналоговый вход 6	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
6	Аналоговый вход 7	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
7	Аналоговый вход 8	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
8	Аналоговый вход 9	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
9	Аналоговый вход 10*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
10	Аналоговый вход 11*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
11	Аналоговый вход 12*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
12	Аналоговый вход 13*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
13	Аналоговый вход 14*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения

Продолжение приложения В

Окончание таблицы В.1

Адрес рег.	Наименование	Код функ. чтения	Код функ. записи	Диапазон значений
14	Аналоговый вход 15*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
15	Аналоговый вход 16*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
16	Знак измеренного значения для входа 1 - 16	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 вход ... 15 бит - 15 вход, только для чтения

* только для режима одиночных входов.

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

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

Код типа входа	Диапазон	Значение измерения				
		Формат данных	Диапазон значений		Положение десятичной точки****	Разрешение
			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**	8000h	7FFFh	-	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**	8000h	7FFFh	-	МЗР
03	Напряжение (- 1 ... + 1) В	Единицы измерения	-1.0000	+1.0000	4	100мкВ
		% от шкалы**	-100.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	8000h	7FFFh	-	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**	8000h	7FFFh	-	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**	8000h	7FFFh	-	МЗР
06	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**	8000h	7FFFh	-	МЗР

**только для протокола DCON;

***при значении регистра 00h вход отключен, при всех остальных значениях регистра (01h-06h) вход включен;

****положение десятичной точки 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.*

Приложение Г (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 модуля, 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 Г.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 используются 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.

В таблице Г.2 приведен пример кадра команды ведущего устройства по протоколу DCON.

Таблица Г.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)

В таблице Г.3 приведен пример ответа ведомого устройства по протоколу DCON.

Таблица Г.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 применяют способ вычисления контрольной суммы (CHK) сообщения. Контрольную сумму указывают двумя

Продолжение приложения Г

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). Если значение контрольной суммы превышает #FFh, то используется 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 указывается 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:

«!»+«0»+«1»+«4»+«0»+«0»+«6»+«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

Продолжение приложения Г

шестнадцатеричным значениям разрядов числа контрольной суммы;

(Cr) – символ конца строки;

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).

Приложение Д (обязательное)

Перечень команд DCON

Таблица Д.1 – Перечень общих конфигурационных команд и ответов протокола DCON модуля

Номер	Команда	Ответ	Описание
1	%AANNSC	!AA	Установка конфигурации модуля: AA – адрес (от 00 до FF) NN – новый адрес (от 00 до FF) S – новый код скорости интерфейса RS-485 (таблица Д.1 строка 7) C – новый код контроля контрольной суммы сообщения (0 – не используется, 1 – используется)
2	\$AAC	%AASC	Чтение конфигурации модуля: AA – адрес (от 00 до FF) По умолчанию – 1 S – скорости интерфейса RS-485 (таблица Д.1 строка 7) По умолчанию – 7 C – контроль контрольной суммы сообщения (0 – не используется, 1 – используется) По умолчанию – 0
3	\$AAV	!AAPPPP	Чтение версии ПО модуля PPPP – версия ПО
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 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 (таблица Д.1 строка 7)
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)

Продолжение приложения Д

Окончание таблицы Д.1

Номер	Команда	Ответ	Описание
			По умолчанию – 0
12	\$AARV	!AA	Установка кода типа контроля четности интерфейса RS 485: V = код значения (таблица Д.1 строка 11)
13	\$AAT	!AAV	Чтение кода количества стоп-бит в послылке интерфейса RS-485: 0 – 1 стоп-бит 1 – 2 стоп-бита По умолчанию – 0
14	\$AATV	!AA	Установка кода количества стоп-битов в послылке интерфейса RS-485: V = код значения (таблица Д.1 строка 13)
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 Д.2 – Перечень команд и ответов протокола DCON модуля PRE-M-8AI-RS24

Номер	Команда	Ответ	Описание
1	^AAMO	^AAP	Чтение режима входов модуля: P = 0 – дифференциальные входы, P = 1 – одиночные входы
2	^AAMOP	!AA	Установка режима входов модуля: P = 0 – дифференциальные входы, P = 1 – одиночные входы
3	^AACONN	!AAPP	Чтение состояния и диапазона измерения аналогового входа NN PP = значение согласно приложения В (таблица В.2)
4	^AACONNPP	!AA	Включение и установка диапазона измерения аналогового входа NN PP = значение согласно приложения В (таблица В.2)
5	^AAMS	!AAP	Чтение маски значения аналоговых входов (для всех входов) P = XXXX, <i>например FFFF – полное значение числа</i>
6	^AAMSP	!AA	Установка маски значения аналоговых входов (для всех входов) P = XXXX, <i>например FFFF – полное значение числа</i>
7	^AAFMM	!AAP	Чтение формата данных отображения значения аналоговых входов (согласно приложению В таблица В.2): P = 0 – в единицах измерения в десятичном виде P = 1 – в процентах от шкалы диапазона измерения

Продолжение приложения Д

Окончание таблицы Д.2

Номер	Команда	Ответ	Описание
			P = 2 – в виде шестнадцатеричного значения
8	^AAFMP	!AA	Установка формата данных отображения значения аналоговых входов приложения В (таблица В.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	!AAPP	Чтение измеренного значения аналогового входа NN 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 «дифференциальные входы» значения не выводятся

