

Общество с ограниченной ответственностью  
«Научно-техническая компания ПРИБОРЭНЕРГО»

**Модуль аналогового вывода  
PRE-4AO-RS24**

Руководство по эксплуатации  
ТЛСП.426435.001РЭ

## 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.....	5
3.1	Точность измерений.....	6
3.2	Обмен данными.....	6
3.3	Построение сети RS-485.....	7
3.4	Сторожевые таймеры.....	8
3.5	Сброс на заводские настройки.....	8
4	Модуль PRE-4АО.....	9
4.1	Назначение модуля.....	9
4.2	Описание принципа работы модуля.....	9
4.3	Назначение светодиодов состояния.....	9
4.4	Настройка режима работы.....	10
4.5	Юстировка.....	10
5	Настройка модуля.....	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 .....	18
11	Лист регистрации изменений.....	23

## 1 Основные сведения об изделии

Модули производства компании 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 автоматике объектов коммунального хозяйства. Интерфейс связи с контроллерами верхнего уровня, номинальное напряжение питания, количество каналов ввода, вывода сигналов и их тип определяется типом исполнения модуля.

Модули аналогового вывода серии PRE-4АО (далее – модуль) представляют устройства сетевого управления, которые получают цифровые значения через интерфейс связи и выполняют преобразование цифрового значения в выходной аналоговый сигнал напряжения или тока.

Модули выполняют функции:

- а) ввод и вывод аналоговых и дискретных сигналов;
- б) аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование тока и напряжения;

в) нормализация аналоговых сигналов;

Поддерживаемые протоколы связи сети интерфейса RS-485:

- а) ModBus RTU;
- б) DCON.

Поддерживаемые протоколы связи сети интерфейса Ethernet:

- а) ModBus TCP.

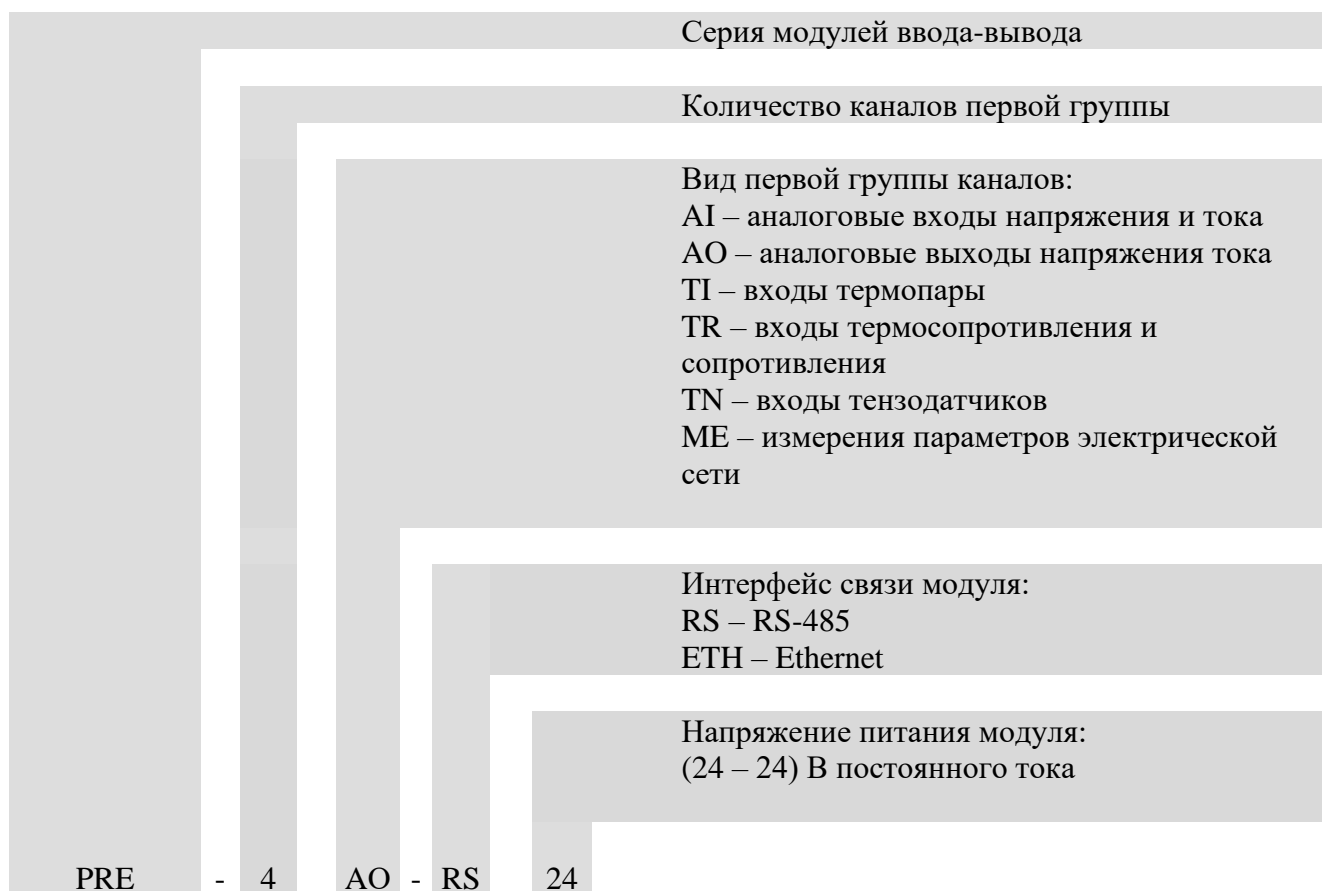
Все необходимые настройки связи и параметры модуля задаются программно через регистры Modbus или командами DCON и сохраняются в энергонезависимой памяти контроллера модуля.

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 RS485 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 вывода PRE-4AO-RS24.

Таблица 1 – Краткое техническое описание

Наименование	Краткое техническое описание
PRE-4AO-RS24	Модуль аналогового вывода сигналов напряжения и тока Интерфейс связи модуля – RS-485 Напряжение питания модуля – 24 В постоянного тока

## 2 Технические параметры

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

В таблице 2 приведены технические характеристики модуля аналогового вывода PRE-4AO-RS24.

Таблица 2 – 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	IP20	
4	Вес, не более, кг	0,15	
5	Относительная влажность, не более, в процентах (%)	95	
6	Непрерывный режим работы	Да	
7	Содержание драгоценных металлов	Нет	Модуль не содержит драгоценные металлы

## Окончание таблицы 2

Номер	Параметр	Значение	Описание
8	Габаритные размеры, мм	145x82x39	
<b>Цепь питания</b>			
1	Напряжение питания Для модуля с обозначением 24 В Для модуля с обозначением 220 В Для модуля с обозначением 224 В	DC (10-30) В AC (160-240) В AC DC (19-240) В	Входное напряжение питания может варьироваться в широких диапазонах
2	Потребляемая мощность, Вт	0,3-1,5	Малое энергопотребление – не более 1,5
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
<b>Порт связи RS-485</b>			
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
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
<b>Аналоговый выход АО</b>			
1	Разрешающая способность ЦАП, бит	12	
2	Номинальное напряжение источника напряжения, в диапазоне, В	0-10	
3	Номинальная нагрузка источника напряжения, кОм	1	
4	Максимальный ток источника напряжения, не более, мА	20	
5	Номинальный ток источника тока, в диапазоне, мА	0-20	
6	Максимальное напряжение источника тока, не более, В	10	
7	Сопротивление нагрузки источника тока, Ом	500	
8	Точность выходного сигнала, в процентах (%)	0,1	
9	Скорость изменения выходного сигнала: Напряжения и тока	(0,25 – 10083) В/сек (А/сек)	Зависит от диапазона напряжения или тока выхода
10	Гальваническая изоляция, кВ	2	Высокая гальваническая изоляция
11	Виды защит	2	Защита от перенапряжения выходов, электростатическая защита выходов

### 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-RS485 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 аналогового вывода PRE-4AO-RS24 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 Точность измерений**

Модуль аналогового вывода PRE-4AO-RS24 калибруют и юстируют в ходе выполнения испытаний и тестирования перед отгрузкой заказчику.

Заказчик (пользователь) может выполнять периодическую юстировку в специализированной организации, имеющей необходимое оборудование или самостоятельно, если модуль аналогового вывода серии PRE-4AO не применяют в сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений.

### **3.2 Обмен данными**

Модуль аналогового вывода PRE-4AO-RS24 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.

### 3.3 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 2).

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

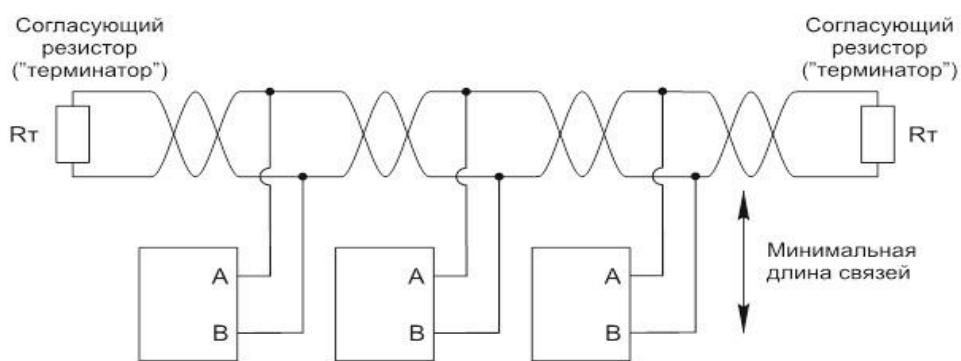


Рисунок 1 – Конфигурация сети RS-485

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 устанавливаются непосредственно у выходов двух приемопередатчиков, максимально отдаленных друг от друга.

Следует отметить, что в большинстве случаев «терминаторы» уже вмонтированы в потребительские устройства 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):

- 1) скорость RS-485 – 115200 бит/с;
- 2) длина слова данных – 8;
- 3) количество стоп-бит в посылке – 1;
- 4) тип контроля четности слова данных – отсутствует;
- 5) протокол – ModBus RTU;
- 6) адрес устройства – 1.

### **3.4 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 аналогового вывода PRE-4AO-RS24 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 аппаратного 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.

### **3.5 Сброс на заводские настройки**

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

Сброс на настройки по умолчанию при нормальной работе устройства выполняется 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-4AO**

### **4.1 Назначение модуля**

Модуль аналогового вывода PRE-4AO-RS24 предназначен для вывода аналоговых сигналов напряжения ( $\pm 10$ ) В, (0-20) мА и тока (4-20) мА согласно информации, полученного в цифровом виде по сетевому интерфейсу.

### **4.2 Описание принципа работы модуля**

Необходимые значения напряжения или тока на выходе модуля принимаются микроконтроллером модуля в цифровом виде через сетевой интерфейс.

Микроконтроллер направляет необходимые значения напряжения или тока в цифровом виде по цифровой шине в цифро-аналоговый преобразователь (далее – ЦАП).

Далее ЦАП формирует аналоговые сигналы напряжения или тока на выходных клеммах модуля.

Микроконтроллер модуля выполняет функции:

1) принимает и выполняет команды принятые через интерфейс связи;

2) выполняет настройку и обмен данными с ЦАП;

3) выполняет подстройку выходов;

4) изменяет аналоговый сигнал напряжения или тока на выходе модуля;

Количество ЦАП в модуле соответствует количеству выходов.

Выходные аналоговые сигналы напряжения и тока выведены на отдельные клеммы Vout, Iout с одной общей клеммой (AGND).

### **4.3 Назначение светодиодов состояния**

Модуль PRE-4AO-RS24 имеет линейку зеленых светодиодов индикации состояния аналоговых выходов.

Каждый светодиод отображает состояние одного аналогового выхода тока или напряжения:

1) светодиод выключен, когда выход отключен;

2) светодиод мигает в режиме – «светит» 0,1 сек. и «погашен» 0,1 сек. для состояния выхода:

а) разрыв токовой линии при активном токовом выходе;

б) перегрев или перегрузка микросхемы ЦАП аналогового выхода;

в) повреждение микросхемы ЦАП аналогового выхода;

3) светодиод мигает в режиме – светит 2 сек., вкл. и погашен 2 сек. в режиме калибровки выхода;

4) светодиод светит, когда выход включен и нет ошибок ЦАП аналогового выхода.

#### 4.4 Настройка режима работы

Модуль PRE-4AO-RS24 поставляют с заводскими настройками.

Параметры заводских настроек сетевых параметров приведены в разделе 3.3.

Заводская настройка режимов выходов – выходы отключены.

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

Карта регистров ModBus модуля PRE-4AO-RS24 приведена в приложении Б (таблица Б.3), коды типов и характеристики выходов модуля PRE-4AO-RS24 согласно значениям, приведённым в приложении Б (таблица Б.4).

Коды скорости нарастания напряжения и тока выхода модуля PRE-4AO-RS24 приведены в приложении Б (таблица Б.5).

#### 4.5 Юстировка

Для юстировки применять образцовый вольтметр, имеющий погрешность измерений в условиях поверки по крайней мере в 3 раза меньшую, чем поверяемый модуль.

Образцовые приборы должны быть поверены и иметь свидетельство о поверке или поверочное клеймо.

В ходе юстировки модуль самостоятельно вычисляет поправочные коэффициенты на основе уставок напряжения, которые контролируют на образцовом вольтметре.

При проведении юстировки необходимо соблюдать следующие нормальные условия (ГОСТ 8.395-80):

- 1) температура окружающей среды ( $20 \pm 5$ ) °С;
- 2) относительная влажность воздуха (30-80) %;
- 3) атмосферное давление 630-795 мм рт. ст.

Перед юстировкой модуль аналогового вывода PRE-4AO-RS24 выдержать в указанных условиях не менее суток.

Выполнить юстировку последовательно по пунктам:

1) включить модуль и выдержать во включенном состоянии не менее 20 мин для «прогрева» внутренних электронных компонентов и выхода температурных параметров модуля на рабочий режим;

2) подключить образцовый вольтметр к выходу модуля, который подлежит юстировке;

3) в регистр команд юстировки выхода (см. таблицу Б.3) записать A1h, модуль перейдет в режим юстировки нуля;

4) настраивая значение в регистре подстройки для юстировки добиться нулевого показания вольтметра;

5) в регистр команд юстировки выхода записать B2h, модуль перейдет в режим юстировку полного диапазона 10 В;

6) настраивая значение в регистре подстройки для юстировки добиться наиболее точных показаний вольтметра равным 10 В;

7) в регистр команд юстировки выхода записать C3h, модуль сохранит новые значения поправочных коэффициентов в энергонезависимой памяти;

8) при необходимости выполнить пункты 2 – 7 для других выходов.

Если в ходе юстировки понадобилось завершить юстировку без сохранения новых поправочных коэффициентов в регистр команд калибровки необходимо записать D4h.

Время юстировки – не более 5 мин, после окончания этого времени юстировка будет завершена без сохранения новых значений поправочных коэффициентов.

Одновременно можно выполнить юстировку только одного выхода. Если имеется ошибка выхода, юстировка недоступна и значение регистра команд калибровки выхода равно 0.

**Внимание! Если после выполнения юстировки и сохранения поправочных коэффициентов в память модуля выполнить сброс на заводские настройки, то восстановятся значения поправочных коэффициентов завода-изготовителя.**

## 5 Настройка модуля

Настройку модуля аналогового вывода PRE-4AO-RS24 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-RS485, который подключен к персональный компьютеру или ноутбуку.

В ходе настройки аналогового вывода PRE-4AO-RS24 необходимо:

1) установить 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) установить 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 аналогового вывода PRE-4AO-RS24 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 мм<sup>2</sup>.

Модули аналогового вывода PRE-4AO-RS24 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 вывода PRE-4AO-RS24 не представляет опасности для жизни и здоровья потребителя не причиняет вред его имуществу и окружающей среде.

Монтаж модуля аналогового вывода PRE-4AO-RS24 необходимо осуществлять в обесточенном состоянии квалифицированному электротехническому персоналу, имеющему соответствующий допуск.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ПОДЛЕЖИТ ЗАМЕНЕ МОДУЛЬ АНАЛОГОВОГО ВЫВОДА PRE-4AO-RS24 С ПОВРЕЖДЕНИЕМ КОРПУСА, КЛЕММ ИЛИ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ.**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЯ АНАЛОГОВОГО ВЫВОДА PRE-4AO-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 модуль аналогового вывода PRE-4AO-RS24.

## **9 Условия транспортирования**

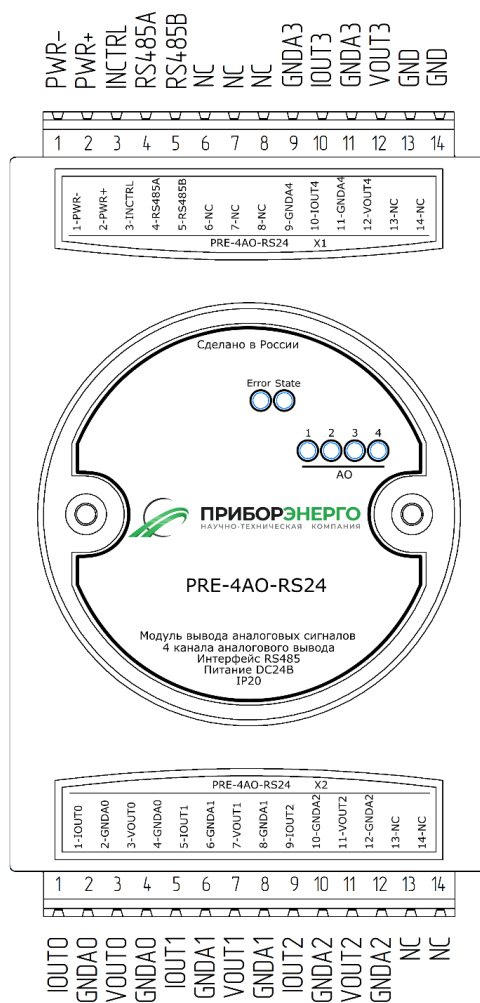
Транспортирование модуля аналогового вывода PRE-4AO-RS24 разрешается любым видом крытого транспорта, обеспечивающим предохранение упакованных устройств от механических повреждений.

## **10 Условия хранения и утилизации**

Хранение модуля аналогового вывода PRE-4AO-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 вывода PRE-4AO-RS24 утилизировать как бытовые отходы.

# Приложение А (обязательное) Схема подключения



PWR-	Вход питания «->»
PWR+	Вход питания «<+»
INCTRL	Вход инициализации (сброс к заводским настройкам)
RS – 485 A	Вход порта связи RS-485 A
RS-485 B	Вход порта связи RS-485 B
GNDA	Общий провод аналоговых выходов
IOUТх	Выход тока канала х (0...3)
UOUTх	Выход напряжения канала х (0...3)
NC	Не подключен

Рисунок А.1 – Внешний вид и схема подключения модуля PRE-4AO-RS24

**Приложение Б**  
**(обязательное)**  
Карта регистров ModBus

Таблица Б.1 – Карта регистров ModBus модуля PRE-4АО-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
16-17	Версия программы модуля	03	-	2 регистра по 2 байта, применяется ASCII кодирование символов, только для чтения
Параметры связи				
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			
Конфигурация сторожевого таймера состояния выходов				
27	Настройка системного сторожевого таймера: включение/отключение и тайм-аут	03	06,16	0000h - 01FFh Ni байт – вкл/откл таймер: 0 – отключить 1 – включить По умолчанию – 0; Lo байт – тайм-аут в единицах 0,1 сек. (например, для 10 сек. записать 0x64 (100)), По умолчанию – 100
28	Состояние и сброс системного сторожевого таймера «Host OK»	03	06	0000h-00F1h Чтение: 0 – сторож таймер не сработал 1 – сторож таймер сработал Запись: F1h – сбросить счетчик сторожевого тайм
29	Сигнал системного сторожевого таймера «Host OK»	-	06	0000h-FFFFh Записывать любое значение с интервалом менее тайм-аута системного сторожевого таймера (см. регистр 1), только для записи

## Продолжение приложения Б

### Продолжение таблицы Б.1

Адрес рег.	Наименование	Код функ. чтения	Код функ. записи	Диапазон значений
30	Счетчик ответов на команды (запись функциями 05, 06, 16)	03	-	0000h-FFFFh, только для чтения
Параметры выходов (источников тока или напряжения)				
31	Включение и тип источника выхода 0	03	06,16	0000h-0006h, согласно таблице Б.2
32	Включение и тип источника выхода 1	03	06,16	0000h-0006h, согласно таблице Б.2
33	Включение и тип источника выхода 2	03	06,16	0000h-0006h, согласно таблице Б.2
34	Включение и тип источника выхода 3	03	06,16	0000h-0006h, согласно таблице Б.2
35	Скорость нарастания значения на выходе 0	03	06,16	0000h-000Fh, согласно таблице Б.3
36	Скорость нарастания значения на выходе 1	03	06,16	0000h-000Fh, согласно таблице Б.3
37	Скорость нарастания значения на выходе 2	03	06,16	0000h-000Fh, согласно таблице Б.3
38	Скорость нарастания значения на выходе 3	03	06,16	0000h-000Fh, согласно таблице Б.3
39	Значение на выходе 0 после срабатывания сторож. таймера «Safe Value»	03	06,16	Напряжение: D8F0h-2710h, ток: 0000h-4E20h (см. таблицу Б.2)
40	Значение на выходе 1 после срабатывания сторож. таймера «Safe Value»	03	06,16	Напряжение: D8F0h-2710h, ток: 0000h-4E20h (см. таблицу Б.2)
41	Значение на выходе 2 после срабатывания сторож. таймера «Safe Value»	03	06,16	Напряжение: D8F0h-2710h, ток: 0000h-4E20h (см. таблицу Б.2)
42	Значение на выходе 3 после срабатывания сторож. таймера «Safe Value»	03	06,16	Напряжение: D8F0h-2710h, ток: 0000h-4E20h (см. таблицу Б.4.)
43	Значение на выходе 0 после включения питания модуля «Power On Value»	03	06,16	Напряжение: D8F0h-2710h, ток: 0000h-4E20h Если значение равно 0, то на выходе 0 устанавливается значение из регистра 52 (см. таблицу Б.4)
44	Значение на выходе 1 после включения питания модуля «Power On Value»	03	06,16	Напряжение: D8F0h-2710h, ток: 0000h-4E20h Если значение равно 0, то на выходе 1 устанавливается значение из регистра 53 (см. таблицу Б.2)
45	Значение на выходе 2 после включения питания модуля «Power On Value»	03	06,16	Напряжение: D8F0h-2710h, ток: 0000h-4E20h Если значение равно 0, то на выходе 2 устанавливается значение из регистра 54 (см. таблицу Б.2)
46	Значение на выходе 3 после включения питания модуля «Power On Value»	03	06,16	Напряжение: D8F0h-2710h, ток: 0000h-4E20h Если значение равно 0, то на выходе 3 устанавливается значение из регистра 55 (см. таблицу Б.2.)
47	Команды юстировки выхода 0	-	06	Последовательность команд: A1h – начать юстировку 0 В; B2h – начать юстировку + 10 В; C3h – завершить юстировку и сохранить новые значения юстировки после выполнения первых двух команд D4h – завершить юстировку без сохранения новых значений юстировки Время юстировки – не более 5 мин, после окончания этого времени юстировка будет завершена без сохранения новых значений юстировки Одновременно можно выполнить юстировку только одного выхода Если имеется ошибка выхода юстировка недоступна и значение регистра равно 0

## Продолжение приложения Б

### Окончание таблицы Б.1

Адрес рег.	Наименование	Код функ. чтения	Код функ. записи	Диапазон значений
48	Команды юстировки выхода 1	-	06	Аналогично командам выхода 0 из регистра 47
49	Команды юстировки выхода 2	-	06	Аналогично командам выхода 0 из регистра 47
50	Команды юстировки выхода 3	-	06	Аналогично командам выхода 0 из регистра 47
51	Значение подстройки при выполнении юстировки выхода	03	06	0000h-2710h
Установка значений на выходах (источниках тока или напряжения)				
52	Значение на выходе 0	03	06,16	Напряжение: D8F0h-2710h, ток: 0000h-4E20h При записи значения за пределами диапазона типа выхода значение на выходе равно соответственно минимальному или максимальному значению Если выход отключен (см. таблицу Б.4.), то значение регистра равно 0
53	Значение на выходе 1	03	06,16	Аналогично регистру 52
54	Значение на выходе 2	03	06,16	Аналогично регистру 53
55	Значение на выходе 3	03	06,16	Аналогично регистру 54
Состояние выходов				
56	Ошибка выхода	03		0000h-000Fh, только для чтения Бит-маска состояния выходов Значение бита - номера входа: 0 – нет ошибок выхода, 1 – ошибка выхода
Примечание – Окончание h в значениях регистров (например, 00FFh) указывает на то, что значение является шестнадцатеричным.				

Таблица Б.2 – Коды типов и характеристики выходов модуля PRE-4AO-RS24

Код типа выхода	Тип выхода	Значение на выходе				
		Формат данных	Диапазон значений		Количество разрядов после запятой*	Разрешение
			мин	макс		
0	Выход отключен***					
1	Напряжение 0...+10 В	Единицы измерения	+00.000	+10.000	3	±3 мВ
		% от шкалы**	00.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	0000h	D8F0h	-	МЗР
2	Напряжение – 10...+10 В	Единицы измерения	-10.000	+10.000	3	±5 мВ
		% от шкалы**	-100.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	2710h	D8F0h	-	МЗР
3	Напряжение 0...+5 В	Единицы измерения	+00.000	+05.000	3	±2 мВ
		% от шкалы**	00.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	0000h	1388h	-	МЗР
4	Напряжение – 5...+5 В	Единицы измерения	-05.000	+05.000	3	±3 мВ
		% от шкалы**	00.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	EC78h	1388h	-	МЗР
5	Ток 0...20 мА	Единицы измерения	+00.000	+20.000	3	±5 мкА
		% от шкалы**	00.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	0000h	4e20h	-	МЗР
6	Ток 4...20 мА	Единицы измерения	+04.000	+20.000	3	±5 мкА
		% от шкалы**	00.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	0FA0h	4e20h	-	МЗР

\* Количество разрядов после запятой определяет количество цифр начиная справа после которого стоит запятая, *например, для кода типа входа 05h показания значения регистра аналогового входа составили 12345 (в десятичном виде), положение запятой 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.

## Продолжение приложения Б

Таблица Б.3 – Коды скорости нарастания напряжения и тока выхода модуля PRE-4АО-RS24

Код	Диапазон значений на выходе (см. таблицу 2.4)									
	0...+ 10 В		-1 0 В...+ 10 В		0...+ 5 В		- 5 В...+ 5 В		0...20 мА, 4...20 мА	
	В/сек	В/мсек	В/сек	В/мсек	В/сек	В/мсек	В/сек	В/мсек	В/сек	В/мсек
0	Ограничение скорости нарастания отключено									
1	0,50	0,0005	1,01	0,0010	0,25	0,0003	0,50	0,0005	1,01	0,0010
2	1,01	0,0010	2,01	0,0020	0,50	0,0005	1,01	0,0010	2,01	0,0020
3	2,01	0,0020	4,03	0,0040	1,01	0,0010	2,01	0,0020	4,03	0,0040
4	4,03	0,0040	8,06	0,0081	2,01	0,0020	4,03	0,0040	8,06	0,0081
5	8,06	0,0081	16,12	0,0161	4,03	0,0040	8,06	0,0081	16,12	0,0161
6	16,12	0,0161	32,23	0,0322	8,06	0,0081	16,12	0,0161	32,23	0,0322
7	32,23	0,0322	64,47	0,0645	16,12	0,0161	32,23	0,0322	64,47	0,0645
8	64,47	0,0645	128,94	0,1289	32,23	0,0322	64,47	0,0645	128,94	0,1289
9	122,10	0,1221	244,20	0,2442	61,05	0,0611	122,10	0,1221	244,20	0,2442
10	244,20	0,2442	488,40	0,4884	122,10	0,1221	244,20	0,2442	488,40	0,4884
11	488,40	0,4884	976,80	0,9768	244,20	0,2442	488,40	0,4884	976,80	0,9768
12	976,80	0,9768	1953,60	1,9536	488,40	0,4884	976,80	0,9768	1953,60	1,9536
13	1953,60	1,9536	3907,20	3,9072	976,80	0,9768	1953,60	1,9536	3907,20	3,9072
14	3907,20	3,9072	7814,41	7,8144	1953,60	1,9536	3907,20	3,9072	7814,41	7,8144
15	5041,56	5,0416	10083,13	10,0831	2520,78	2,5208	5041,56	5,0416	10083,13	10,0831

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

## Продолжение приложения В

### *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:*

$$\langle \$ \rangle + \langle 0 \rangle + \langle 1 \rangle + \langle 2 \rangle = 24h + 30h + 31h + 32h = B7h.$$

*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:  $\langle ! \rangle + \langle 0 \rangle + \langle 1 \rangle + \langle 4 \rangle + \langle 0 \rangle + \langle 0 \rangle + \langle 6 \rangle + \langle 0 \rangle + \langle 0 \rangle = 21h + 30h + 31h + 34h + 30h + 30h + 36h + 30h + 30h = 1ACh$ , 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;*

*Ответ ведомого на указанную выше команду:*

*!AAV[CHK](Cr)*

*где*

*! – разделитель (начало сообщения);*

## Продолжение приложения В

*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 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 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 7 – 115200 бит/с 8 – 230400 бит/с По умолчанию – 0007h (115200 бит/с)

## Продолжение приложения В

### Окончание таблицы В.4

Номер	Команда	Ответ	Описание
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-4AO-RS24

Номер	Команда	Ответ	Описание
Аналоговые выходы			
1	^AACON	!AAPP	Чтение состояния и кода типа аналогового выхода N PP = значение согласно таблицы Б.2
2	^AACONP	!AA	Включение и установка типа аналогового выхода N PP = значение согласно таблицы Б.2
3	^AASRN	!AAPP	Чтение скорости нарастания значения на выходе N PP = значение согласно таблицы Б.3
4	^AASRNPP	!AA	Установка скорости нарастания значения на выходе N PP = значение согласно таблицы Б.3
	^AACCN	!AAPP	Прочитать состояние команды юстировки выхода N PP = 00 – нет юстировки; PP = A1h – выполняется юстировка 0 В; PP = B2h – выполняется юстировка (+ 10) В
5	^AACCNPP	!AA	Передать команду юстировки выхода N PP = A1h – начать юстировку 0 В; PP = B2h – начать юстировку (+10) В; PP = C3h – завершить юстировку и сохранить новые значения юстировки после выполнения первых двух команд PP = D4h – завершить юстировку без сохранения новых значений юстировки Время юстировки – не более 5 мин, после окончания этого времени юстировка будет завершена без сохранения новых значений юстировки Одновременно можно выполнить юстировку только одного выхода Если имеется ошибка выхода юстировка недоступна и значение регистра равно 0

## Продолжение приложения В

### Окончание таблицы В.5

Номер	Команда	Ответ	Описание
6	^AACT	!AAPPPP	Чтение значения подстройки при выполнении юстировки выхода PP=0-FFFFh
	^AACTPPPP	!AA	Установка значения подстройки при выполнении юстировки выхода PP=0-FFFFh
7	^AAFМ	!AAP	Чтение формата данных значения аналоговых выходов (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 значения аналоговых выходов (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	^AAVVN	!AAPP	Чтение значения аналогового выхода N PP – значение аналогового выхода N, для отрицательного значения перед значением указывается знак «-» Вывод значения согласно формата данных и диапазона, указанных в таблице Б.2
10	^AAVVNPP	!AAPP	Установка значения аналогового выхода N PP – значение аналогового выхода N, для отрицательного значения перед значением указывается знак «-»
11	^AAER	!AAP	Чтение ошибок аналоговых выходов P – бит-маска состояния выходов, где значение бита-номера входа: 0 – нет ошибок выхода 1 – ошибка выхода
Системный сторожевой таймер			
12	~AAR	!AA	Сброс системного сторожевого таймера
13	~AAS	!AAEVV	Чтение настроек системного сторожевого таймера E – статус системного сторожевого таймера: 0 – сторож таймер отключен 1 – сторож таймер включен VV – тайм-аут в единицах 0,1 сек. (например, 64h = 100 – для 10 сек.)
14	~AASEVV	!AA	Установка системного сторожевого таймера E – статус системного сторожевого таймера: 0 – сторож таймер отключить 1 – сторож таймер включить VV – тайм-аут в единицах 0,1 сек (например, для 10 сек. записать 100 (0x64)) По умолчанию – 100
15	~**	Без ответа	Периодическая команда от ведущего контроллера – сигнал для сторожевого таймера модуля
16	^AAPON	!AAPP	Чтение значения на аналоговом выходе N после включения питания модуля «Power On Value» PP – значение
17	^AAPONPP	!AA	Установка значения на аналоговом выходе N после включения питания модуля «Power On Value» PP – значение
18	^AASVN	!AAPP	Чтение значения на аналоговом выходе N после срабатывания сторожевого таймера «Safe Value» PP – значение
19	^AASVNPP	!AA	Установка значения на аналоговом выходе N после срабатывания сторожевого таймера «Safe Value» PP – значение Ввод значения согласно формата данных и диапазона, указанных в таблице Б.2

