

ООО «Научно-техническая компания ПРИБОРЭНЕРГО»

## **Модули ввода-вывода аналоговых сигналов**

Руководство по эксплуатации  
РЭ.01.АІАО.04

Чебоксары, 2023 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДЕЛИИ.....	3
1.1. Структура условного обозначения типоразмеров модулей.....	4
1.2. Номенклатура типоразмеров модулей.....	4
2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ.....	5
3. ПРИМЕНЕНИЕ.....	7
3.1. Точность измерений.....	7
3.2. Метрологическое обслуживание.....	7
3.3. Обмен данными.....	8
3.4. Построение сети RS485.....	8
3.5. Сторожевые таймеры.....	9
3.6. Системный сторожевой таймер (только для модуля PRE-8AO).....	9
3.7. Состояние выходов при включении и отключении модуля (только для модуля PRE-8AO).....	9
3.8. Сброс на заводские настройки.....	9
4. МОДУЛЬ PRE-8AI.....	10
4.1. Назначение модуля.....	10
4.2. Описание принципа работы модуля.....	10
4.3. Юстировка модуля.....	10
4.4. Измерение напряжения.....	10
4.5. Измерение тока.....	10
4.6. Настройка модуля.....	11
5. МОДУЛЬ PRE-4AO.....	11
5.1. Назначение модуля.....	11
5.2. Описание принципа работы модуля.....	11
6. МОНТАЖ МОДУЛЯ.....	11
7. СРОКИ СЛУЖБЫ И ХРАНЕНИЯ, ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ.....	12
8. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....	12
9. ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	12
10. УСЛОВИЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ.....	12
11. УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ.....	12
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. КАРТА РЕГИСТРОВ MODBUS .....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ПРОТОКОЛ DCON .....	28

## 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 автоматикой 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 ввода серии PRE-xAI представляют устройства сетевого сбора данных, которые выполняют преобразование аналоговых сигналов напряжения или тока в цифровые значения и передачу полученных значений через интерфейс связи по запросу.

Модули аналогового вывода серии PRE-xAO представляют устройства сетевого управления, которые получают цифровые значения через интерфейс связи и выполняют преобразование цифрового значения в выходной аналоговый сигнал напряжения или тока.

Модули аналогового ввода серии PRE-xTI представляют устройства сетевого сбора данных, которые выполняют преобразование аналоговых сигналов напряжения термопары в цифровые значения температуры и передачу полученных значений через интерфейс связи по запросу.

Модули аналогового ввода серии PRE-xTR представляют устройства сетевого сбора данных, которые выполняют преобразование аналоговых сигналов сопротивления в цифровые значения сопротивления или термосопротивления в цифровые значения температуры и передачу полученных значений через интерфейс связи по запросу.

Модули аналогового ввода серии PRE-xTN представляют устройства сетевого сбора данных, которые выполняют преобразование аналоговых сигналов напряжения тензодатчиков в цифровые значения массы и передачу полученных значений через интерфейс связи по запросу.

Модули аналогового ввода серии PRE-xME представляют устройства сетевого сбора данных, которые выполняют преобразование аналоговых сигналов напряжения и тока электрической сети в цифровые значения и передачу полученных значений через интерфейс связи по запросу.

Модули выполняют функции:

- ввод и вывод аналоговых и дискретных сигналов;
- аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование тока и напряжения;
- нормализация аналоговых сигналов;

Поддерживаемые протоколы связи сети интерфейса RS-485:

- Modbus RTU;
- DCON.

Поддерживаемые протоколы связи сети интерфейса Ethernet:

- Modbus TCP.

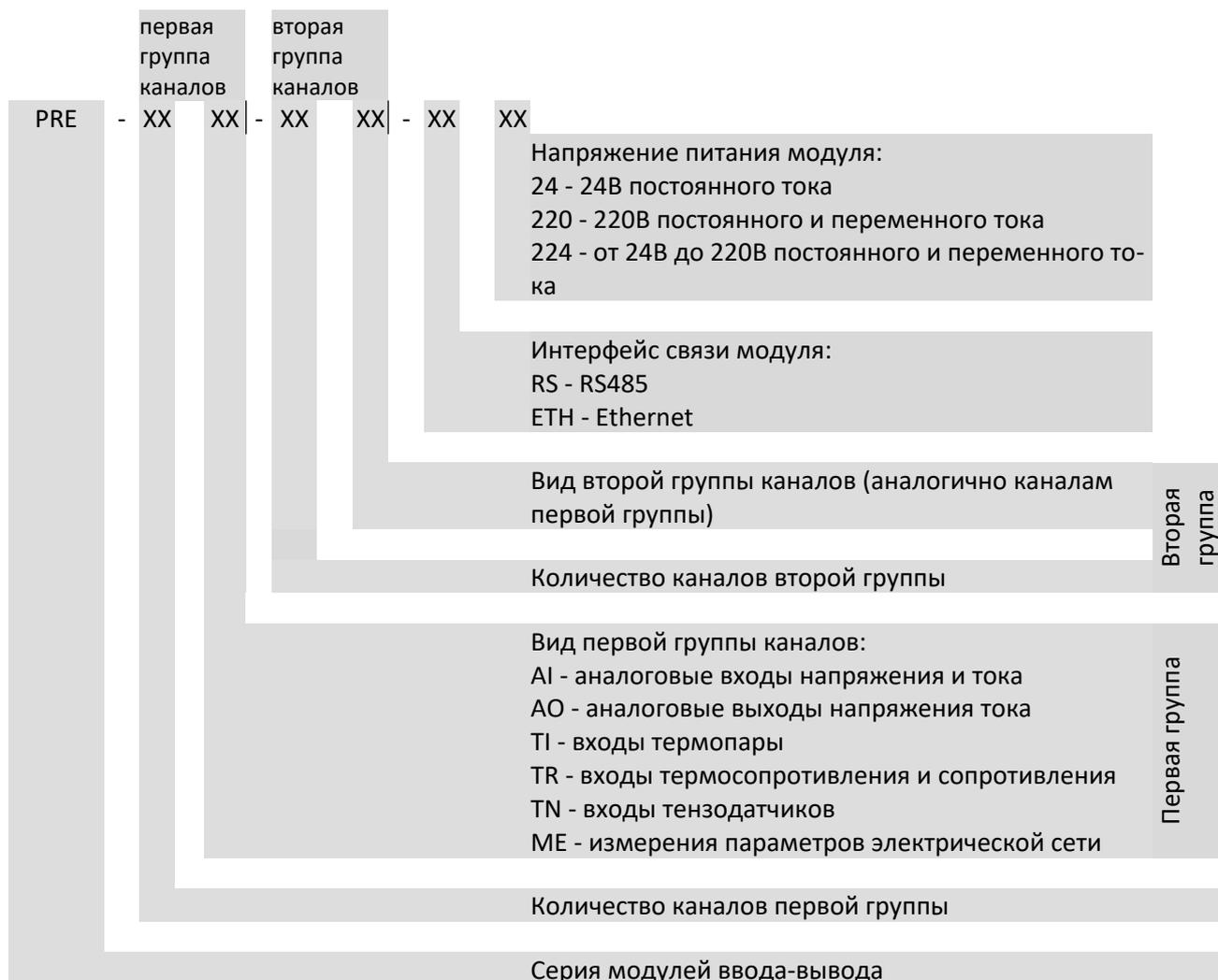
Все необходимые настройки связи и параметры модуля задаются программно через регистры Modbus или командами DCON и сохраняются в энергонезависимой памяти контроллера модуля.

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.

Полная информация о модулях серии PRE смотрите на сайте <https://приборэнерго.рф>

## 1.1. Структура условного обозначения типоисполнений модулей



При отсутствии второй группы каналов параметры второй группы каналов пропускаются

## 1.2. Номенклатура типоисполнений модулей

Таблица 1. Типоисполнения модулей

№	Наименование	Краткое техническое описание
1	PRE-8AI-RS24	Модуль аналогового ввода, имеет 8 дифференциальных/16 одиночных входов для сигналов напряжения и тока, интерфейс связи модуля - RS485, напряжение питания модуля – 24В постоянного.
2	PRE-4AI-2AO-RS24	Модуль аналогового ввода-вывода сигналов, имеет две группы каналов: группа каналов 1 - 4 аналоговых входа напряжения и тока, группа каналов 2 – 2 аналоговых выхода напряжения и тока, интерфейс связи модуля - RS485, напряжение питания модуля – 24В постоянного и переменного тока.
3	PRE-4AO-RS224	Модуль аналогового вывода сигналов напряжения и тока, интерфейс связи модуля – RS485, напряжение питания модуля – 24В постоянного тока
4	PRE-4TI-RS24	Модуль аналогового ввода сигналов термопар
5	PRE-4TR-RS24	Модуль аналогового ввода сигналов термосопротивлений

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Модули спроектированы и изготавливаются с повышенным запасом надежности каждой своей части. В Таблице 1 указаны технические характеристики модулей аналогового ввода-вывода.

Таблица 1. Технические характеристики

№	Параметр	Значение	Описание
<b>Общие параметры</b>			
1	Рабочая температура	-40...+70°C	Широкий температурный диапазон работы.
2	Температура хранения	-40...+85°C	
3	Степень защиты	IP20	
5	Вес, не более	150 г	
6	Относительная влажность, не более	95%	
7	Непрерывный режим работы	Да	
8	Содержание драгоценных металлов	Нет	Модуль не содержит драгоценные металлы.
9	Габаритные размеры ШxГxВ, мм	145x82x39	
<b>Цепь питания</b>			
1	Напряжение питания Для модуля с обозначением 24В Для модуля с обозначением 220В Для модуля с обозначением 224В	DC 10-30В AC 160-240В AC DC 19-240В	Входное напряжение питания может варьироваться в широких диапазонах.
2	Потребляемая мощность	0,3-1,5 Вт	Малое энергопотребление - не более 1,5 Вт
3	Виды защит	3	- Вход питания имеет защиту от неправильного подключения полярности; - Защита от кратковременного превышения питающего напряжения; - Термозащита: отключение при перегреве.
<b>Порт связи RS-485</b>			
1	Скорость передачи данных, до	230 кБ/с	Высокоскоростная надежная передача данных. Возможные значения: 1,2; 2,4; 4,8; 9,6; 19,2; 38,4; 57,6; 115,2; 230,4 кБ/с
2	Входное сопротивление	96 кОм	Высокое входное сопротивление приемника позволяет подключать в сеть до 255 устройств.
3	Гальваническая изоляция	2,5 кВ	Все цепи модуля имеют гальваническую развязку между собой.
4	Импеданс	100 Ом	На конечных модулях в сети рекомендуется устанавливать согласующие резисторы номиналом 100 Ом
5	Виды защит	4	- Термозащита: отключение при перегреве; - Высокий уровень стойкости к синфазным переходным процессам 25кВ/мкс; - Защита от короткого замыкания сигнальных цепей; - Защита от электростатических разрядов до 15кВ
<b>Аналоговый вход AI</b>			
1	Разрешающая способность АЦП	16 бит	
2	Измерение постоянного напряжения	±10 В, ±5 В, ±1 В, ±300 мВ, ±150 мВ	
3	Измерение постоянного тока	±20 мА	Для измерения тока установить внешнее сопротивление (резистор) на клеммы вхо-

			да
4	Внесение сопротивления при измерении тока	50 Ом	
5	Входное сопротивление при измерении напряжения, не менее	2 МОм	
6	Период обновления результатов измерения по каждому каналу, не более	80 мс	Для частоты среза 13,1 Гц – 80 мсек, для частоты среза 15,7 Гц – 70 мсек, для частоты среза 65,5 Гц – 16 мсек.
7	Полоса пропускания (частота среза)	13,1 Гц	Возможны 13,1 Гц, 15,7 Гц, 65,5 Гц
8	Основная погрешность измерения напряжения	0,1%	Погрешность приведена к верхней границе диапазона измерений
9	Основная погрешность измерения тока	0,1%	Погрешность приведена к верхней границе диапазона измерений
10	Гальваническая изоляция	2 кВ	Высокая гальваническая изоляция
11	Виды защит	2	Защита от перенапряжения входов, электростатическая защита входов
<b>Аналоговый выход АО</b>			
1	Разрешающая способность ЦАП	12 бит	
2	Номинальное напряжение источника напряжения, в диапазоне	0-10 В	
3	Номинальная нагрузка источника напряжения	1 кОм	
4	Максимальный ток источника напряжения, не более	20 мА	
5	Номинальный ток источника тока, в диапазоне	0-20 мА	
6	Максимальное напряжение источника тока, не более	10В	
7	Сопротивление нагрузки источника тока	500 Ом	
8	Точность выходного сигнала	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	2 кВ	Высокая гальваническая изоляция
11	Виды защит	2	Защита от перенапряжения выходов, электростатическая защита выходов
<b>Аналоговый вход от термопары Т1</b>			
1	Разрешающая способность АЦП	16 бит	
2	Измерение постоянного тока	±20 мА	Для измерения тока установить внешнее сопротивление (резистор) на клеммы входа
3	Внесение сопротивления при измерении тока	120 Ом	
4	Термопара датчика и диапазон измерения	K -100...+1000 °C J -210...+1200 °C B 0...1820 °C L -100...+800°C E -100...+1000 °C S +500...+1750 °C R +500...+1750 °C N -100...+1300 °C T -100...+400 °C	
5	Период обновления результатов измерения по каждому каналу, не более	10 мс	
6	Полоса пропускания	17,1 Гц	
7	Основная погрешность	0,1%	
8	Гальваническая изоляция	2 кВ	Высокая гальваническая изоляция
9	Виды защит	1	Защита от перенапряжения по входу
<b>Аналоговый вход от термосопротивления TR</b>			
1	Измерение сопротивления в диапазоне	0-3000 Ом	

2	Основная погрешность измерения сопротивления	0,1%	
3	Типы термосопротивления	Pt 100, Pt 1000, Cu' 50, Cu 50	100П (Pt 100) W100 =1.385, -100...100 °C 100П (Pt 100) W100 =1.385, 0...100 °C 100П (Pt 100) W100 =1.385, 0...200 °C 4100П (Pt 100) W100 =1.385, 0...600 °C 100П (Pt 100) W100 =1.3916, -100...100 °C 100П (Pt 100) W100 =1.3916, 0...100 °C 100П (Pt 100) W100 =1.3916, 0...200 °C 100П (Pt 100) W100 =1.3916, 0...600 °C 120Н (Ni 120) W100 =1.617, -80...100 °C 120Н (Ni 120) W100 =1.617, 0...100 °C 1000П (Pt 1000) W100 =1.385, -200...600 °C 50М (Cu' 50) W100 =1,428, -200...200 °C 50М (Cu 50) W100 =1,426, -50...200 °C
4	Период обновления результатов измерения по каждому каналу, не более	10 мс	
5	Полоса пропускания	17,1 Гц	
6	Основная погрешность	0,1%	
7	Гальваническая изоляция	2 кВ	Высокая гальваническая изоляция
8	Виды защит	1	Защита от перенапряжения по входу

### 3. ПРИМЕНЕНИЕ

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

- сам модуль;
- источник питания согласно напряжению питания модуля;
- для исполнения с типом связи RS485 - конвертер USB-RS-485 или COM-RS485 с интерфейсом RS485;
- для исполнения с типом связи Ethernet – 2 парный Ethernet кабель с обжатыми наконечниками 8P8C.
- переносной или стационарный компьютер.

На лицевой стороне модуля расположены следующие светодиодные индикаторы:

1. Линейка зеленых светодиодов индикации состояния входов или выходов (в зависимости от типа модуля);
2. Красный светодиод «Error» служит для индикации:
  - загорается и гаснет при старте исправного модуля;
  - светит постоянно при сбое программного обеспечения или встроенного оборудования модуля;
  - светит постоянно при активации режима Bootloader (при установленной перемычке на пинах «Bootloader» на плате модуля).
  - 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:
  - светит постоянно при нормальной работе модуля, при ответе (отправке данных) по сети RS485 гаснет на 0,1 сек;
  - мигает в режиме - светит 1 сек и погашен 1 сек в режиме блокировки управления системным сторожевым таймером;
  - мигает в режиме - светит 2 сек и погашен 1 сек при активации программы Bootloader.

#### 3.1. Точность измерений

Модуль PRE-4АО калибруются и юстируются в ходе выполнения испытаний и тестирования перед отгрузкой заказчику. Заказчик (пользователь) может выполнять периодическую юстировку в специализированной организации, имеющей необходимое оборудование или самостоятельно, если прибор не используется в сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений.

#### 3.2. Обмен данными

Модуль выполняет обмен данными по интерфейсу RS485 согласно принципа 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 RS485

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.

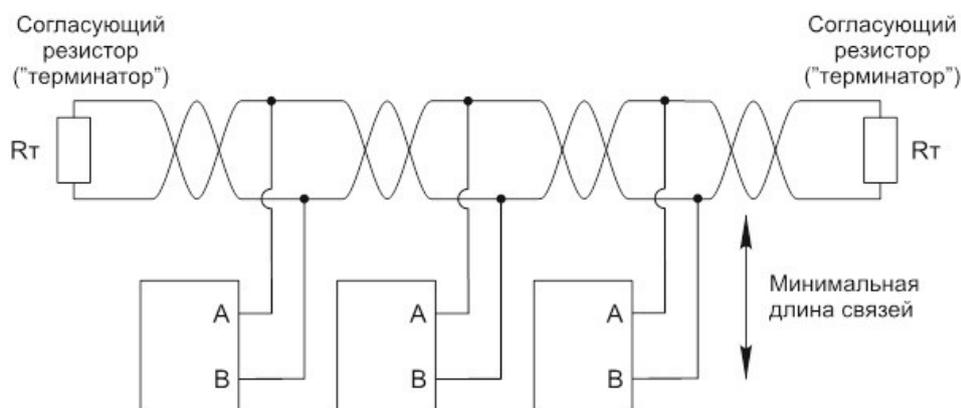


Рисунок 1. Конфигурация сети RS-485

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 смонтированы в потребительских устройствах и подключаются к сети при помощи соответствующих перемычек на корпусе устройства. Номинал «терминатора» соответствует волновому сопротивлению кабеля, которое зависит от его характеристик и не зависит от его длины.

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

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

Скорость RS485 - 115200 бит/с;

Длина слова данных - 8;

Количество стоп-бит в посылке - 1;

Тип контроля четности слова данных - отсутствует;

Протокол - Modbus RTU;

Адрес устройства - 1.

### 3.4. Сторожевые таймеры

В ходе эксплуатации модуля из-за коммутаций силовых цепей возможно возникновение значимых

электромагнитных помех, которые могут приводит к сбоям в работе микроконтроллера. Для отслеживания указанных сбоев применены сторожевые таймеры.

Модуль имеет три сторожевых таймера:

- сторожевой таймер, встроенный в микроконтроллер модуля,
- сторожевой таймер аппаратный, выполненный отдельным от микроконтроллера схематическим узлом,
- системный сторожевой таймер.

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

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

Два указанных сторожевых таймера всегда включены.

### 3.5. Системный сторожевой таймер (только для модуля PRE-8AO)

Системный сторожевой таймер позволяет исключить аварийные ситуации в случае, когда неисправность возникает у главного (Master) контроллера. Системный сторожевой таймер включается, отключается и настраивается через изменение регистров Modbus или командами DCON. После включения системного сторожевого таймера контроллер модуля включает таймер с длительностью, указанной при настройке, и ожидает входящего сигнала «Host OK» от главного контроллера. Главный контроллер периодически посылает в модуль по сети RS-485 сигнал «Host OK». Контроллер модуля при получении сигнала «Host OK» сбрасывает таймер. Если очередной сигнал не придет во время счета таймера, контроллер модуль считает, что контроллер неисправен и переводит дискретные выходы в безопасные состояния ("Safe Value"). Это предотвращает появление аварийных ситуаций, связанных с потерей контроля и управления над технологическим оборудованием.

### 3.6. Состояние выходов при включении и отключении модуля (только для модуля PRE-8AO)

При включении питания модуля на его выходах устанавливаются состояния "PowerON". Если системный сторожевой таймер отключен, на выходах сохраняются состояния "PowerON" до поступления команды на изменения состояния дискретных выходов. Если системный сторожевой таймер включен и в течение его периода не пришла команда от главного контроллера "Host OK", модуль переходит в режим блокировки управления. В данном режиме зеленый светодиод модуля мигает с частотой 1 Гц. В режиме блокировки управления выходы модуля устанавливаются в безопасные ("Safe Value") состояния и команды изменения состояния выходов модулем игнорируются до команды сброса системного сторожевого таймера «Host OK» от главного контроллера даже при получении сигнала «Host OK» от главного контроллера. Далее после получения сигнала сброса системного сторожевого таймера на выходах модуля сохраняются безопасные состояния ("Safe Value") до получения команды на изменения состояния дискретных выходов.

При отключении питания модуля все дискретные выходы устанавливаются в отключенное состояние.

### 3.7. 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:

- выключить модуль, если он был включен;
- соединить клемму IN\_CTRL с клеммой V- проволочной перемычкой;
- включить модуль;
- через 5 сек после включения проконтролировать кратковременное мигание красного светодиода «Error», подтверждающее, что сброс на настройки по умолчанию выполнен.
- выключить модуль;
- снять проволочную перемычку клеммы IN\_CTRL с клеммой V-.

## 4. МОДУЛЬ PRE-8AI

### 4.1. Назначение модуля

Модуль предназначен для измерения аналоговых сигналов:

- напряжения в диапазонах  $\pm 10$  В,  $\pm 5$  В,  $\pm 1$  В,  $\pm 300$  мВ,  $\pm 150$  мВ;
- тока в диапазоне  $\pm 0-20$  мА;

и вывода информации об измеренных значениях в цифровом виде по сетевому интерфейсу.

#### 4.2. Описание принципа работы модуля

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

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

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

Микроконтроллер модуля выполняет функции:

- принимает и выполняет команды принятые через интерфейс связи;
- выполняет настройку и обмен данными с АЦП;
- выполняет юстировку;
- отправляет данные измерений;

Возможны два режима работы аналоговых входов модуля:

- Дифференциальные входы;
- Одиночные входы.

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

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

#### 4.3. Юстировка модуля

Юстировка модуля выполняется контроллером модуля самостоятельно при включении питания модуля. При этом отсутствуют какие-либо операции, которые необходимо выполнять пользователю модуля.

#### 4.4. Измерение напряжения

Подключение аналоговых сигналов напряжения в режиме дифференциальных входов:

- входы Vin0+...Vin7+ являются неинвертирующими входами каналов с 0-го по 7-й,
- входы Vin0-...Vin7- являются инвертирующими входами каналов с 0-го по 7-й.
- клемма AGND не используется.

В режиме дифференциальных входов модуль имеет 8 измерительных каналов

Подключение аналоговых сигналов в режиме одиночных входов:

- входы Vin0+...Vin7+ являются неинвертирующими входами каналов с 0-го по 7-й,
- Vin0-...Vin7- являются неинвертирующими входами каналов с 8-го по 17-й,
- клемма AGND является клеммой общего провода.

В режиме одиночных входов модуль имеет 16 измерительных каналов.

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

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

Гальваническая изоляция модуля обеспечивается изоляцией аналоговых входов, АЦП и микроконтроллера от блока питания и интерфейсной части.

#### 4.5. Измерение тока

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

В зависимости от выбранного режима аналогового входа резистор подключить:

- в режиме дифференциального входа – на клеммы входа параллельно источнику сигнала (например, для первого канала - к Vin0+ и Vin0-)
- в режиме одиночного входа – на клемму одиночного входа и клемму общего провода AGND (например, для первого канала – к клемме Vin0+ и клемме общего провода AGND).

В режиме одиночного входа измерение токов по каналам происходит через общую клемму AGND. Следовательно, по всем каналам ток должен протекать в одном направлении (или прямо, или обратно). Запрещается подключение токовых каналов, когда по одному из каналов ток протекает в прямом направлении, а по другому каналу в обратном. Это приведет к искажению измерений при малых измеряемых токах и повреждению каналов аналогового ввода модуля при больших токах.

#### 4.6. Настройка модуля

Модуль PRE-8AI поставляется с заводскими настройками. Параметры заводских настроек сетевых параметров указаны в разделе 3.3.

Заводская настройка режимов выходов – входы отключены.

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

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

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

Подробная информация о параметрах модуля PRE-8AI приведена в приложении:

- Таблица П2.1. Карта регистров ModBus модуля PRE-8AI-RSxx;
- Таблица П2.2. Коды включения и характеристики измерений входов модуля PRE-8AI-RSxx.

### 5. МОДУЛЬ PRE-4AO

#### 5.1. Назначение модуля

Модуль предназначен для вывода аналоговых сигналов напряжения  $\pm 10V$ , 0-20 мА и тока 4-20 мА согласно информации, полученного в цифровом виде по сетевому интерфейсу.

#### 5.2. 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 (ЦАП). Далее ЦАП формирует аналоговые сигналы напряжения или тока на выходных клеммах модуля.

Микроконтроллер модуля выполняет функции:

- принимает и выполняет команды принятые через интерфейс связи;
- выполняет настройку и обмен данными с ЦАП;
- выполняет подстройку выходов;
- изменяет аналоговый сигнал напряжения или тока на выходе модуля;

Количество ЦАП в модуле соответствует количеству выходов.

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

#### 5.3. Назначение светодиодов состояния

Модуль PRE-4AO 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:
  - разрыв токовой линии при активном токовом выходе;
  - перегрев или перегрузка микросхемы ЦАП аналогового выхода;
  - 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.

#### 5.4. Настройка режима работы

Модуль PRE-4AO поставляется с заводскими настройками. Параметры заводских настроек сетевых параметров указаны в разделе 3.3.

Заводская настройка режимов выходов – выходы отключены.

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

В ходе настройки режима работы модуля PRE-4AI необходимо:

1. Установить диапазон изменения напряжения или тока выходов;
2. При необходимости установить параметры сторожевого таймера;
3. При необходимости установить значение на выходе после срабатывания сторожевого таймера «Safe Value» для каждого выхода по отдельности.
4. При необходимости установить значение на выходе после включения модуля «PowerOn» для каждого выхода по отдельности.
5. При необходимости установить скорость нарастания тока или напряжения для каждого выхода в отдельности.

Подробная информация о параметрах модуля PRE-4AO приведена в приложении:

- Таблица П2.3. Карта регистров ModBus модуля PRE-4AO-RSxx;
- Таблица П2.4. Коды типов и характеристики выходов модуля PRE-4AO-RSxx;
- Таблица П2.5. Коды скорости нарастания напряжения и тока выхода модуля PRE-4AO-RSxx.

#### 5.5. Юстировка

Для юстировки используется 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 контролируются на образцовом вольтметре.

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

- температура окружающей среды  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха 30-80 %;
- атмосферное давление 630-795 мм.рт.ст.

Перед юстировкой модуль 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 2.3) записать A1h, модуль перейдет в режим юстировки нуля;
4. Настроив 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 10В;
6. Настроив значение в регистре подстройки для юстировки добиться наиболее точных показаний вольтметра равным 10В;
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.

#### 6. Настройка модулей серии PRE

Настройка модуля выполняется с целью установки необходимых параметров сетевого интерфейса и режима работы конкретного модуля.

Для настройки модуля необходимо соединить интерфейс RS485 модуля с конвертером USB-RS-485 или COM-RS485, который подключен к персональному компьютеру или ноутбуку.

В ходе настройки модуля серии PRE необходимо:

1. Установить параметры сетевого интерфейса: скорость RS485, 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 Приборэнерго» для персонального компьютера с операционной системой Windows, которая позволяет конфигурировать модули: читать настройки, изменять настройки, сохранять настройки, выполнять поиск модуля в сети RS485 по протоколам ПСРЭ.01.DIDO.04

## 7. МОНТАЖ МОДУЛЯ

Модуль может крепиться:

- в шкаф или на стену при помощи винтов или саморезов;
- на DIN-рейку 35мм;
- 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 производится при помощи винтовых разъемов. Сечение провода от 0,5 до 2,5 мм<sup>2</sup>. Модули имеют быстросъемные разъемы для удобного монтажа и последующего обслуживания.

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

## 8. СРОКИ СЛУЖБЫ И ХРАНЕНИЯ, ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Режим работы - непрерывный.

Срок службы - 20 лет.

Гарантийный срок эксплуатации - 24 месяца со дня продажи.

Срок хранения - 10 лет.

Производитель оставляет за собой право вносить изменения в названия, конструкцию, комплектацию и внешний вид, не ухудшая при этом функциональные характеристики изделия. На модули с поврежденной гарантийной пломбой или со следами вскрытия или повреждения корпуса гарантия не распространяется.

## 9. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При соблюдении требований настоящего руководства по эксплуатации устройство не представляет опасности для жизни и здоровья потребителя не причиняет вред его имуществу и окружающей среде. Монтаж устройства должен производиться в обесточенном состоянии квалифицированным электротехническим персоналом, имеющим соответствующий допуск. Запрещается эксплуатация и подлежит замене прибор с повреждением корпуса, клемм или печатной платы. Запрещается использование прибора для измерения сигналов со значениями тока и напряжения превышающими указанные в технических характеристиках.

## 10. ОБСЛУЖИВАНИЕ

В процессе эксплуатации раз в полгода требуется проверка момента затяжки винтовых клемм. Очистка от пыли и визуальный осмотр целостности корпуса устройства.

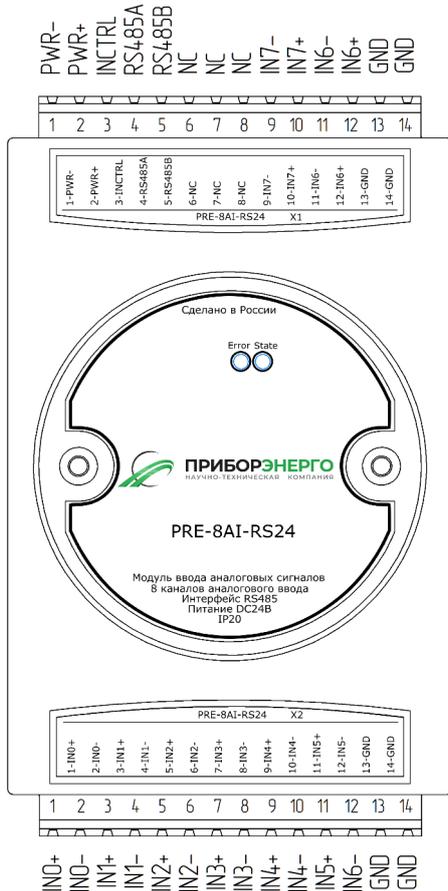
## 11. УСЛОВИЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

Транспортирование прибора разрешается любым видом крытого транспорта, обеспечивающим предохранение упакованных приборов от механических повреждений.

## 12. УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ

Хранение прибора осуществляется в упаковке изготовителя в крытых сухих помещениях при температуре окружающего воздуха от -45°С до +60°С. По истечении срока службы приборы утилизируются как бытовые отходы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Схемы подключения



PWR-	Вход питания «-»
PWR+	Вход питания «+»
INCTRL	Вход инициализации (сброс к заводским настройкам)
RS485A	Вход порта связи RS485 A
RS485B	Вход порта связи RS485 B
NC	Не подключен
INx+	Аналоговый положительный вход x
INx-	Аналоговый отрицательный вход x

Рис. 2.1. Внешний вид и схема подключения модулей серии PRE-8AI-RS24



PWR-	Вход питания «-»
PWR+	Вход питания «+»
INCTRL	Вход инициализации (сброс к заводским настройкам)
RS485A	Вход порта связи RS485 A
RS485B	Вход порта связи RS485 B
GNDA	Общий провод аналоговых выходов
IOUТx	Выход тока канала x (0...3)
VOUTx	Выход напряжения канала x (0...3)
NC	Не подключен

Рис. 2.2. Внешний вид и схема подключения модуля PRE-4AO-RS24

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Карта регистров ModBus

Таблица П2.1. Карта регистров ModBus модуля PRE-8AI-RSxx

Адрес регистра	Наименование	Код функ. чтения	Код функ. записи	Диапазон значений
<b>Общие параметры</b>				
10-15	Имя модуля	03	-	6 регистров по 2 байта, применяется ASCII кодирование символов, только для чтения
16-19	Версия программы модуля	03	-	4 регистра по 2 байта, применяется ASCII кодирование символов, только для чтения
<b>Конфигурация сетевых параметров</b>				
20	Адрес модуля	03	06,16	0001h-00F7h, по умолчанию – 0001h
21	Скорость RS485	03	06,16	0000h-0008h, значение – код скорости: 0 – 1200 бит/с; 1 – 2400 бит/с; 2 – 4800 бит/с; 3 – 9600 бит/с; 4 – 19200 бит/с; 5 – 38400 бит/с; 6 – 57600 бит/с; 7 – 115200 бит/с; 8 – 230400 бит/с По умолчанию – 0007h (115200 бит/с)
22	Протокол	03	06,16	0000h или 0001h, значение – код протокола: 0000h – Modbus RTU 0001h – DCON По умолчанию – 0000h (Modbus RTU)
23	Резерв			
24	Тип контроля четности слова данных	03	06,16	0000h-0003h, значение – код типа контроля четности: 0 – отсутствует (None), 1 – четность (Even), 2 – нечетность (Odd) По умолчанию – 0000h (None)
25	Количество стоп-бит в посылке	03	06,16	0000h или 0001h, значение – код количества стоп-битов в посылке 0 – 1 стоп-бит, 1 – 2 стоп-бита По умолчанию – 0000h (1 стоп-бит)
26	Резерв	-	-	
27	Резерв	-	-	
28	Резерв	-	-	
29	Резерв	-	-	
30	Счетчик ответов на команды (запись функциями 05, 06, 16)	03	-	0000h-FFFFh, только для чтения
<b>Параметры измерительных входов</b>				
31	Включение и диапазон измерения входа 0	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
32	Включение и диапазон измерения входа 1	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
33	Включение и диапазон измерения входа 2	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
34	Включение и диапазон измерения входа 3	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
35	Включение и диапазон измерения входа 4	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
36	Включение и диапазон измерения входа 5	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
37	Включение и диапазон измерения входа 6	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
38	Включение и диапазон измерения входа 7	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
39	Включение и диапазон измерения входа 8*	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
40	Включение и диапазон измерения входа 9*	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h

41	Включение и диапазон измерения входа 10*	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
42	Включение и диапазон измерения входа 11*	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
43	Включение и диапазон измерения входа 12*	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
44	Включение и диапазон измерения входа 13*	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
45	Включение и диапазон измерения входа 14*	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
46	Включение и диапазон измерения входа 15*	03	06	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.2 По умолчанию - 00h
47	Маска выходного значения для всех входов	03	06	0000h-FFFFh По умолчанию - FFFFh
48	Режим каналов - дифференциальные/ одиночные входа	03	06	0000h или 0001h, значение – код типа входа: 0000h – режим дифференциальных входов (8 каналов) 0001h – режим одиночных входов (16 каналов) По умолчанию - 00h
49	Выбор частоты обновления измерения	03	06	0000h или 0001h, значение – код частоты обновления: 0000h – 50 Гц (соответствует частоте среза 13,1 Гц цифрового фильтра) 0001h – 60 Гц (соответствует частоте среза 15,7 Гц цифрового фильтра) 0002h - 250 Гц (соответствует частоте среза 65,5 Гц цифрового фильтра) По умолчанию - 00h

Результаты измерения

0	Аналоговый вход 0	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
1	Аналоговый вход 1	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
2	Аналоговый вход 2	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
3	Аналоговый вход 3	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
4	Аналоговый вход 4	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
5	Аналоговый вход 5	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
6	Аналоговый вход 6	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
7	Аналоговый вход 7	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
8	Аналоговый вход 8	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
9	Аналоговый вход 9*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
10	Аналоговый вход 10*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
11	Аналоговый вход 11*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
12	Аналоговый вход 12*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
13	Аналоговый вход 13*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
14	Аналоговый вход 14*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
15	Аналоговый вход 15*	04	-	0000h-FFFFh, только для чтения
16	Знак измеренного значения для входа 0 - 15	04	-	0000h-FFFFh, бит-маска, каждый бит - это знак измеренного значения входа: 0-знак плюс (положительное значение), 1-знак минус (отрицательное значение), 0 бит - 0 канал ... 15 бит - 15 канал, только для чтения

\*- только для режима одиночных входов

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

Таблица П2.2. Коды включения и характеристики измерений входов модуля PRE-8AI

Код типа входа	Диапазон	Значение измерения				
		Формат данных	Диапазон значений		Положение дес-ной 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**	8000	7FFF	-	M3P
02	Напряжение -5 ... +5 В	Единицы измерения	-5.0000	+5.0000	4	100 мкВ
		% от шкалы**	-100.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	8000	7FFF	-	M3P
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**	8000	7FFF	-	M3P
04	Напряжение -300 ... +300 мВ	Единицы измерения	-300.00	+300.00	2	10 мкВ
		% от шкалы**	-100.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	8000	7FFF	-	M3P
05	Напряжение -150 ... +150 мВ	Единицы измерения	-150.00	+150.00	2	10 мкВ
		% от шкалы**	-100.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	8000	7FFF	-	M3P
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**	8000	7FFF	-	M3P

\* - 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.

\*\* - только для протокола DCON.

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

Таблица П2.3. Карта регистров ModBus модуля PRE-4AO-RSxx

Адрес рег.	Наименование	Код функ. чтения	Код функ. записи	Диапазон значений
<b>Общие параметры</b>				
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
<b>Параметры связи</b>				
20	Адрес модуля	03	06,16	0001h-00F7h, по умолчанию – 0001h
21	Скорость RS485	03	06,16	0000h-0008h, значение – код скорости: 0 – 1200 бит/с; 1 – 2400 бит/с; 2 – 4800 бит/с; 3 – 9600 бит/с; 4 – 19200 бит/с; 5 – 38400 бит/с; 6 – 57600 бит/с; 7 – 115200 бит/с; 8 – 230400 бит/с По умолчанию – 0007h (115200 бит/с)
22	Протокол	03	06,16	0000h или 0001h, значение – код протокола: 0000h – Modbus RTU 0001h – DCON По умолчанию – 0000h (Modbus RTU)
23	Резерв			
24	Тип контроля четности слова данных	03	06,16	0000h-0003h, значение – код типа контроля четности: 0 – отсутствует (None), 1 – четность (Even), 2 – нечетность (Odd) По умолчанию – 0000h (None)
25	Количество стоп-бит в посылке	03	06,16	0000h или 0001h, значение – код количества стоп-битов в посылке 0 – 1 стоп-бит, 1 – 2 стоп-бита По умолчанию – 0000h (1 стоп-бит)
26	Резерв			
<b>Конфигурация сторожевого таймера состояния выходов</b>				
27	Настройка системного сторожевого таймера: включение/отключение и тайм-аут	03	06,16	0000h - 01FFh Hi 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 таймера
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
30	Счетчик ответов на команды (запись функциями 05, 06, 16)	03	-	0000h-FFFFh, только для чтения
<b>Параметры выходов (источников тока или напряжения)</b>				
31	Включение и тип источника выхода 0	03	06,16	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.4
32	Включение и тип источника выхода 1	03	06,16	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.4
33	Включение и тип источника выхода 2	03	06,16	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.4
34	Включение и тип источника выхода 3	03	06,16	0000h-0006h, согласно Таблицы П2.4
35	Скорость нарастания значения на выхо-	03	06,16	0000h-000Fh, согласно Таблицы П2.5

	де 0			
36	Скорость нарастания значения на выходе 1	03	06,16	0000h-000Fh, согласно Таблицы П2.5
37	Скорость нарастания значения на выходе 2	03	06,16	0000h-000Fh, согласно Таблицы П2.5
38	Скорость нарастания значения на выходе 3	03	06,16	0000h-000Fh, согласно Таблицы П2.5
39	Значение на выходе 0 после срабатывания сторож. таймера «Safe Value»	03	06,16	Напряжение: D8F0h-2710h, ток: 0000h-4E20h (см Таблицу П2.4.)
40	Значение на выходе 1 после срабатывания сторож. таймера «Safe Value»	03	06,16	Напряжение: D8F0h-2710h, ток: 0000h-4E20h (см Таблицу П2.4.)
41	Значение на выходе 2 после срабатывания сторож. таймера «Safe Value»	03	06,16	Напряжение: D8F0h-2710h, ток: 0000h-4E20h (см Таблицу П2.4.)
42	Значение на выходе 3 после срабатывания сторож. таймера «Safe Value»	03	06,16	Напряжение: D8F0h-2710h, ток: 0000h-4E20h (см Таблицу П2.4.)
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 П2.4.)
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 П2.4.)
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 П2.4.)
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 П2.4.)
47	Команды юстировки выхода 0	-	06	Последовательность команд: A1h – начать юстировку 0В; B2h – начать юстировку +10В; 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
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
<b>Установка значений на выходах (источниках тока или напряжения)</b>				
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 мин или макс значению. Если выход отключен (см Таблицу П2.4.) 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.

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

Таблица П2.4. Коды типов и характеристики выходов модуля PRE-4AO-RSxx

Код типа выхода	Тип выхода	Значение на выходе				
		Формат данных	Диапазон значений		Положение дес-ной точки*	Разрешение
			Мин	Макс		
0	Выход отключен***					
1	Напряжение 0...+10В	Единицы измерения	+00.000	+10.000	3	±3 мВ
		% от шкалы**	00.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	0000h	D8F0h	-	M3P
2	Напряжение -10...+10В	Единицы измерения	-10.000	+10.000	3	±5 мВ
		% от шкалы**	-100.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	2710h	D8F0h	-	M3P
3	Напряжение 0...+5В	Единицы измерения	+00.000	+05.000	3	±2 мВ
		% от шкалы**	00.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex	0000h	1388h	-	M3P
4	Напряжение -5...+5В	Единицы измерения	-05.000	+05.000	3	±3 мВ
		% от шкалы**	00.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	EC78h	1388h	-	M3P
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	-	M3P
6	Ток 4...20мА	Единицы измерения	+04.000	+20.000	3	±5 мкА
		% от шкалы**	00.00	+100.00	2	0.01 %
		2-байтный hex**	0FA0h	4e20h	-	M3P

\* - 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.

\*\* - только для протокола DCON.

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

Таблица П2.5. Коды скорости нарастания напряжения и тока выхода модуля PRE-4АО-RSxx

код	Диапазон значений на выходе (см. Таблицу П2.4)									
	0...+10В		-10В...+10В		0...+5В		-5В...+5В		0...20мА, 4...20мА	
	В/сек	В/мсек	В/сек	В/мсек	В/сек	В/мсек	В/сек	В/мсек	мА/сек	мА/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

Таблица П2.6. Карта регистров ModBus модуля PRE-8TI-RSxx

Адрес рег.	Наименование	Код функ. чтения	Код функ. записи	Диапазон значений
<b>Конфигурация</b>				
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
20	Адрес модуля	03	06,16	0001h-00F7h, по умолчанию – 0001h
21	Скорость RS485	03	06,16	0000h-0008h, значение – код скорости: 0 – 1200 бит/с; 1 – 2400 бит/с; 2 – 4800 бит/с; 3 – 9600 бит/с; 4 – 19200 бит/с; 5 – 38400 бит/с; 6 – 57600 бит/с; 7 – 115200 бит/с; 8 – 230400 бит/с По умолчанию – 0007h (115200 бит/с)
22	Протокол	03	06,16	0000h или 0001h, значение – код протокола: 0000h – Modbus RTU 0001h – DCON По умолчанию – 0000h (Modbus RTU)
23	Резерв			
24	Резерв			
25	Настройка системного сторожевого таймера: включение/отключение и тайм-аут	03	06,16	0000h или 01FFh Hi 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 100), по умолчанию – 100
26	Значение цифрового фильтра логического 0 всех входов	03	06,16	0000h-00FFh Значение фильтра в единицах 0,001 сек (например для 50 мсек записать 50), по умолчанию – 1 (1 мсек)
27	Значение цифрового фильтра логической 1 всех входов	03	06,16	0000h-00FFh Значение фильтра в единицах 0,001 сек (например для 50 мсек записать 50), по умолчанию – 15 (15 мсек)
28	Состояние и сброс системного сторожевого таймера «Host OK».	03	06	0000h-FFFFh Запись: F1h – сбросить сторожевой таймер Чтение: Бит 0 – 0-сторож таймер не сработал, 1-сторож таймер сработал
29	Сигнал системного сторожевого таймера «Host OK»	-	06	0000h-FFFFh Записывать любое значение с интервалом менее тайм-аута системного сторожевого таймера (см. регистр 22), только для записи
<b>Параметры измерительных каналов</b>				
30	Диапазон измерения/код термопары канала 0	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы П3.4, П3.5
31	Диапазон измерения/код термопары канала 1	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы П3.4, П3.5
33	Диапазон измерения/код термопары канала 2	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы П3.4, П3.5
34	Диапазон измерения/код термопары канала 3	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы П3.4, П3.5
35	Диапазон измерения/код термопары канала 4	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы П3.4, П3.5
36	Диапазон измерения/код термопары канала 5	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы П3.4, П3.5

37	Диапазон измерения/код термопары канала 6	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы ПЗ.4, ПЗ.5
38	Диапазон измерения/код термопары канала 7	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы ПЗ.4, ПЗ.5
47	Маска выходного значения для всех каналов			0000h-FFFFh
48	Резерв			
49	Температура холодного спая			
Результаты измерения				
0	Аналоговый вход 0	04		0000h-FFFFh
1	Аналоговый вход 1	04		0000h-FFFFh
2	Аналоговый вход 2	04		0000h-FFFFh
3	Аналоговый вход 3	04		0000h-FFFFh
4	Аналоговый вход 4	04		0000h-FFFFh
5	Аналоговый вход 5	04		0000h-FFFFh
6	Аналоговый вход 6	04		0000h-FFFFh
7	Аналоговый вход 7	04		0000h-FFFFh

Таблица П2.7. Коды диапазонов измерений канала модуля PRE-8TI-RSxx в режиме измерения напряжения и тока

Код типа входа	Диапазон	Формат данных	Диапазон значений		Разрешение
07h	-15 ... +15 мВ	Единицы измерения	-15.000	+15.000	1мкВ
		% от шкалы	-100.00	+100.00	0.01 %
		2-байтный hex	8000	7FFF	M3P
08h	-50 ... +50 мВ	Единицы измерения	-50.000	+50.000	1мкВ
		% от шкалы	-100.00	+100.00	0.01 %
		2-байтный hex	8000	7FFF	M3P
09h	-100 ... +100 мВ	Единицы измерения	-100.00	+100.00	10мкВ
		% от шкалы	-100.00	+100.00	0.01 %
		2-байтный hex	8000	7FFF	M3P
0Ah	-500 ... +500 мВ	Единицы измерения	-500.00	+500.00	10 мкВ
		% от шкалы	-100.00	+100.00	0.01 %
		2-байтный hex	8000	7FFF	M3P
0Bh	-1 ... +1 В	Единицы измерения	-1.0000	+1.0000	100 мкВ
		% от шкалы	-100.00	+100.00	0.01 %
		2-байтный hex	8000	7FFF	M3P
0Ch	-2,5 ... + 2,5 В	Единицы измерения	-2.5000	+2.5000	100 мкВ
		% от шкалы	-100.00	+100.00	0.01 %
		2-байтный hex	8000	7FFF	M3P
0Dh	-20 ... +20 мА	Единицы измерения	-20.000	+20.000	1 мкА
		% от шкалы	-100.00	+100.00	0.01 %
		2-байтный hex	8000	7FFF	M3P

Таблица П2.8. Коды типов термопар канала модуля PRE-8TI-RSxx

Код типа входа	Тип термопары ГОСТ Р 8.585	Формат данных	Диапазон значений		Разрешение
0Eh	Термопара J-типа (ТХК) От -210 до +1200 °С	Единицы измерения	-0210.0	+1200.0	0,1°С
		% от шкалы	-017.50	+100.00	0.01%
		2-байтный hex	E999	7FFF	M3P
0Fh	Термопара K-типа (ТХА) От -100 до +1200 °С	Единицы измерения	-0270.0	+1372.0	0,1°С
		% от шкалы	-019.68	+100.00	0.01%
		2-байтный hex	E6CF	7FFF	M3P
10h	Термопара T-типа (ТМК) От -100 до +400 °С	Единицы измерения	-270.00	+400.00	0,01°С
		% от шкалы	-067.50	+100.00	0.01%
		2-байтный hex	A999	7FFF	M3P
11h	Термопара E-типа (ТХКн) От -100 до +1000 °С	Единицы измерения	-270.0	+1000.0	0,1°С
		% от шкалы	-027.00	+100.00	0.01%
		2-байтный hex	DD71	7FFF	M3P
12h	Термопара R-типа (ТПП - плат. 13%) От 500 до +1750 °С	Единицы измерения	-50.0	+1750.0	0,1°С
		% от шкалы	-002.85	+100.00	0.01%
		2-байтный hex	FC58	7FFF	M3P
13h	Термопара S-типа (ТПП, плат. 10%) От +500 до +1750 °С	Единицы измерения	-50.0	+1750.0	0,1°С
		% от шкалы	-002.85	+100.00	0.01%
		2-байтный hex	FC58	7FFF	M3P
14h	Термопара B-типа (ТПР) От 0 до +1820 °е	Единицы измерения	0000.0	+1820.0	0,1°С
		% от шкалы	000.00	+100.00	0.01%
		2-байтный hex	0000	7FFF	M3P
15h	Термопара N-типа (ТНН) От -100 до +1300 °С	Единицы измерения	-270	+1300.0	0,1°С
		% от шкалы	-020.77	+100.00	0.01%
		2-байтный hex	E56B	7FFF	M3P
16h	Термопара L-типа (ТХК) От -100 до +800 °С	Единицы измерения	-200.00	+800.00	0,01°С
		% от шкалы	-025.00	+100.00	0.01%
		2-байтный hex	E000	7FFF	M3P

Таблица П2.9. Карта регистров ModBus модуля PRE-8TR-RSxx

Адрес рег.	Наименование	Код функ. чтения	Код функ. записи	Диапазон значений
<b>Конфигурация</b>				
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
20	Адрес модуля	03	06,16	0001h-00F7h, по умолчанию – 0001h
21	Скорость RS485	03	06,16	0000h-0008h, значение – код скорости: 0 – 1200 бит/с; 1 – 2400 бит/с; 2 – 4800 бит/с; 3 – 9600 бит/с; 4 – 19200 бит/с; 5 – 38400 бит/с; 6 – 57600 бит/с; 7 – 115200 бит/с; 8 – 230400 бит/с По умолчанию – 0007h (115200 бит/с)
22	Протокол	03	06,16	0000h или 0001h, значение – код протокола: 0000h – Modbus RTU 0001h – DCON По умолчанию – 0000h (Modbus RTU)
23	Резерв			
24	Резерв			
25	Настройка системного сторожевого таймера: включение/отключение и тайм-аут	03	06,16	0000h или 01FFh Hi 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 100), по умолчанию – 100
26	Значение цифрового фильтра логического 0 всех входов	03	06,16	0000h-00FFh Значение фильтра в единицах 0,001 сек (например для 50 мсек записать 50), по умолчанию – 1 (1 мсек)
27	Значение цифрового фильтра логической 1 всех входов	03	06,16	0000h-00FFh Значение фильтра в единицах 0,001 сек (например для 50 мсек записать 50), по умолчанию – 15 (15 мсек)
28	Состояние и сброс системного сторожевого таймера «Host OK».	03	06	0000h-FFFFh Запись: F1h – сбросить сторожевой таймер Чтение: Бит 0 – 0-сторож таймер не сработал, 1-сторож таймер сработал
29	Сигнал системного сторожевого таймера «Host OK»	-	06	0000h-FFFFh Записывать любое значение с интервалом менее тайм-аута системного сторожевого таймера (см. регистр 22), только для записи
<b>Параметры измерительных каналов</b>				
30	Диапазон измерения/код термопреобразователя канала 0	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы П3.7
31	Диапазон измерения/код термопреобразователя канала 1	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы П3.7
33	Диапазон измерения/код термопреобразователя канала 2	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы П3.7
34	Диапазон измерения/код термопреобразователя канала 3	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы П3.7
35	Диапазон измерения/код термопреобразователя канала 4	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы П3.7
36	Диапазон измерения/код термопреобразователя канала 5	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы П3.7
37	Диапазон измерения/код термопреобразователя канала 6	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы П3.7
38	Диапазон измерения/код термопреобразователя канала 7	03	06	0000h-0018h, согласно Таблицы П3.7

47	Маска выходного значения для всех каналов	03	06	0000h-FFFFh
48	Резерв			
49	Температура холодного спая	03	06	0000h-FFFFh
Результаты измерения				
0	Аналоговый вход 0	04		0000h-FFFFh
1	Аналоговый вход 1	04		0000h-FFFFh
2	Аналоговый вход 2	04		0000h-FFFFh
3	Аналоговый вход 3	04		0000h-FFFFh
4	Аналоговый вход 4	04		0000h-FFFFh
5	Аналоговый вход 5	04		0000h-FFFFh
6	Аналоговый вход 6	04		0000h-FFFFh
7	Аналоговый вход 7	04		0000h-FFFFh

Таблица П2.10. Коды типов термопреобразователей канала модуля PRE-8TR-RSxx

Код типа входа	Тип преобразователя	Формат данных	Диапазон значений	
20h	Платиновый Pt 100 а =0.00385 -100...100 °С	Единицы измерения	-100.00	+100.00
		% от шкалы	-100.00	+100.00
		2-байтный hex	8000	7FFF
		Сопротивление, Ом	+000.00	+138.50
21h	Платиновый Pt 100 а =0.00385 0...100 °С	Единицы измерения	+000.00	+ 100.00
		% от шкалы	+000.00	+100.00
		2-байтный hex	0000	7FFF
		Сопротивление, Ом	+000.00	+138.50
22h	Платиновый Pt 100 а =0.00385 0...200 °С	Единицы измерения	+000.00	+200.00
		% от шкалы	+000.00	+100.00
		2-байтный hex	0000	7FFF
		Сопротивление, Ом	+000.00	+175.84
23h	Платиновый Pt 100 а =0.00385 0...600 °С	Единицы измерения	+000.00	+600.00
		% от шкалы	+000.00	+100.00
		2-байтный hex	8000	7FFF
		Сопротивление, Ом	+000.00	+313.59
24h	Платиновый 100П а =0.003916 -100...100 °С	Единицы измерения	-100.00	+100.00
		% от шкалы	-100.00	+100.00
		2-байтный hex	8000	7FFF
		Сопротивление, Ом	+000.00	+139.16
25h	Платиновый 100П а =0.003916 0...100 °С	Единицы измерения	+000.00	+100.00
		% от шкалы	+000.00	+100.00
		2-байтный hex	0000	7FFF
		Сопротивление, Ом	+000.00	+139.16
26h	Платиновый 100П а =0.003916 0...200 °С	Единицы измерения	+000.00	+200.00
		% от шкалы	+000.00	+100.00
		2-байтный hex	0000	7FFF
		Сопротивление, Ом	+000.00	+177.13
27h	Платиновый 100П «=0.003916 0...600 °С	Единицы измерения	+000.00	+600.00
		% от шкалы	+000.00	+100.00
		2-байтный hex	0000	7FFF
		Сопротивление, Ом	+000.00	+317.28
28h	Никелевый 120Н «=0.00617 - 60...100 °С	Единицы измерения	-060.00	+100.00
		% от шкалы	+000.00	+100.00
		2-байтный hex	999A	7FFF
		Сопротивление, Ом	+000.00	+200.64
29h	Никелевый 120Н « =0.00617 0...100 °С	Единицы измерения	+000.00	+100.00
		% от шкалы	+000.00	+100.00
		2-байтный hex	0000	7FFF
		Сопротивление, Ом	+000.00	+200.64
2Ah	Платиновый Pt1000 « =0.00385 -200...600 °С	Единицы измерения	-200.00	+600.00
		% от шкалы	-033.33	+100.00
		2-байтный hex	AAAA	7FFF
		Сопротивление, Ом	+000.00	+3137.1
2Bh	Медный 50M а =0,00428 - 200...200 °С	Единицы измерения	-200.00	+200.00
		% от шкалы	-100.00	+100.00
		2-байтный hex	8000	7FFF
		Сопротивление, Ом	+000.00	092,77
2Ch	Медный Cu 50 а =0,00426 - 50...200 °С	Единицы измерения	-050.00	+200.00
		% от шкалы	-025.00	+100.00
		2-байтный hex	E000	7FFF
		Сопротивление, Ом	+000.00	092,61

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3. 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 ПЗ.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.

Таблица ПЗ.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 ПЗ.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 используется способ вычисления контрольной суммы (CHK) сообщения. Контрольная сумма указывается двумя ASCII символами шестнадцатеричного формата и передается 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, !01400600ACh(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 RS485);

[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)

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

V – код скорости связи интерфейса RS485;

[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 ПЗ.4. Перечень общих конфигурационных команд и ответов протокола DCON модулей

№	Команда	Ответ	Описание
1	%AANNSC	!AA	Установка конфигурации модуля: AA - адрес устройства (от 00 до FF); NN - новый адрес устройства (от 00 до FF); S - новый код скорости интерфейса RS-485 (п. ); C - новый код контроля контрольной суммы сообщения (0-не используется, 1-используется)
2	\$AAC	%AASC	Чтение конфигурации модуля AA - адрес устройства (от 00 до FF) , по умолчанию - 1; S - скорости интерфейса RS-485 (п. ) , по умолчанию - 7; C - контроль контрольной суммы сообщения (0-не используется, 1-используется), по умолчанию – 0;
3	\$AAV	!AAPPPP	Чтение версии программы модуля PPPP – версия программы
4	\$AAN	!AAPPPPPP	Чтение имени модуля PPPPPP – имя модуля
5	\$AAP	!AAV	Чтение протокола связи V=00h – Modbus RTU V=01h – DCON По умолчанию – 0000h (Modbus RTU)
6	\$AAPV	!AA	Установка протокола связи V- значение (как в предыдущей строке)
7	\$AAS	!AAV	Чтение скорости связи интерфейса RS485 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 RS485 V= значение – скорость (как в предыдущей строке)
9	\$AAW	!AAV	Резерв
10	\$AAWV	!AA	Резерв
11	\$AAR	!AAV	Чтение кода типа контроля четности интерфейса RS485: 0 – отсутствует (None), 1 – четность (Even), 2 – нечетность (Odd) По умолчанию – 0
12	\$AARV	!AA	Установка кода типа контроля четности интерфейса RS485: V= код значения (как в предыдущей строке)
13	\$AAT	!AAV	Чтение кода количества стоп-бит в посылке интерфейса RS485: 0 – 1 стоп-бит, 1 – 2 стоп-бита По умолчанию – 0

14	\$AATV	!AA	Установка кода количества стоп-битов в посылке интерфейса RS485: 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 П3.5. Перечень команд и ответов протокола DCON модуля PRE-8AI-RS24

№	Команда	Ответ	Описание
Аналоговые входы			
1	^AAMO	^AAP	Чтение режима работы модуля P=0 – дифференциальный (8 каналов), P=1 – одиночный (16 каналов),
2	^AAMOP	!AA	Установка режима работы модуля P=0 – дифференциальный (8 каналов), P=1 – одиночный (16 каналов)
3	^AACONN	!AAPP	Чтение состояния и диапазона измерения аналогового входа NN PP=значение согласно Таблицы П2.2
4	^AACONNPP	!AA	Включение и установка диапазона измерения аналогового входа NN PP=значение согласно Таблицы П2.2
5	^AAMS	!AAP	Чтение маски значения аналоговых входов (для всех входов) P=XXXX, например FFFF- полное значение числа
6	^AAMSP	!AA	Установка маски значения аналоговых входов (для всех входов) P=XXXX, например FFFF- полное значение числа
7	^AAFМ	!AAP	Чтение формата данных отображения значения аналоговых входов (согласно Таблицы П2.2): P=0 – в единицах измерения в десятичном виде, P=1 – в процентах от шкалы диапазона измерения, P=2 – в виде шестнадцатеричного значения
8	^AAFMP	!AA	Установка формата данных отображения значения аналоговых входов (согласно Таблицы П2.2): 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 «дифференциальный» значения не выводятся
--	--	--	---

Таблица ПЗ.5. Перечень команд и ответов протокола DCON модуля PRE-4AO-RS24

№	Команда	Ответ	Описание
Аналоговые выходы			
1	^AACON	!AAPP	Чтение состояния и кода типа аналогового выхода N PP=значение согласно Таблицы П2.4
2	^AACONP	!AA	Включение и установка типа аналогового выхода N PP=значение согласно Таблицы П2.4
3	^AASRN	!AAPP	Чтение скорости нарастания значения на выходе N PP=значение согласно Таблицы П2.5
4	^AASRNPP	!AA	Установка скорости нарастания значения на выходе N PP=значение согласно Таблицы П2.5
	^AACCN	!AAPP	Прочитать состояние команды юстировки выхода N PP=00 – нет юстировки; PP= A1h – выполняется юстировка 0В; PP=B2h – выполняется юстировка +10В.
5	^AACCNPP	!AA	Передать команду юстировки выхода N PP= A1h – начать юстировку 0В; PP=B2h – начать юстировку +10В; 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
6	^AAACT	!AAPPPP	Чтение значения подстройки при выполнении юстировки выхода PP=0-FFFFh
	^AAACTPPP	!AA	Установка значения подстройки при выполнении юстировки выхода PP=0-FFFFh
7	^AAAFM	!AAP	Чтение формата данных значения аналоговых выходов (согласно Таблицы П2.4): P=0 – в единицах измерения в десятичном виде, P=1 – в процентах от шкалы диапазона измерения, P=2 – в виде шестнадцатеричного значения
8	^AAAFMP	!AA	Установка формата данных значения аналоговых выходов (согласно Таблицы П2.4): P=0 – в единицах измерения в десятичном виде, P=1 – в процентах от шкалы диапазона измерения, P=2 – в виде шестнадцатеричного значения
9	^AAAVN	!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 П2.4
10	^AAAVNPP	!AAPP	Установка значения аналогового выхода N PP – значение аналогового выхода N, для отрицательного значения перед значением указывается знак «-»

			Ввод значения согласно формата данных и диапазона, указанных в таблице П2.4
11	^AAER	!AAP	Чтение ошибок аналоговых выходов Р - 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 Е – 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	Установки системного сторожевого таймера Е – 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	!AAP	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	!AAP	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