

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-техническая компания ПРИБОРЭНЕРГО»

**Модуль дискретного ввода-вывода
PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24**

Руководство по эксплуатации
ТЛСП.426439.002РЭ

Оглавление

1	Основные сведения об изделии.....	3
1.1	Структура условного обозначения модуля.....	4
2	Технические характеристики.....	4
3	Применение.....	5
3.1	Принцип работы.....	5
3.2	Дискретные входы.....	6
3.3	Дискретные выходы.....	7
3.4	Конструкция.....	7
3.5	Интерфейсы.....	7
3.6	Индикация.....	8
3.7	Гальваническая изоляция.....	8
3.8	Сторожевые таймеры.....	9
3.9	Состояние дискретных выходов при включении и отключении модуля	10
3.10	Обмен данными.....	10
3.11	Построение сети RS-485.....	10
4	Модуль дискретного ввода-вывода PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24.....	11
4.1	Использование по назначению.....	11
4.2	Настройка.....	12
4.3	Монтаж.....	13
4.4	Сброс на заводские настройки.....	14
4.5	Техника безопасности.....	14
4.6	Обновление ПО.....	14
5	Техническое обслуживание.....	15
6	Текущий ремонт.....	16
7	Условия хранения и утилизации.....	17
8	Условия транспортирования.....	17
	Приложение А (обязательное) Габаритные размеры.....	18
	Приложение Б (обязательное) Внешний вид и назначение клемм.....	19
	Приложение В (обязательное) Карта регистров ModBus	22
	Приложение Г (обязательное) Протокол DCON	26
	Приложение Д (обязательное) Перечень команд DCON.....	29
9	Лист регистрации изменений.....	33

1 Основные сведения об изделии

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, принципом действия, конструкцией, технической эксплуатацией и обслуживанием модуля дискретного ввода-вывода (далее – модуль).

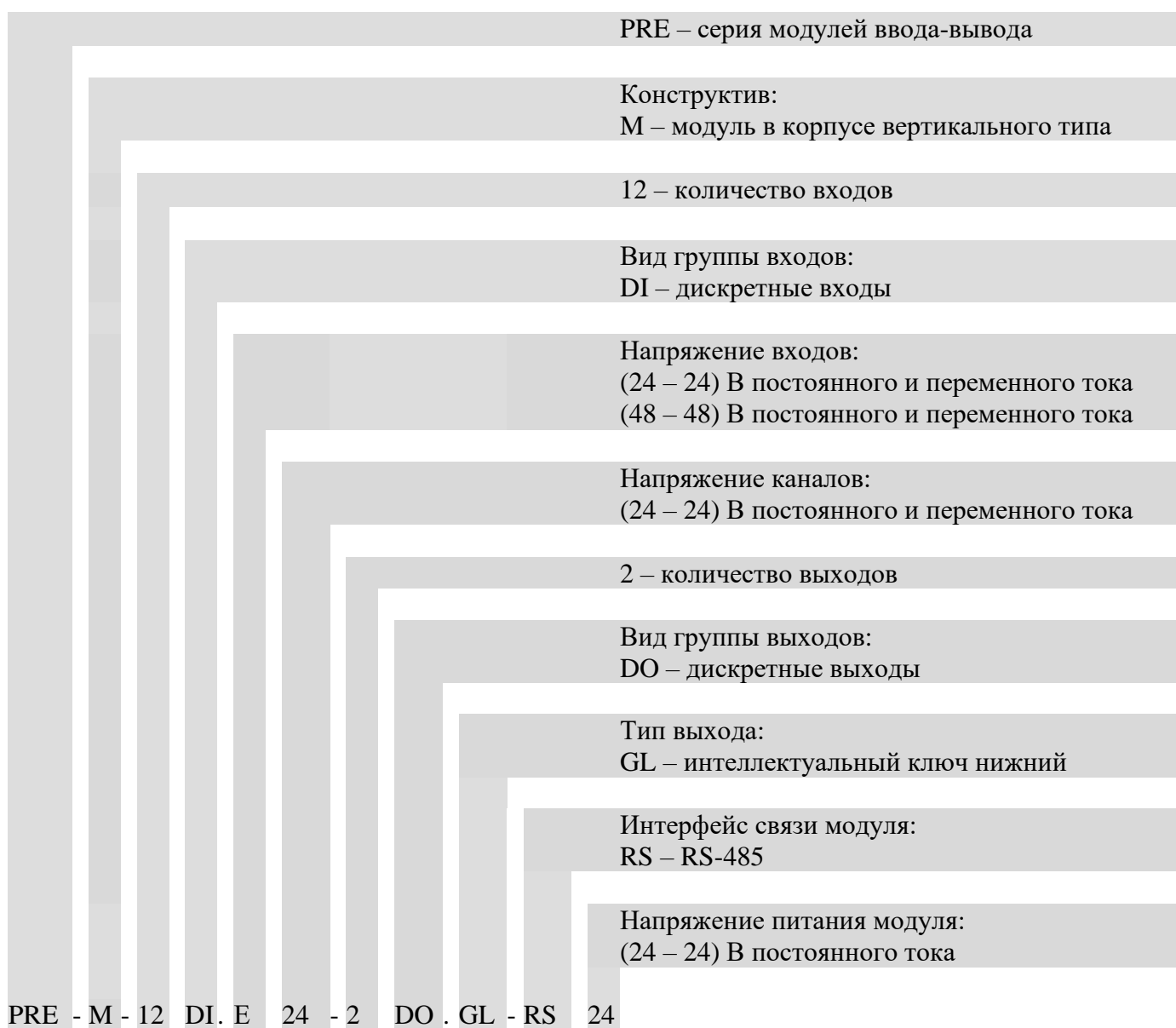
Монтаж, подключение, настройка и техническое обслуживание модуля должны выполняться только квалифицированным техническим персоналом после ознакомления с настоящим руководством по эксплуатации с соблюдением требований мер техники безопасности.

Модуль PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24 предназначен для преобразования дискретных сигналов напряжения в цифровые значения, передачи полученных значений через интерфейс связи RS-485 в автоматической системе управления (далее – АСУ) и управления дискретными выходами из сети RS-485.

Модуль PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24 имеет 12 дискретных входов для сигналов напряжения 24 В, 2 дискретных выхода для нагрузок напряжением до 24 В, интерфейс связи модуля – RS-485, напряжение питания модуля – 24 В постоянного тока.

Модуль имеет встроенный блок питания 12 В постоянного тока для подключения внешних датчиков типа «сухой контакт».

1.1 Структура условного обозначения модуля



2 Технические характеристики

Технические характеристики модуля дискретного ввода-вывода PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24.

Таблица 1 – Технические характеристики

Номер	Параметр	Значение	Описание
Общие параметры			
1	Рабочая температура, °С	- 40...+ 70	Широкий температурный диапазон
2	Температура хранения, °С	- 40...+ 85	
3	Степень защиты: со стороны клеммного разъема с других сторон	IP00 IP20	
4	Относительная влажность воздуха, не более, процентов (%)	95	
5	Содержание драгоценных металлов	Нет	Модуль не содержит драгоценные металлы
6	Габаритные размеры, не более, мм	23x115x109	
7	Масса, не более, г	150	

Окончание таблицы 1

Номер	Параметр	Значение	Описание
8	Двойной сторожевой таймер	Да	Выполняет перезапуск устройства в случае некорректной работы модуля
Цепь питания			
1	Напряжение питания, В (DC)	10-30	Входное напряжение питания может изменяться в широких диапазонах
2	Потребляемая мощность, Вт	0,3-1,5	Малое энергопотребление
3	Защиты	3	а) защита от неправильного подключения полярности; б) защита от кратковременного превышения напряжения питания; в) защита от перегрева
Интерфейс связи RS-485			
1	Скорость передачи данных, до, кБ/с	256	Высокоскоростная надежная передача данных
2	Входное сопротивление, кОм	96	Высокое входное сопротивление приемника позволяет подключать в сеть до 255 устройств
3	Гальваническая изоляция, кВ	2,5	
4	Импеданс, Ом	100	На конечных модулях в сети RS-485 рекомендуется устанавливать согласующие резисторы (терминаторы) номиналом 100 Ом
5	Протоколы связи	Modbus RTU, DCON	
Дискретные входы			
1	Напряжение логического нуля, не более, В	5	
2	Напряжение логической единицы, В	10..30	
3	Напряжение изоляции, кВ	2	
4	Входное сопротивление, кОм	21	
5	Цифровой фильтр	Да	
6	Защита от перенапряжения по входу, В	до 35	
7	Напряжение выхода блока питания дискретных входов, В	12	
8	Допустимый ток выхода блока питания дискретных входов, мА не более	100	
Дискретный выход GL интеллектуальный ключ нижний			
1	Максимальное коммутируемое напряжение DC, В	35	
2	Максимальный коммутируемый ток, А	2	
3	Гальваническая изоляция, кВ	3	
4	Виды защит	4	а) защита от короткого замыкания; б) защита от превышения номинального тока; в) термозащита; г) перенапряжение на дискретном выходе
5	Тип выхода	Аналогичен выходу типа «открытый коллектор»	К общему выходу дискретных выходов подключается отрицательное напряжение источника питания нагрузки

3 Применение

3.1 Принцип работы

Контролируемое напряжение подключается на клеммы дискретного входа.

Напряжение с входа модуля через преобразователь уровня напряжения поступает на пороговый компаратор напряжения.

Далее сигнал с компаратора поступает в микроконтроллер.

Управляемая нагрузка с БП (далее – блок питания) подключается к клеммам дискретного выхода.

Микроконтроллер управляет исполнительными ключами дискретного выхода согласно командам от интерфейса связи.

Исполнительные ключи дискретных выходов управляются через оптопары.

Микроконтроллер модуля выполняет функции:

- 1) принимает и выполняет команды через интерфейсы связи;
- 2) выполняет контроль состояния дискретных входов;
- 3) выполняет управление дискретными выходами;
- 4) отправляет данные контроля состояния дискретных входов через интерфейсы связи.

3.2 Дискретные входы

Модуль имеет дискретные входы, которые срабатывают при наличии на дискретных входах приложенного напряжения более напряжения срабатывания.

Если внешняя схема состоит только из датчиков типа «сухой контакт», то необходимо применить встроенный БП 12 В постоянного тока (DC).

Таким образом, модуль поддерживает следующие типы исполнения цепи дискретного входа:

а) «сухой контакт» без внешнего питания (применяется внутренний БП DC 12 В);

б) «сухой контакт» с внешним питанием (применяется внешний БП DC 12 В или DC 24 В).

Модуль имеет следующие настройки дискретных входов:

а) значение цифрового фильтра срабатывания логического «0» всех дискретных входов;

б) значение цифрового фильтра срабатывания логической «1» всех дискретных входов;

Цифровой фильтр представляет собой таймер с установленной задержкой (настраивается через конфигурационные регистры).

Установкой значений таймера данного фильтра достигается:

1) настройка фильтра дребезга дискретного сигнала напряжения постоянного тока;

2) настройка фильтра переменного напряжения при контроле модулем дискретного сигнала переменного напряжения.

Предусмотрены дополнительные функции контроля состояния каждого дискретного входа:

1) защелка нижнего уровня (триггер логического «0» дискретного входа);

2) защелка верхнего уровня (триггер логической «1» дискретного входа);

3) счетчик включений дискретного входа;

4) таймер определения длительности сигнала логического «0»;

5) таймер определения длительности сигнала логического «1».

Защелка логического уровня предназначена для регистрации соответствующего срабатывания (перехода уровня).

Счетчик включений дискретного входа предназначен для подсчета количества срабатываний (перехода из состояния логического «0» и логическую «1»).

Таймеры длительности логических состояний дискретных входов предназначе-

ены для измерения длительности логического «0» и логической «1» дискретного входа.

Информация по указанным функциям модуля считывается в соответствующих регистрах Modbus, которые приведены в приложении В, сброс текущей функции выполняется записью любого значения в регистр или командами DCON, согласно приложению Д.

3.3 Дискретные выходы

Управление исполнительными ключами дискретных выходов происходит по дискретным командам, полученным от контроллера.

К общему выходу дискретных выходов подключается отрицательное напряжение источника питания нагрузки.

Управление выполняется согласно значениям регистров дискретных выходов, приведены в приложении В.

3.4 Конструкция

Конструктивно модуль включает:

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

На фасадной части модуля расположена светодиодная индикация.

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

- а) цепей дискретных входов;
- б) цепей дискретных выходов;
- в) цепей интерфейса связи RS-485;
- г) напряжения питания.

В верхней и нижней части корпуса также предусмотрены вентиляционные отверстия.

На тыльной стороне корпуса расположены:

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

3.5 Интерфейсы

Модуль имеет внешние интерфейсы:

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

Шина TBUS обеспечивает:

- а) связь с ПЛК модульного исполнения производства ООО «НТК Приборэнерго» по гальванически развязанному интерфейсу RS-485;
- б) питание модуля от источника питания 24 В постоянного тока модульного исполнения производства ООО «НТК Приборэнерго».

Для соединения модулей в шину TBUS применяют переходник TBUS, согласно приложению А (рисунок А.1), выполняющий соединение контактов шины TBUS с другими модулями программируемого логического контроллера (далее – ПЛК) или ТЛСП.426439.002РЭ

блоком питания производства ООО «НТК Приборэнерго».

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

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

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

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

Обмен восстанавливается сразу по окончании действия помех.

3.6 Индикация

На лицевой стороне модуля расположены следующие светодиодные индикаторы:

а) красный светодиод «ERROR»:

- 1) зажигается и гаснет при старте исправного модуля;
- 2) светит постоянно при повреждении программного обеспечения (далее – ПО) или внутреннего оборудования модуля;
- 3) светит постоянно при активации режима Bootloader (при установленной перемычке на разъеме «Bootload» на плате модуля).

б) желтый светодиод «RS-485» состояния связи RS-485:

- 1) светит постоянно при нормальной работе модуля, гаснет на 0,1 с при ответе по сети RS-485 (отправке данных);
- 2) при активации ПО Bootloader мигает в режиме «светит 2 с, погашен 1 с».

в) желтый светодиод «TBUS» состояния связи TBUS:

- 1) светит постоянно при нормальной работе модуля, гаснет на 0,1 с при ответе по сети TBUS (отправке данных).

г) желтые светодиоды «DI1» - «DI2» состояния дискретных входов:

- 1) светодиод светит, когда дискретный вход находится в состоянии «сработал»;
- 2) светодиод не светит, когда дискретный вход находится в состоянии «не сработал».

д) желтые светодиоды «DO1» – «DO2» состояния дискретных выходов:

- 1) светодиод светит, когда дискретный выход включен (проводит ток нагрузки);
- 2) светодиод не светит, когда дискретный выход выключен (не проводит ток нагрузки).

3.7 Гальваническая изоляция

Гальваническая изоляция модуля обеспечивается изоляцией отдельных узлов:

- 1) блока дискретных входов и микроконтроллера;
- 2) блока дискретных выходов;
- 3) блока питания;
- 4) интерфейса RS-485;
- 5) интерфейса RS-485 шины TBUS.

Гальваническая изоляция модуля дискретного ввода-вывода

PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24, приведена на рисунке 1.

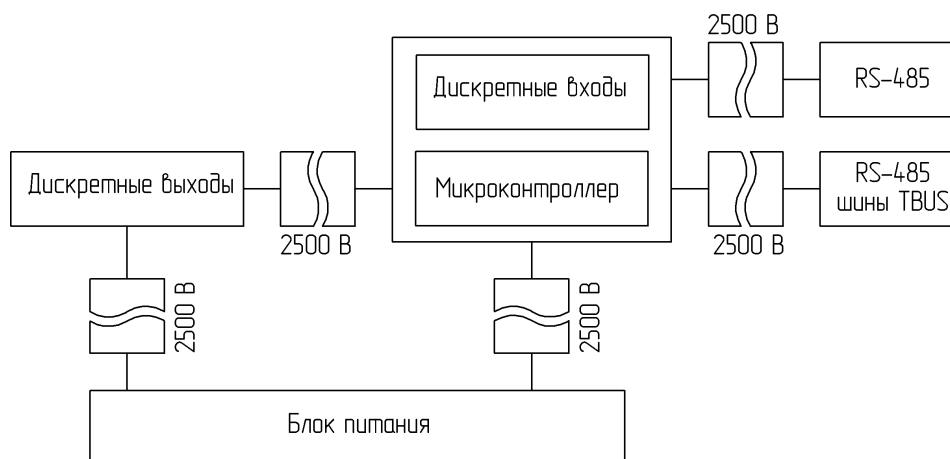


Рисунок 1 – Гальваническая изоляция модуля

3.8 Сторожевые таймеры

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

Для отслеживания указанных сбоев применяются сторожевые таймеры.

Модуль имеет три сторожевых таймера:

- 1) сторожевой таймер, встроенный в микроконтроллер модуля;
- 2) сторожевой таймер аппаратный, выполненный отдельным от микроконтроллера схематическим узлом;
- 3) 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 срабатывание сторожевого таймера.

Сторожевой таймер аппаратный модуля представляет собой аппаратную цепь сброса микроконтроллера.

Аппаратная цепь сброса отслеживает работу микроконтроллера и перезапускает микроконтроллер в случае его «зависания».

Два указанных сторожевых таймера всегда включены.

Системный сторожевой таймер позволяет исключить аварийные ситуации в случае, когда неисправность возникает у главного контроллера (Master-устройства в сети RS-485).

Системный сторожевой таймер включается, отключается и настраивается через регистры Modbus или команды 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 «Host OK» не придет во время счета таймера, контроллер модуля 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.

3.9 Состояние дискретных выводов при включении и отключении модуля

При включении питания модуля на его дискретных выходах устанавливаются состояния «PowerON», согласно данным, приведённым в приложениях В и Д.

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 установленного времени таймера не пришла команда по сети от главного контроллера «Host OK», то модуль переходит в режим блокировки управления.

В данном режиме желтый светодиод RS-485 модуля мигает с частотой 1 Гц.

В режиме блокировки управления дискретные выходы модуля устанавливаются в безопасные состояния «Safe Value».

Команды изменения состояния выходов модулем игнорируются до получения команды сброса системного сторожевого таймера «Host OK» от главного контроллера даже при поступлении сигнала «Host OK» от главного контроллера.

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.

3.10 Обмен данными

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

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

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

3.11 Построение сети RS-485

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

Преимуществом дифференциальной передачи данных является высокая устойчивость к синфазным помехам.

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

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

Таким образом, при дифференциальной передаче не происходит искажение данных.

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

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

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

Прямые входы «А» модулей подключаются к одному проводу, а инверсные «В» – ко второму проводу, согласно рисунка 2.

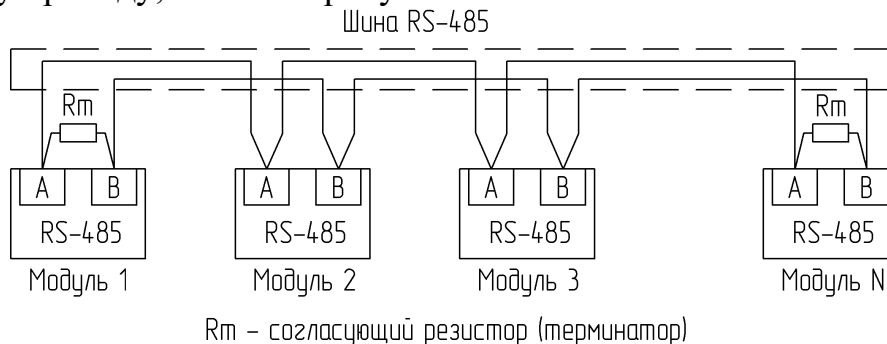


Рисунок 2 – Конфигурация сети RS-485

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

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

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

Кроме того, электрический сигнал имеет свойство отражаться от концов проводника и его ответвлений.

Для коротких линий подобные процессы протекают быстро и не оказывают влияния на работу сети, однако при значительных расстояниях в сотни метров отраженная от концов проводников волна может исказить полезный сигнал, что приводит к появлению ошибок и сбоев.

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

Номинал резистора (терминатора) соответствует волновому сопротивлению кабеля, которое зависит от его характеристик и не зависит от его длины.

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

Скрутки и сращивания кабеля витой пары не допускаются.

4 Модуль дискретного ввода-вывода PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24

4.1 Использование по назначению

Возможно использование модуля:

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

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

4.2 Настройка

4.2.1 Конфигурирование

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

Модуль поставляют с установленными заводскими настройками.

Для настройки и работы с модулем необходимо следующее оборудование:

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

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

Настройку модуля можно выполнить:

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

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

4.2.2 Конфигурационные параметры

В ходе настройки модуля необходимо:

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

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

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

4.2.2.2 Установить режим работы модуля.

Для установки режима работы модуля при необходимости настроить:

а) цифровой фильтр «дребезга»: длительность задержки (таймера) включения логического «0» и логической «1» после подачи сигнала и снятия сигнала напряжения на дискретном входе, согласно приложению В (регистры 1 и 2);

б) системный сторожевой таймер (включение/выключение и тайм-аут таймера), согласно приложению В (регистры 3 и 4);

в) состояния дискретных выходов «Safe Value», согласно приложению В (регистр 5);

г) состояния дискретных выходов «Power on Value», согласно приложению В (регистр 6).

Заводская настройка режимов работы модуля (настройки по умолчанию):

- а) значение цифрового фильтра логического «0» всех дискретных входов – 1 мс;
- б) значение цифрового фильтра логической «1» всех дискретных входов – 15 мс;
- в) системный сторожевой таймер отключен;
- г) состояния выходов «Safe Value» – отключено;
- д) состояния выходов «Power Value» – отключено.

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

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

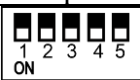


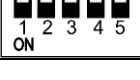
При установленных в положение «Выключено» всех дип-переключателях переключатель выбора адреса интерфейса RS-485 шины TBUS интерфейс RS-485 шины TBUS отключен.

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

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

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

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

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

4.3 Монтаж

Модуль монтируется на DIN-рейку 35 мм.

Монтаж проводов к клеммам модуля осуществлять при помощи винтовых разъемов.

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

Для многожильных проводов следует использовать наконечники.

Модуль имеет быстросъемные разъемы для удобного монтажа и последующего обслуживания.

При правильном монтаже модуль начинает работать сразу при подаче питания.

После первого включения необходимо выполнить настройку модуля 4.2).

Для исключения влияния электромагнитных помех на работу модуля следует:

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

4.4 Сброс на заводские настройки

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

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

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

4.5 Техника безопасности

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

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

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

- а) ГОСТ 12.3.019-80 «Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности»;
- б) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии, утвержденные приказом Минэнерго России от 12.08.2022 № 811;
- в) Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок, утвержденные приказом Минтруда России от 15.12.2020 № 903н.

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

4.6 Обновление ПО

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

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

Процедура обновления ПО:

- 1) отключить питание модуля;
- 2) демонтировать крышку модуля;
- 3) установить перемычку в разъем «Bootload» на плате модуля;
- 4) подключить модуль к ПК, используя конвертер USB - RS-485 или COM – RS-485.
- 5) подключить питание модуля;
- 6) после включения модуля активируется программа Bootloader, при этом красный светодиод «Error» будет светить постоянно, а желтый светодиод состояния «RS-485» будет циклически мигать в режиме «светит 2 с, погашен 1 с».
- 7) запустить обновление ПО на ПК модуля, указав в качестве аргументов командной строки программы mpsflash номер COM порта соединения с конвертером

USB - RS-485 или COM - RS-485 и название bin-файла прошивки

Пример задания параметров и отображения результатов обновления ПО, приведён на рисунке 3.

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

Рисунок 3 – Пример задания параметров и отображения результатов обновления ПО

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

Аргументы программы mpsflash приведены на рисунке 4.

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

Рисунок 4 – Аргументы программы mpsflash

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

9) отключить питание модуля;

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

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

5 Техническое обслуживание

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

1) визуальный осмотр целостности корпуса модуля;

2) визуальный осмотр клеммных соединений и проводных подключений;

- 3) проверка крепления модуля;
- 4) проверка затяжки винтовых клемм;
- 5) при необходимости очистка модуля от пыли и грязи.

6 Текущий ремонт

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

Для поиска причины отказа модуля выполнить диагностику:

- а) проверить работу модуля по светодиодной индикации (раздел 1.8);
- б) проверить наличие ответов модуля по сети RS-485 и значения регистров Modbus модуля.

Modbus модуля.

В таблице 3 приведены описания отказов и повреждений, а также приведены способы устранения их и их последствий.

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

Номер	Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
1	Модуль не включается	Не светят светодиоды RS-485 и TBUS на лицевой панели, модуль не отвечает по сети RS-485	Нет напряжения питания	Проверить наличие напряжение питания на клеммах питания (приложение Б)
2	Модуль не работает	Светит светодиод «Егог» и не светят светодиоды RS-485 и TBUS, светят все светодиоды модуля	Повреждение внутреннего оборудования модуля Повреждение ПО модуля	Выполнить диагностику модуля (раздел 4) При отказе модуля выполнить ремонт модуля у изготовителя Обновить ПО модуля (4.6)
3	Модуль не отвечает на запросы по протоколу Modbus (DCON) по сети RS-485	Нет связи с модулем по сети RS-485, светит и не гаснет светодиод RS-485 при запросе по сети RS-485	Неверная полярность проводов сети RS-485 Нет резистора (терминатора) в сети RS-485 Неверные параметры подключения в сети RS-485 (адрес, скорость и т.д.) Применяется код функции запроса Modbus, не поддерживаемый модулем Применяется команда запроса DCON, не поддерживаемая модулем Неизвестные параметры интерфейса RS-485 модуля Установлен протокол обмена Modbus при запросе по протоколу DCON	Выполнить правильную организацию сети RS-485 (3.11) Установить заводские параметры подключения или выполнить сброс модуля на заводские настройки Запросы выполнять согласно карты регистров Modbus модуля (приложение В) Запросы выполнять согласно Перечня команд и ответов протокола DCON (приложение Д, таблица Д.1, таблица Д.2) Выполнить сброс модуля на заводские настройки (4.4) Установить необходимый протокол обмена (приложение В)

Окончание таблицы 3

Номер	Описание отказов и повреждений	Описание последствий отказов и повреждений	Возможные причины отказов и повреждений	Указания по способам устранения отказов, повреждений и их последствий
4	Модуль не отвечает по сети RS-485 шины TBUS	Не гаснет светодиод TBUS, нет связи по шине TBUS	Не установлен адрес модуля в шине TBUS	Установить адрес модуля в шине TBUS с помощью переключателя (таблица 2)
5	Модуль неверно определяет состояние дискретных входов	Значения в регистрах Modbus (DCON) не соответствуют реальному состоянию дискретных входов	Неверно выполнено подключение цепей дискретных входов Установлены неверные значения таймеров фильтров «дребезга»	Выполнить подключение к модулю согласно схемам (приложение Б) Установить значения фильтров по умолчанию (приложение В)
6	Модуль не управляет нагрузками, подключенными к дискретным выходам	Нагрузки, подключенные к дискретным выходам, не переключаются	Неверно выполнено подключение цепей дискретных выходов Для управления применяются неверные команды протокола Modbus Для управления применяются неверные команды DCON	Выполнить подключение к модулю согласно схемам (приложение Б) Управление выполнять согласно карты регистров Modbus модуля (приложение В) Управление выполнять согласно командам DCON (приложение Д)

7 Условия хранения и утилизации

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

В воздухе не должны присутствовать агрессивные примеси.

По истечении срока службы модули PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24 утилизировать как бытовые отходы

8 Условия транспортирования

Транспортирование модуля PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24 осуществляется любым видом крытого транспорта, обеспечивающим предохранение упакованных модулей от механических повреждений.

Модуль PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24 транспортировать при следующих условиях:

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

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

Приложение А (обязательное)

Габаритные размеры

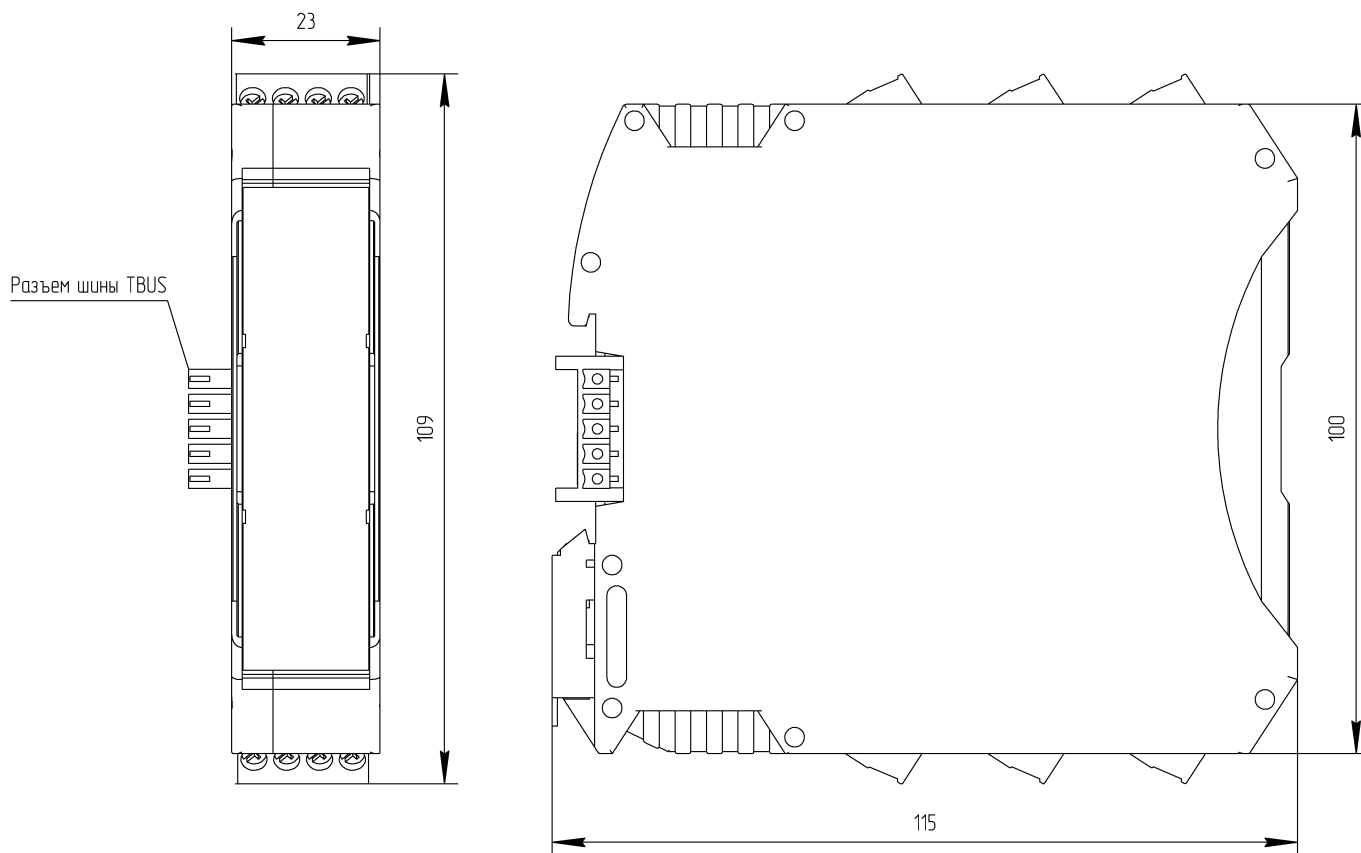


Рисунок А.1 – Габаритные размеры модуля

Приложение Б (обязательное)

Внешний вид и назначение клемм

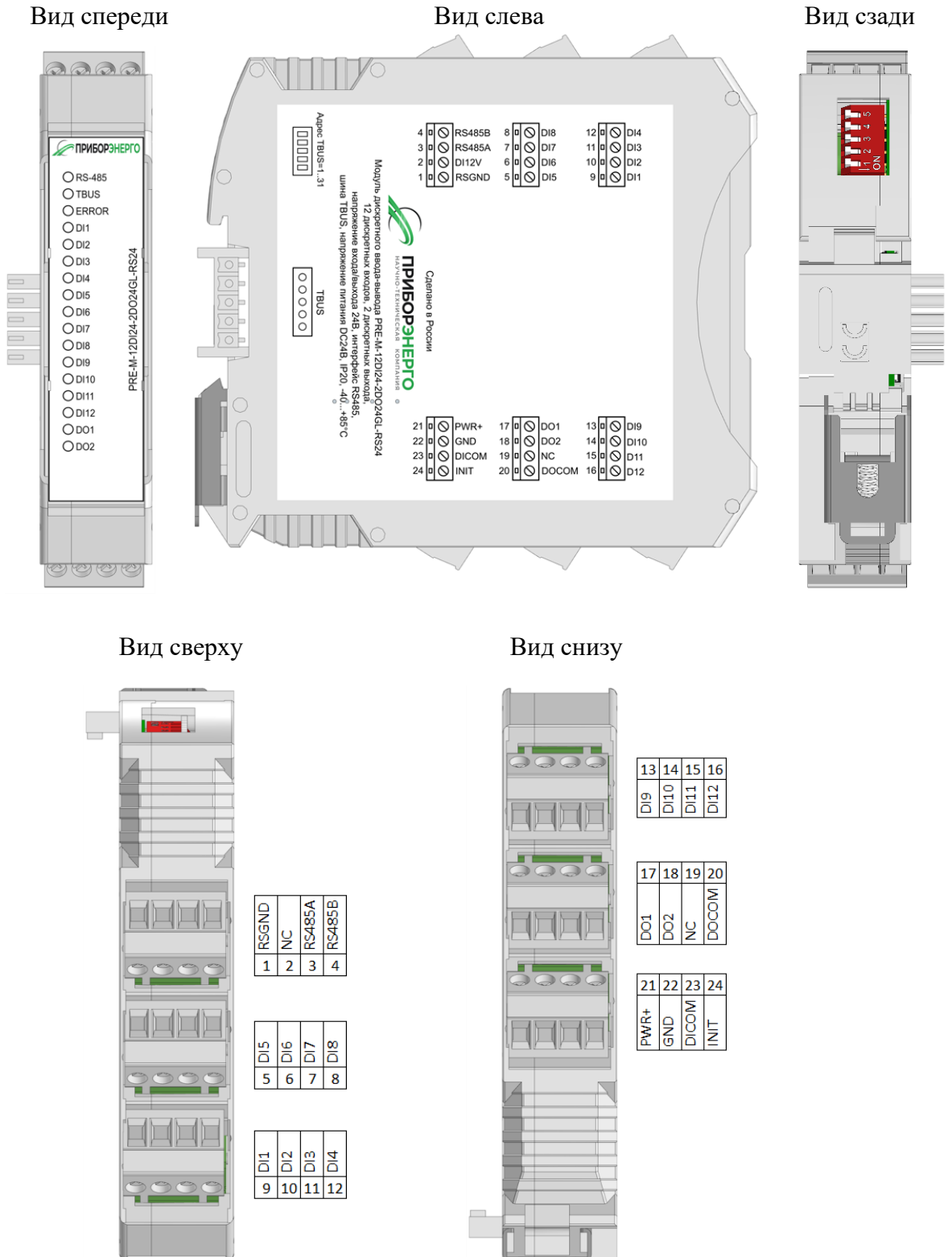


Рисунок Б.1 – Внешний вид и назначение клемм модуля PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24

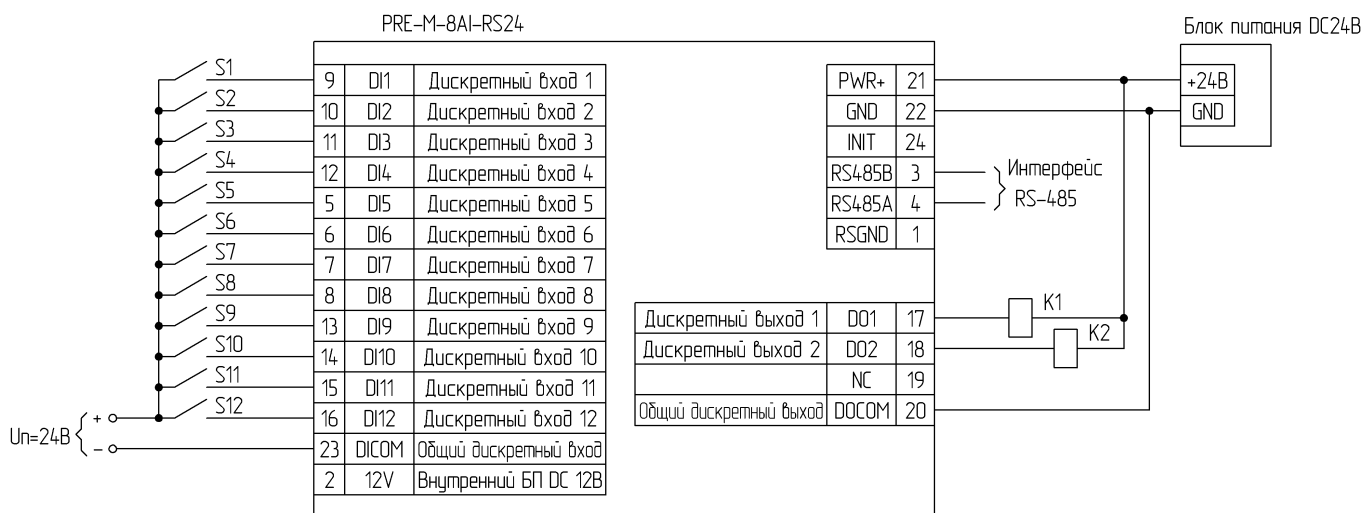
Продолжение приложения Б

Таблица – Б.1 Назначение клемм модуля PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24

Клемма	Наименование	Назначение
1	RSGND	Общий вывод интерфейса RS-485
2	12V	Выход внутреннего блока питания DC 12 В
3	RS485A	Вывод «А» интерфейса RS-485
4	RS485B	Вывод «В» интерфейса RS-485
5-16	DI1-DI12	Дискретные входы DI1-DI12
17-18	DO1-DO2	Дискретные выходы DO1-DO2
19	NC	
20	DOCOM	Общий дискретный выход
21	PWR+	Вход питания «+»
22	GND	Вход питания «-»
23	DICOM	Общий дискретный вход
24	INIT	Вход сброса к заводским настройкам

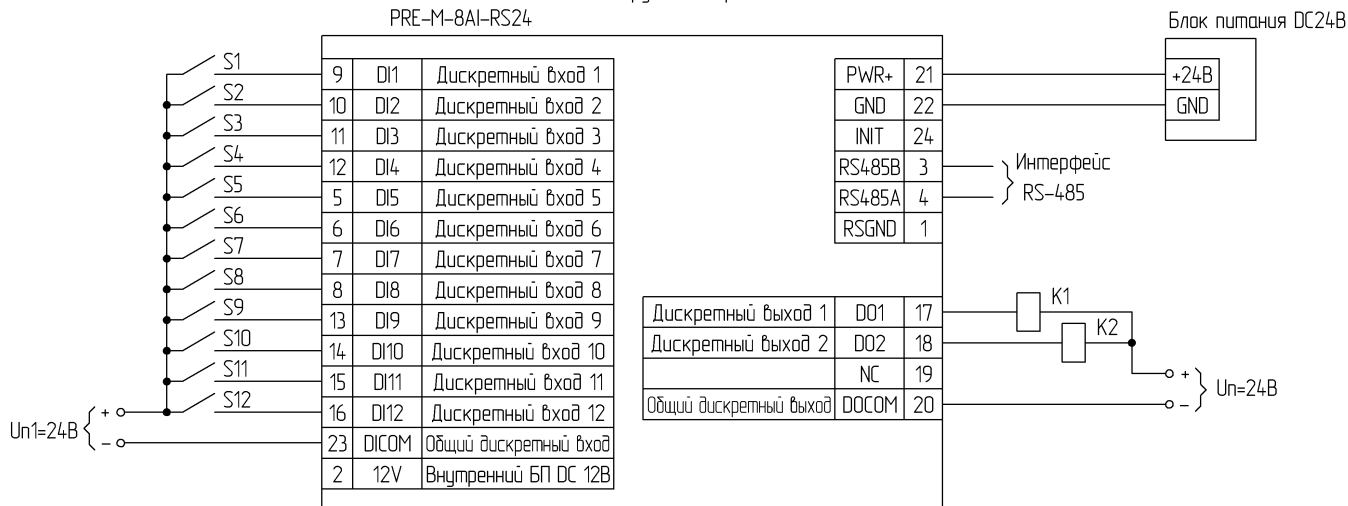
Продолжение приложения Б

Схема подключения при использовании внешнего БП дискретных входов



Uп – Внешний БП дискретных входов

Схема подключения при использовании внешнего БП дискретных входов и отдельного БП нагрузок дискретных выходов



Uп1 – Внешний БП дискретных входов, Uп2 – Внешний БП дискретных выходов,

Возможно применение одного БП для целей дискретных входов, дискретных выходов и питания модуля.

Схема подключения с использованием внутреннего БП дискретных входов

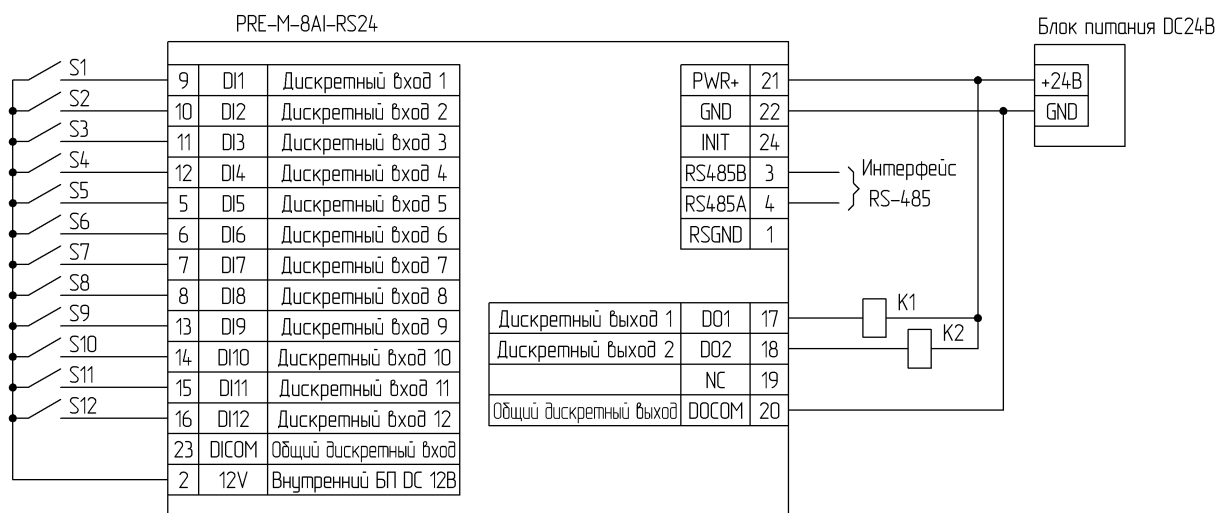


Рисунок Б.2 – Схема подключения модуля PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24

Приложение В (обязательное)

Карта регистров ModBus

Таблица В.1 – Карта регистров ModBus модуля PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24

Адрес рег.	Наименование	Код функ. чтения	Код функ. записи	Диапазон значений
Дискретные входы (состояние)				
0	Дискретный вход 1	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
1	Дискретный вход 2	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
2	Дискретный вход 3	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
3	Дискретный вход 4	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
4	Дискретный вход 5	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
5	Дискретный вход 6	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
6	Дискретный вход 7	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
7	Дискретный вход 8	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
8	Дискретный вход 9	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
9	Дискретный вход 10	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
10	Дискретный вход 11	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
11	Дискретный вход 12	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
12	Дискретный вход 13	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
13	Дискретный вход 14	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
14	Дискретный вход 15	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
15	Дискретный вход 16	02	-	0000h или 0001h, только для чтения
0	Все дискретные входы 1-16	04	-	0000h-FFFFh Бит-маска входов: 0 – отключено, 1 – включено Только для чтения
Дискретные выходы (состояние и управление)				
0	Дискретный выход 0	01	05	0000h или 0001h Для исключения конфликта с регистром 0 функции 03 (все дискретные выходы) при записи в данный регистр модуль обновит значения в регистре 0 функции 03
1	Дискретный выход 1	01	05	0000h или 0001h Для исключения конфликта с регистром 0 функции 03 (все дискретные выходы) при записи в данный регистр модуль обновит значения в регистре 0 функции 03
0	Все дискретные выходы 0,1 (битовая маска)	03	06	0000h-0003h Бит-маска выходов: 0 – отключено, 1 – включено Для исключения конфликта с регистрами 0, 1 функции 01 при записи в данный регистр модуль обновит значения в регистре 0, 1 функции 01
Конфигурация цифрового фильтра «дребезга» контактов дискретных входов				
1	Значение цифрового фильтра логического 0 всех дискретных входов	03	06,16	0000h-00FFh Значение фильтра в единицах 0,001 с (<i>например, для 50 мс записать 50</i>), По умолчанию – 1 (1 мс)
2	Значение цифрового фильтра логической 1 всех дискретных входов	03	06,16	0000h-00FFh Значение фильтра в единицах 0,001 с (<i>например, для 50 мс записать 50</i>), По умолчанию – 15 (15 мс)

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

Адрес рег.	Наименование	Код функ. чтения	Код функ. записи	Диапазон значений
Конфигурация сторожевого таймера состояния дискретных выходов				
3	Настройка системного сторожевого таймера: включение/отключение и тайм-аут	03	06,16	0000h или 01FFh Ni байт – вкл/откл таймер: 0 – отключить, 1 – включить По умолчанию – 0; Lo байт – тайм-аут в единицах 0,1 с (<i>например, для 10 с записать 100</i>), По умолчанию – 100
4	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 сторожевой таймер
5	Значение на выходе после срабатывания сторожевого таймера «Safe Value»	03	06,16	0000h-0003h Бит-маска выходов, значение бита – номера выхода: 0 – отключено, 1 – включено По умолчанию – 0 (отключено)
6	Состояние выхода после включения питания модуля «Power On Value»	03	06,16	0000h-0003h Бит-маска выходов, значение бита – номера выхода: 0 – отключено, 1 – включено По умолчанию – 0 (отключено)
7	Сигнал системного сторожевого таймера «Host OK»	-	06	0000h-FFFFh Записывать любое значение с интервалом менее тайм-аута системного сторожевого таймера (регистр 1) Только для записи
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
Конфигурация сетевых параметров				
20	Адрес модуля	03	06,16	0001h-00F7h По умолчанию – 0001h
21	Скорость RS-485	03	06,16	0000h-0008h, значение – код скорости: 0 – 1200 бит/с; 1 – 2400 бит/с; 2 – 4800 бит/с; 3 – 9600 бит/с; 4 – 19200 бит/с; 5 – 38400 бит/с; 6 – 57600 бит/с; 7 – 115200 бит/с; 8 – 230400 бит/с По умолчанию – 0007h (115200 бит/с)

Продолжение приложения В

Продолжение таблицы В.1

Адрес рег.	Наименование	Код функ. чтения	Код функ. записи	Диапазон значений
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)
30	Счетчик ответов на команды (запись функциями 05, 06, 16)	03	-	0000h-FFFFh, только для чтения
Зашелки и счетчики импульсов				
31	Зашелка нижнего уровня (триггер логического 0 дискретного входа)	03	06	0000h-FFFFh Бит-маска входов, значение бита-номера входа: 0 – триггер не сработал; 1 – триггер сработал Сброс триггера - запись любого значения
32	Зашелка верхнего уровня (триггер логической 1 дискретного входа)	03	06	0000h-FFFFh Бит-маска входов, значение бита-номера входа: 0 – триггер не сработал; 1 – триггер сработал Сброс триггера - запись любого значения
33	Счетчик дискретного входа 1	03	06,16	0000h-FFFFh Здесь и далее для счетчиков - счетчик импульсов по фронту, сброс – запись любого значения
34	Счетчик дискретного входа 2	03	06,16	0000h-FFFFh
35	Счетчик дискретного входа 3	03	06,16	0000h-FFFFh
36	Счетчик дискретного входа 4	03	06,16	0000h-FFFFh
37	Счетчик дискретного входа 5	03	06,16	0000h-FFFFh
38	Счетчик дискретного входа 6	03	06,16	0000h-FFFFh
39	Счетчик дискретного входа 7	03	06,16	0000h-FFFFh
40	Счетчик дискретного входа 8	03	06,16	0000h-FFFFh
41	Счетчик дискретного входа 9	03	06,16	0000h-FFFFh
42	Счетчик дискретного входа 10	03	06,16	0000h-FFFFh
43	Счетчик дискретного входа 11	03	06,16	0000h-FFFFh
44	Счетчик дискретного входа 12	03	06,16	0000h-FFFFh
45	Счетчик дискретного входа 13	03	06,16	0000h-FFFFh
46	Счетчик дискретного входа 14	03	06,16	0000h-FFFFh
47	Счетчик дискретного входа 15	03	06,16	0000h-FFFFh
48	Счетчик дискретного входа 16	03	06,16	0000h-FFFFh
Длительности логического «0» и «1»				

Окончание приложения В

Окончание таблицы В.1

Адрес рег.	Наименование	Код функ. чтения	Код функ. записи	Диапазон значений
49	Длительность лог. «0» дискр. входа 1	03	06,16	0000h-FFFFh Здесь и далее в таблице длительность указана в единицах 0,1 с (с дискретностью 0,1) т.е. значение 0010h регистра соответствует 1,6 с Запуск и сброс таймера длительности – запись любого значения
50	Длительность лог. «0» дискр. входа 2	03	06,16	0000h-FFFFh
51	Длительность лог. «0» дискр. входа 3	03	06,16	0000h-FFFFh
52	Длительность лог. «0» дискр. входа 4	03	06,16	0000h-FFFFh
53	Длительность лог. «0» дискр. входа 5	03	06,16	0000h-FFFFh
54	Длительность лог. «0» дискр. входа 6	03	06,16	0000h-FFFFh
55	Длительность лог. «0» дискр. входа 7	03	06,16	0000h-FFFFh
56	Длительность лог. «0» дискр. входа 8	03	06,16	0000h-FFFFh
57	Длительность лог. «0» дискр. входа 9	03	06,16	0000h-FFFFh
58	Длительность лог. «0» дискр. входа 10	03	06,16	0000h-FFFFh
59	Длительность лог. «0» дискр. входа 11	03	06,16	0000h-FFFFh
60	Длительность лог. «0» дискр. входа 12	03	06,16	0000h-FFFFh
61	Длительность лог. «0» дискр. входа 13	03	06,16	0000h-FFFFh
62	Длительность лог. «0» дискр. входа 14	03	06,16	0000h-FFFFh
63	Длительность лог. «0» дискр. входа 15	03	06,16	0000h-FFFFh
64	Длительность лог. «0» дискр. входа 16	03	06,16	0000h-FFFFh
65	Длительность лог. «1» дискр. входа 1	03	06,16	0000h-FFFFh
66	Длительность лог. «1» дискр. входа 2	03	06,16	0000h-FFFFh
67	Длительность лог. «1» дискр. входа 3	03	06,16	0000h-FFFFh
68	Длительность лог. «1» дискр. входа 4	03	06,16	0000h-FFFFh
69	Длительность лог. «1» дискр. входа 5	03	06,16	0000h-FFFFh
70	Длительность лог. «1» дискр. входа 6	03	06,16	0000h-FFFFh
71	Длительность лог. «1» дискр. входа 7	03	06,16	0000h-FFFFh
72	Длительность лог. «1» дискр. входа 8	03	06,16	0000h-FFFFh
73	Длительность лог. «1» дискр. входа 9	03	06,16	0000h-FFFFh
74	Длительность лог. «1» дискр. входа 10	03	06,16	0000h-FFFFh
75	Длительность лог. «1» дискр. входа 11	03	06,16	0000h-FFFFh
76	Длительность лог. «1» дискр. входа 12	03	06,16	0000h-FFFFh
77	Длительность лог. «1» дискр. входа 13	03	06,16	0000h-FFFFh
78	Длительность лог. «1» дискр. входа 14	03	06,16	0000h-FFFFh
79	Длительность лог. «1» дискр. входа 15	03	06,16	0000h-FFFFh
80	Длительность лог. «1» дискр. входа 16	03	06,16	0000h-FFFFh
Окончание h в значениях регистров (<i>например, 00FFh</i>) указывает на то, что значение является шестнадцатеричным.				

Приложение Г (обязательное)

Протокол DCON

Протокол DCON является строковым протоколом обмена.

Протокол DCON использует принцип Master – Slave (ведущий – ведомый).

В сети может быть 255 ведомых устройств, но только одно ведущее, что сделано для исключения конфликтов запросов и ответов при обмене данными.

Описание кадра сообщения протокола DCON

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

Все буквенные символы должны быть в верхнем регистре латинского алфавита.

Таблица Г.1 - Структура кадра протокола DCON

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

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

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

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

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

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

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

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

Для увеличения надежности передачи информации 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 сим-

волов 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:

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

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:

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

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

V – код скорости связи интерфейса RS-485;

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

(Cr) – символ конца строки;

Возможный ответ ведомого (модуля) на команду:

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

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

где:

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

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

Приложение Д (обязательное)

Перечень команд DCON

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

Номер	Команда	Ответ	Описание
1	%AANNSC	!AA	Установка конфигурации модуля: AA – адрес (от 00 до FF); NN – новый адрес (от 00 до FF); S – новый код скорости интерфейса RS-485 (таблица Д.1, строка 7); C – новый код контроля контрольной суммы сообщения (0 – не используется, 1 – используется)
2	\$AAC	%AASC	Чтение конфигурации модуля: AA – адрес (от 00 до FF), По умолчанию – 1; S – скорости интерфейса RS-485 (таблицы Д.1, строку 7) По умолчанию – 7; C – контроль контрольной суммы сообщения (0 – не используется, 1 – используется) По умолчанию – 0
3	\$AAV	!AAPPPP	Чтение версии ПО модуля PPPP – версия ПО
4	\$AAN	!AAPPPPPP	Чтение имени модуля PPPPPP – имя модуля
5	\$AAP	!AAV	Чтение протокола связи: V=00h – Modbus RTU; V=01h – DCON По умолчанию – 0000h (Modbus RTU)
6	\$AAPV	!AA	Установка протокола связи V – значение (как в предыдущей строке)
7	\$AAS	!AAV	Чтение скорости связи интерфейса RS-485 V= значение – скорость: 0 – 1200 бит/с; 1 – 2400 бит/с; 2 – 4800 бит/с; 3 – 9600 бит/с; 4 – 19200 бит/с; 5 – 38400 бит/с; 6 – 57600 бит/с; 7 – 115200 бит/с; 8 – 230400 бит/с По умолчанию – 0007h (115200 бит/с)
8	\$AASV	!AA	Установка скорости связи интерфейса RS-485 V= значение – скорость (таблица Д.1, строка 7)
9	\$AAW	!AAV	Резерв
10	\$AAWV	!AA	Резерв
11	\$AAR	!AAV	Чтение кода типа контроля четности интерфейса RS-485: 0 – отсутствует (None); 1 – четность (Even); 2 – нечетность (Odd) По умолчанию – 0

Продолжение приложения Д

Окончание таблицы Д.1

Номер	Команда	Ответ	Описание
12	\$AARV	!AA	Установка кода типа контроля четности интерфейса RS-485: V= код значения (таблица Д.1, строка 11)
13	\$AAT	!AAV	Чтение кода количества стоп-бит в послыке интерфейса RS-485: 0 – 1 стоп-бит; 1 – 2 стоп-бита По умолчанию – 0
14	\$AATV	!AA	Установка кода количества стоп-битов в послыке интерфейса RS-485: V= код значения (таблица Д.1, строка 13)
15	\$AAH	!AAP	Чтение контроля контрольной суммы сообщения P – 0-не используется, 1 – используется По умолчанию – 0
16	\$AAHP	!AA	Установка контроля контрольной суммы сообщения P – 0-не используется, 1 – используется По умолчанию – 0
17	~AAR	!AA	Сброс системного сторожевого таймера
18	~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 с (<i>например, 64h=100 – для 10 с</i>)
19	~AASEVV	!AA	Установки системного сторожевого таймера E – статус системного сторожевого таймера: 0 – сторож таймер отключить, 1 – сторож таймер включить VV – тайм-аут в единицах 0,1 с (<i>например, для 10 с записать 100</i>) По умолчанию – 100
20	~**	Без ответа	Периодическая команда от ведущего контроллера – сигнал для сторожевого таймера модуля
21	~AAZ	!AAVVVV	Чтение значения задержки перед отправкой ответа на команду VVVV – значение задержки с дискретностью 0,01 мс
22	^AACD	>AAPPPP	Чтение счетчика ответов на команды PPPP – количество ответов

Продолжение приложения Д

Таблица Д.2 – Перечень команд и ответов протокола DCON модуля PRE-M-12DI.E24-2DO.GL-RS24

Номер	Команда	Ответ	Описание
Общие настройки			
1	~AAP	!AAPSS	Чтение состояний «Power On» и «Safe Value» В каждом PP и SS по два значения – два вывода Первое соотв значение нулевого вывода модуля PP – состояние «Power On» для каждого вывода: 0 – отключено, 1 – включено По умолчанию – 0 (отключено) SS – состояние «Safe Value» для каждого вывода: 0 – отключено, 1 – включено По умолчанию – 0 (отключено)
2	~AAPPPSS	!AA	Установка состояний «Power On» и «Safe Value» В каждом PP и SS по два значения – два вывода PP – состояние «Power On» для каждого вывода: 0 – отключено, 1 – включено По умолчанию – 0 (отключено) SS – состояние «Safe Value» для каждого вывода: 0 – отключено, 1 – включено По умолчанию – 0 (отключено)
Защелки и счетчики импульсов			
7	^AATN	!AAP	Чтение защелки нижнего уровня дискретных входов PP – бит-маска входов, значение бита-номера входа: 0 – триггер не сработал; 1 – триггер сработал
8	^AATNP	!AA	Сброс всех защелок нижнего уровня дискретных входов P – значение: 1 – триггеры всех входов сбросить
9	^AATM	!AAP	Чтение защелки верхнего уровня дискретных входов PP – бит-маска входов, значение бита-номера входа: 0 – триггер не сработал; 1 – триггер сработал
10	^AATMPP	!AA	Сброс защелки верхнего уровня дискретных входов PP – бит-маска входов, значение бита-номера входа: 1 – триггер сбросить
11	^AACTN	!AACC	Чтение счетчика импульсов дискретного входа N (N=1..16) CC – значение счетчика импульсов
12	^AACRN	!AA	Сброс счетчика импульсов дискретного входа N (N=1...16) N – номер дискретного входа
Дискретные входы			
13	^AADI	!AAP	Чтение состояния дискретных входов PP – значение, бит-маска входов: 0 – отключено, 1 – включено
14	^AADM	!AAVVVV..V	Чтение состояния дискретных входов V – логическое значение состояния дискретного входа (0 или 1) по порядку 1...16 вход, 16 значений

Продолжение приложения Д

Окончание таблицы Д.2

Номер	Команда	Ответ	Описание
Дискретные выходы			
15	^AADO	!AAPP	Чтение состояния дискретных выходов PP – значение, бит-маска выходов: 0 – отключено, 1 – включено
16	^AADL	!AAVVVV..V	Чтение состояния дискретных выходов V – логические значения состояния дискретных выходов (0 или 1), 2 значения
17	^AADOPP	!AA	Установить значения на дискретных выходах PP – значение, бит-маска входов: 0 – отключено, 1 – включено
18	^AADLVV	>AA	Установить логические значения на дискретных выходах V – логические значения состояния дискретных выходов (0 или 1), 2 значения
Длительности логического «0» и «1»			
19	^AATZN	>AAPPPP	Чтение значения длительности состояния логического «0» дискретного входа N PPPP – значение, в единицах 0,1 с (с дискретностью 0,1). N – дискретный вход (N=1..16)
20	^AATDN	!AA	Сброс значения длительности состояния логического «0» дискретного входа N (N=1..16)
21	^AATON	>AAPPPP	Чтение значения длительности состояния логической «1» дискретного входа N PP – значение, в единицах 0,1 с (с дискретностью 0,1); N – дискретный вход (N=1..16)
22	^AATCN	!AA	Сброс значения длительности состояния логической «1» дискретного входа N (N=1..16)

