

РЕГУЛ Р500

СИСТЕМНОЕ РУКОВОДСТВО

DPA-311

Версия 2.0
Март 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
АППАРАТНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ.....	4
Описание составных частей контроллера	4
Конфигурации контроллера	7
Монтаж	16
МОДУЛИ КОНТРОЛЛЕРА	19
Общие сведения	19
Модули источника питания	23
Модули центрального процессора	26
Модули коммуникационного процессора	31
Модули аналогового ввода.....	41
Модули аналогового вывода.....	60
Модули дискретного ввода.....	65
Модули дискретного вывода.....	69
Модули счета импульсов.....	73
Оконечные модули	84
Модули шасси	87
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Перечень заказных позиций контроллера	88

ВВЕДЕНИЕ

Контроллер REGUL R500 входит в семейство программируемых контроллеров REGUL. Он предназначен для сбора и обработки информации с первичных датчиков, формирования сигналов управления по заданным алгоритмам, приема и передачи информации по последовательным каналам связи.

Особенностями контроллера REGUL R500 являются:

- масштабируемый с дискретностью в один модуль крейт;
- «горячее» резервирование центральных процессоров, блоков питания, внутренней шины;
- «горячая» замена всех модулей контроллера;
- исполняемая среда Epsilon LD с поддержкой 5 языков стандарта IEC 61131-3;
- дублированная высокоскоростная внутренняя шина данных;
- монтаж на панель или в 19” шкаф.

Программирование и конфигурирование контроллера осуществляется с помощью программного обеспечения Epsilon LD. Порядок работы со средой разработки Epsilon LD описан в документе «Epsilon LD. Быстрый старт» (DPA-310).

АППАРАТНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ

ОПИСАНИЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ КОНТРОЛЛЕРА

Контроллер имеет блочно-модульную конструкцию, состоящую из одного или нескольких крейтов, которые включают в себя модули различного типа и шасси, закрепленные на несущую рейку.



Рисунок 1 - Внешний вид контроллера REGUL R500

Модуль является основным элементом контроллера и, в зависимости от типа, выполняет ту или иную функцию.

Контроллер включает в себя следующие типы модулей:

- модуль источника питания (ИП);
- модуль центрального процессора (ЦП);
- модуль коммуникационного процессора;
- модуль аналогового ввода;
- модуль аналогового вывода;
- модуль дискретного ввода;
- модуль дискретного вывода;
- модуль измерения частоты и счета импульсов;
- оконечный модуль.

Модули источника питания обеспечивают преобразование (стабилизация, фильтрация и т.д.) питающего напряжения в рабочее напряжение внутренней шины питания 24 В постоянного тока, гальваническое разделение внешнего и внутреннего питания (функция доступна не во всех модификациях) и электромагнитную совместимость (ЭМС).

Модули центрального процессора выполняют:

- логическую обработку данных и выдачу сигналов управления в соответствии с прикладной программой пользователя;
- обмен данными с интерфейсными и модулями ввода/вывода;
- обмен информацией со сторонним оборудованием посредством встроенных интерфейсов;
- проверку конфигурации системы и работоспособности функциональных модулей.

Модули коммуникационного процессора осуществляют обмен информацией между контроллером и сторонним оборудованием по стандартным протоколам Modbus RTU, Modbus TCP, МЭК 870-5-101, МЭК 870-5-104.

Одним из видов коммуникационных модулей является модуль расширения шины. Он используется для подключения крейтов расширения.

Модули ввода/вывода образуют интерфейс между контроллером и технологическим процессом посредством взаимного преобразования физических и логических сигналов.

Существует два типа оконечных модулей: с функцией расширения шины и без нее. Оконечный модуль без функции расширения шины является пассивным элементом и предназначен только для механической фиксации модулей в крейте. Оконечный модуль с функцией расширения шины кроме механической фиксации модулей обеспечивает подключение крейтов расширения.

Шасси обеспечивает коммутацию модулей между собой по одной или двум шинам данных. Также оно образует внутреннюю шину питания контроллера напряжением 24 В постоянного тока. Питание от этой шины используется только для обеспечения работы электроники модулей и не выводится на внешние контакты модулей.

Модуль контроллера представляет собой пластиковый корпус двух типоразмеров: стандартный и двойной ширины. В верхней части передней панели модуля размещен блок индикации. Ниже блока индикации у модулей центрального процессора и коммуникационных модулей располагаются разъемы для подключения интерфейсов и, в зависимости от типа

модуля, органы управления. У модулей ввода/вывода ниже блока индикации расположен съемный клеммник подключения внешних сигналов.

На задней стенке модулей расположен разъем, предназначенный для присоединения модуля к внутренним шинам данных и шине питания. Кроме того, на задней стенке расположен контакт заземления, который при установке модуля на шасси замыкается на несущую рейку. В нижней части задней стенки модуля расположена металлическая защелка, обеспечивающая механическое крепление модуля к несущей рейке.

Шасси представляет собой пластиковый корпус, на передней панели которого расположена ответная часть модульного разъема. По бокам располагаются разъемы, обеспечивающие коммутацию шасси между собой. Сверху и снизу шасси расположены металлические усики, обеспечивающие крепление шасси на несущей рейке и его заземление.

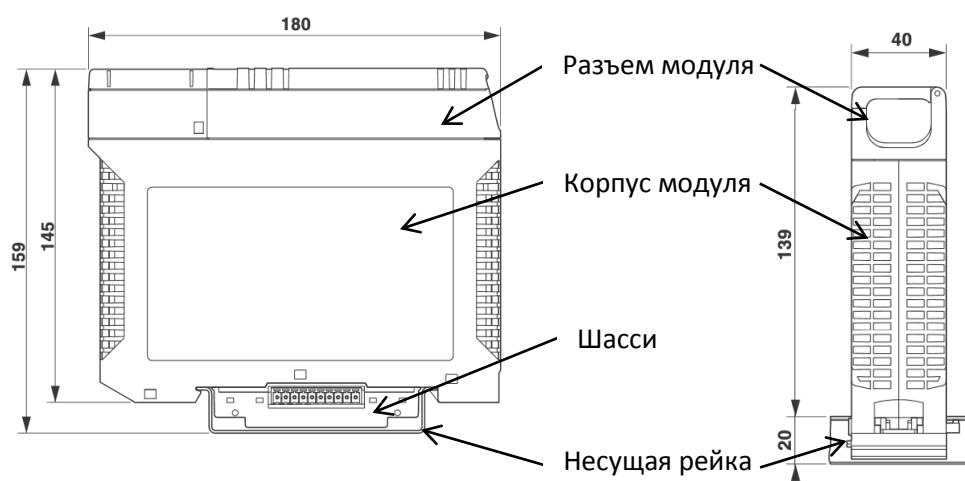


Рисунок 2 - Габаритные размеры стандартного модуля

КОНФИГУРАЦИИ КОНТРОЛЛЕРА

Размещение модулей в крейте

Аппаратные и программные решения, реализованные в контроллере, не накладывают ограничения на размещения модулей как в рамках одного крейта, так и в рамках нескольких крейтов, входящих в один контроллер, за исключением следующих правил:

1. С обеих сторон крейта должны устанавливаться оконечные модули, при том слева от крейта устанавливается оконечный модуль IN, а справа – оконечный модуль OUT;
2. Количество модулей разного типа (исключая оконечные модули) в составе одного крейта не должно превышать 40 штук;
3. Внутренняя шина питания контроллера рассчитана на ток не более 4,5 А и в случае установки дополнительных модулей источников питания следует их распределить по крейту.

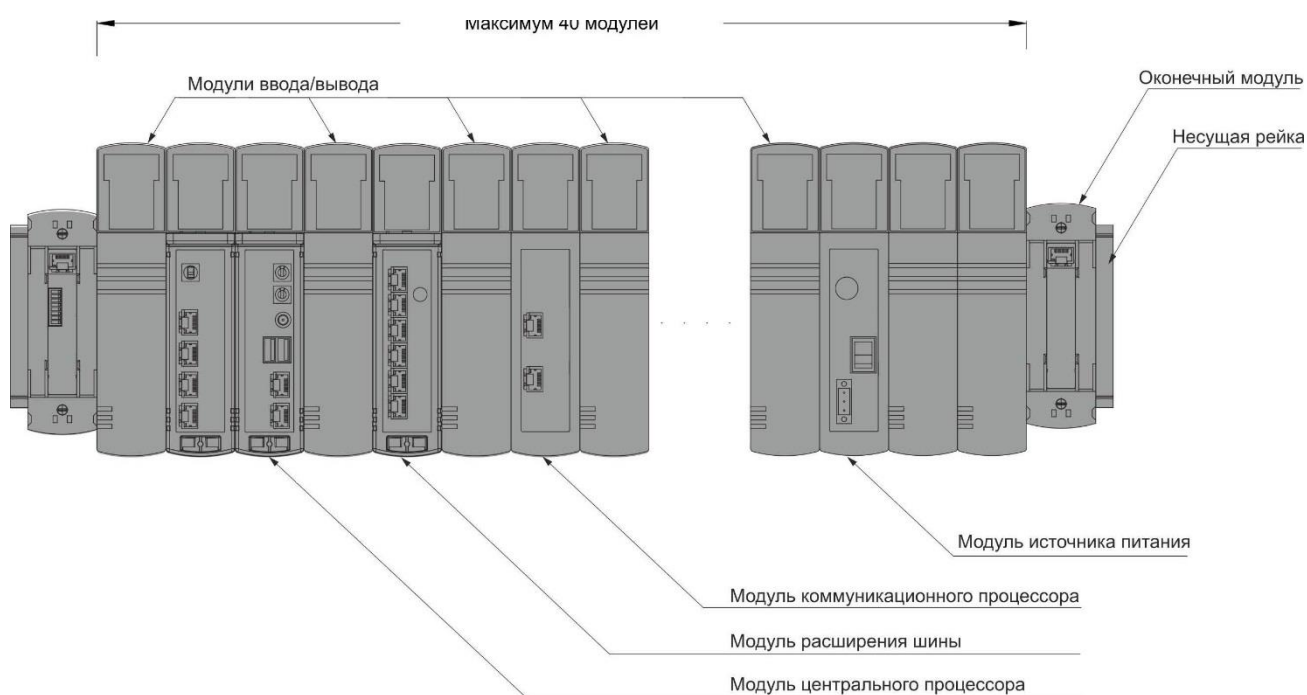


Рисунок 3 - Пример размещения модулей в составе крейта

Объединение крейтов в контроллере

Для увеличения канальной емкости контроллера к базовому крейту контроллера – крейту, в составе которого имеется модуль центрального процессора – подключаются крейты

расширения. К одному базовому крейту можно подключить до 255 крейтов расширения. Соединение крейтов можно осуществить двумя способами:

- посредством двух коммуникационных портов (IN и OUT), расположенных на оконечных модулях.
- с помощью модуля расширения шины.

В любом случае порт OUT на одном модуле должен быть подключен к порту IN другого модуля.

Подключать крейты расширения можно как по схеме «кольцо» (Рисунок 4) или по схеме «звезда» (Рисунок 5), так и по смешанной схеме в любой конфигурации (Рисунок 6).

Подключение по схеме «кольцо» резервирует линию связи, и в случае обрыва одной из них контроллер будет продолжать функционировать в полном объеме.

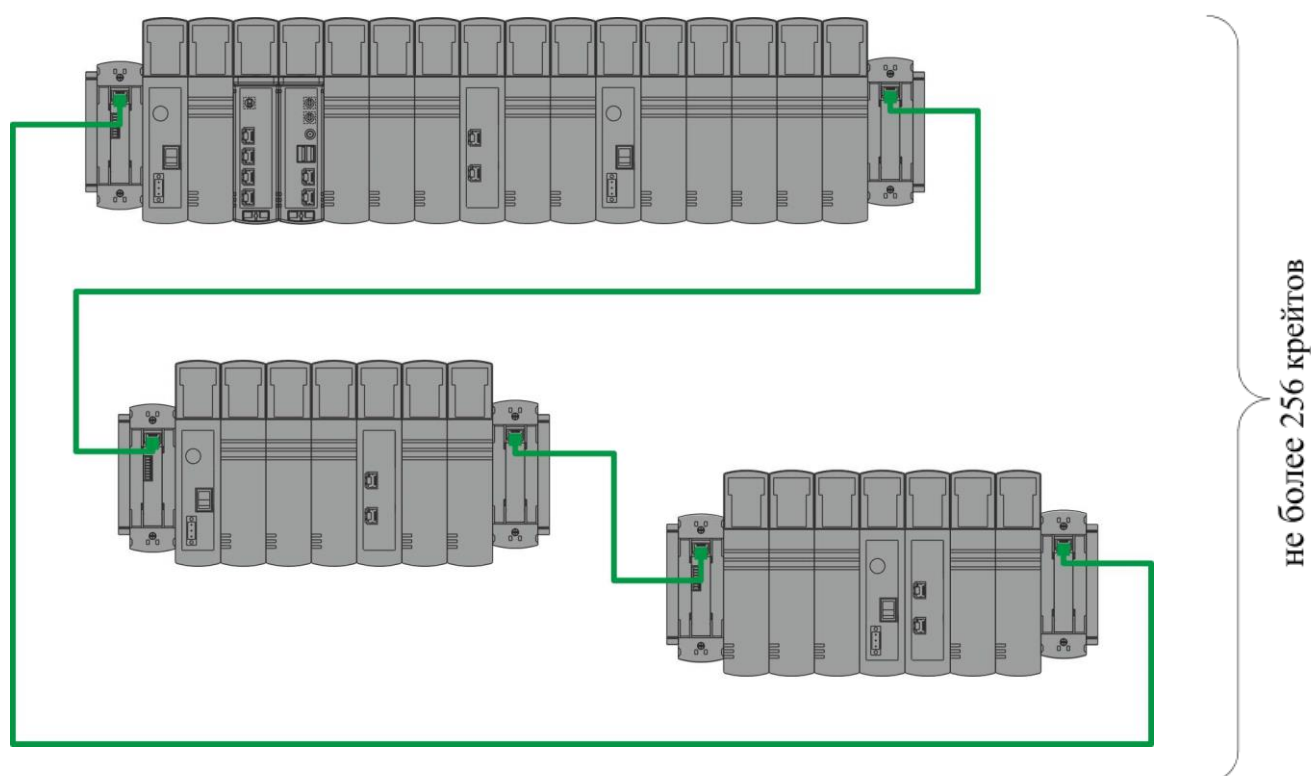


Рисунок 4 - Схема соединения крейтов «кольцо»

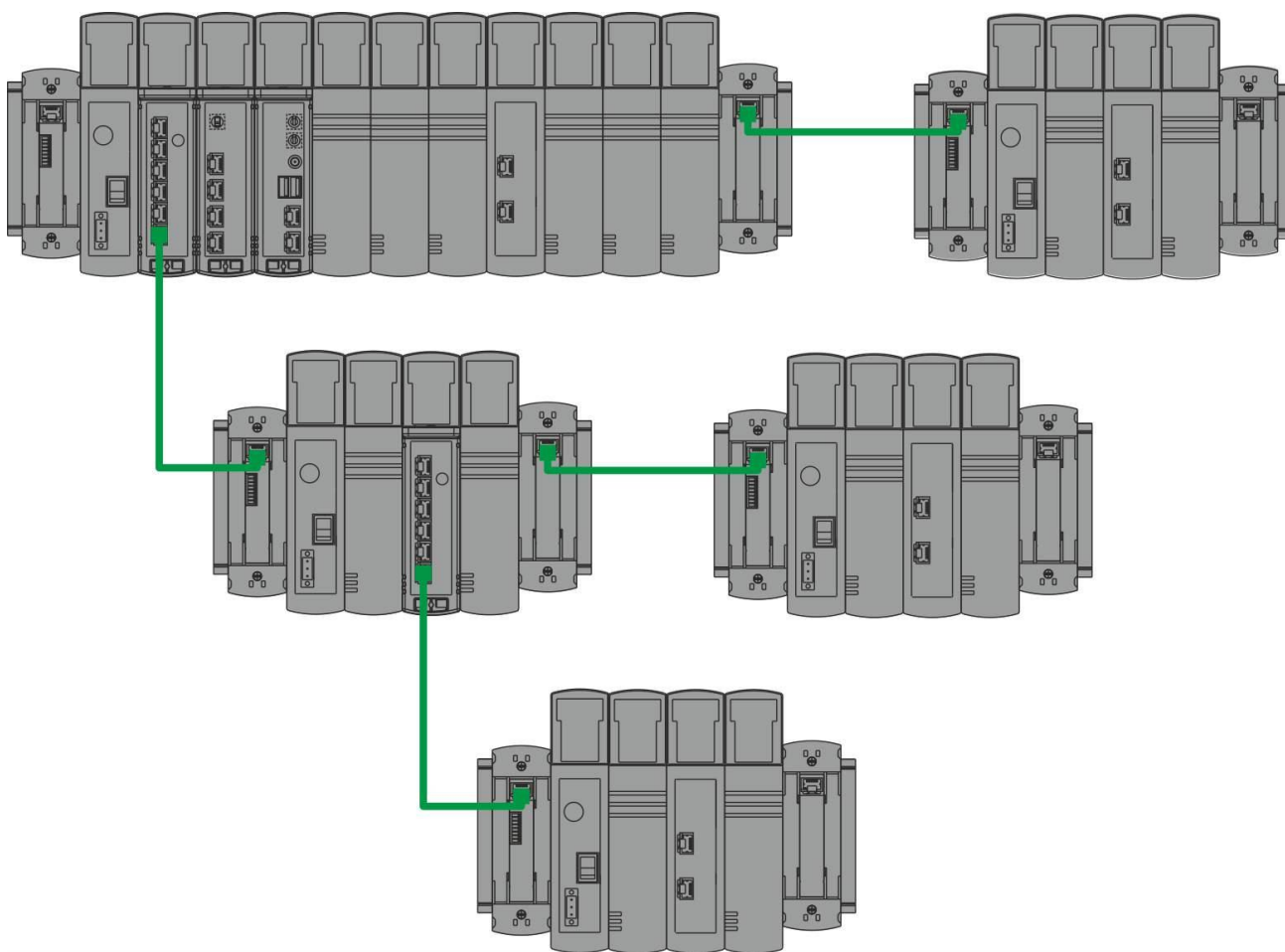


Рисунок 5 - Схема соединения крейтов «звезда»

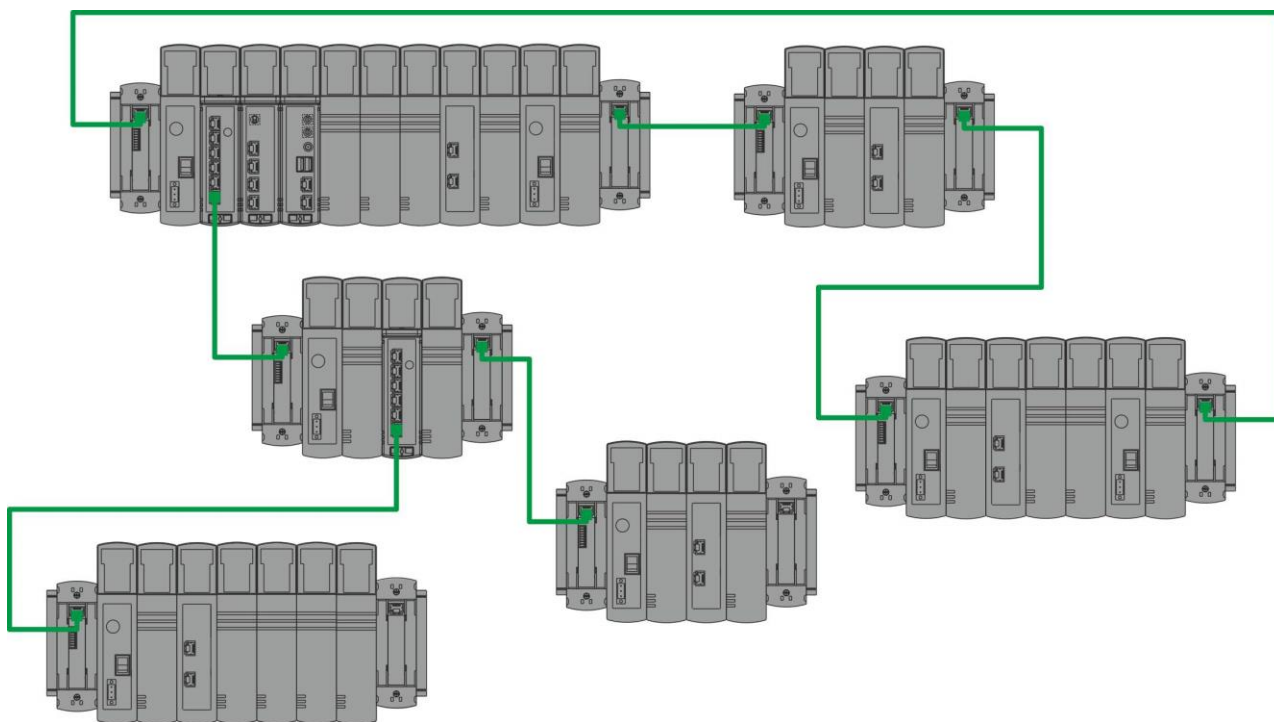


Рисунок 6 – Смешанная схема соединения крейтов

Допустимое расстояние между соединенными одним кабелем крейтами расширения определяется типом оконечного модуля или модуля расширения шины. Если используются модули с разъемом RJ45, то длина кабеля не должна превышать 100 метров. В случае использования модулей с SFP-разъемами (сами SFP модули в комплект поставки не входят и приобретаются отдельно) расстояние определяется характеристиками SFP модулей.

Связь базового крейта с крейтами расширения осуществляется по той же шине данных, по которой осуществляется связь между модулями внутри крейта, меняется только физический уровень сигнала. В связи с этим для модуля центрального процессора, с точки зрения исполнения алгоритмов пользовательской программы, не имеет значения, в каком крейте расположены модули и на каком расстоянии от него они находятся, так как для него они - это один последовательный набор модулей. Поэтому отсутствуют какие-либо ограничения на расположение тех или иных модулей в крейтах расширения.

«Горячая» замена модулей контроллера

Контроллер поддерживает функцию «горячей» замены всех модулей, в том числе и оконечных. При этом функционирование оставшихся модулей обеспечивается в полном объеме.

Естественно, что «горячая» замена модуля источника питания возможна только при наличии в крейте других источников питания, способных возместить выпадающую мощность. А «горячая» замена модуля центрального процессора осуществляется при наличии в контроллере другого модуля центрального процессора.

Горячая замена оконечного модуля с функцией расширения шины допускается при подключении крейта по схеме «кольцо». Тогда обеспечивается связь крейта по шине данных посредством противоположного оконечного модуля.

Также допускается «горячая» замена шасси. При этом надо иметь в виду, что если изъять шасси из середины крейта, то образуются, по сути дела, две независимые половинки, электрически не связанные между собой. Если необходимо обеспечить работоспособность модулей в каждой половине крейта, то надо предусмотреть как обеспечение электропитанием, так и функционирование внутренней шины данных в обеих частях. Первое обеспечивается установкой источников питания по краям крейта, второе – подключением крейта по схеме «кольцо».

Резервирование модулей контроллера

Контроллер поддерживает следующие виды резервирования:

- Резервирование питания – резервируются модули ИП для обеспечения бесперебойного питания внутренних потребителей контроллера;
- 100% резервирование – в данной конфигурации каждый модуль ЦП имеет свой собственный набор модулей ввода/вывода, представляя собой «зеркало» другого;
- Резервирование основных компонентов – в данном случае резервируются модули ЦП, модули ИП, а также модули расширения шины;
- Смешанное – в данном случае резервируются модули ЦП, ИП и часть модулей ввода/вывода.

Резервирование питания

Для обеспечения бесперебойного питания внутренней шины контроллера в крейт могут одновременно устанавливаться несколько модулей ИП.

Возможно реализовывать разные схемы резервирования:

- 100% резервирование – когда в крейте присутствует два модуля ИП, каждый из которых полностью способен обеспечить электропитанием внутренних потребителей (Рисунок 7).
- Схема с избыточным модулем ИП – когда в крейте присутствуют более двух модулей источника питания и выход из строя любого из них не приведет к дефициту мощности на внутренней шине питания контроллера (Рисунок 8).



Рисунок 7 - Схема со 100% резервированием модулей источников питания

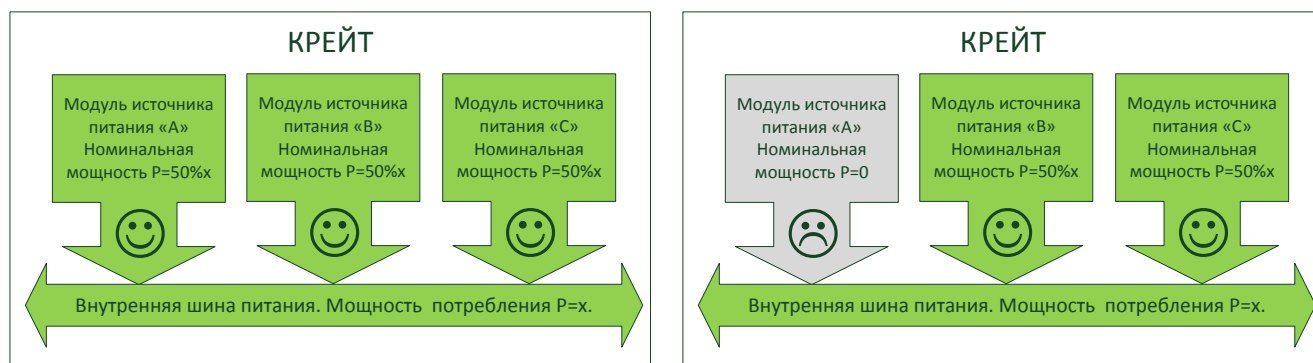


Рисунок 8 - Схема с избыточным модулем источника питания

100% резервирование

В данной схеме резервирования присутствуют два идентичных друг другу контроллера, объединённые в один резервированный контроллер. Объединение происходит посредством резервированной линии связи между модулями ЦП, один из которых является ведущим, а другой – ведомым (Рисунок 9).

Для резервированной линии связи можно использовать два любых порта Ethernet на борту модуля ЦП. Расстояние, на которое можно разнести два модуля ЦП, определяется типом порта, используемого для резервированной линии связи.

В одно и то же время в работе находятся обе части резервированного контроллера, происходит измерение во всех модулях ввода, обработка информации и исполнения алгоритмов в обоих модулях ЦП, а также выдача команд всем модулям вывода. Но только модули вывода, подключенные к ведущему модулю ЦП, производят выдачу управляющих команд.

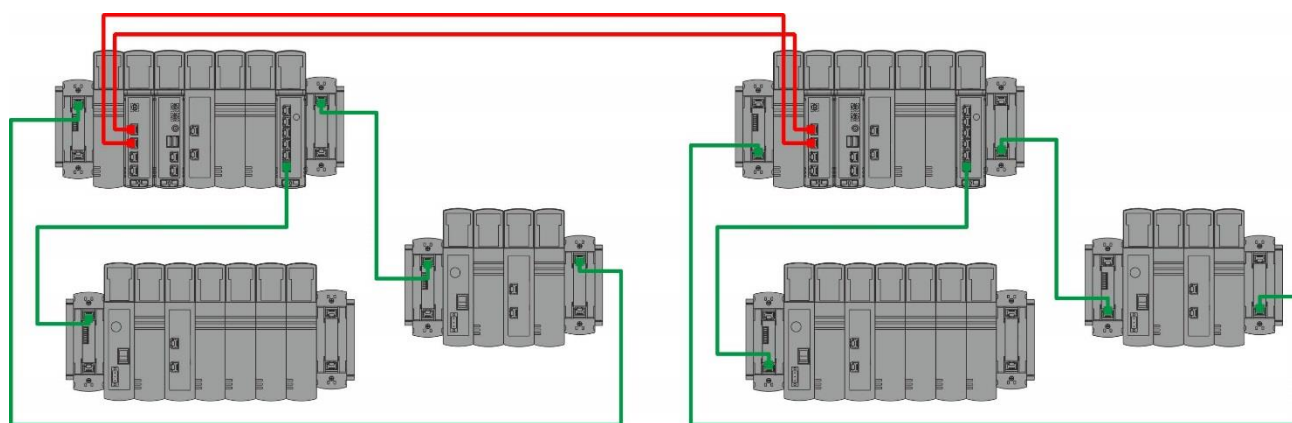


Рисунок 9 - Схема 100% резервирования контроллера

Резервирование основных компонентов на примере модулей ЦП

В данной схеме имеется один набор модулей ввода/вывода, который одновременно работает с двумя модулями ЦП. Это осуществляется благодаря тому, что в контроллере присутствуют две внутренние шины данных, и модули ЦП производят обмен данными с модулями ввода/вывода каждый по своей шине (Рисунок 10).

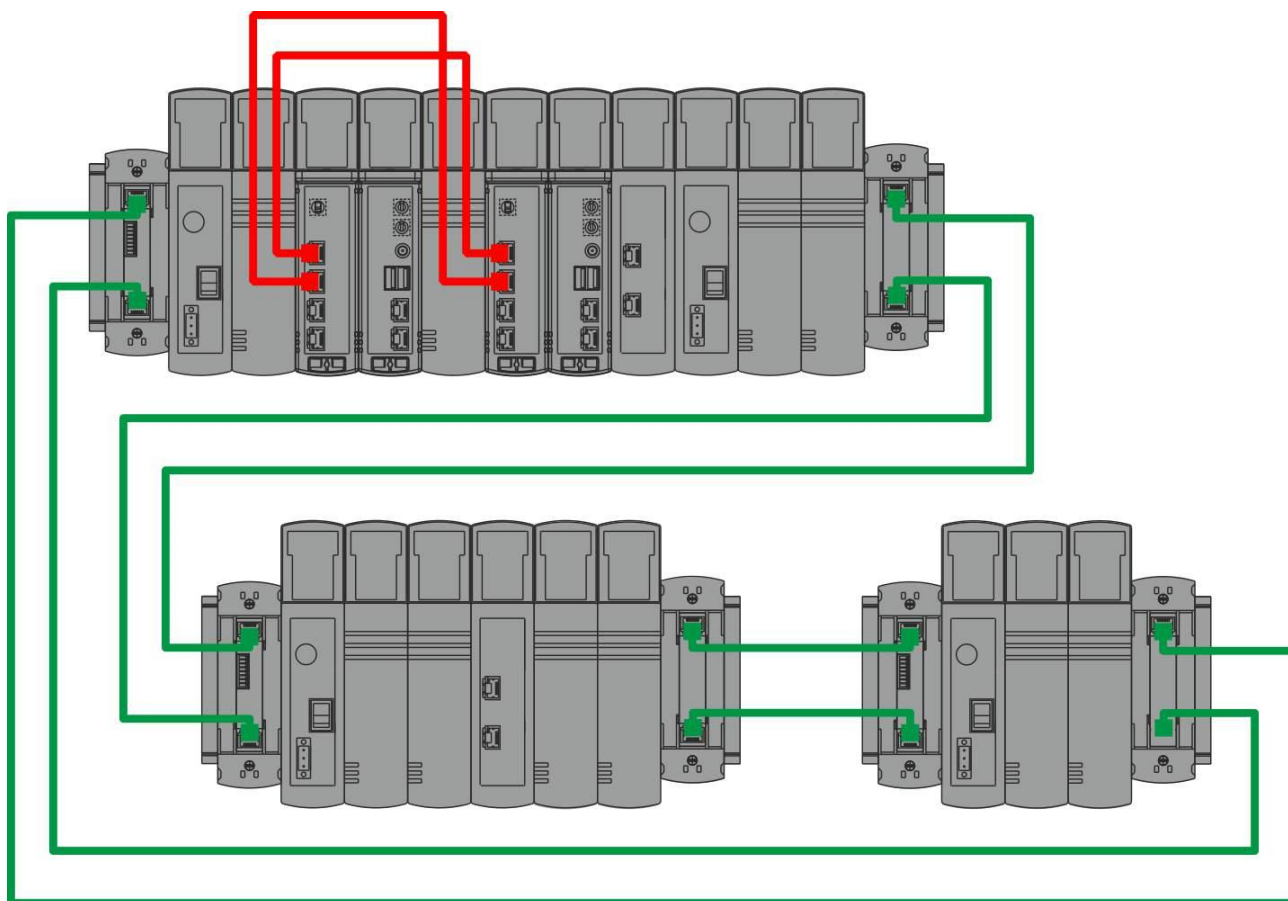


Рисунок 10 - Схема резервирования модулей ЦП контроллера

Для синхронизации работы, как и в случае со схемой 100% резервирования, модули ЦП объединены посредством резервированной линии связи.

Если контроллер состоит из более чем одного крейта, то для повышения отказоустойчивости модули ЦП можно располагать в разных крейтах. Это не изменит характеристики и функциональность контроллера (Рисунок 11).

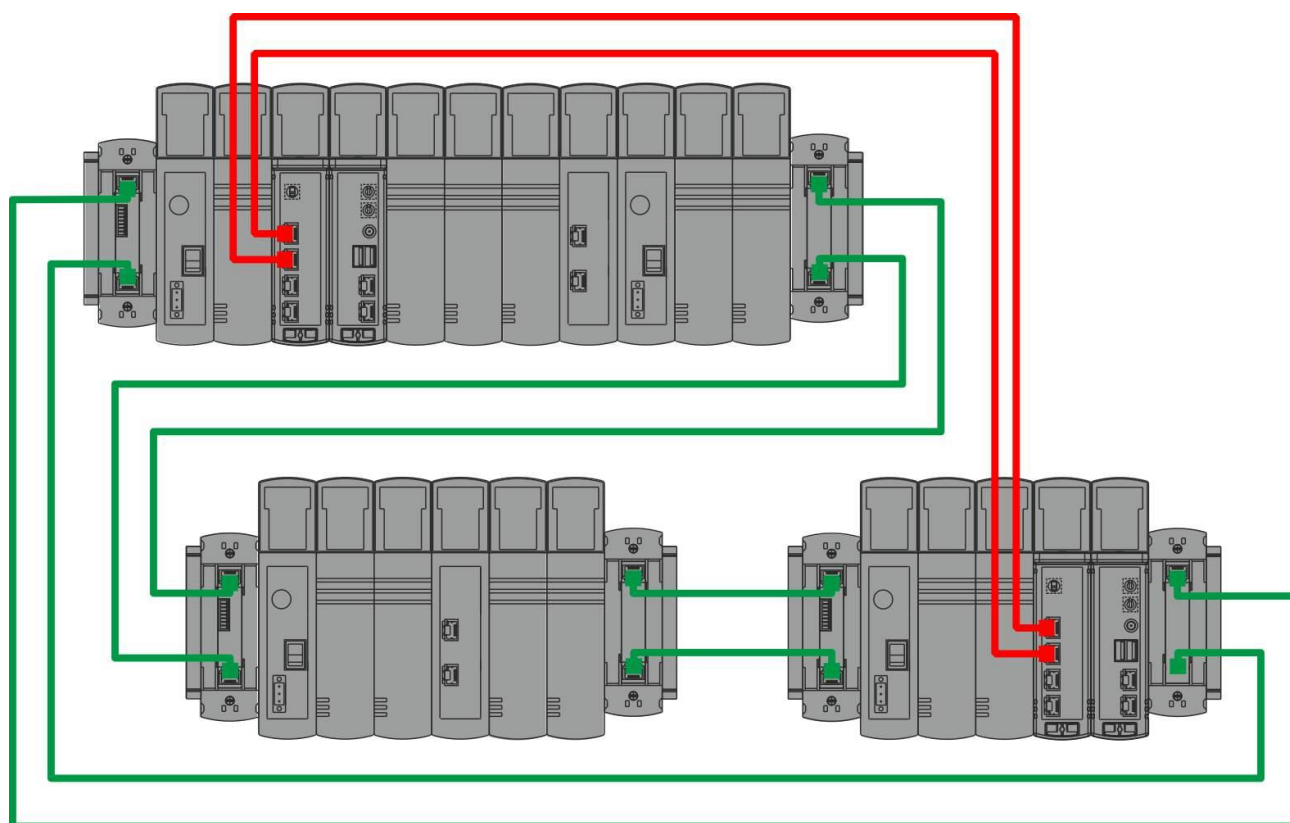


Рисунок 11 - Схема резервирования модулей ЦП контроллера при их расположении в разных крейтах

Смешанное резервирование

В данном типе резервирования часть модулей ввода/вывода дублируется и работает только с одним модулем ЦП, как в случае 100 % резервирования, а часть присутствует в единичном экземпляре и осуществляют обмен данных с обоими модулями ЦП. Количество возможных вариантов схем данного типа резервирования неограниченно. На Рисунке 12 представлена одна из них.

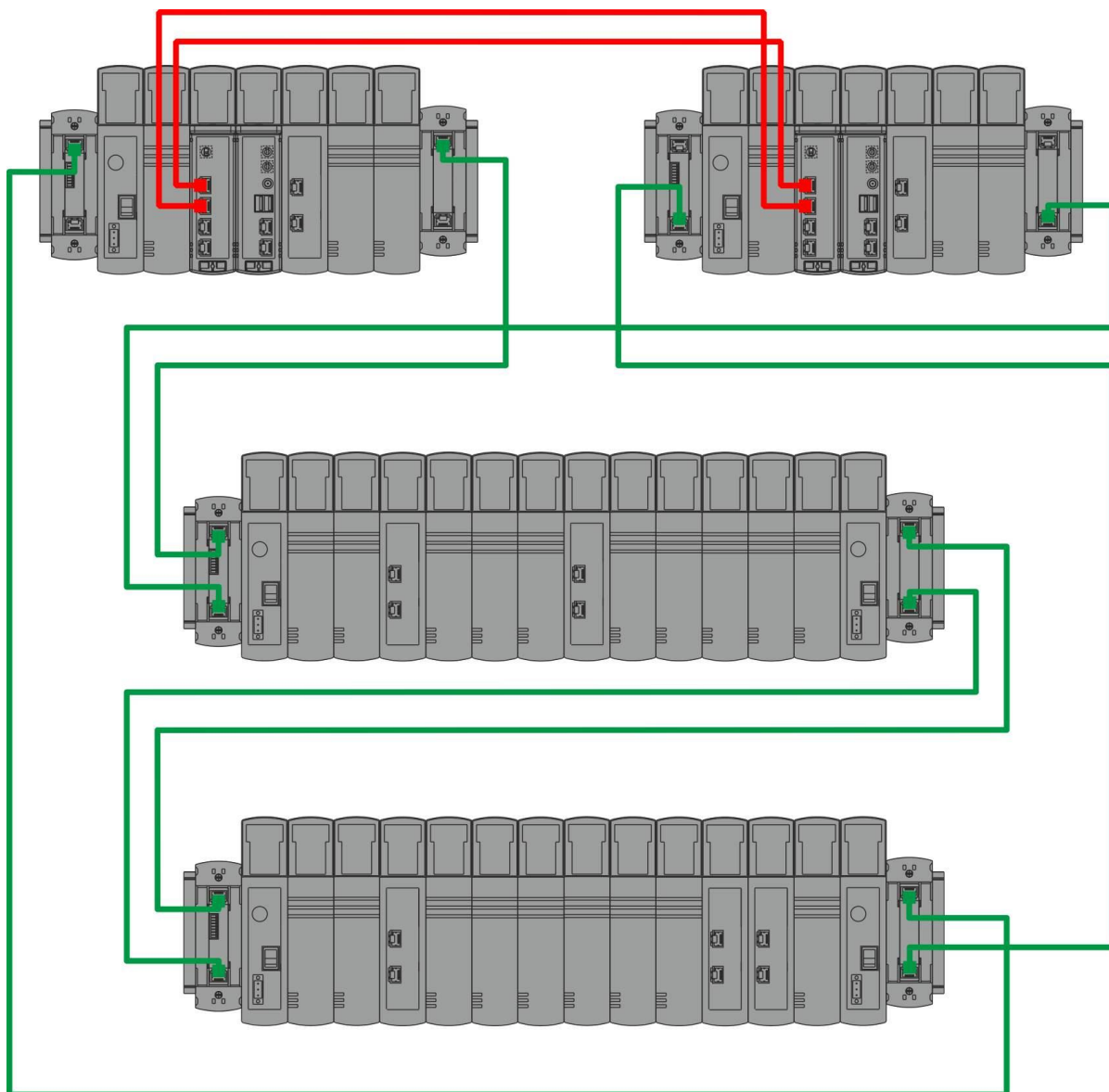


Рисунок 12 – Схема смешанного резервирования контроллера

МОНТАЖ

Монтаж контроллера осуществляется посредством несущей рейки (Рисунок 13).

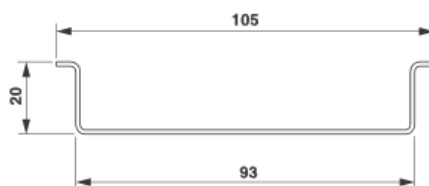


Рисунок 13 - Габаритные размеры несущей рейки

Несущая рейка крепится метизами непосредственно к монтажной панели шкафа (Рисунок 14).

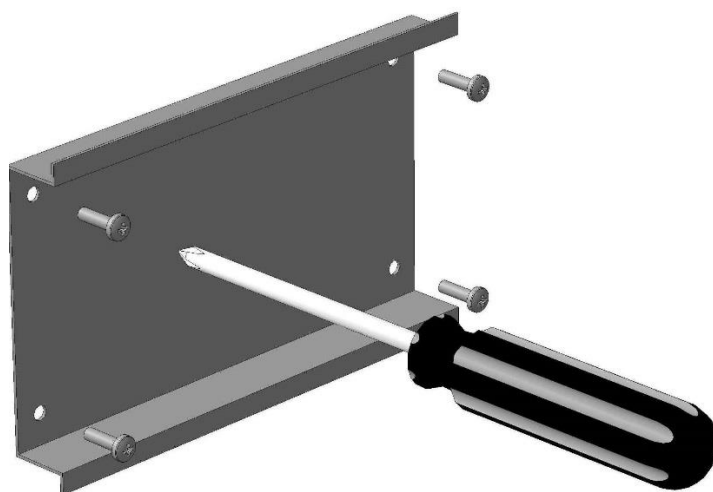


Рисунок 14 - Монтаж несущей рейки

На закрепленную несущую рейку монтируется требуемое количество шасси (но не более 40), которые соединяются между собой с помощью разъемов и образуют крейт (Рисунок 15). С обеих сторон крейта необходимо установить оконечный модуль.

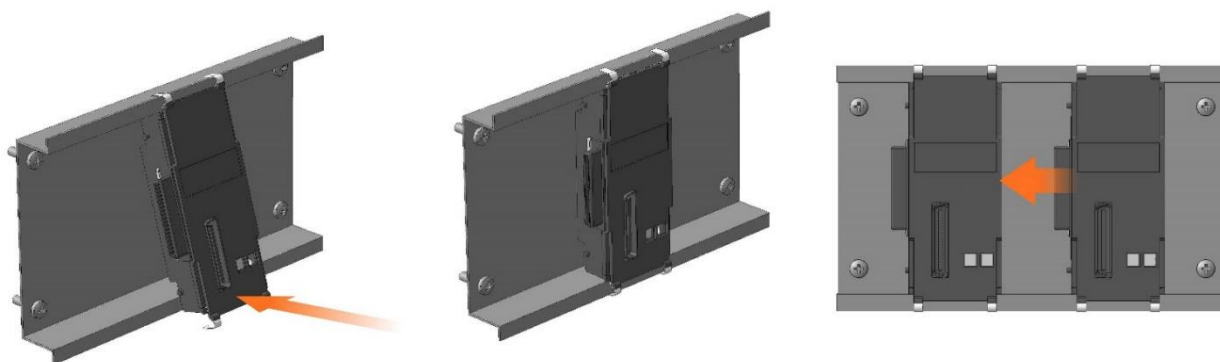


Рисунок 15 - Схема установки шасси на несущую рейку

После этого монтируются модули (Рисунок 16).

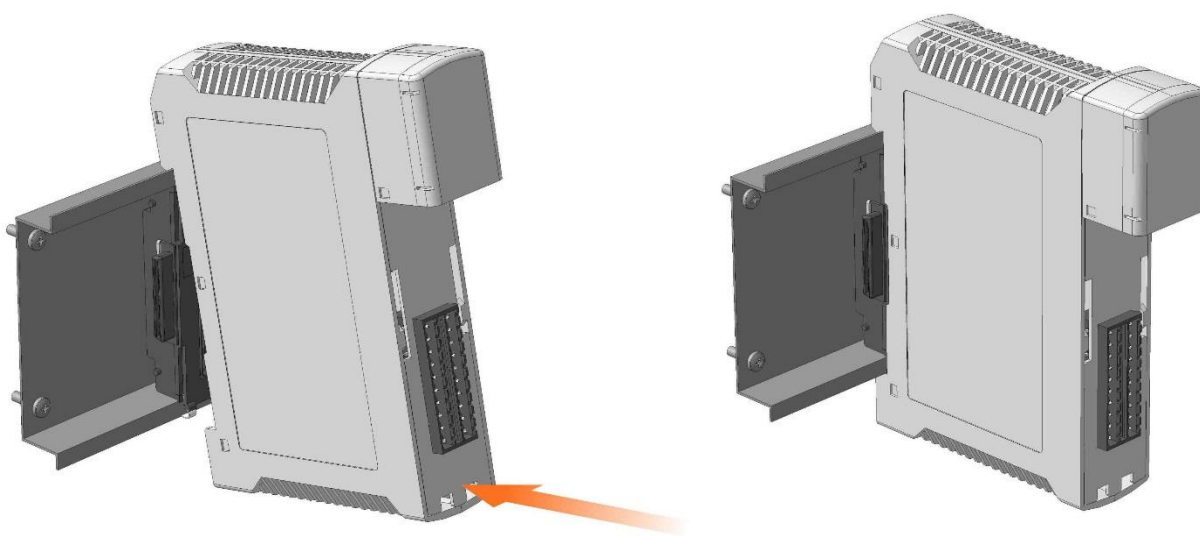


Рисунок 16 - Установка модулей контроллера

Последней на модули устанавливается съемная клеммная колодка (Рисунок 17).

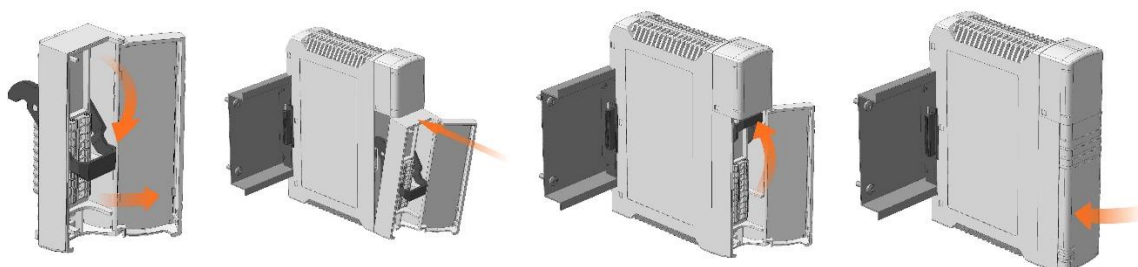


Рисунок 17 - Алгоритм установки клеммной колодки

Для естественного охлаждения контроллера, а также для удобства монтажа и эксплуатации, по периметру контроллера должно оставаться свободное пространство, не менее указанного на Рисунке 18.

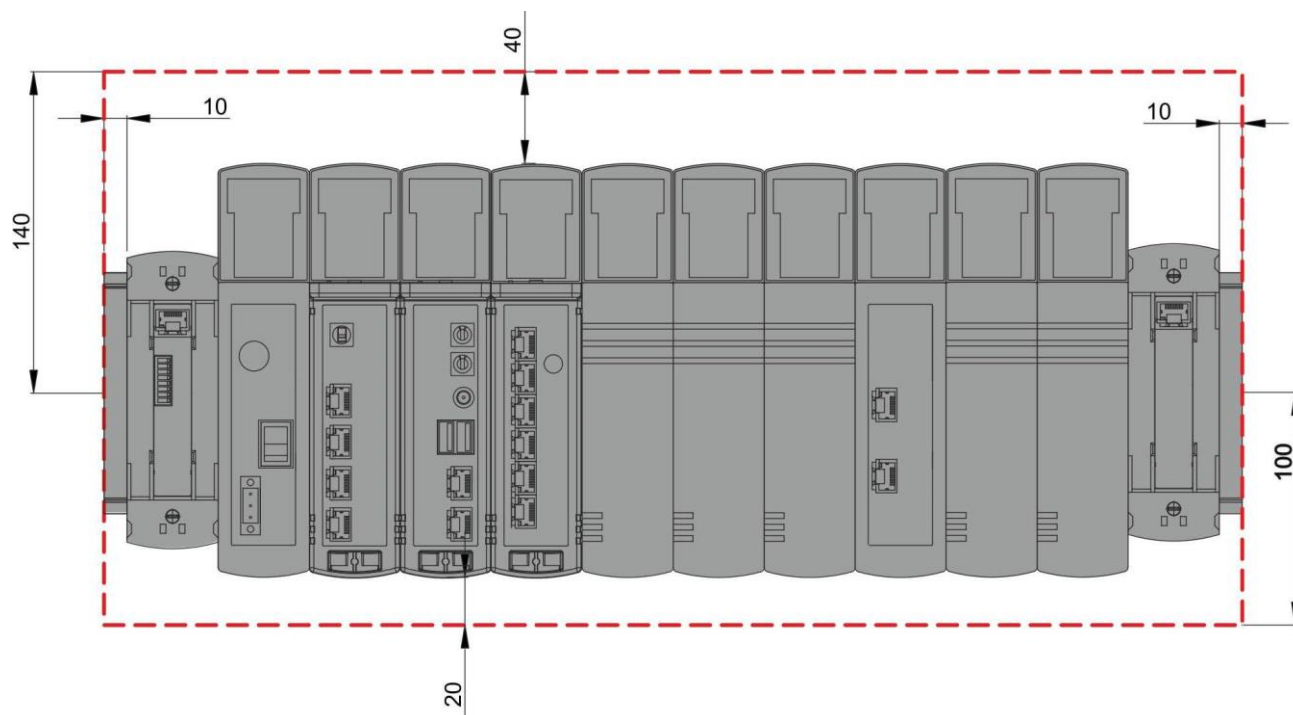


Рисунок 18 - Минимальное свободное пространство по периметру контроллера

Заземление контроллера осуществляется посредством заземления несущей рейки.

МОДУЛИ КОНТРОЛЛЕРА

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Контроллер имеет блочно-модульную конструкцию.

Условное обозначение модулей контроллера REGUL R500 формируется следующим образом:



Пример условного обозначения модуля – R500 AI 08 041, где:

R500 – серия контроллера;

AI – аналоговый ввод;

08 – количество каналов;

041 – порядковый номер в модельном ряде и номер разработки.

Полное наименование модуля образуется из названия модуля и его условного обозначения. Пример полного наименования при заказе или указании в документации модуля:

Модуль аналогового ввода R500 AI 08 041.

Полный перечень позиций, доступных для заказа, приведен в Приложении А.

Модули контроллера имеют набор программно-настраиваемых параметров, которые могут быть привязаны к переменным прикладной программы в среде разработки Epsilon LD. Перечень параметров для каждого модуля приведен в таблице «*Настроенные параметры модуля ...*» в соответствующем разделе данного документа.

Кроме того, большинство модулей имеют определенное количество логических каналов ввода/вывода, к которым можно привязать переменные прикладной программы. Некоторые из этих логических входов/выходов соответствуют тем или иным «физическим» входам/выходам модуля, а некоторые привязаны к внутренним регистрам модуля. Как и в случае с параметрами модулей, логические входы/выходы также доступны для конфигурирования пользователем в среде разработки Epsilon LD. Перечень логических входов/выходов для каждого модуля приведен в таблице «*Регистры данных ввода-вывода модуля ...*» в соответствующем разделе данного документа.

Панель индикации модулей состоит из индикаторов, условно делящихся на две основные группы:

1) Группа служебных индикаторов (состояние модуля) – отображает состояние модуля как такового, а также его работу в составе контроллера.

2) Группа функциональных индикаторов (состояние каналов) – отображает выполнение функционала, заложенного на модуль. Описание алгоритма работы этих индикаторов приведено в соответствующих разделах данного документа, посвящённых конкретному модулю.

В состав служебных индикаторов входят:

– индикаторы наличия обмена по шине данных (кроме модулей ЦП и ИП) - B1 и B2 (соответственно для шины 1 и шины 2);

– индикаторы мастера шины (только для модуля центрального процессора и модуля расширения шины) - MB1 и MB2 (соответственно для шины 1 и шины 2);

– индикаторы состояния модуля (кроме модулей ЦП и ИП) – RUN и ERR.

Соответствие свечения индикатора B1(B2) при определенном состоянии обмена данными по шине приведено в Таблице 1.

Таблица 1 - Алгоритм работы индикаторов B1(B2)

Состояние индикатора B1(B2)	Состояние модуля
Не горит	С момента включения и по настоящее время обмен по шине не производился и модуль на ней не инициализировался
Мигает зеленым/желтым	Идет инициализация модуля по данной шине
Горит желтым	Модуль сконфигурирован и осуществляет обмен по шине, но не выдает на выходные каналы полученные по ней данные (шина, как и центральный процессор, подключенный к ней, являются резервными)
Горит зеленым	Модуль сконфигурирован и осуществляет обмен по данной шине, а полученные по ней данные подаются на выходные каналы модуля (шина, как и центральный процессор, подключенный к ней, являются ведущими)
Мигает красным	Несоответствие типа модуля конфигурации шины или ПО модуля устаревшее
Горит красным	С момента включения по шине производился обмен, но в последствии связь по ней была утрачена

Индикаторы MB1 и MB2 отображают, мастером какой из шин в данный момент является этот модуль. При этом свечение зеленым цветом означает наличие обмена данными по данной шине, свечение красным – его отсутствие.

Индикатор состояния RUN светится зеленым цветом в том случае, если модуль успешно сконфигурирован и осуществляет обмен данными хотя бы по одной шине.

Соответствие свечения индикатора ERR режиму работы модуля приведено в Таблице 2.

Таблица 2 - Алгоритм работы индикатора ERR

Состояние индикатора ERR	Состояние модуля
Горит	Модуль не сконфигурирован и/или нет связи с модулем ЦП
Мигает	Внутренняя ошибка модуля по результатам самодиагностики

На лицевой панели модулей, помимо индикаторов состояния, присутствуют также разъемы для подключения внешних цепей. В каждом из разделов, описывающих модули контроллера, присутствуют схемы подключений этих разъемов.

Особенности работы модуля с двумя центральными процессорами

Каждый модуль контроллера имеет возможность работать с двумя центральными процессорами одновременно. Эта функция реализуется благодаря наличию в контроллере двух независимых шин данных и двух независимых каналов в каждом модуле.

Работа модуля с двумя центральными процессорами используется в контроллере, работающем по схеме с резервированным центральным процессором. В такой конфигурации один из центральных процессоров является основным, другой - резервным.

При работе в составе резервированного контроллера каждый из двух каналов модуля ввода/вывода может находиться в состоянии «Готовность» или «Работа».

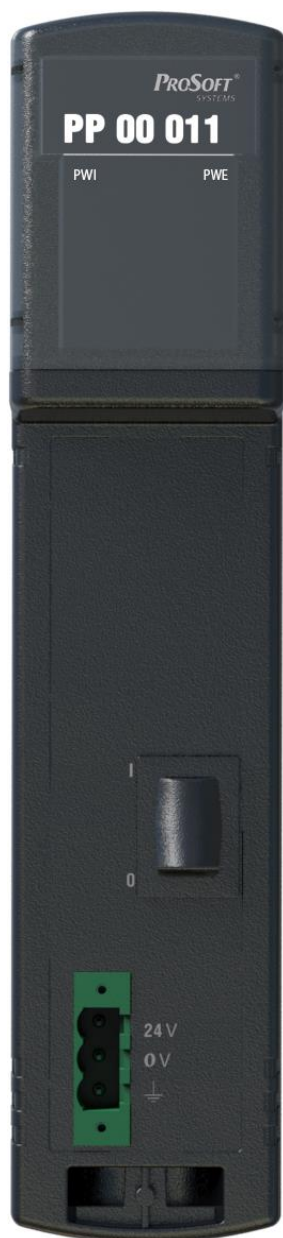
Если канал находится в состоянии «Готовность», то это означает, что он используется для обмена информацией с резервным центральным процессором. По этому каналу модуль ввода/вывода передает резервному центральному процессору всю диагностическую информацию, а также, в случае наличия, состояние входных каналов. Кроме того, модуль принимает от резервного центрального процессора команды управления, но не исполняет их до того момента, пока данный центральный процессор не станет основным (т.е. данный канал не перейдет в состояние «Работа»).

Канал в состоянии «Работа» осуществляет обмен информацией с основным центральным процессором. Это состояние отличается от состояния «Готовность» только тем, что переданные команды управления модуль не только принимает, но и исполняет.

В случае, если оба канала модуля ввода/вывода находятся в состоянии «Работа», то команды управление модуль исполняет только с первого канала.

МОДУЛИ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

Условное обозначение	Наименование модуля
R500 PP 00 011	Модуль источника питания 24В DC 75 Вт без гальваноизоляции
R500 PP 00 021	Модуль источника питания 24В DC 75 Вт с гальваноизоляцией



Модули источника питания выполняют следующие функции:

- осуществляют электропитание внутренних потребителей крейта контроллера стабилизированным напряжением 24 В постоянного тока;
- обеспечивают электромагнитную совместимость;
- обеспечивают гальваническую изоляцию внутренней сети электропитания от внешней (для PP 00 021).

Таблица 3 - Модули источника питания: технические характеристики

Наименование параметра, единица измерения	Значение	
	PP 00 011	PP 00 021
Входное напряжение постоянного тока, В:		
– номинальное значение	24	
– допустимый диапазон изменений	18...30	18...36
Входной ток, не более, А	3.2 (при 24 В), предохранитель 5А	3.6 (при 24 В)
Выходное напряжение постоянного тока, В	24	
Внутреннее потребление, Вт, не более	0.1	
Номинальное значение выходной мощности (мощность, выдаваемая на внутреннюю шину питания, Вт)	75	
Защита от перенапряжения	✓	✓
Защита от переполюсовки	✓	✓
Гальваническое разделение внешней и внутренней цепей	—	✓
Допустимая разность потенциалов, В		
– между входом и землей	1500	1500
– между входом и выходом	—	2250
Допустимое пиковое напряжение (100 мс), В	30	50
Рабочая температура	1°C...+50°C	
Температура хранения	-40°C...+70°C	
Количество занимаемых слотов	1	
Размеры (ШхВхГ), мм	40x180x145	
Вес, кг	0.4	0.7

В состав модуля PP 00 011 входит тракт стабилизации и фильтрации входного напряжения и плавкий предохранитель.

В состав модуля PP 00 021 входит преобразователь напряжения 24 В/24 В, обеспечивающий гальваническую изоляцию внутренней сети питания от внешней и фильтрацию входного напряжения

Кроме того, в состав обоих модулей входят расположенные на передней панели:

- электрический выключатель, предназначенный для коммутирования входного напряжения;
- светодиодная панель, предназначенная для осуществления световой индикации работы модуля.

Модуль источника питания передает в центральный процессор (в случае наличия резервного центрального процессора – в оба) информацию о наличии внешнего питания и состоянии присутствия на шине.

Подключение входного напряжения осуществляется через трехпиновый разъем, расположенный на передней панели модуля. Коммутирование входного напряжения осуществляется тумблером с символами «I» и «0», расположенным на передней панели. При этом положение тумблера «I» соответствует включенному состоянию, положение «0» - выключенному.

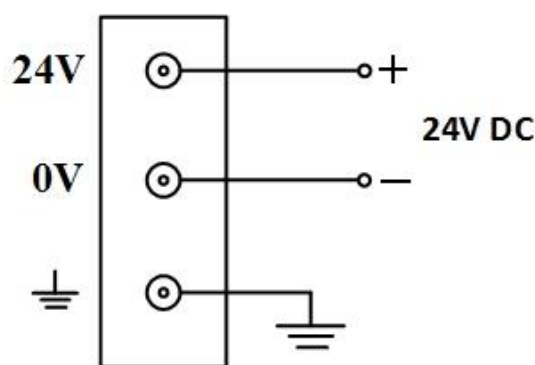


Рисунок 19 - Подключение входного напряжения 24В

Индикация

Группа функциональных индикаторов светодиодной панели модуля состоит из следующих индикаторов:

- PWE – индикатор горит при наличии входного напряжения от внешнего источника;
- PWI – индикатор горит при наличии питания на внутренней шине.

МОДУЛИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРОЦЕССОРА

Условное обозначение	Наименование модуля (характеристики)
R500 CU 00 051	Модуль центрального процессора Intel Atom, 1x4Gb SSD, RS-232, RS-485, 4 x Ethernet RJ45, 2xUSB, GPS/GLONASS
R500 CU 00 061	Модуль центрального процессора Intel Atom, 1x4Gb SSD, RS-232, RS-485, 2 x Ethernet RJ45, 2 x Ethernet SFP, 2xUSB, GPS/GLONASS
R500 CU 00 071	Модуль центрального процессора Intel Atom, 1x4Gb SSD, RS-232, RS-485, 4 x Ethernet RJ45, 2xUSB, DVI, GPS/GLONASS



Модуль центрального процессора выполняет следующие функции:

- самодиагностика, проверка конфигурации системы и работоспособности функциональных модулей;
- логическая обработка данных и выдача сигналов управления в соответствии с прикладной программой пользователя;
- обмен информацией со сторонним оборудованием посредством встроенных интерфейсов;
- сохранение данных в энергонезависимой памяти;
- обслуживание часов реального времени с приемом сигналов точного времени по GPS/ГЛОНАСС;
- автоматический перезапуск контроллера при подаче питания или сбое в работе.

Программное обеспечение модулей центрального процессора опционально поддерживает функцию WEB-визуализации. В этом случае к условному обозначению модуля прибавляется буква (W), например, CU 00 051 (W).

Таблица 4 - Модули центрального процессора: технические характеристики

Наименование параметра, единица измерения	Значение		
	CU 00 051	CU 00 061	CU 00 071
Тип процессора	Intel Atom E3805	Intel Atom E3805	Intel Atom E3825
Тактовая частота процессора, ГГц	1.33	1.33	1.46
Объем ОЗУ, Гб	2		
Объем ПЗУ, Гб	4 Гб (опционально до 64 Гб)		
Интерфейсы:			
RS-232	1		
RS-485	1		
Ethernet	4 x RJ45	2 x RJ45, 2 x SFP	4 x RJ45
USB	2		
DVI	—	—	1
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, максимум, Вт	16	18	18
Рабочая температура	+1°C...+50°C		
Температура хранения	-40°C...+70°C		
Количество занимаемых слотов	2		
Размеры (ШхВхГ), мм	80x180x145		
Вес, кг	0.6		

В состав модуля входят:

- COM-модуль;
- два твердотельных накопителя объемом 4 Гб каждый;
- модуль GPS\ГЛОНАСС;
- элемент питания часов реального времени;
- коммуникационные порты RS-232, RS-485, Ethernet, DVI, USB;
- переключатель режима работы;
- светодиодная панель, предназначенная для осуществления световой индикации

работы модуля.

В основе модулей центрального процессора лежит COM-модуль, который представляет собой одноплатный компьютер. Он устанавливается на плату центрального процессора, при этом полностью закрывается радиатором, что обеспечивает, помимо

теплоотведения, дополнительную защиту от механических повреждений и электромагнитных волн. COM-модуль подключается к плате центрального процессора с помощью 220-пинового разъема (стандарт COM Express), на который выведены все цифровые интерфейсы, а именно:

- PCIe;
- SATA;
- USB;
- SMBus/I2C.

Шины PCIe используются вывода интерфейса Ethernet 10BASE-T/100BASE-T/1000BASE-T через разъемы RJ45 (или SFP) на переднюю панель модуля (Port 3 – Port 6).

Шины SATA используются для подключения твердотельного накопителя объемом 4 Гб. Накопитель используется для хранения файлов операционной системы центрального процессора и прикладной программы, а также - реализации на нем пользовательских архивов.

Один из интерфейсов USB COM-модуля используется для подключения четырехканальной микросхемы связи Full-Speed USB UART. Два из этих четырех каналов выведены на переднюю панель на разъемы RJ-45 в виде интерфейсов RS-232 (Port 1, распиновка в Таблице 5) и RS-485 (Port 2, распиновка в Таблице 6). Третий канал используется для подключения аппаратного модуля GPS/ГЛОНАСС. Для подключения GPS антенны к модулю GPS/ГЛОНАСС на передней панели модуля центрального процессора предусмотрен разъем SMA-BJ. Все каналы связи гальванически отвязаны друг от друга.

Второй из интерфейсов USB COM-модуля через гальваноизоляцию с помощью usb-switch выведен на лицевую панель через 2 разъема USB-Host для подключения USB-совместимых устройств ввода (спецификация USB2.0), таких как клавиатура, мышь, сенсорный экран и т.д.

Кроме того, на переднюю панель модуля центрального процессора CU 00 071 выведен видеоинтерфейс DVI со стандартной распиновкой.

Шина SMBus/I2C используется для подключения переключателей режима работы модуля (RUN/STOP и KEY) и светодиодной панели.

Переключатель режима работы RUN/STOP расположен на передней панели модуля. Он имеет два положения: «RUN» и «STOP». Режим «RUN» является основным режимом функционирования контроллера при его работе в составе системы управления. В данном режиме контроллера производится логическая обработка информации, формирование выходных воздействий в соответствии с прикладной программой. В режиме «STOP» прикладная программа не выполняется.

Переключатель KEY управляет автозапуском прикладной программы. Положение I – автозапуск выключен, II – включен.

Переключатель MBS определяет, мастером какой из двух шин данных является модуль. Он имеет два положения:

- в положении I центральный процессор обеспечивает обмен данными между модулями по первой шине данных;
- в положении II - по второй шине данных.

Индикация

Группа функциональных индикаторов светодиодной панели модуля состоит из следующих индикаторов:

- PWR – индикатор горит при наличии питающего напряжения от шины питания контроллера;

- RUN – индикатор горит при выполнении прикладной программы в центральном процессоре, если не горит, то пользовательская программа не выполняется (не загружена или переключатель «RUN/STOP» в положении STOP);

- RDD – индикатор горит при работе модуля в качестве ведущего центрального процессора в составе резервированного контроллера, медленно мигает (1 Гц) - при работе модуля в качестве ведомого центрального процессора в составе резервированного контроллера, быстро мигает (5 Гц) – при обновлении программы центрального процессора, работающего в составе резервированного контроллера, либо в случае ошибочной конфигурации резервирования;

- HF – индикатор горит в случае отсутствия или неисправности одного из модулей контроллера (неисправность в шине ПЛК);

- PF – индикатор горит, когда присутствует программная ошибка в модуле, медленно моргает (1 Гц), если не загружена пользовательская программа;

Также имеются комбинации перечисленных выше индикаторов, означающих следующие режимы работы контроллера:

- PF&HF горят - не запущена среда исполнения основного ПО CODESYS, модуль в текущем состоянии не работоспособен;

- PF&RUN быстро моргают - исключительная ситуация (EXCEPTION), ошибка выполнения ПО;

- GPS – индикатор мигает, когда присутствует сигнал со спутников;

- RX – индикаторы мигают при приеме данных в соответствующем канале;

- TX – индикаторы мигают при передаче данных в соответствующем канале;

- Lk – индикаторы мигают при наличии обмена через соответствующие Ethernet-порты;
- LD1...4 – пользовательские индикаторы, состояние работы которых определяет пользователь.

Таблица 5 - Распиновка разъема RJ-45 Port 1 (*)

№ вывода	Обозначение вывода
1	RXD
2	CTS
3	TXD
4	RTS
8	GND

*- нумерация контактов снизу-вверх, когда модуль расположен передней панелью к пользователю

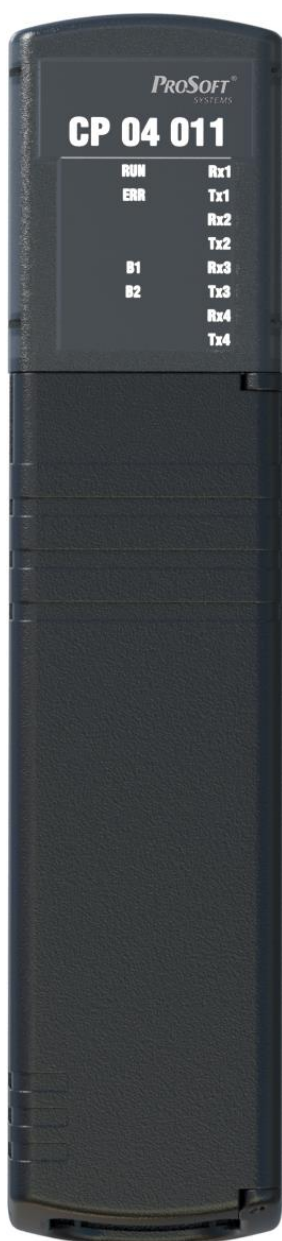
Таблица 6 - Распиновка разъема RJ-45 Port 2 (*)

№ вывода	Обозначение вывода
1	B
2	A
3	(terminator)
8	GND

*- нумерация контактов снизу-вверх, когда модуль расположен передней панелью к пользователю

МОДУЛИ КОММУНИКАЦИОННОГО ПРОЦЕССОРА

Условное обозначение	Наименование модуля
R500 CP 04 011	Модуль коммуникационного процессора RS485 (Modbus RTU), 4 порта
R500 CP 02 021	Модуль коммуникационного процессора Ethernet (Modbus TCP/IP), 2 порта
R500 CP 06 111	Модуль коммуникационного процессора EtherCAT (модуль расширения шины), 6 портов



Модуль коммуникационного процессора CP 04 011

Модуль предназначен для организации четырех независимых каналов связи по интерфейсу RS485. Модуль не содержит внутри себя драйверы протоколов. Он осуществляет физическое подключение внешних устройств. Драйверы протоколов передачи данных по этим каналам функционируют в модуле центрального процессора.

Таблица 7 - Модуль коммуникационного процессора CP 04 011: технические характеристики

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество портов	4
Реализуемые протоколы	МЭК 870-5-101 Slave МЭК 870-5-101 Master Modbus RTU Slave Modbus RTU Master
Скорость передачи данных, бит/с	150-115200
Гальваническая развязка, В	
– между каналами и внутренней шиной	1000
– между каналами и напряжением питания контроллера	3000
– между каналами	1000
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, Вт	5
Рабочая температура	1°C...+50°C
Температура хранения	-40°C...+70°C
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	40x180x145
Вес, кг	0.6

В состав модуля входят:

- микропроцессор;
- 4 микросхемы RS485;
- источник питания (DC/DC-преобразователь 24В/5В);
- панель индикации.

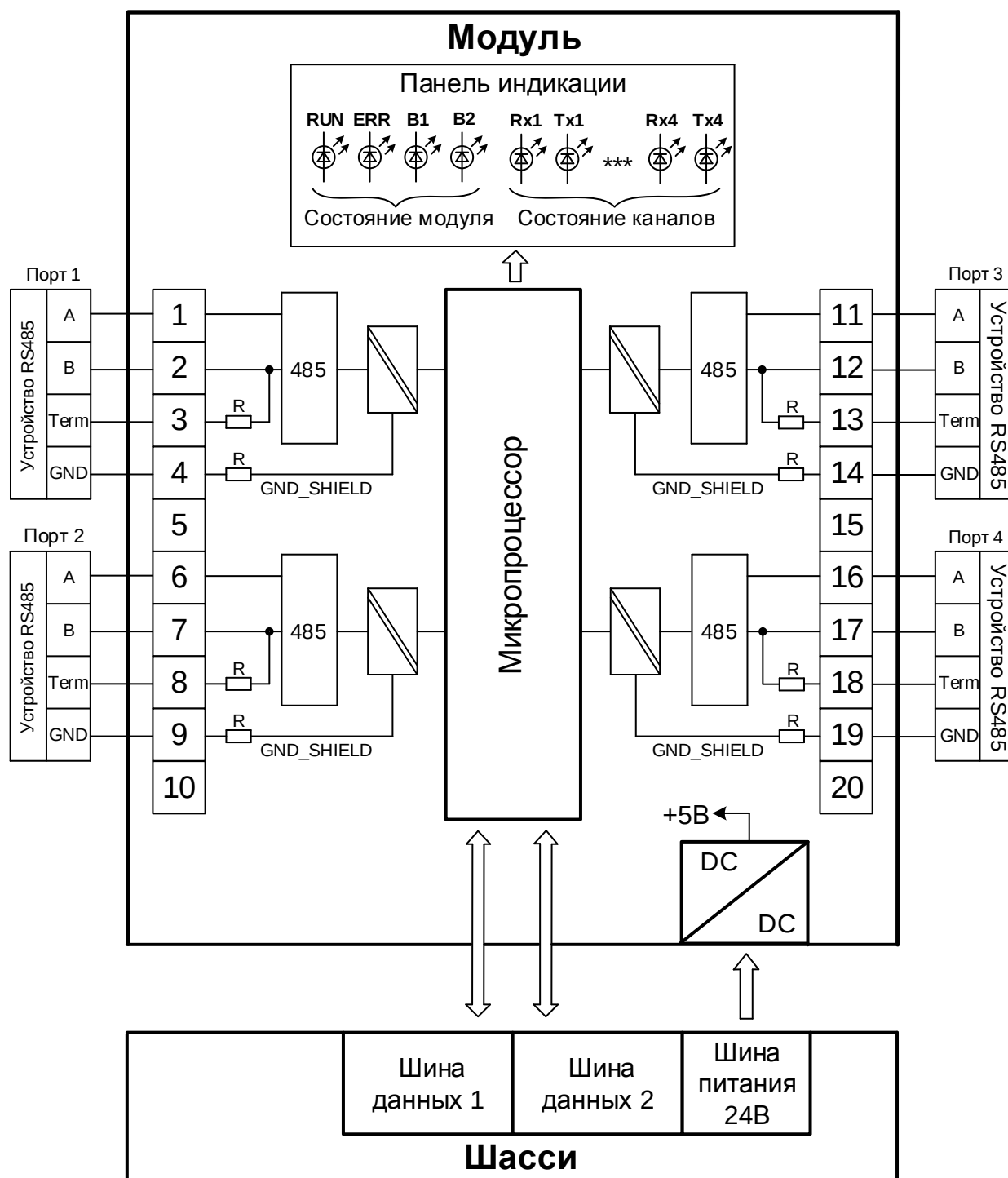


Рисунок 20 - Схема модуля CP 04 011

Индикация

Индикация состояния каналов модулей: свечение индикаторов RX и TX для каждого порта означает прием или передачу данных в канале.

Таблица 8 - Настраиваемые параметры модуля CP 04 011

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Скорость	UInt	9600	Скорость обмена.
Биты данных	Byte	8	Количество бит данных.
Проверка четности	Byte	0	Проверка четности: 0 – нет проверки (none), 1 – устанавливается при нечетности (even), 2 – устанавливается при четности (odd), 3 – всегда 1 (mark), 4 – всегда 0 (space).
Стоповые биты	Byte	0	Количество стоповых бит: 0 – 1, 1 – 1.5, 2 – 2.



Модуль коммуникационного процессора CP 02 021

Модуль коммуникационного процессора CP 02 021 предназначен для организации двух независимых каналов связи по интерфейсу Ethernet 100BASE-T. Модуль не содержит внутри себя драйверы протоколов. Он осуществляет физическое подключение внешних устройств. Драйверы протоколов передачи данных по этим каналам функционируют в модуле центрального процессора.

Таблица 9 - Модуль коммуникационного процессора CP 02 021: технические характеристики

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество портов	2
Реализуемые протоколы	МЭК 870-5-104 Slave МЭК 870-5-104 Master Modbus TCP Slave Modbus TCP Master
Интерфейс	Ethernet 100BASE-T
Гальваническая развязка, В	
– между каналами и внутренней шиной	1000
– между каналами и напряжением питания контроллера	3000
– между каналами	1000
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, Вт	5
Рабочая температура	1°C...+50°C
Температура хранения	-40°C...+70°C
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	40x180x145
Вес, кг	0.6

В состав модуля входят:

- микропроцессор;
- 2 микросхемы Ethernet PHY – интегральные микросхемы, предназначенные для реализации физического уровня интерфейса Ethernet 100BASE-T;
- источник питания (DC/DC-преобразователь 24В/5В);
- панель индикации.

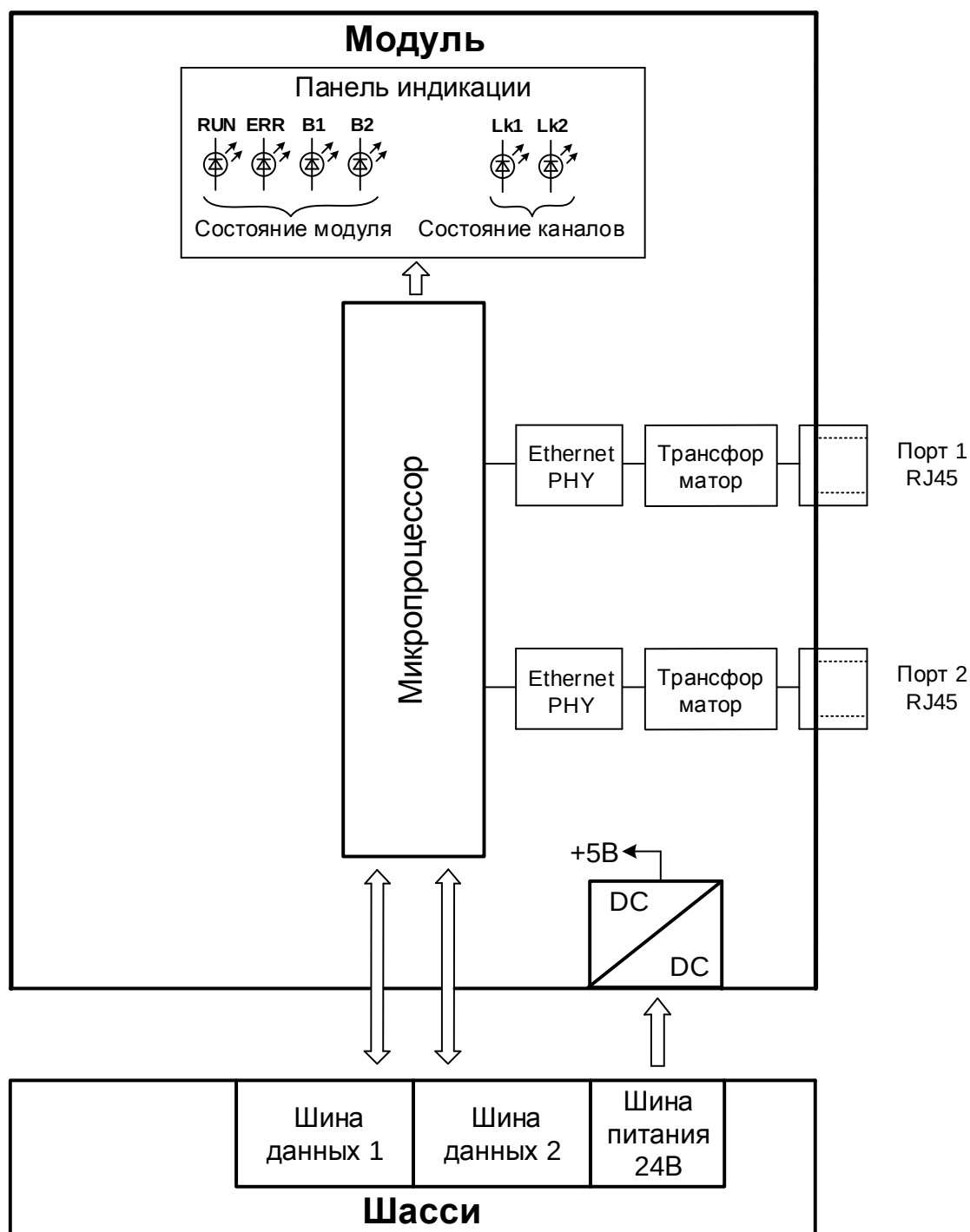


Рисунок 21 - Схема модуля CP 02 021

Индикация

Индикация состояния каналов модулей: мигание индикаторов Lk определяет наличие обмена через соответствующие Ethernet-порты.



Модуль коммуникационного процессора CP 06 111 (модуль расширения шины)

Модуль коммуникационного процессора CP 06 111 предназначен для расширения внутренней шины данных EtherCAT. Благодаря ему возможно построение распределенных систем подключения крейтов типа «звезда».

Модуль представляет собой своего рода коммутатор внутренней шины данных. К нему можно подсоединить до шести линий связи, на каждую из которых, в свою очередь, можно подключить несколько крейтов расширения по схеме «звезда». Ограничений по количеству крейтов, подключаемых к одному модулю, нет.

Модуль может устанавливаться в любом крейте, как центрального процессора, так и крейте расширения. При этом модуль может быть установлен в крейт, который уже подключен посредством модуля данного типа.

Подключение крейтов к модулю может осуществляться только посредством оконечного модуля IN, т.е. модули CP 06 111 не могут быть коммутированы между собой.

Модуль одновременно может работать только по одной внутренней шине данных. Выбор номера шины производится аналогично модулю центрального процессора – переключателем MBS. При этом положение I соответствует первой шине, II – второй.

В резервируемый контроллер требуется устанавливать модули парой, при этом один должен работать на первой шине, другой – на второй.

Таблица 10 - Модуль коммуникационного процессора CP 06 111: технические характеристики

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество портов	6
Реализуемые протоколы	EtherCAT
Интерфейс	Ethernet 100BASE-T
Гальваническая развязка, В	
– между каналами и внутренней шиной	1000
– между каналами и напряжением питания контроллера	1000
– между каналами	1000
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, Вт	5
Рабочая температура	1°C...+50°C
Температура хранения	-40°C...+70°C
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	40x180x145
Вес, кг	0.6

В состав модуля входят:

- микропроцессор;
- 6 микросхем Ethernet PHY – интегральные микросхемы, предназначенные для реализации физического уровня интерфейса Ethernet 100BASE-T;
- 6 контроллеров шины данных;
- переключатель MBS – определяет, мастером какой из двух шин данных является модуль (положение I – обмен по первой шине, положение II – по второй);
- источник питания (DC/DC-преобразователь 24В/5В);
- панель индикации.

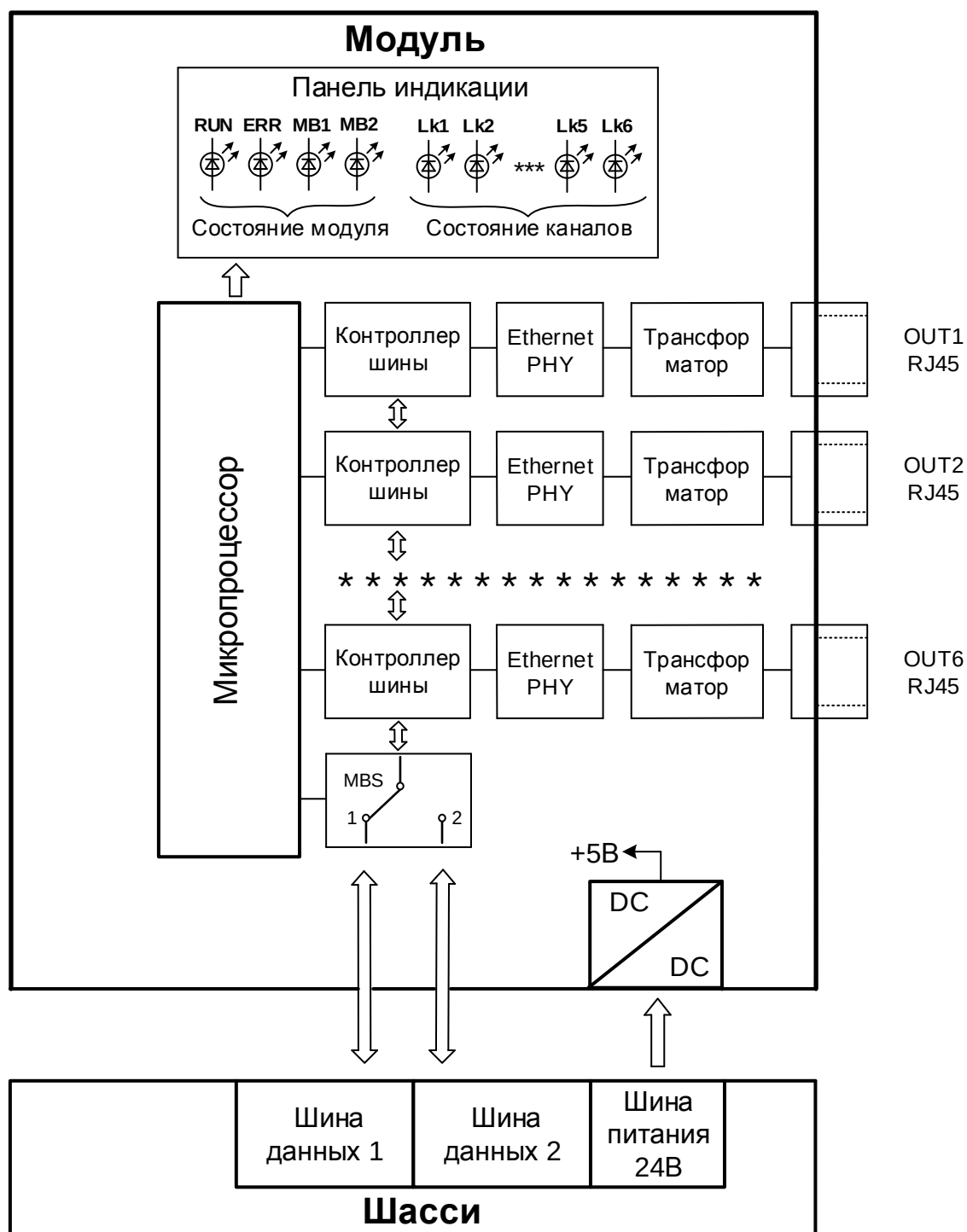


Рисунок 22 - Схема модуля CP 06 111

Индикация

Индикация состояния каналов модулей: мигание индикаторов Lk определяет наличие обмена через соответствующие Ethernet-порты.

МОДУЛИ АНАЛОГОВОГО ВВОДА

Условное обозначение	Наименование модуля
R500 AI 16 011	Модуль аналогового ввода ток 4-20 мА, 16 каналов, общая гальваническая изоляция
R500 AI 08 041	Модуль аналогового ввода, ток 0/4-20 мА, -10...+10 В; 0...+10В, 8 каналов, поканальная гальваническая изоляция, индивидуальный АЦП на каждый канал
R500 AI 08 051	Модуль аналогового ввода 8-канальный, ток 0/4-20 мА, -10...+10 В; 0...+10В, 8 каналов, поканальная гальваническая изоляция, один АЦП на все каналы

Обработка входного сигнала в модулях аналогового ввода

Модули аналогового ввода предоставляют пользователю информацию о входном сигнале в трех вариантах:

- непосредственно код аналого-цифрового преобразователя (АЦП);
- значение электрической величины входного сигнала (мА, В, Ом);
- значения инженерной величины, измеренной первичным преобразователем (давление, температура, масса, уровень и т.д.).

Алгоритм преобразования сигнала следующий: аналоговый сигнал, поступающий на вход АЦП, преобразуется в мгновенное значение кода C , соответствующее входному сигналу.

Вычисление электрической величины U производится по следующей формуле

$$U = k_0 + k_1 C,$$

где k_0 и k_1 – коэффициенты преобразования кода АЦП в электрическую величину. Данные коэффициенты являются параметрами калибровки канала и индивидуальны для каждого диапазона измерений каждого аналогового канала.

После того, как получена электрическая величина U , производится вычисление текущего усредненного значения электрической величины U_i как экспоненциальное взвешенное скользящее среднее:

$$U_i = \alpha u_i + (1 - \alpha)U_{i-1},$$

где α – коэффициент усреднения (задается пользователем).

Инженерная величина x рассчитывается по формуле

$$x = K_0 + K_1 U,$$

где K_0 и K_1 – коэффициенты преобразования электрической величины в инженерную. Данные коэффициенты задаются пользователем. Они индивидуальны для каждого диапазона измерений каждого аналогового канала.

На каждом из трех этапов преобразования входного аналогового сигнала функционирует алгоритм проверки сигнала на выход за границы:

- при достижении сигналом границ измерения АЦП (приходит максимальный или минимальный код АЦП), значение физической величины приравнивается максимальному или минимальному возможному значению для данного типа данных соответственно и выставляется признак недостоверности канала по выходу за нижнюю или верхнюю границы АЦП;

- при достижении электрической величины U минимально возможного $U_{\min}$ (например, меньше 4 мА), выставляется признак выхода сигнала за нижнюю границу измерения электрической величины. Если значение U выше максимально возможного $U_{\max}$ (например, больше 20 мА), то выставляется признак выхода сигнала за верхнюю границу измерения электрической величины;

- выход за пределы инженерной величины обрабатывается аналогично выходу за пределы электрической величины. Пределы инженерной величины задаются пользователем.

Помимо отслеживания выхода сигнала за пределы измерения, производится также контроль скачка сигнала и его отбраковывание при достижении определенных условий.

Скачок обнаруживается следующим образом: пользователь задает максимальную скорость $V_{\max}$ изменения инженерной величины. Под скоростью V изменения инженерной величины подразумевается прирост величины Δx за время цикла измерения. Если текущая скорость изменения V больше по модулю, чем $V_{\max}$, то считается, что начался скачок и до его окончания все мгновенные значения бракуются. В момент начала скачка запоминается последнее достоверное мгновенное значение x_0 . Для каждого нового x рассчитывается некоторое x' – теоретическое возможное значение инженерной величины, при условии, что оно изменяется в том же направлении, в котором произошел скачок, со скоростью $V_{\max}$.

Теоретическое значение x' рассчитывается по формуле

$$x'_i = x'_{i-1} \pm \Delta x_{\max},$$

при этом x'_0 равно последнему, не забракованному x , а знак перед $\Delta x_{\max}$ зависит от направления скачка.

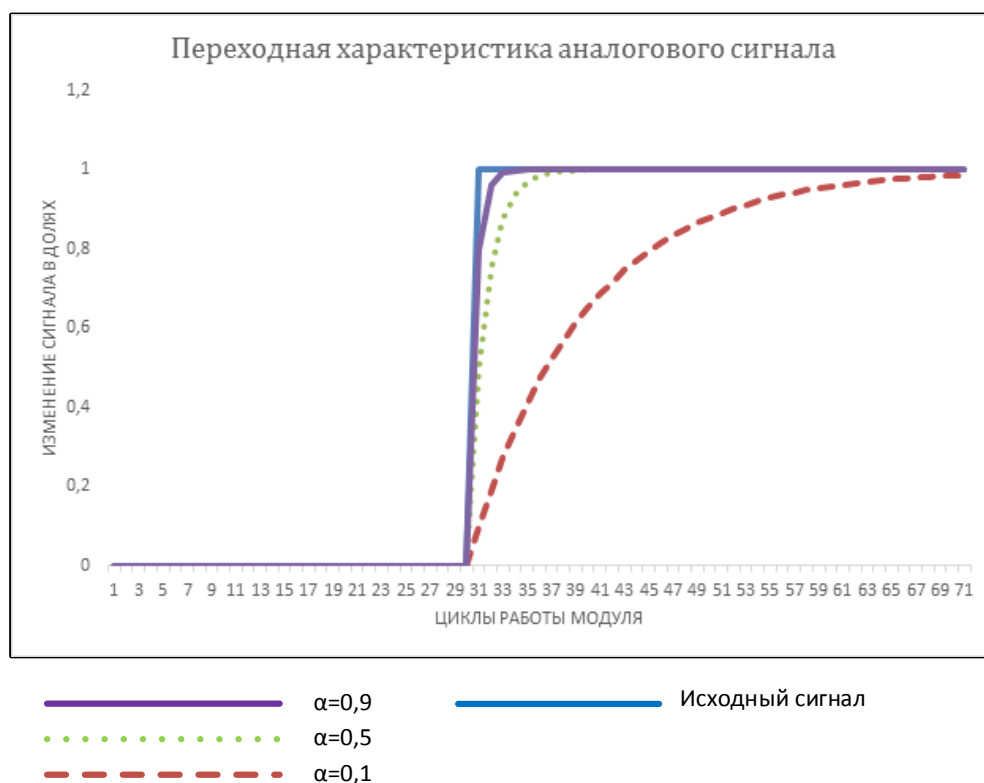


Рисунок 23 - Зависимость аналогового сигнала от коэффициента усреднения α

Если скачок длится дольше времени нечувствительности к скачку (параметр определяется пользователем), то в статусе выставляется признак бракования канала по скачку. Обработка скачка заканчивается при выполнении одного из условий:

- знак разницы $x - x'$ меняется на противоположный, при этом величина перестает изменяться или направление ее изменения совпадает с направлением скачка;

- скачок длится 100 миллисекунд,

при этом усреднение начинается с начала, то есть усредненное значение X принимается равным мгновенному x , а признак бракования канала, если он был выставлен, снимается.

Индикация

Соответствие свечения функциональных индикаторов модуля состоянию входного канала представлено в таблице ниже.

Таблица 11 - Индикация состояния каналов модулей аналогового ввода

Состояние индикатора	Состояние канала
Не горит	Канал замаскирован
Горит зеленым	Входной сигнал в границе измерения электрической величины
Горит желтым	Входной сигнал вышел за границу измерения электрической величины
Горит красным	Входной сигнал вышел за границу измерения АЦП



Модуль аналогового ввода 8-канальный AI 08 041

Модуль предназначен для ввода 8 аналоговых дифференцированных сигналов постоянного тока и/или напряжения постоянного тока. Диапазон измерения сигналов программно-аппаратно конфигурируемый и лежит в следующих пределах:

- от минус 10 до плюс 10 В;
- от 0 до плюс 10 В;
- от 4 до 20 мА.

Измерительные каналы модулей гальванически разделены между собой.

Таблица 12 – Модуль аналогового ввода AI 08 041: технические характеристики

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество каналов	8
Тип входов	дифференциальный
Разрядность (включая область перегрузки), бит	14
Канал измерения тока от 4 до 20 мА	
Типовой входной диапазон, мА	4...20
Измеряемый диапазон, мА	0...25
Допустимый входной ток (уставка самовосстанавливающего предохранителя), мА	50
Входное сопротивление, Ом	110
Канал измерения напряжения от 0 до плюс 10В	
Входной диапазон, В	
– типовой	0...10
– измеряемый	0...11
Входное сопротивление, кОм	не менее 100
Канал измерения напряжения от минус 10 до плюс 10В	
Входной диапазон, В	
– типовой	-10 ...+10
– измеряемый	-11 ...+11
Входное сопротивление, кОм	не менее 100
Общие характеристики каналов измерения	
Время преобразования на канал, мс	0.6
Время преобразования на модуль (все каналы разблокированы), мс	4.8
Гальваническая развязка, В	
– между каналами и внутренней шиной	1000
– между каналами и напряжением питания контроллера	3000
– между каналами	1000
Допустимая разность потенциалов, В	
– между каналами	1000
Защита от обратной полярности	✓

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока и силы постоянного тока, %	0.025
Пределы допускаемого изменения погрешности измерения напряжения постоянного тока и силы постоянного тока, %/°C	0.002
2-проводное подключение датчиков (пассивный датчик)	✓
4-проводное подключение датчиков (активный датчик)	✓
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, Вт	7
Рабочая температура	1°C...+50°C
Температура хранения	-40°C...+70°C
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	40x180x145
Вес, кг	0.6

В состав модуля входят:

- 8 блоков измерения входных сигналов, состоящих из АЦП и гальванической изоляции;
- микропроцессор;
- источник питания (DC/DC-преобразователь 24В/5В);
- панель индикации.

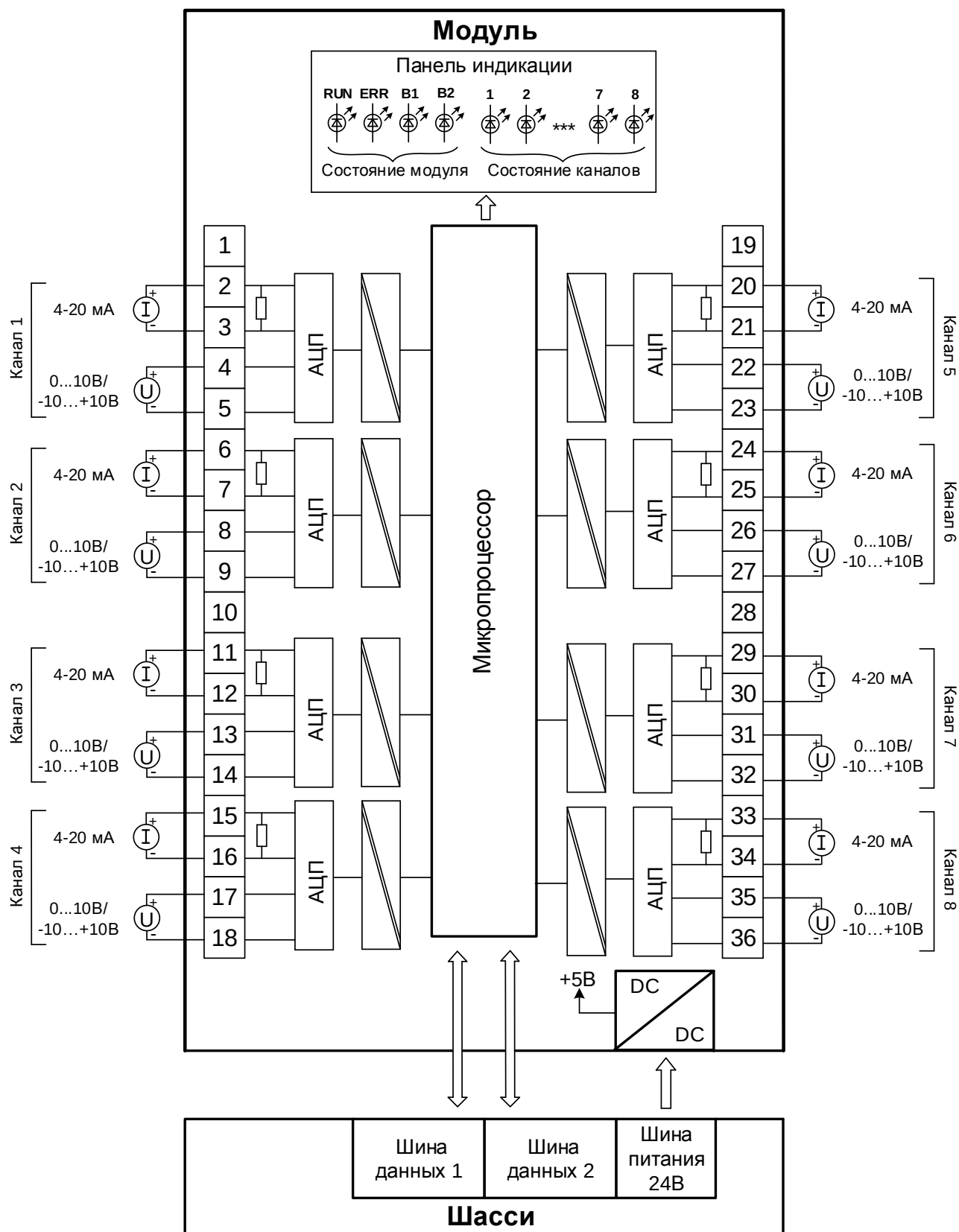


Рисунок 24 - Схема модуля AI 08 041

Таблица 13 - Настраиваемые параметры модуля AI 08 041

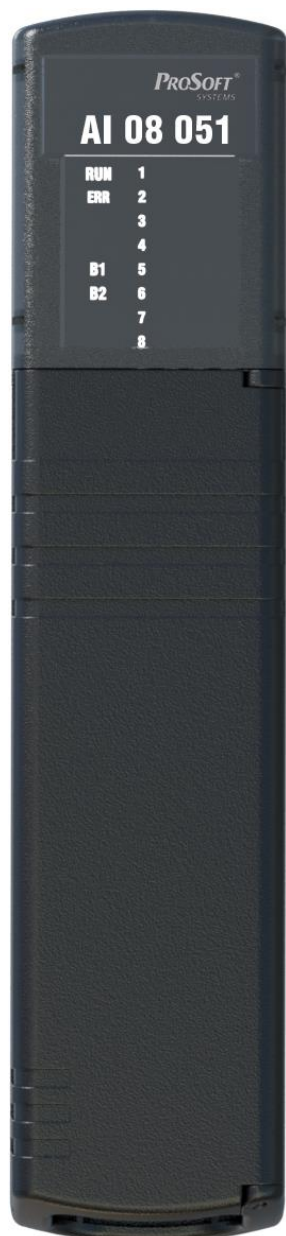
Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Коэффициент K_0	REAL	0.0	Коэффициент K_0 преобразования электрической величины в инженерную величину.
Коэффициент K_1	REAL	1.0	Коэффициент K_1 преобразования электрической величины в инженерную величину.
Коэффициент k_0 (+/- 10В)	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k_0 преобразования кода АЦП в напряжение для канала +/- 10 В.
Коэффициент k_1 (+/- 10В)	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k_1 преобразования кода АЦП в напряжение для канала +/- 10 В.
Коэффициент k_0 (0 – 10 В)	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k_0 преобразования кода АЦП в напряжение для канала 0 - 10 В.
Коэффициент k_1 (0 – 10 В)	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k_1 преобразования кода АЦП в напряжение для канала 0 - 10 В.
Коэффициент k_0 (4 – 20 мА)	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k_0 преобразования кода АЦП в ток в диапазоне 4-20 мА.
Коэффициент k_1 (4 – 20 мА)	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k_1 преобразования кода АЦП в ток в диапазоне 4-20 мА.
Тип канала	BYTE	0	Тип канала: 0 – +/- 10 В; 1 – от 0 до 10 В; 2 – от 4 до 20 мА.
Коэффициент усреднения α	REAL	0	Коэффициент усреднения α в диапазоне значений [0...1]
Скорость скачка	REAL	3.4E+38	Максимальная скорость изменения инженерной величины за 660 мкс (время скачка).
Время нечувствительности к скачку	BYTE	100	Время нечувствительности к скачку, мс
Нижняя граница инженерной величины	REAL	-3.4E+38	Значение нижней границы инженерной величины
Верхняя граница инженерной величины	REAL	-3.4E+38	Значение верхней границы инженерной величины
Тип передаваемой величины	BYTE	1	Тип передаваемой величины 0 – коды АЦП, 1 – электрические единицы, 2 – значение физической величины

Таблица 14 - Регистры данных ввода-вывода модуля AI 08 041

Тип данных	Назначение
REAL	Значение на канале N, где N = [0...7]
BYTE	Статусы канала N, где N = [0...7]

Статусы каналов:

- 1 бит: Бракование канала;
- 2 бит: Выход сигнала за верхнюю границу измерения инженерной величины;
- 3 бит: Выход сигнала за нижнюю границу измерения инженерной величины;
- 4 бит: Выход сигнала за верхнюю границу измерения электрической величины;
- 5 бит: Выход сигнала за нижнюю границу измерения электрической величины;
- 6 бит: Недостоверность канала по выходу за верхнюю границу АЦП;
- 7 бит: Недостоверность канала по выходу за нижнюю границу АЦП.



Модуль аналогового ввода 8-канальный AI 08 051

Модуль предназначен для ввода 8 аналоговых дифференцированных сигналов постоянного тока и/или напряжения постоянного тока. Диапазон измерения сигналов программно-аппаратно конфигурируемый и лежит в следующих пределах:

- от минус 10 до плюс 10 В;
- от 0 до плюс 10 В;
- от 4 до 20 мА.

Измерительные каналы модулей гальванически разделены между собой.

Таблица 15 – Модули аналогового ввода AI 08 051: технические характеристики

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество каналов	8
Тип входов	дифференциальный
Разрядность (включая область перегрузки), бит	14
Канал измерения тока от 4 до 20 мА	
Типовой входной диапазон, мА	4...20
Измеряемый диапазон, мА	0...25
Допустимый входной ток (уставка самовосстанавливающего предохранителя), мА	50
Входное сопротивление, Ом	249
Канал измерения напряжения от 0 до плюс 10В	
Входной диапазон, В	
– типовой	0...10
– измеряемый	0...11
Входное сопротивление, кОм	не менее 100
Канал измерения напряжения от минус 10 до плюс 10В	
Входной диапазон, В	
– типовой	-10 ...+10
– измеряемый	-11 ...+11
Входное сопротивление, кОм	не менее 100
Общие характеристики каналов измерения	
Время преобразования на канал, мс	0.6
Время преобразования на модуль (все каналы разблокированы), мс	4.8
Гальваническая развязка, В	
– между каналами и внутренней шиной	1000
– между каналами и напряжением питания контроллера	3000
– между каналами	500
Допустимая разность потенциалов, В	
– между каналами	300
Защита от обратной полярности	✓

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока и силы постоянного тока, %	0.1
Пределы допускаемого изменения погрешности измерения напряжения постоянного тока и силы постоянного тока, %/ $^{\circ}\text{C}$	0.002
2-проводное подключение датчиков (пассивный датчик)	✓
4-проводное подключение датчиков (активный датчик)	✓
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, Вт	5
Рабочая температура	$1^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$
Температура хранения	$-40^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	40x180x145
Вес, кг	0.6

В состав модуля входят:

- 8 блоков первичной обработки входных сигналов с гальванической изоляцией;
- модуль мультиплексора;
- АЦП на все каналы;
- микропроцессор;
- источник питания (DC/DC-преобразователь 24В/5В);
- панель индикации.

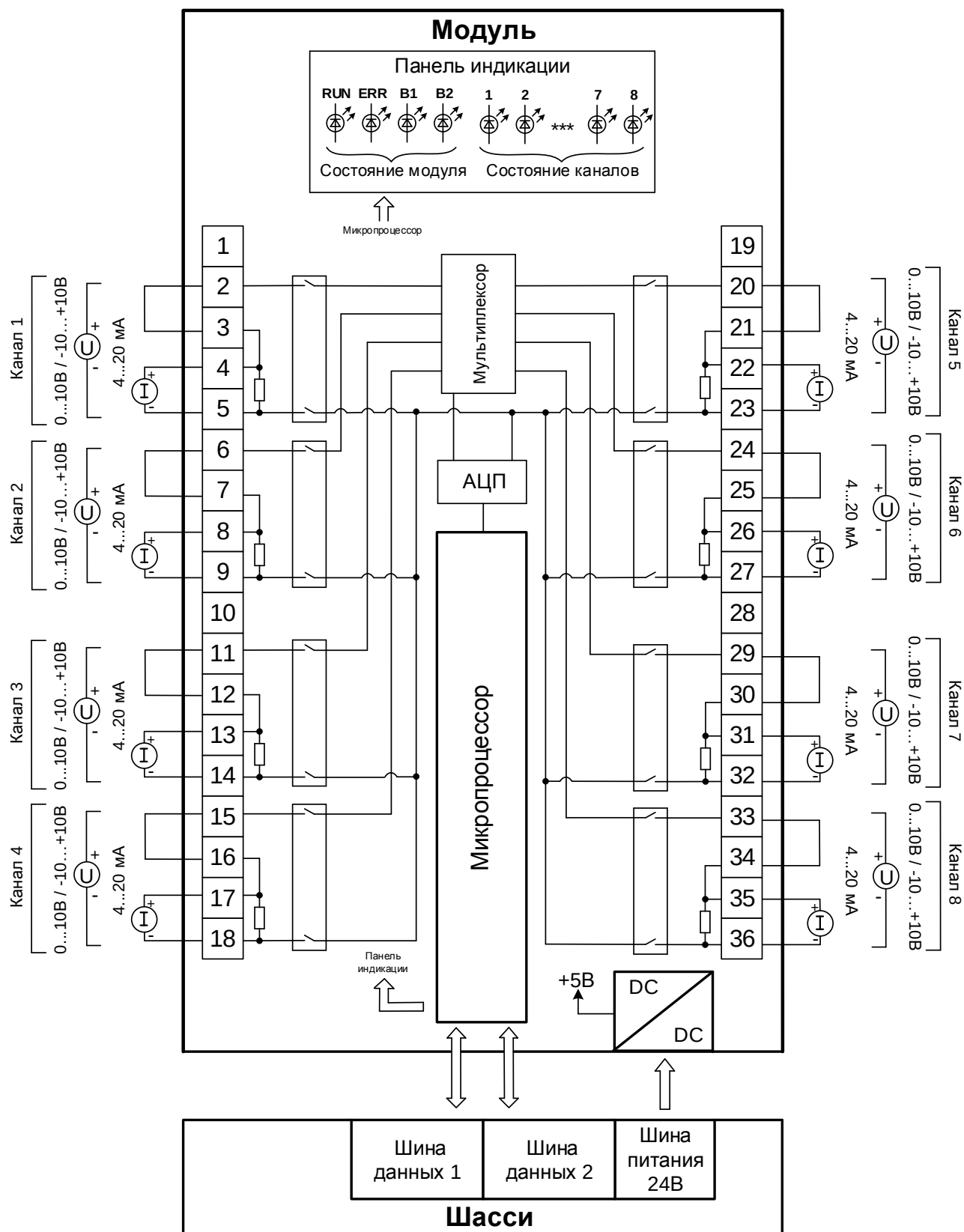


Рисунок 25 - Схема модуля AI 08 051

Таблица 16 - Настроечные параметры модуля AI 08 051

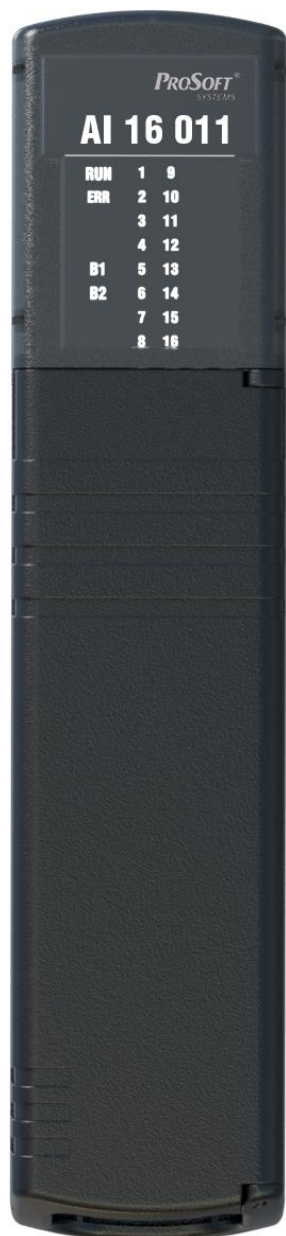
Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Коэффициент K_0	REAL	0.0	Коэффициент K_0 преобразования электрической величины в инженерную величину.
Коэффициент K_1	REAL	1.0	Коэффициент K_1 преобразования электрической величины в инженерную величину.
Коэффициент k_0 (+/- 10В)	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k_0 преобразования кода АЦП в напряжение для канала +/- 10 В.
Коэффициент k_1 (+/- 10В)	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k_1 преобразования кода АЦП в напряжение для канала +/- 10 В.
Коэффициент k_0 (0 – 10 В)	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k_0 преобразования кода АЦП в напряжение для канала 0 - 10 В.
Коэффициент k_1 (0 – 10 В)	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k_1 преобразования кода АЦП в напряжение для канала 0 - 10 В.
Коэффициент k_0 (4 – 20 мА)	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k_0 преобразования кода АЦП в ток в диапазоне 4-20 мА.
Коэффициент k_1 (4 – 20 мА)	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k_1 преобразования кода АЦП в ток в диапазоне 4-20 мА.
Тип канала	BYTE	0	Тип канала: 0 – +/- 10 В; 1 – от 0 до 10 В; 2 – от 4 до 20 мА.
Коэффициент усреднения α	REAL	0	Коэффициент усреднения α в диапазоне значений [0...1]
Скорость скачка	REAL	3.4E+38	Максимальная скорость изменения инженерной величины за 660 мкс (время скачка).
Время нечувствительности к скачку	BYTE	100	Время нечувствительности к скачку, мс
Нижняя граница инженерной величины	REAL	-3.4E+38	Значение нижней границы инженерной величины
Верхняя граница инженерной величины	REAL	-3.4E+38	Значение верхней границы инженерной величины
Тип передаваемой величины	BYTE	1	Тип передаваемой величины 0 – коды АЦП, 1 – электрические единицы, 2 – значение физической величины

Таблица 17 - Регистры данных ввода-вывода модуля AI 08 051

Тип данных	Назначение
REAL	Значение на канале N, где $N = [0 \dots 7]$
BYTE	Статусы канала N, где $N = [0 \dots 7]$

Статусы каналов:

- 1 бит: Бракование канала;
- 2 бит: Выход сигнала за верхнюю границу измерения инженерной величины;
- 3 бит: Выход сигнала за нижнюю границу измерения инженерной величины;
- 4 бит: Выход сигнала за верхнюю границу измерения электрической величины;
- 5 бит: Выход сигнала за нижнюю границу измерения электрической величины;
- 6 бит: Недостоверность канала по выходу за верхнюю границу АЦП;
- 7 бит: Недостоверность канала по выходу за нижнюю границу АЦП.



Модуль аналогового ввода 16-канальный AI 16 011

Модуль предназначен для ввода 16 аналоговых сигналов постоянного тока 4 – 20 мА. Измерительные каналы модуля гальванически не разделены между собой.

В состав модуля входят:

- 16 блоков первичной обработки и формирования входных сигналов;
- модуль мультиплексора, АЦП и гальванической развязки;
- микропроцессор;
- источник питания (DC/DC-преобразователь 24В/5В);
- панель индикации.

Таблица 18 – Модуль аналогового ввода AI 16 011: технические характеристики

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество каналов	16
Тип входов	дифференциальный
Разрядность (включая область перегрузки), бит	14
Типовой входной диапазон, мА	4...20
Измеряемый диапазон, мА	0...25
Допустимый входной ток, мА	50
Входное сопротивление, Ом	110
Время преобразования на канал, мс	0.6
Время преобразования на модуль (все каналы разблокированы), мс	9.6
Гальваническая развязка, В	
– между каналами и внутренней шиной	1000
– между каналами и напряжением питания контроллера	3000
– между каналами	—
Допустимая разность потенциалов, В	
– между каналами	16
Защита от обратной полярности	✓
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения силы постоянного тока, %	0.1
Пределы допускаемого изменения погрешности измерения силы постоянного тока, %/°C	0.002
2-проводное подключение датчиков (пассивный датчик)	✓
4-проводное подключение датчиков (активный датчик)	✓
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, Вт	3
Рабочая температура	1°C...+50°C
Температура хранения	-40°C...+70°C
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	40x180x145
Вес, кг	0.6

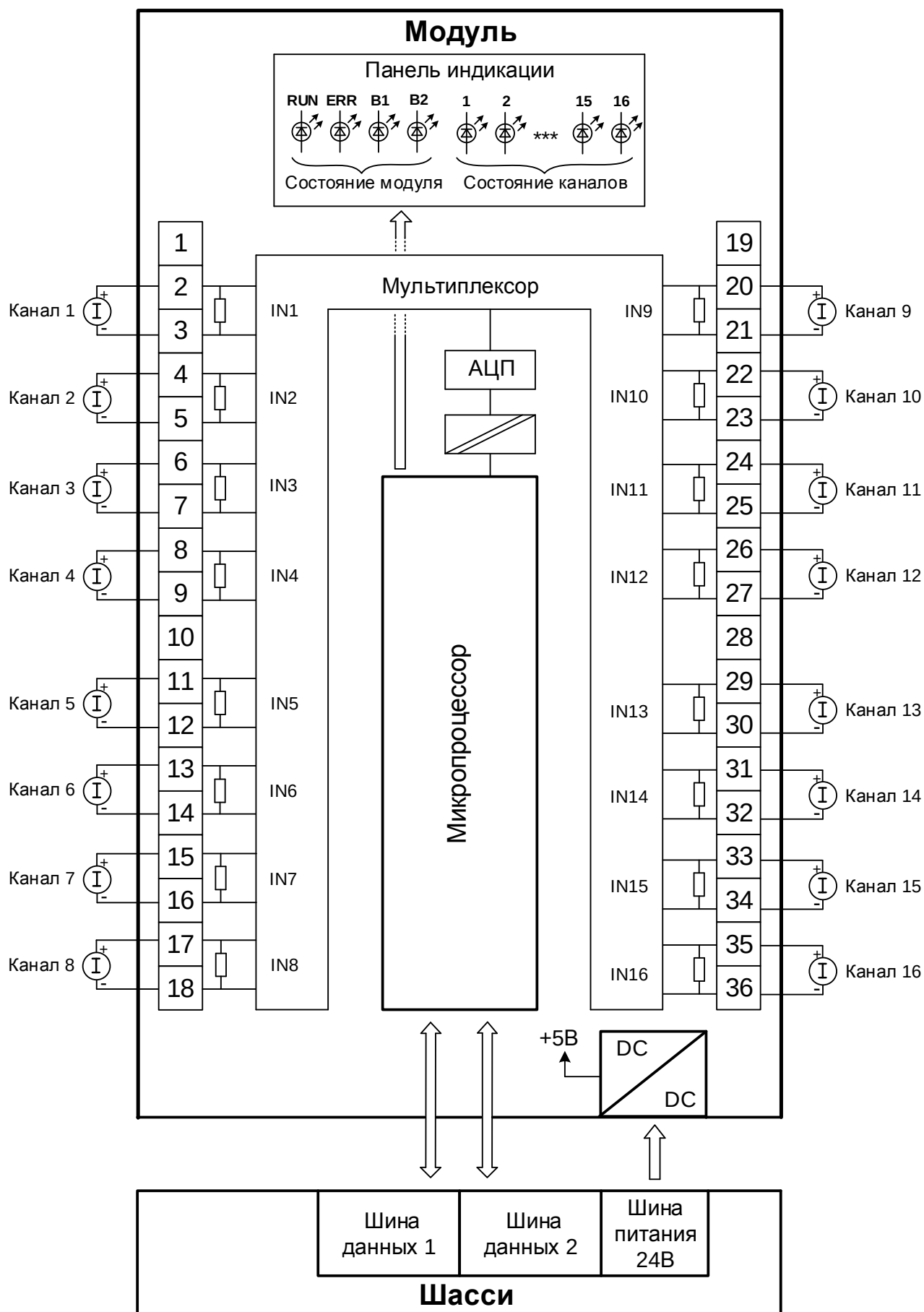


Рисунок 26 - Схема модуля AI 16 011

Таблица 19 - Настраиваемые параметры модуля AI 16 011

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Коэффициент K_0	REAL	0.0	Коэффициент K_0 преобразования электрической величины в инженерную величину.
Коэффициент K_1	REAL	1.0	Коэффициент K_1 преобразования электрической величины в инженерную величину.
Коэффициент k_1 (0 – 10 В)	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k_1 преобразования кода АЦП в напряжение для канала 0 – 10 В.
Коэффициент k_0 (4 – 20 мА)	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k_0 преобразования кода АЦП в ток в диапазоне 4-20 мА.
Коэффициент усреднения α	REAL	0	Коэффициент усреднения α в диапазоне значений [0...1]
Скорость скачка	REAL	3.4E+38	Максимальная скорость изменения инженерной величины за 660 мкс (время скачка).
Время нечувствительности к скачку	BYTE	100	Время нечувствительности к скачку, мс
Нижняя граница инженерной величины	REAL	-3.4E+38	Значение нижней границы инженерной величины
Верхняя граница инженерной величины	REAL	-3.4E+38	Значение верхней границы инженерной величины
Тип передаваемой величины	BYTE	1	Тип передаваемой величины 0 – коды АЦП, 1 – электрические единицы, 2 – значение физической величины

Таблица 20 - Регистры данных ввода-вывода модуля AI 16 011

Тип данных	Назначение
REAL	Значение на канале N, где N = [0...15]
BYTE	Статусы канала N, где N = [0...15]

Статусы каналов:

- 1 бит: Бракование канала;
- 2 бит: Выход сигнала за верхнюю границу измерения инженерной величины;
- 3 бит: Выход сигнала за нижнюю границу измерения инженерной величины;
- 4 бит: Выход сигнала за верхнюю границу измерения электрической величины;
- 5 бит: Выход сигнала за нижнюю границу измерения электрической величины;
- 6 бит: Недостоверность канала по выходу за верхнюю границу АЦП;
- 7 бит: Недостоверность канала по выходу за нижнюю границу АЦП.

МОДУЛИ АНАЛОГОВОГО ВЫВОДА

Условное обозначение	Наименование модуля
R500 АО 08 011	Модуль аналогового вывода, ток 4-20 мА, 8 каналов, поканальная гальваническая изоляция



Модуль предназначен для вывода 8 дифференцированных аналоговых сигналов постоянного тока 4 – 20 мА.

В состав модуля входят:

- 8 цифроаналоговых преобразователей (ЦАП);
- 8 элементов гальванической развязки (DC);
- микропроцессор;
- источник питания (DC/DC-преобразователь 24В/5В);
- панель индикации.

Таблица 21 – Модуль аналогового вывода АО 08 011: технические характеристики

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество каналов	8
Тип выходов	дифференциальный
Разрядность, бит	16
Типовой выходной диапазон, мА	4...20
Генерируемый ток, мА	0...25
Сопротивление нагрузки, Ом	не более 800
Суммарное время установления сигнала на всех выходах, не более, мс	5
Гальваническая развязка, В	
– между каналами и внутренней шиной	1000
– между каналами и напряжением питания контроллера	3000
– между каналами	500
Допустимая разность потенциалов, В	
– между каналами	500
Защита от обратной полярности питающего напряжения	✓
Напряжение внешнего питания, В	12...30
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, %	0.1
Пределы допускаемого изменения погрешности воспроизведения силы постоянного тока, %/°C	0.0025
Потребление тока от внешнего источника питания, не более, А	0.5
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, Вт	5
Рабочая температура	1°C...+50°C
Температура хранения	-40°C...+70°C
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	40x180x145
Вес, кг	0.6

Алгоритм работы модуля следующий: микропроцессор получает команду на установку выходного значения x от центрального процессора. Микропроцессор пересчитывает эту величину в значение силы тока I , по следующей формуле:

$$I = K_0 + K_1 * x,$$

где: K_0 , K_1 - коэффициенты преобразования сигнала из инженерной величины в электрический сигнал.

По умолчанию коэффициенты K_0 , K_1 равны «0» и «1» соответственно, что означает следующее равенство $x = I$. Т.е. без настройки каналов из прикладной программы в модуль передается управляющий сигнал в виде значения силы тока на выходе. При желании пользователя, коэффициенты K_0 , K_1 могут быть изменены индивидуально для каждого канала как при конфигурации контроллера, так и в процессе его работы.

Коэффициенты K_0 , K_1 хранятся в конфигурационном файле проекта в модуле центрального процессора, поэтому при замене модуля аналогового вывода сохраняют свое значение.

Далее происходит пересчет силы тока I в код цифро-аналогового преобразователя C по следующей формуле:

$$C = k_0 + k_1 * I,$$

где: k_0 , k_1 - коэффициенты преобразования сигнала из электрического сигнала в код ЦАП.

Коэффициенты k_0 , k_1 являются калибровочными и уникальны для каждого канала. Первично они прописываются при заводской калибровке модуля.

Коэффициенты k_0 , k_1 хранятся в ПЗУ модуля вывода аналоговых сигналов.

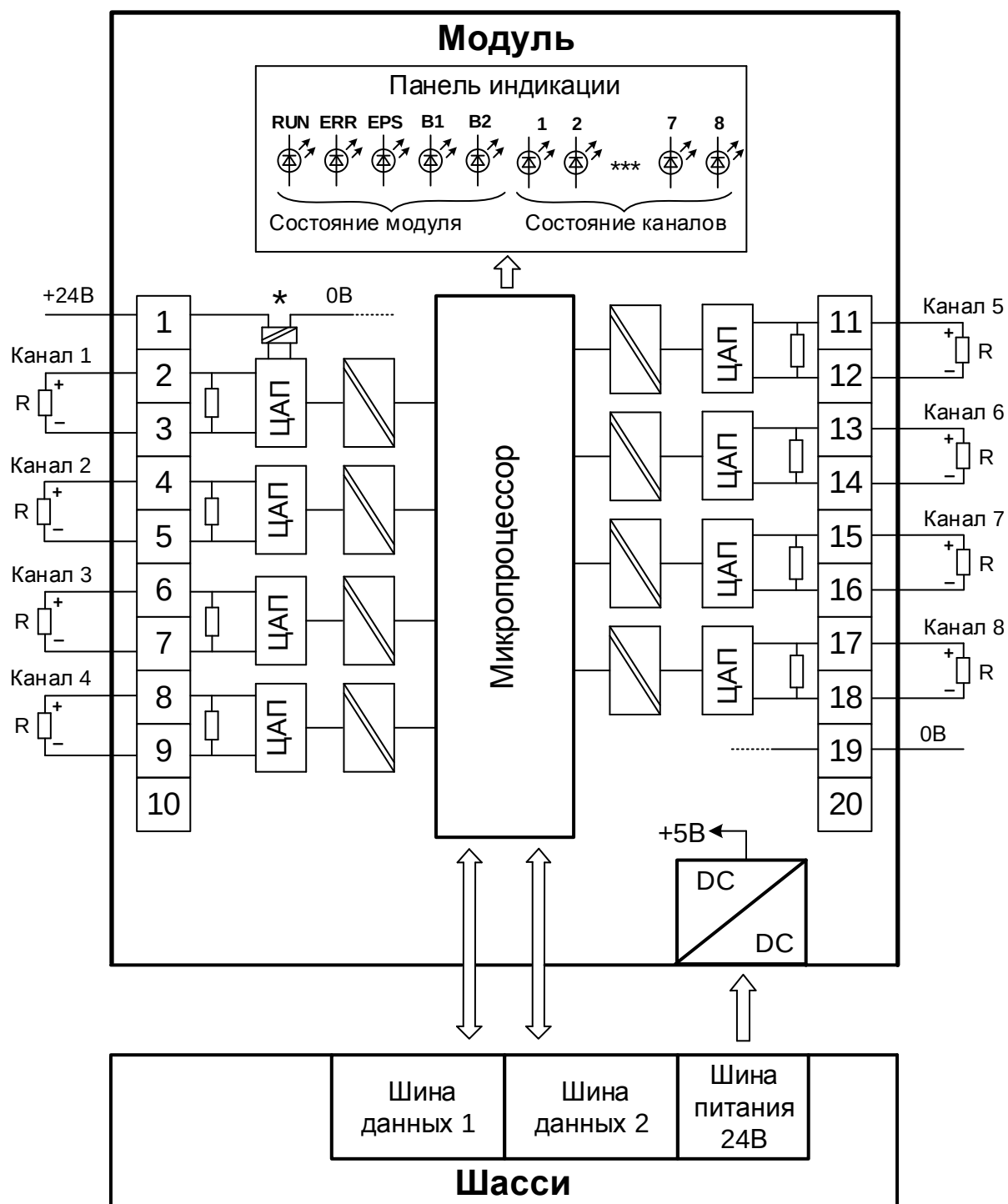
Индикация

В состав индикаторов состояния модуля входит индикатор EPS, имеющий отношение только к модулю аналогового вывода. Он горит при отсутствии внешнего питания 24 В.

Индикация состояния каналов модулей: соответствие свечения функциональных индикаторов модуля состоянию выходного канала представлено в таблице ниже.

Таблица 22 - Индикация состояния каналов модулей аналогового ввода

Состояние индикатора	Состояние канала
Не горит	Канал замаскирован
Горит зеленым	Канал в норме
Горит красным	Обрыв цепи выходного канала



* - идентично электропитание для остальных ЦАП

Рисунок 27 - Схема модуля АО 08 011

Таблица 23 - Настроечные параметры модуля АО 08 011

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Коэффициент K_0	REAL	0.0	Коэффициент K_0 преобразования инженерной величины в электрическую.
Коэффициент K_1	REAL	1.0	Коэффициент K_1 преобразования инженерной величины в электрическую.
Коэффициент k_0	REAL	ПЗУ	Коэффициент k_0 преобразования электрической величины в код ЦАП.
Коэффициент k_1	REAL	ПЗУ	Коэффициент k_1 преобразования электрической величины в код ЦАП.
Таймаут управления каналом при потере связи с мастером	UDINT	0	Таймаут управления каналом при потере связи с модулем ЦП, мс. Диапазон [1 – 65535] (0 – бесконечность)
Предустановленное значение канала при потере связи	REAL	0.0	Предустановленное значение канала при потере связи с модулем ЦП
Состояние канала при потере связи с мастером	BYTE	0	Состояние канала при потере связи с модулем ЦП: 0 – установить предустановленное значение 1 – не изменять состояние

Таблица 24 - Регистры данных ввода-вывода модуля АО 08 011

Тип данных	Назначение
REAL	Значение на канале N, где $N = [0 \dots 7]$

МОДУЛИ ДИСКРЕТНОГО ВВОДА

Условное обозначение	Наименование модуля
R500 DI 32 011	Модуль дискретного ввода, 24 VDC, 32 канала (4 группы по 8 каналов)



Модуль предназначен для ввода 32 дискретных сигналов постоянного напряжения 24 В.

В состав модуля входят:

- 32 блока приёма входных дискретных сигналов, объединённых в 4 группы по 8 каналов с гальванической изоляцией входов между группами, при этом каждый из 32х каналов гальванически изолирован от схемы обработки;
- микропроцессор;
- источник питания (DC/DC-преобразователь 24В/5В);
- панель индикации.

Алгоритм работы модуля следующий: на контакты датчиков, подключаемых к модулю, подается внешнее питание 24В постоянного тока. При этом каждая группа из 8 сигналов может иметь отдельный, не связанный с другими, источник питания.

Блок приёма входного сигнала имеет в своём составе пороговое устройство и оптоизолятор. Каждый канал имеет оборудование для защиты входных цепей от перенапряжения и перегрузки по току.

В модулях гальванической развязки осуществляется первичная обработка входных сигналов: программная фильтрация («антидребезг», время обработки которого задается в настроечных параметрах пользователем), непосредственно гальваническое разделение цепей и формирование сигналов TTL уровня.

Индикация

Индикация состояния каналов модулей: свечение индикаторов состояния входных цепей модуля отображает наличие сигнала «1» соответствующей входной цепи модуля.

Таблица 25 – Модуль дискретного ввода DI 32 011: технические характеристики

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество каналов	32(4 группы по 8 каналов)
Номинальное напряжение постоянного тока канала, В	24
Уровень входного напряжения, В	
– для сигнала «1»	не менее 15
– для сигнала «0»	не более 6
Допустимое входное напряжение, В	70
Входной ток при сигнале «1», мА	не более 10
Время запаздывания, мс	
– с «0» на «1»	не более 1
– с «1» на «0»	не более 1
Гальваническая развязка, В	
– между каналами и внутренней шиной	1000
– между каналами и напряжением питания контроллера	3000
– между группами каналов	1000
Допустимая разность потенциалов, В	
– между каналами	70
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, Вт	4
Рабочая температура	1°C...+50°C
Температура хранения	-40°C...+70°C
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	40x180x145
Вес, кг	0.6

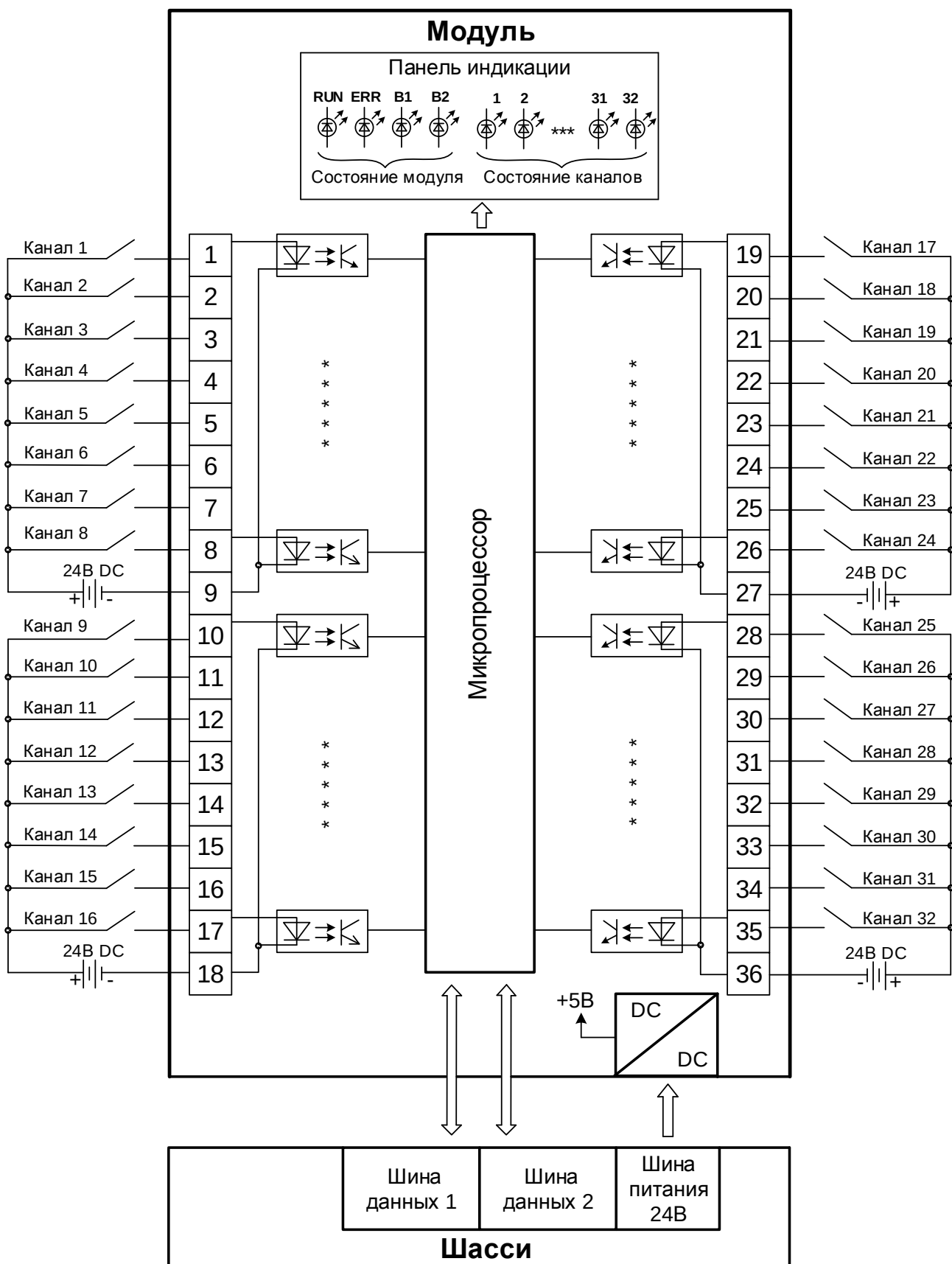


Рисунок 28 - Схема модуля DI 32 011

Таблица 26 - Настраиваемые параметры модуля DI 32 011

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Время «антидребезга»	UINT	0	Значение времени «антидребезга» в миллисекундах.
Инверсия канала	BOOL	0	Включение инверсии канала.
Событие	BOOL	0	Передавать мастеру информацию о событиях на канале

Таблица 27 - Регистры данных ввода-вывода модуля DI 32 011

Тип данных	Назначение
DWORD	Состояние каналов 0 - 31

МОДУЛИ ДИСКРЕТНОГО ВЫВОДА

Условное обозначение	Наименование модуля
R500 DO 32 011	Модуль дискретного вывода, 24 VDC, 0,5 А, 32 канала (4 группы по 8 каналов)



Модуль предназначен для вывода 32 дискретных сигналов постоянного напряжения 24 В.

В состав модуля входят:

- 32 блока выдачи выходных релейных сигналов типа «сухой контакт», объединённых в 4 группы по 8 каналов с гальванической изоляцией выходов между группами, при этом каждый из 32х каналов гальванически изолирован от схемы обработки;

- микропроцессор;

- источник питания (DC/DC-преобразователь 24В/5В);

- панель индикации.

Блок выдачи модуля выходного сигнала представляет собой герконовое реле со схемой управления. Схемы защиты выхода от перегрузки по току и перенапряжения отсутствуют.

Алгоритм работы модуля следующий: микропроцессор получает от прикладной программы маску состояния выходных сигналов и выдаёт соответствующие управляющие сигналы на электромагнит герконовых реле. Герконовые реле замыкают свои контакты, тем самым коммутируя внешние силовые цепи. Микроконтроллер, получив сигнал о состоянии каналов от матрицы, производит включение соответствующих светодиодных индикаторов.

При потере модулем связи с центральным процессором управление каналами может происходить в несколько конфигурируемых этапов (максимально – 3, с возможностью циклического повторения этапов) с разными временными отрезками (максимально 65,535 секунд на отрезок) и разными стратегиями управления на каждом этапе. Настроечные параметры описаны в Таблице 29.

Индикация

Индикация состояния каналов модулей: свечение индикаторов состояния выходных цепей модуля отображает наличие сигнала «1» в соответствующей выходной цепи модуля.

Таблица 28 – Модуль дискретного вывода DO 32 011: технические характеристики

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество каналов	32(4 группы по 8 каналов)
Номинальное напряжение постоянного тока канала, В	24
Допустимое прикладываемое напряжение постоянного тока, В	30
Номинальный нагрузочный ток канала, А	
– не более	500мА
– не менее	10мкА
Сопротивление контакта в разомкнутом состоянии, МОм	не менее 1
Время запаздывания (для омической нагрузки), не более, мс	
– с «0» на «1»	2
– с «1» на «0»	2
Гальваническая развязка, В	
– между каналами и внутренней шиной	1000
– между каналами и напряжением питания	3000
– между группами	1000
Допустимая разность потенциалов, В	
– между группами	500
Защита от бросков напряжения	✓ (>33В)
Защита от короткого замыкания	—
Защита от перенапряжения	—
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, Вт	5
Рабочая температура	1°C...+50°C
Температура хранения	-40°C...+70°C
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	40x180x145
Вес, кг	0.6

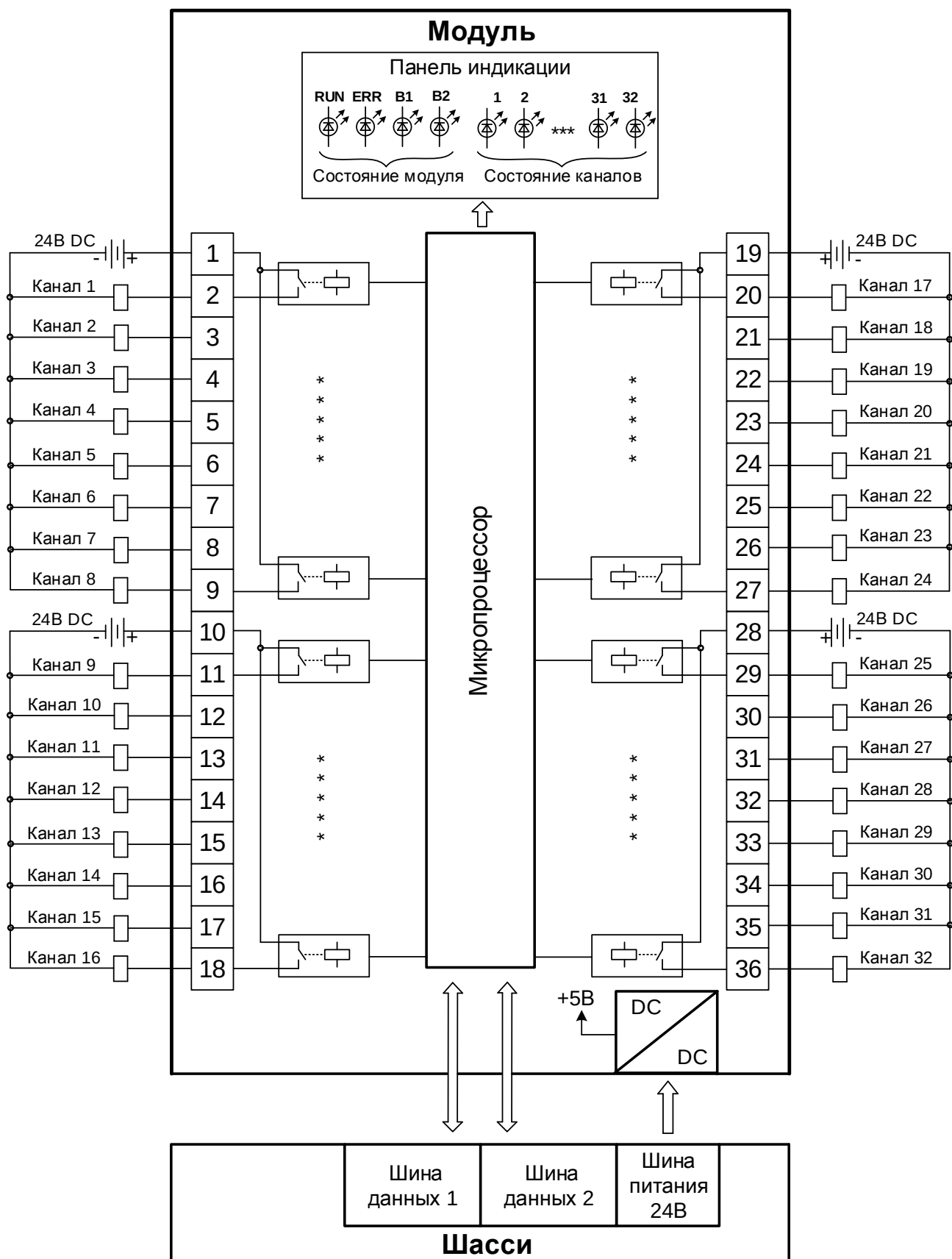


Рисунок 29 - Схема модуля DO 32 011

Таблица 29 – Настраиваемые параметры модуля DO 32 011

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
T1 – время потери связи с ЦП на этапе 1	UINT	0	Время этапа 1 управления каналом при потере связи с мастером, мс. Диапазон [0 – 65535] (0 – бесконечность)
S1 – стратегия этапа 1	BYTE	0	Стратегия этапа 1: 0 – установить 0, 1 – не изменять состояние, 2 – установить 1
T2 – время потери связи с ЦП на этапе 2	UINT	0	Время этапа 2 управления каналом при потере связи с мастером, мс. Диапазон [0 – 65535] (0 – бесконечность)
S2 – стратегия этапа 2	BYTE	0	Стратегия этапа 2: 0 – установить 0, 1 – не изменять состояние, 2 – установить 1
T3 – время потери связи с ЦП на этапе 3	UINT	0	Время этапа 3 управления каналом при потере связи с мастером, мс. Диапазон [0 – 65535] (0 – бесконечность)
C – количество повторов	UINT	0	Количество повторений этапа 2 и 3. Диапазон [0 – 65535] (0 – бесконечность)

Таблица 30 - Регистры данных ввода-вывода модуля DO 32 011

Тип данных	Назначение
DWORD	Состояние каналов 0 - 31

МОДУЛИ СЧЕТА ИМПУЛЬСОВ

Условное обозначение	Наименование модуля
R600 DA 03 011	Модуль счета импульсов 3 канала счета 1 Гц - 500 кГц с поканальной гальванической изоляцией, 6 дискретных выходов 24 VDC, 0,5 А 6 дискретных входов 24 VDC



Модули предназначены для ввода 3 каналов импульсных сигналов с частотой 1-500000 Гц с номинальным напряжением сигнала от 5 до 24 В.

Модули могут работать в одном из следующих режимов (настраивается в программной среде Epsilon LD):

- частотомер до 10 кГц с подсчетом количества импульсов;
- частотомер до 500 кГц;
- обработка данных с энкодера;
- модуль системы измерения качества и количества нефти (СИКН).

Порог срабатывания канала измерения частоты и счета импульсов (уровень перехода из состояния канала «0» в состояние «1») задается программно в среде разработки Epsilon LD в диапазоне от 4 до 19 В для каждого канала индивидуально. При этом уровень перехода сигнала обратно с «1» в «0» на 1В меньше заданного уровня перехода из состояния канала «0» в состояние «1».

Таблица 31 – Модули счета импульсов: технические характеристики

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество каналов измерения частоты и импульсов	3
Диапазон измерения частоты, Гц	от 1 до 500000
Диапазон измерения количества импульсов	от 0 до 32 бит (с признаком переполнения)
Время импульса, мкс, не менее	1
Время паузы, мкс, не менее	1
Номинальное входное напряжение канала измерения частоты и импульсов, В	от 4 до 24 В
Напряжение перехода (изменения состояния), В	
– с «0» в «1»	от 4 до 19, программно конфигурируемый с шагом 1В
– с «1» в «0»	на 1В меньше перехода с «0» в «1»
Допустимое входное напряжение, В	30
Входное сопротивление, кОм	100
Дискретные входы	
Количество дискретных входов	6 (программно конфигурируемые)
Номинальное напряжение постоянного тока канала, В	24
Уровень входного напряжения, В	
– для сигнала «1», в пределах	6...30
– для сигнала «0», не более	3
Ограничение по току, мА	5
Допустимое входное напряжение, В	30
Время запаздывания, мкс	
– с «0» на «1»	<<1
– с «1» на «0»	<<1
Дискретные выходы	
Количество дискретных входов	6 (программно конфигурируемые)

Номинальное напряжение постоянного тока канала, В	24
Номинальный нагрузочный ток канала, А	
– не более	0.5
– не менее	10^{-5}
Время запаздывания (для омической нагрузки), мс	
– с «0» на «1»	0.5
– с «1» на «0»	0.1
Гальваническая развязка, В	
– между каналами и внутренней шиной	1000
– между каналами и напряжением питания	3000
– между каналами измерения частоты и импульсов	1000
Допустимая разность потенциалов между каналами измерения частоты и импульсов, В	500
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты, %	0.01
Пределы абсолютной погрешности счета импульсов, импульс	± 1
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, Вт	4
Рабочая температура	$1^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$
Температура хранения	$-40^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	40x180x145
Вес, кг	0.6

В состав модуля входят:

- контроллеры измерения частоты;
- блок приёма входных дискретных сигналов, при этом каждый канал гальванически изолирован от схемы обработки;
- блок выдачи выходных релейных сигналов типа «сухой контакт», при этом каждый из каналов гальванически изолирован от схемы обработки;
- микропроцессор;
- источник питания (DC/DC-преобразователь 24В/5В);
- панель индикации.

Контроллер частоты производит измерение параметров сигналов частотных входов (частота, накопительный итог и пр) в зависимости от заданного алгоритма (режима работы).

Микропроцессор выполняет следующие функции:

- обмен данными с контролером частоты (чтение обработанных данных по измерительным каналам, состояния дискретных входов/выходов, передача режима работы, уставок, и пр.);
- формирование управляющих сигналов для дискретных выходов;
- опрос состояний дискретных входов;
- формирование сигналов для панели индикации модуля.

Индикация

Индикация состояния каналов модулей:

- свечение индикаторов DI1...DI6 отображает наличие сигнала «1» в соответствующей входной цепи модуля;
- свечение индикаторов DO1...DO6 отображает наличие сигнала «1» в соответствующей выходной цепи модуля;
- свечение индикаторов CH1...CH3 отображает наличие сигнала на одном из трех счетных входов;
- свечение индикаторов OV1...OV3 соответствует выходу за пределы измеряемой частоты на соответствующем счетном канале.

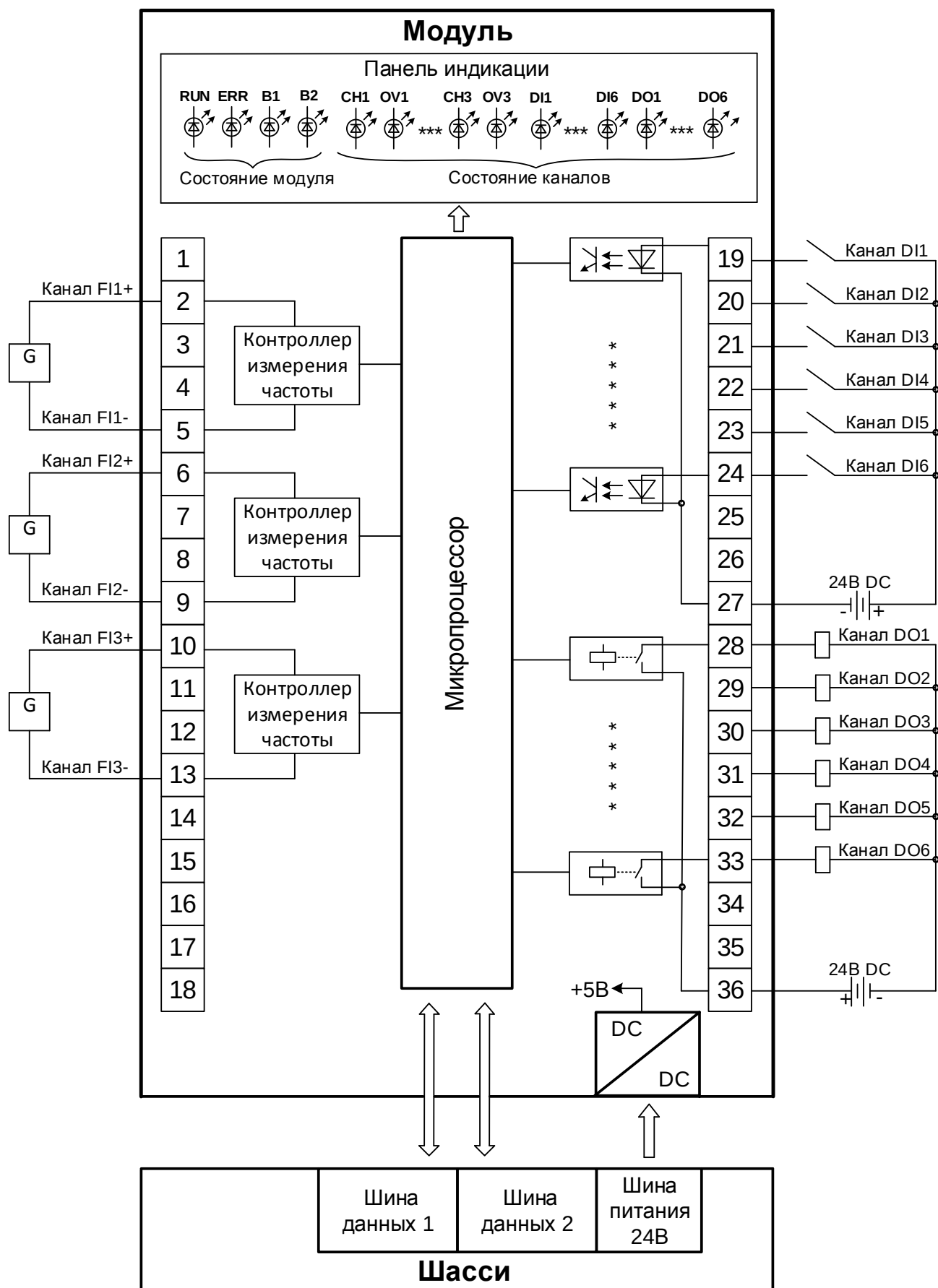


Рисунок 30 - Схема модуля R500 DA 03 011

Таблица 32 - Настраиваемые параметры модуля (частотомер до 10 кГц)

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Маскирование канала 1	BOOL	0	Маскирование канала 1: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается, не выдаются выходные значения)
Маскирование канала 2	BOOL	0	Маскирование канала 2: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается, не выдаются выходные значения)
Маскирование канала 3	BOOL	0	Маскирование канала 3: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается, не выдаются выходные значения)
Калибровочный коэффициент	REAL	ПЗУ [0.9 – 1.1]	Калибровочный коэффициент для расчета частоты
Канал коммутации	BYTE	0	Канал для коммутации внутреннего генератора частоты (0 – никакой)
Частота внутреннего генератора	UINT	0	Частота внутреннего генератора. Диапазон [0-10000]
Порог срабатывания канала 1	BYTE	4	Верхний порог срабатывания канала 1 [В]. Диапазон [4-18]
Порог срабатывания канала 2	BYTE	4	Верхний порог срабатывания канала 2 [В]. Диапазон [4-18]
Порог срабатывания канала 3	BYTE	4	Верхний порог срабатывания канала 3 [В]. Диапазон [4-18]

Таблица 33 - Регистры данных ввода-вывода модуля (частотомер до 10 кГц)

Тип данных	Назначение	Комментарий
(мастер -> модуль):		
BYTE	Состояние выходных дискретных каналов 0 - 5	
BYTE	Канал 1: Количество импульсов для усреднения	Диапазон [1:255]
UINT	Канал 1: Максимальное значение частоты, Гц	
BYTE	Канал 2: Количество импульсов для усреднения	Диапазон [1:255]
UINT	Канал 2: Максимальное значение частоты, Гц	
BYTE	Канал 3: Количество импульсов для усреднения	Диапазон [1:255]
UINT	Канал 3: Максимальное значение частоты, Гц	
(модуль -> мастер):		
BYTE	Состояние входных дискретных каналов 0 - 5	
UDINT	Канал 1: Значение счетчика импульсов	
REAL	Канал 1: Частота	

USINT	Канал 1: Счетчик переполнения счетчика импульсов	Изменяет значение по переполнению счетчика импульсов
BOOL	Канал 1: Признак недостоверности показаний	Выставляется при выходе частоты сигнала за границы измерения
UDINT	Канал 2: Значение счетчика импульсов	
REAL	Канал 2: Частота	
USINT	Канал 2: Счетчик переполнения счетчика импульсов	Изменяет значение по переполнению счетчика импульсов
BOOL	Канал 2: Признак недостоверности показаний	Выставляется при выходе частоты сигнала за границы измерения
UDINT	Канал 3: Значение счетчика импульсов	
REAL	Канал 3: Частота	
USINT	Канал 3: Счетчик переполнения счетчика импульсов	Изменяет значение по переполнению счетчика импульсов
BOOL	Канал 3: Признак недостоверности показаний	Выставляется при выходе частоты сигнала за границы измерения

Таблица 34 - Настраиваемые параметры модуля (частотомер до 500 кГц)

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Маскирование канала 1	BOOL	0	Маскирование канала 1: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается, не выдаются выходные значения)
Маскирование канала 2	BOOL	0	Маскирование канала 2: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается, не выдаются выходные значения)
Маскирование канала 3	BOOL	0	Маскирование канала 3: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается, не выдаются выходные значения)
Калибровочный коэффициент	REAL	ПЗУ [0.9 – 1.1]	Калибровочный коэффициент для расчета частоты
Канал коммутации	BYTE	0	Канал для коммутации внутреннего генератора частоты (0 – никакой)
Частота внутреннего генератора	UINT	0	Частота внутреннего генератора. Диапазон [0-10000]
Порог срабатывания канала 1	BYTE	4	Верхний порог срабатывания канала 1 [В]. Диапазон [4-18]

Порог срабатывания канала 2	BYTE	4	Верхний порог срабатывания канала 2 [В]. Диапазон [4-18]
Порог срабатывания канала 3	BYTE	4	Верхний порог срабатывания канала 3 [В]. Диапазон [4-18]

Таблица 35 - Регистры данных ввода-вывода модуля (частотомер до 500 кГц)

Тип данных	Назначение	Комментарий
(мастер -> модуль):		
BYTE	Состояние выходных дискретных каналов 0 - 5	
(модуль -> мастер):		
BYTE	Состояние входных дискретных каналов 0 - 5	
REAL	Канал 1: Частота	
BOOL	Канал 1: Признак недостоверности показаний	Выставляется при выходе частоты сигнала за границы измерения
REAL	Канал 2: Частота	
BOOL	Канал 2: Признак недостоверности показаний	Выставляется при выходе частоты сигнала за границы измерения
REAL	Канал 3: Частота	
BOOL	Канал 3: Признак недостоверности показаний	Выставляется при выходе частоты сигнала за границы измерения

Таблица 36 - Настраиваемые параметры модуля (обработка данных с энкодера)

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Порог срабатывания канала 1	BYTE	4	Верхний порог срабатывания канала 1 [В]. Диапазон [4-18]
Порог срабатывания канала 2	BYTE	4	Верхний порог срабатывания канала 2 [В]. Диапазон [4-18]
Порог срабатывания канала 3	BYTE	4	Верхний порог срабатывания канала 3 [В]. Диапазон [4-18]
Калибровочный коэффициент	BYTE	1	Дискретность счетчика: 1 - только по передним фронтам линии А 2 - только по передним и задним фронтам линии А 4 - по передним и задним фронтам линии А и линии В
Частота внутреннего генератора	BYTE	0	Направление положительного вращения: 0 – (CW) По часовой 1 – (CCW) Против часовой

Таблица 37 - Регистры данных ввода-вывода (обработка данных с энкодера)

Тип данных	Назначение	Комментарий
(мастер -> модуль):		
BYTE	Состояние выходных дискретных каналов 0 – 5	
BYTE	Сброс счетчика и оборотов	
(модуль -> мастер):		
BYTE	0-5: Состояние входных дискретных каналов 0 – 5	
	6-7: Направление движения	01 – положительное 00 – не известно 10 – отрицательное
DINT	Счетчик	Исключить переполнение путем ограничения значений [-2147483648: 2147483647]
INT	Счетчик оборотов	Исключить переполнение путем ограничения значений [-32768: 32767]

Таблица 38 - Настраиваемые параметры модуля (СИКН)

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Маскирование канала 1	BOOL	0	Маскирование канала 1: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается, не выдаются выходные значения).
Маскирование канала 2	BOOL	0	Маскирование канала 2: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается, не выдаются выходные значения).
Маскирование канала 3	BOOL	0	Маскирование канала 3: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается, не выдаются выходные значения).
Калибровочный коэффициент	REAL	ПЗУ [0.9 – 1.1]	Калибровочный коэффициент для расчета частоты
Канал коммутации	BYTE	0	Канал для коммутации внутреннего генератора частоты (0 – никакой)
Частота внутреннего генератора	UINT	0	Частота внутреннего генератора. Диапазон [0-10000]
Порог срабатывания канала 1	BYTE	4	Верхний порог срабатывания канала 1 [В]. Диапазон [4-18]
Порог срабатывания канала 2	BYTE	4	Верхний порог срабатывания канала 2 [В]. Диапазон [4-18]
Порог срабатывания канала 3	BYTE	4	Верхний порог срабатывания канала 3 [В]. Диапазон [4-18]
Время нечувствительности	UINT	0	Время нечувствительности при формировании событий, мс

Таблица 39 - Регистры данных ввода-вывода модуля (СИКН)

Тип данных	Назначение	Комментарий
(мастер -> модуль):		
BYTE	Состояние выходных дискретных каналов 0 - 5	
BYTE	Канал измерения для поверки	0 – поверка отключена, иначе номер канала [1:3]
BYTE	Канал 1: Количество импульсов для усреднения	Диапазон [1:255]
UINT	Канал 1: Максимальное значение частоты, Гц	
BYTE	Канал 2: Количество импульсов для усреднения	Диапазон [1:255]
UINT	Канал 2: Максимальное значение частоты, Гц	
BYTE	Канал 3: Количество импульсов для усреднения	Диапазон [1:255]
UINT	Канал 3: Максимальное значение частоты, Гц	
(модуль -> мастер):		
BYTE	Состояние входных дискретных каналов 0 - 5	
UDINT	Канал 1: Значение счетчика импульсов	
REAL	Канал 1: Частота	
USINT	Канал 1: Счетчик переполнения счетчика импульсов	Изменяет значение по переполнению счетчика импульсов
BOOL	Канал 1: Признак недостоверности показаний	Выставляется при выходе частоты сигнала за границы измерения
UDINT	Канал 2: Значение счетчика импульсов	
REAL	Канал 2: Частота	
USINT	Канал 2: Счетчик переполнения счетчика импульсов	Изменяет значение по переполнению счетчика импульсов
BOOL	Канал 2: Признак недостоверности показаний	Выставляется при выходе частоты сигнала за границы измерения
UDINT	Канал 3: Значение счетчика импульсов	
REAL	Канал 3: Частота	
USINT	Канал 3: Счетчик переполнения счетчика импульсов	Изменяет значение по переполнению счетчика импульсов
BOOL	Канал 3: Признак недостоверности показаний	Выставляется при выходе частоты сигнала за границы измерения
BYTE	Событие 1: Номер дискретного входа	Диапазон [1:6]
UDINT	Событие 1: Время T, мкс	Всегда равно 0
UDINT	Событие 1: Время τ (тау), мкс	
UDINT	Событие 1: Значение счетчика импульсов	
BYTE	Событие 2: Номер дискретного входа	Диапазон [1:6]
UDINT	Событие 2: Время T, мкс	Относительно события 1
UDINT	Событие 2: Время τ (тау), мкс	
UDINT	Событие 2: Значение счетчика импульсов	
BYTE	Событие 3: Номер дискретного входа	Диапазон [1:6]
UDINT	Событие 3: Время T, мкс	Относительно события 1
UDINT	Событие 3: Время τ (тау), мкс	

UDINT	Событие 3: Значение счетчика импульсов	
BYTE	Событие 4: Номер дискретного входа	Диапазон [1:6]
UDINT	Событие 4: Время T, мкс	Относительно события 1
UDINT	Событие 4: Время τ (тау), мкс	
UDINT	Событие 4: Значение счетчика импульсов	

ОКОНЕЧНЫЕ МОДУЛИ

Условное обозначение	Наименование модуля
R500 ST 00 001	Оконечный модуль без поддержки функции расширения шины
R500 ST 01 011	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины (IN), разъем RJ-45
R500 ST 01 021	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины (OUT), разъем RJ-45
R500 ST 01 111	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины (IN), SFP –разъем
R500 ST 01 121	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины (OUT), SFP –разъем
R500 ST 02 011	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины и резервирования (IN), разъем RJ-45
R500 ST 02 021	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины и резервирования (OUT), разъем RJ-45
R500 ST 02 111	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины и резервирования (IN), SFP –разъем
R500 ST 02 121	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины и резервирования (OUT), SFP –разъем



Оконечные модули выполняют следующие функции:

- механическая фиксация модулей в крейте;
- расширение внутренней шины данных (кроме ST 00 001).

Оконечный модуль ST 00 001 представляет собой пассивный элемент и служит только для фиксирования модулей в крейте в исходном состоянии и предотвращения их расхождения в процессе эксплуатации. Он используется в контролерах, состоящих только из одного крейта центрального процессора, без крейтов расширения. Он может устанавливаться как справа, так и слева от крейта.

Все остальные модули кроме выше указанной функции обеспечивают коммутацию крейтов между собой в составе одного контроллера. В свою очередь они делятся на две группы – оконечные модули IN и оконечные модули OUT.

Оконечные модули IN устанавливаются только слева от крейта и в их состав входит адресный переключатель, с помощью которого задается адрес крейта. Адресный переключатель имеет в своем составе 8 DIP-ключей. Включение ключа добавляет к значению адреса крейта соответствующую величину (от 1 до 128), указанную рядом с ним. В итоге, с помощью адресного переключателя можно задать адрес крейта в диапазоне от 0 до 255.

Оконечные модули OUT устанавливаются только справа от крейта и не имеют в своем составе адресного переключателя.

В состав оконечных модулей входят разъемы для подключения кабелей, с помощью которых осуществляется коммутация крейтов между собой. Количество разъемов зависит от количества поддерживаемых внутренних шин данных.

В модулях с артикулом ST 01 XXX это количество равно одному и, соответственно, на переднюю панель модуля выведен один разъем. Этот разъем маркируется символом «B1», означающий, что посредством него можно подключить только первую шину.

Модули с артикулом ST 02 XXX поддерживают две внутренние шины и могут работать в резервированных системах. У этих модулей на переднюю панель выведены два разъема, которые маркируются символами «B1» и «B2», обозначающие, соответственно, первую и вторую шину данных.

Кроме того, оконечные модули разделяются по типу разъемов.

Модули с артикулом ST XX 0XX комплектуются разъемом RJ45. Для коммутации оконечных модулей этого типа между собой могут использоваться стандартные кабели связи типа «витая пара» категории 5е или выше. Для защиты от помех рекомендуется применять экранированные кабели. При использовании оконечных модулей данного типа длина кабеля связи между смежными крейтами не должна превышать 100 метров.

Модули с артикулом ST XX 1XX комплектуются SFP-разъемом (сам SFP-модуль в состав поставки не входит). В комплекте с оконечным модулем можно использовать любые SFP-модули с поддержкой протокола 100Base-FX. При этом типы и длины кабеля связи определяются типом используемого SFP-модуля.

При коммутации оконечных модулей следует обратить внимание, что соединять можно только шины данных под одним номером, т.е. разъем OUT B1 можно соединить только с разъемом IN B1, а разъем OUT B2 - с разъемом IN B2.

Запрещается коммутировать две шины друг на друга, в противном случае это может привести к потере связи по обеим внутренним шинам данных.

В модулях с разъемами RJ45 предусмотрена встроенная электрическая защита от неправильной коммутации.

В модулях с SFP-разъемами такой защиты нет и пользователю при эксплуатации резервированного контроллера, с целью защиты от последствий неправильной коммутации, рекомендуется использовать SFP-модули с функцией WDM. При этом устанавливать SFP-модули следует «крест на крест», т.е. в модуль OUT в разъем B1 установить трансивер с длиной волны приемника X и передатчика Y; в разъем B2 – Y и X соответственно. Тогда в модуле IN необходимо будет установить в разъем B1 трансиверы с длиной волны Y для приемника и X - для передатчика, а в разъем B2 – X для приемника и Y – для передатчика.

Также можно использовать SFP-модули с разными типами коннекторов для разных внутренних шин данных.

Таблица 40 – Оконечные модули: технические характеристики

Наименование параметра, единица измерения	Значение				
	ST 00 001	ST 01 011 (ST 01 021)	ST 01 111 (ST 01 121)	ST 02 011 (ST 02 021)	ST 02 111 (ST 02 121)
Поддержка функции расширения шины	-	✓	✓	✓	✓
Поддержка функции резервирования	-	-	-	✓	✓
Тип разъема	-	RJ45	SFP	RJ45	SFP
Максимальная длина подключаемой линии связи, м	-	100	определяется типом SFP-модуля	100	определяется типом SFP-модуля
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, Вт	-	0.7	1,2 (без учета потребления SFP-модуля)	1.4	1.2 (без учета потребления SFP-модуля)
Рабочая температура	1°C...+50°C				
Температура хранения	-40°C...+70°C				
Количество занимаемых слотов	1				
Размеры (ШхВхГ), мм	40x130x43	40x130x43	40x130x55	40x130x43	40x130x55
Вес, кг	0.1	0.2			

МОДУЛИ ШАССИ

Условное обозначение	Наименование модуля
R500 CH 01 011	Шасси
R500 CH 02 011	Шасси с поддержкой резервирования
R500 CH 01 021	Шасси для модуля центрального процессора
R500 CH 02 021	Шасси для модуля центрального процессора с поддержкой резервирования

Шасси выполняют следующие функции:

- обеспечивают распределения внутреннего питания напряжением 24 В постоянного тока от модулей источника питания до остальных модулей контроллера;
- обеспечивают связь по внутренней шине данных (по одной или двум, в зависимости от типа).

Шасси, как и оконечные модули, подразделяются на те, которые поддерживают работу одной внутренней шины данных (артикул CH 01 XXX) и те, которые поддерживают работу двух внутренних шин данных (артикул CH 02 XXX). Последние, соответственно, могут работать в резервированных контроллерах.

Кроме того, существуют специализированные шасси, которые предназначены для работы с центральным процессором. Они могут устанавливаться только под модули центрального процессора. В свою очередь, модули центрального процессора будут работать только с шасси данного типа.

Таблица 41 – Оконечные модули: технические характеристики

Наименование параметра, единица измерения	Значение			
	CH 01 011	CH 02 011	CH 01 021	CH 02 021
Поддержка функции резервирования	-	✓	-	✓
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, Вт	0,25	0,5	0,0	1,2
Рабочая температура	1°C...+50°C			
Температура хранения	-40°C...+70°C			
Количество занимаемых слотов	1			2
Размеры (ШхВхГ), мм	40x108x19			80x108x19
Вес, кг	0.1			0.2

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перечень заказных позиций контроллера

К заказу доступны как отдельные модули, так и модули в комплекте с шасси. При заказе модулей контроллера в комплекте с шасси к соответствующему артикулу добавляется постфикс -01 (шасси с поддержкой одной внутренней шины данных) или -02 (шасси с поддержкой двух внутренних шин данных).

Пример:

– при заказе модуля дискретного ввода DI 32 011 в комплекте с шасси СН 01 011 следует указать заказной артикул R500 DI 32 011-01;

– при заказе модуля центрального процессора CU 00 051 в комплекте с шасси СН 02 021 следует указать заказной артикул R500 CU 00 051-02.

Ниже приведены доступные для заказа компоненты контроллера REGUL R500.

Таблица А.1

№ п/п	Обозначение модуля	Наименование модуля	Количество каналов/портов
1	R500 CU 00 051	Модуль центрального процессора Intel Atom, 1x4Gb SSD, RS-232, RS-485, 4 x Ethernet RJ45, 2xUSB, GPS/GLONASS	-
2	R500 CU 00 061	Модуль центрального процессора Intel Atom, 1x4Gb SSD, RS-232, RS-485, 2 x Ethernet RJ45, 2 x Ethernet SFP, 2xUSB, GPS/GLONASS	-
3	R500 CU 00 071	Модуль центрального процессора Intel Atom, 1x4Gb SSD, RS-232, RS-485, 4 x Ethernet RJ45, 2xUSB, DVI, GPS/GLONASS	-
4	R500 CU 00 051(W)	Модуль центрального процессора Intel Atom, 1x4Gb SSD, RS-232, RS-485, 4 x Ethernet RJ45, 2xUSB, GPS/GLONASS, поддержка WEB-визуализации.	-
5	R500 CU 00 061(W)	Модуль центрального процессора Intel Atom, 1x4Gb SSD, RS-232, RS-485, 2 x Ethernet RJ45, 2 x Ethernet SFP, 2xUSB, GPS/GLONASS, поддержка WEB- визуализации.	-

6	R500 CU 00 071(W)	Модуль центрального процессора Intel Atom, 1x4Gb SSD, RS-232, RS-485, 4 x Ethernet RJ45, 2xUSB, DVI, GPS/GLONASS, поддержка WEB- визуализации.	-
7	R500 PP 00 011	Модуль источника питания 24В DC, 75 Вт, без гальваноизоляции	-
8	R500 PP 00 021	Модуль источника питания 24В DC, 75 Вт, с гальваноизоляцией	-
9	R500 CP 04 011	Модуль коммуникационного процессора RS485 (Modbus RTU)	4
10	R500 CP 02 021	Модуль коммуникационного процессора Ethernet (Modbus TCP/IP)	2
11	R500 CP 06 111	Модуль коммуникационного процессора EtherCAT (модуль расширения шины)	6
12	R500 AI 16 011	Модуль аналогового ввода ток 4-20 мА, общая гальваническая изоляция	16
13	R500 AI 08 041	Модуль аналогового ввода ток 0/4-20 мА, -10...+10 В, 0...+10В, поканальная гальваническая изоляция, индивидуальный АЦП на каждый канал	8
14	R500 AI 08 051	Модуль аналогового ввода ток 0/4-20 мА, -10...+10 В, 0...+10В, поканальная гальваническая изоляция, один АЦП на все каналы	8
15	R500 AO 08 011	Модуль аналогового вывода ток 4-20 мА, поканальная гальваническая изоляция	8/вывод
16	R500 DI 32 011	Модуль дискретного ввода 24 VDC	32
17	R500 DO 32 011	Модуль дискретного вывода 24 VDC, 0,5 А	32
18	R500 DA 03 011	Модуль счета импульсов 3 канала счета 1 Гц - 500 кГц с поканальной гальванической изоляцией, 6 дискретных выходов 24 VDC, 0,5 А 6 дискретных входов 24 VDC	3/6/6

19	R500 ST 00 001	Оконечный модуль без поддержки функции расширения шины	-
20	R500 ST 01 011	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины (IN), разъем RJ-45	-
21	R500 ST 01 021	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины (OUT), разъем RJ-45	-
22	R500 ST 01 111	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины (IN), SFP –разъем	-
23	R500 ST 01 121	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины (OUT), SFP –разъем	-
24	R500 ST 02 011	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины и резервирования (IN), разъем RJ-45	-
25	R500 ST 02 021	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины и резервирования (OUT), разъем RJ-45	-
26	R500 ST 02 111	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины и резервирования (IN), SFP –разъем	-
27	R500 ST 02 121	Оконечный модуль с поддержкой функции расширения шины и резервирования (OUT), SFP –разъем	-
28	R500 CH 01 011	Шасси	-
29	R500 CH 02 011	Шасси с поддержкой резервирования	-
20	R500 CH 01 021	Шасси для модуля центрального процессора	-
31	R500 CH 02 021	Шасси для модуля центрального процессора с поддержкой резервирования	-
32	R500 DN 060	DIN-рейка L=600мм	-
33	R500 DN 080	DIN-рейка L=800мм	-
34	R500 DN 100	DIN-рейка L=1000мм	-
35	R500 DN 200	DIN-рейка L=2000мм	-