

# **REGUL R600**

## **Системное руководство**

**DPA-309**

**Версия 2.22**

**Сентябрь 2021**

## История изменений системного руководства

Версия системного руководства	Описание изменения
2.9	<i>Модуль R600 AI 08 031:</i> дополнено описание технических характеристик и функционала. <i>Модуль R600 CP 04 011:</i> добавлено описание включения терминального резистора
2.10	<i>Введение:</i> внесены сведения о сертификации
2.11	<i>Модули источника питания:</i> добавлен модуль R600 PP 14 041
2.12	<i>Модули аналогового ввода:</i> добавлен раздел «Защита от короткого замыкания»
2.13	<i>Модули центрального процессора:</i> добавлена информация о поддерживаемых протоколах обмена со сторонним оборудованием. <i>Модули счета импульсов:</i> добавлено описание режимов СИКН и ЭАБ. Добавлены схемы подключения устройств (датчиков) к резервируемым модулям ввода/вывода контроллера в приложение. Добавлена история изменений системного руководства
2.14	Добавлены схемы подключения устройств (датчиков) к модулям ввода/вывода контроллера в приложение. <i>Модули центрального процессора:</i> указаны режимы работы интерфейса SFP. <i>Модули источника питания:</i> указаны режимы работы интерфейса SFP. <i>Модули аналогового ввода:</i> обновлено описание обработки входного сигнала
2.15	<i>Модули счета импульсов:</i> дополнено описание технических характеристик
2.16	<i>Модули центрального процессора:</i> добавлен раздел «Подключение внешних устройств». <i>Модули счета импульсов:</i> дополнено описание настроечных параметров и регистров ввода-вывода
2.17	Добавлен раздел «Техническое обслуживание»
2.18	<i>Модули центрального процессора:</i> добавлен функционал записи пользовательских данных на внешние Flash-накопители USB. <i>Модули источника питания R600 PP 14 031/PP 14 041:</i> дополнено описание технических характеристик
2.19	<i>Модуль R600 AO 08 011:</i> изменен расширенный диапазон воспроизведения силы постоянного тока. <i>Модули дискретного вывода и счета импульсов:</i> указан механический ресурс переключений реле. <i>Модули источника питания:</i> добавлен модуль R600 PP 14 021. <i>Модуль R600 AI 08 031:</i> добавлен функционал использования значения температуры холодного спая через прикладную программу из другого модуля R600 AI 08 031. <i>Модули счета импульсов:</i> изменено описание диапазона измерения количества импульсов в зависимости от режима работы

<b>Версия системного руководства</b>	<b>Описание изменения</b>
<b>2.20</b>	<p>Добавлены знаки с предупреждающей и поясняющей информацией.</p> <p>Во всех модулях: расширены условия эксплуатации и хранения.</p> <p><i>Модуль центрального процессора:</i> добавлено значение напряжения пробоя изоляции между портами RS232 / RS485 и внутренней шиной RegulBus.</p> <p><i>Модуль R600 AI 08 031:</i> добавлен диапазон измерения от минус 400 до плюс 400 мВ, термопреобразователи сопротивления ТСП46П (гр.21) и ТСМ53М (гр.23).</p> <p><i>Модуль счета импульсов:</i> добавлено описание порогов срабатывания в модуле DA 03 011.</p> <p>Добавлен раздел «Обращение в службу технической поддержки».</p> <p><i>Приложение Б и В:</i> внесены корректировки в схемы подключения.</p> <p>Дополнительно по тексту внесены небольшие изменения с уточняющей информацией</p>
<b>2.21</b>	<p><i>Модули центрального процессора:</i> модернизирован модуль R600 CU 00 071 → R600 CU 00 072.</p> <p><i>Модули дискретного ввода:</i> добавлено описание и рекомендации по установке значения параметра «Время антидребезга»</p>
<b>2.22</b>	Внесены небольшие изменения с уточняющей информацией

## АННОТАЦИЯ

Настоящая часть руководства содержит сведения о конструкции, принципе действия, технических характеристиках изделия, и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации контроллера REGUL R600.

Данное руководство предназначено для эксплуатационного персонала и инженеров-проектировщиков АСУ ТП, которые должны:

- иметь, как минимум, среднее техническое образование;
- приступить к работе только после изучения данного руководства.


### Обновление информации в Руководстве

Производитель ООО «Прософт-Системы» оставляет за собой право изменять информацию в настоящем Руководстве и обязуется публиковать более новые версии с внесенными изменениями. Обновленная версия Руководства доступна для скачивания на официальном сайте Производителя: <https://www.prosoftsystems.ru/>.


Для своевременного отслеживания выхода новой версии Руководства рекомендуется оформить подписку на обновление документа. Для этого необходимо на сайте Производителя: <https://www.prosoftsystems.ru/> во вкладке «Документация» под иконками документов кликнуть на кнопку «Подписаться на обновления» и оставить свои контактные данные.

В руководстве присутствуют знаки с предупреждающей и поясняющей информацией. Каждый знак обозначает следующее:

### ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ ЗНАКИ

	<b>ВНИМАНИЕ!</b> Здесь следует обратить внимание на способы и приемы, которые необходимо в точности выполнять во избежание ошибок при эксплуатации или настройке.
---	--

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЗНАКИ

	<b>ИНФОРМАЦИЯ</b> Здесь следует обратить внимание на <u>важную</u> информацию
---	--

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>Введение .....</b>	<b>7</b>
Сведения о сертификации.....	7
<b>Аппаратная конфигурация .....</b>	<b>8</b>
Описание составных частей контроллера.....	8
Конфигурации контроллера .....	11
Размещение модулей в крейте .....	11
Объединение крейтов в контроллере .....	12
Схемы резервирования .....	16
Монтаж .....	20
<b>Модули контроллера .....</b>	<b>25</b>
Общие сведения.....	25
Модули источника питания.....	28
Модули центрального процессора.....	33
Модули коммуникационного процессора.....	40
Модуль коммуникационного процессора CP 04 011 .....	40
Модули аналогового ввода .....	44
Обработка входного сигнала в модулях аналогового ввода .....	44
Модуль аналогового ввода AI 16 011 .....	50
Модуль аналогового ввода AI 08 041 .....	55
Модуль аналогового ввода AI 08 031 .....	61
Модуль аналогового ввода AI 08 021 .....	71
Модули аналогового вывода .....	76
Обработка выходного сигнала в модулях аналогового вывода.....	76
Модуль аналогового вывода AO 08 011 .....	77
Модули дискретного ввода.....	81
Модуль дискретного ввода DI 32 011 .....	81
Модули дискретного вывода.....	85
Модуль дискретного вывода DO 32 011 .....	85
Модули счета импульсов .....	89
Модули шасси .....	112
<b>Техническое обслуживание .....</b>	<b>115</b>
<b>Обращение в службу технической поддержки .....</b>	<b>116</b>
<b>Приложение А Перечень заказных позиций контроллера .....</b>	<b>117</b>

<b>Приложение Б Схемы подключения полевых устройств к модулям контроллера.....</b>	<b>120</b>
<b>Приложение В Схемы подключения полевых устройств к резервированным каналам.....</b>	<b>127</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Контроллер REGUL R600 входит в семейство программируемых контроллеров REGUL RX00. 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 R600 являются:

- «горячее» резервирование центральных процессоров, источников 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 RegulBus;
- монтаж на панель или в 19” шкаф;
- повышенная EMC защита корпуса контроллера и модулей.

Программирование и конфигурирование контроллера осуществляется с помощью программного обеспечения Epsilon LD. Порядок работы со средой разработки Epsilon LD описан в документе «Epsilon LD. User Guide».

### **Сведения о сертификации**

Сведения о сертификации приведены на сайте <http://www.prosoftsystems.ru/license>

## АППАРАТНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ

### Описание составных частей контроллера

Контроллер имеет блочно-модульную конструкцию и состоит из набора модулей, подразделяющихся на следующие типы:

- модуль шасси;
- модуль источника питания (МИП);
- модуль центрального процессора (МЦП);
- модуль коммуникационного процессора;
- модуль ввода/вывода.

Модули устанавливаются в 19” крейт высотой 6U в стандарте «Евромеханика».

Внешний вид контроллера изображен на рисунке 1.

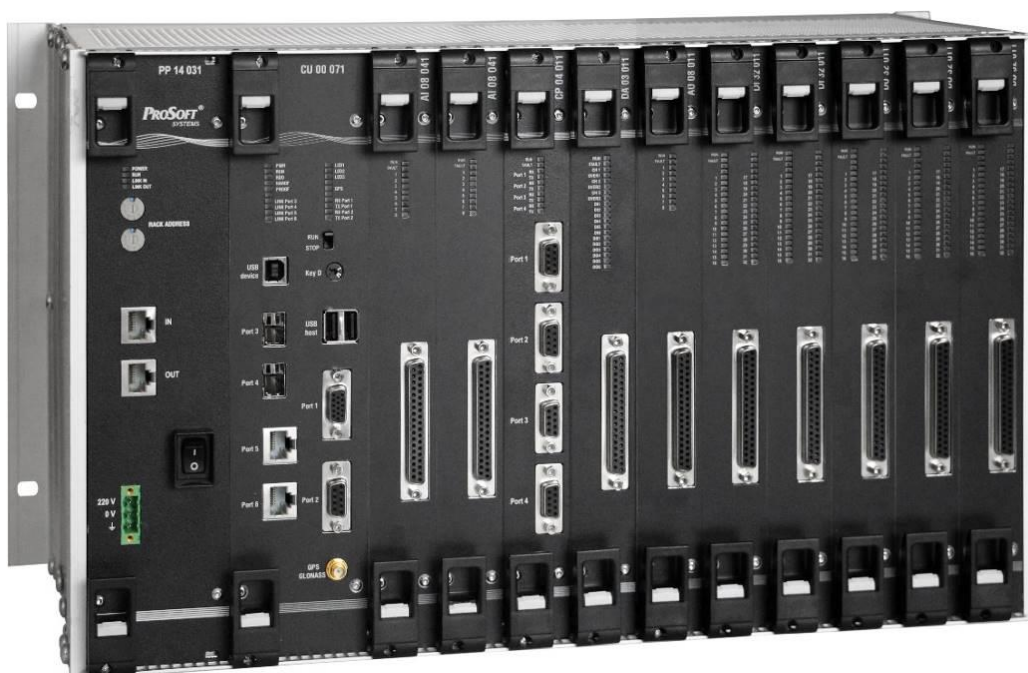


Рисунок 1 – Внешний вид контроллера REGUL R600

Конструкция модулей контроллера унифицирована и состоит из плат, помещенных в сборный металлический корпус-кассету. Корпус модуля выполнен в стандарте «Евромеханика» высотой 6U и шириной либо 6HP (модули ввода/вывода и модули коммуникационного процессора), либо 12HP (модули источника питания и центрального процессора). Габаритные размеры модулей представлены на примере модулей аналогового ввода (Рисунок 2) и центрального процессора (Рисунок 3).



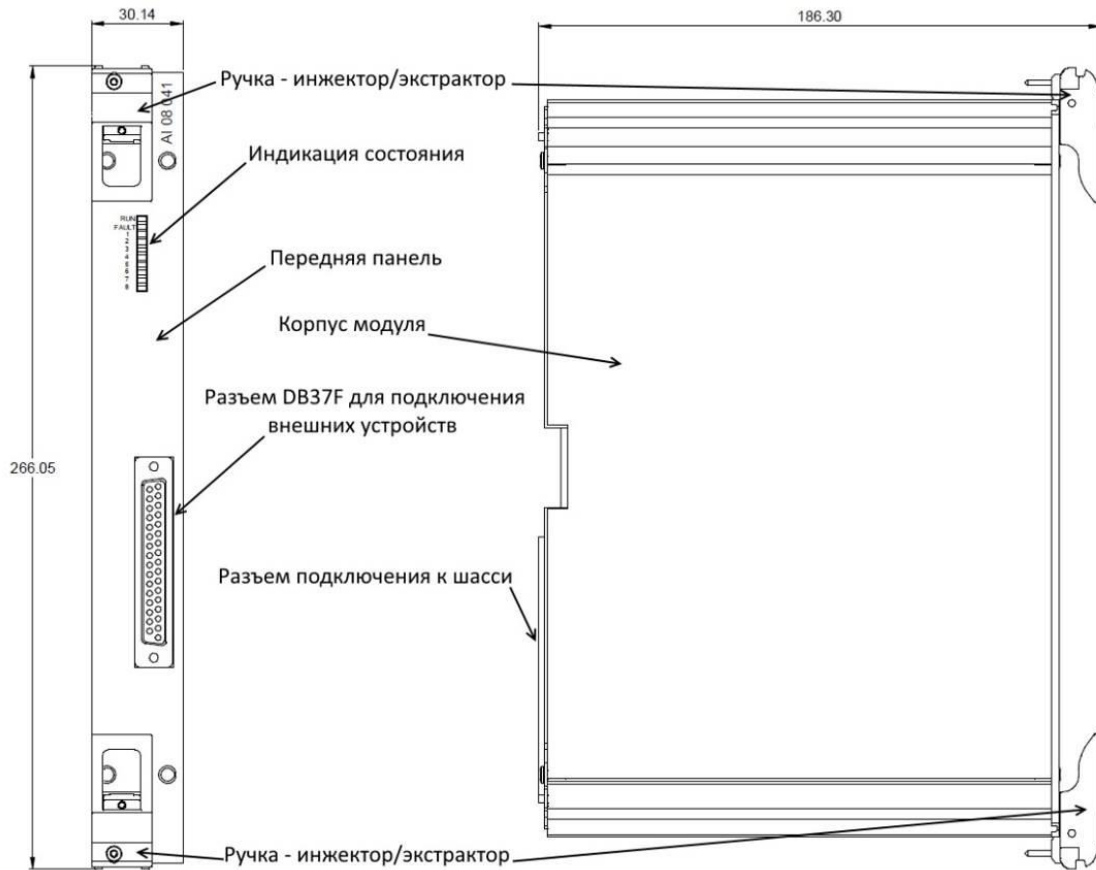


Рисунок 2 – Габаритные размеры модулей ввода-вывода

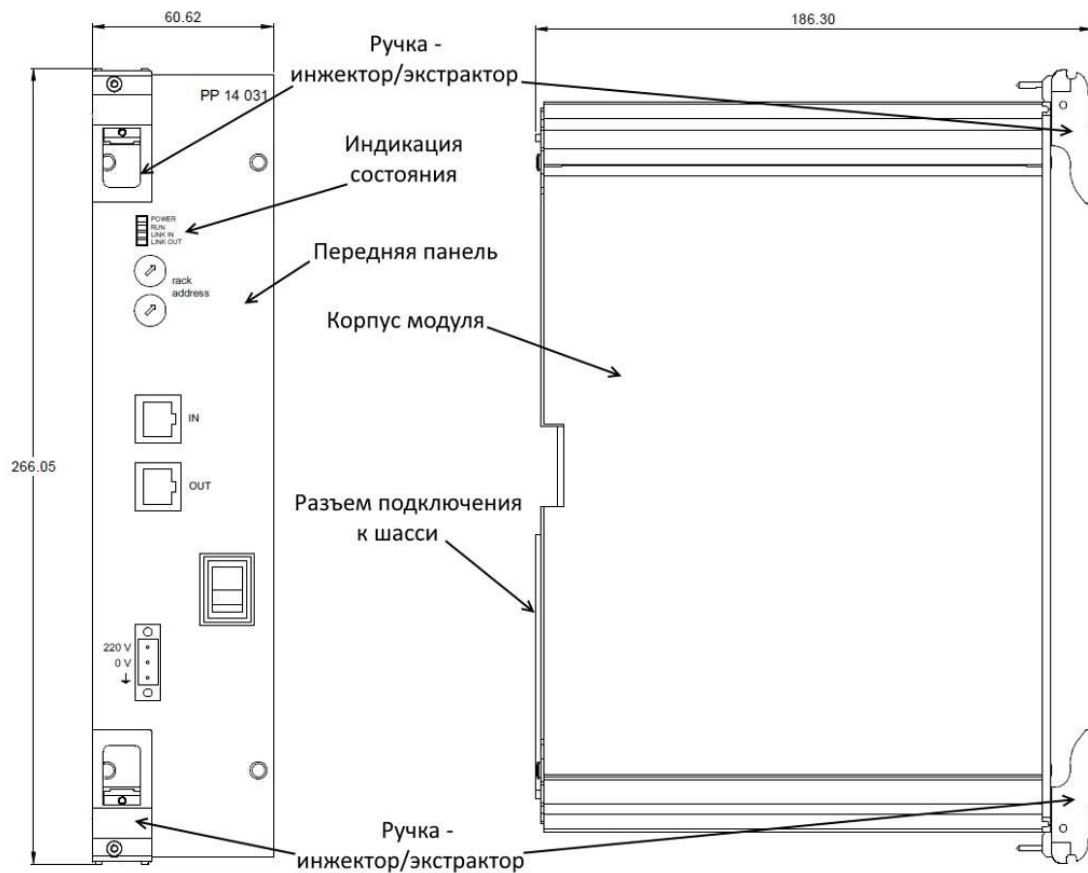


Рисунок 3 – Габаритные размеры модулей центрального процессора и источника питания

На задней стенке модулей расположен разъем подключения к шасси для организации электрического соединения модулей между собой и цепями питания.

На лицевой панели модулей аналоговых и дискретных входов/выходов, модуля счета импульсов расположены разъемы DB37F для подсоединения входных/выходных цепей, а также индикаторы режима работы и состояния входов/выходов модулей. На лицевой панели модуля коммуникационного процессора для подсоединения входных цепей расположены четыре разъема DB9F.

Подключение сети питания к контроллеру осуществляется через разъем на лицевой панели модуля источника питания, на которой также размещается двухполюсный переключатель сети питания и индикаторы наличия питающих напряжений контроллера.

## Конфигурации контроллера

### Размещение модулей в крейте

Модули устанавливаются в крейты. Существует два типа крейта: полноразмерный, вмещающий в себя 14 слотов шириной 6НР, и половинчатый – на 7 слотов.

Вне зависимости от типа крейта, при установке модулей необходимо придерживаться следующих правил:

1. в первый слот всегда устанавливается модуль источника питания (здесь и далее, так как модули источника питания и центрального процессора занимают два слота, то, говоря про номер слота установки, подразумеваем номер левого из двух слотов, занимаемых модулем);
2. в последующие слоты могут, в зависимости от функциональности крейта, устанавливаться модули любого типа в следующем порядке:
  - в случае присутствия второго модуля источника питания в крейте, он устанавливается сразу после первого модуля источника питания (слот 3);
  - модули центрального процессора устанавливаются сразу после модуля (модулей) источника питания (слот 3 – если в крейте один источник питания, 5 и 7 – если в крейте два источника питания);
  - остальные слоты могут занимать модули ввода/вывода и модули коммуникационного процессора в любом порядке.

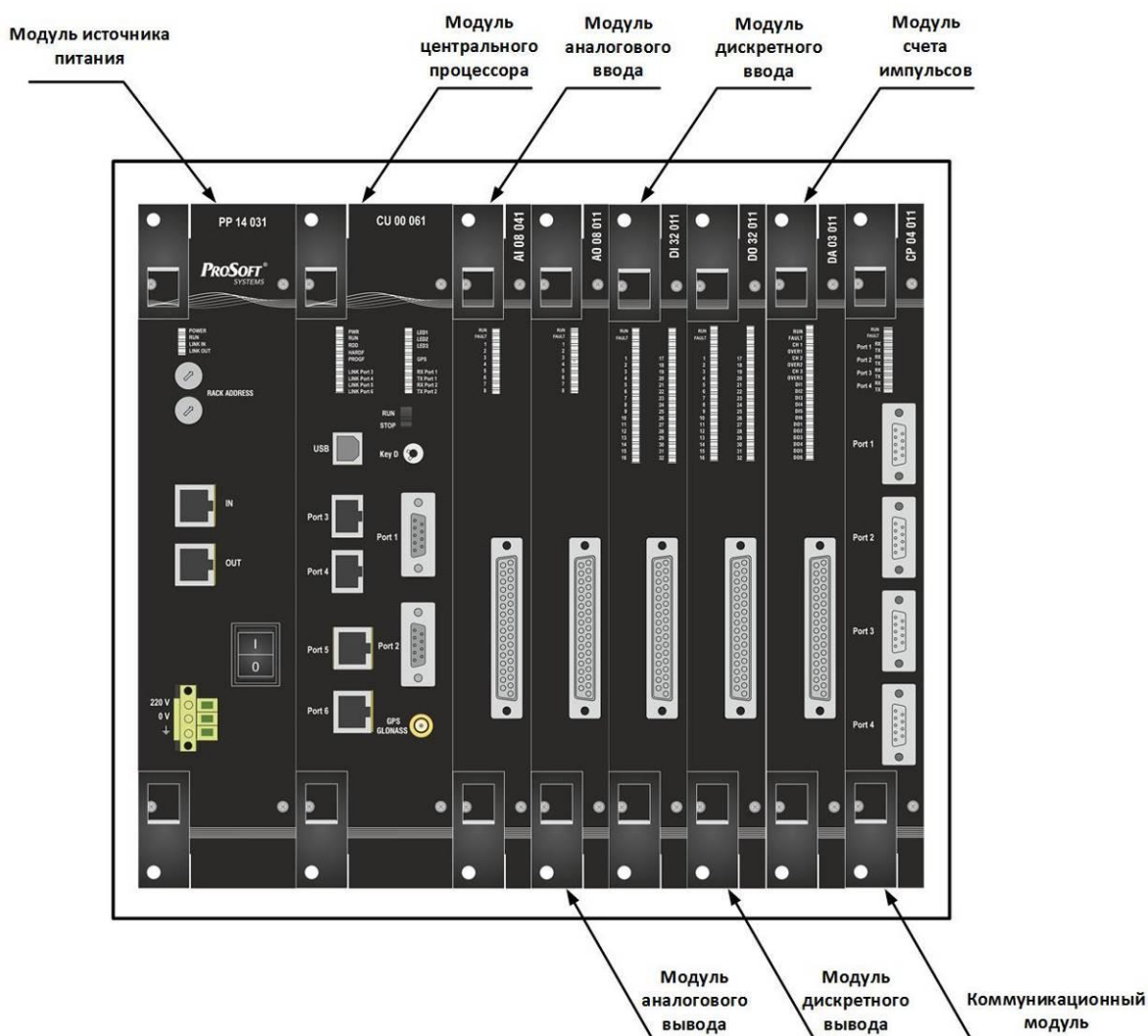


Рисунок 4 – Пример размещения модулей в составе рейта

## Объединение рейтов в контроллере

Для увеличения количества сигналов системы используются рейты расширения. В нерезервированном контроллере, состоящем более, чем из одного модуля, различают два вида рейтов:

- базовый рейт (Рисунок 5);
- рейт расширения (Рисунок 6).

Правило установки модулей в базовом рейте соответствует вышеизложенному описанию размещения модулей. Рейт расширения отличается от базового рейта только тем, что в нем не может присутствовать модуль центрального процессора.

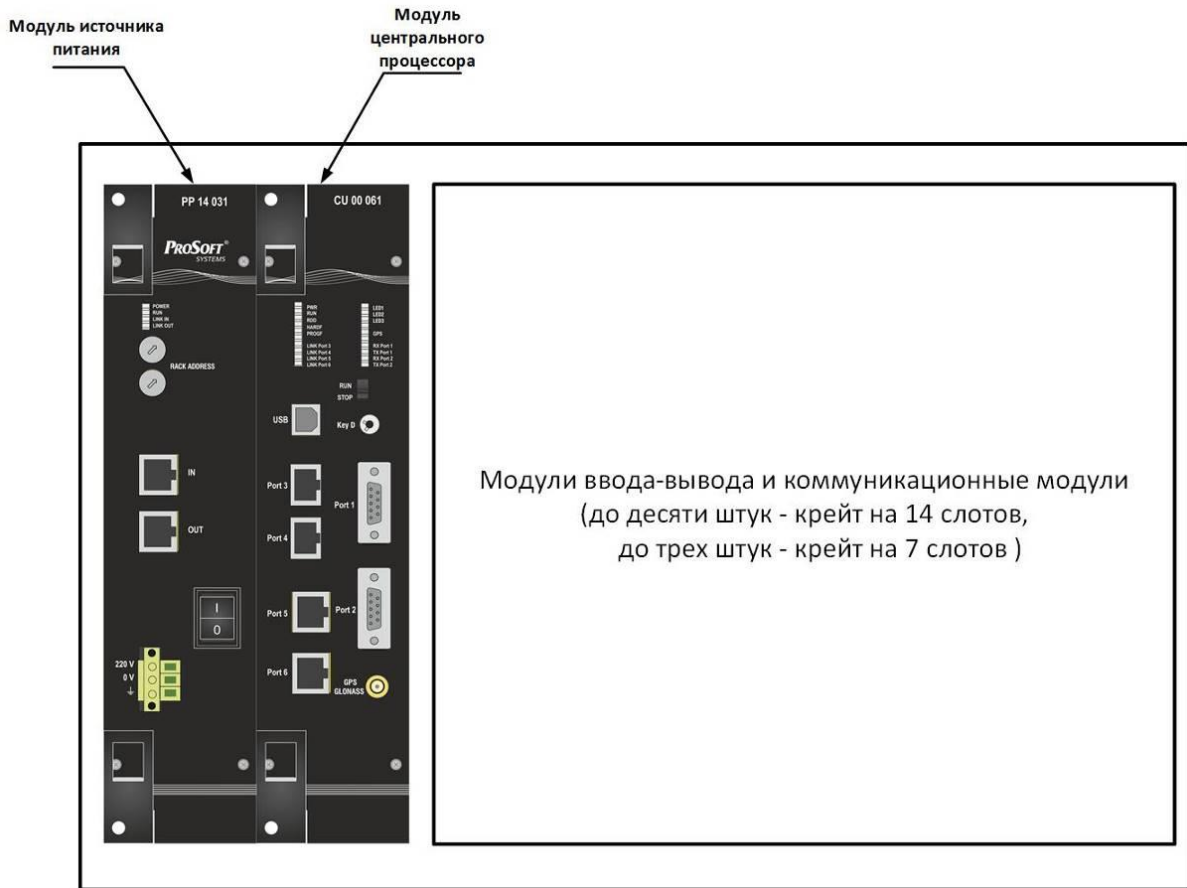


Рисунок 5 – Базовый крейт



Рисунок 6 – Крейт расширения

К одному базовому крейту можно подключить до 255 крейтов расширения.

Крейты расширения подключаются к базовому крейту посредством коммуникационных портов (IN и OUT), расположенных на модуле источника питания. Связь базового крейта с крейтами расширения осуществляется по внутренней шине RegulBus, по ней же 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 – для него они – это один последовательный набор модулей. И поэтому отсутствуют какие-либо ограничения на расположение тех или иных модулей в крейтах расширения.

Подключать крейты расширения можно по схеме «кольцо» (Рисунок 7) или по схеме «звезда» (Рисунок 8).

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

Допустимое расстояние между соединенными одним кабелем крейтами расширения определяется типом модуля источника питания. Если используются модули с интерфейсом RJ45, то допустимое расстояние составляет 100 метров. В качестве соединительных кабелей используются стандартные кабели категории 5 (Cat. 5) со стандартной для интерфейса Ethernet схемой расключения.

В случае использование модулей с интерфейсом SFP расстояние определяется характеристиками SFP модулей (сами SFP модули в комплект поставки не входят и приобретаются отдельно). Тип кабеля определяется типом SFP модуля.

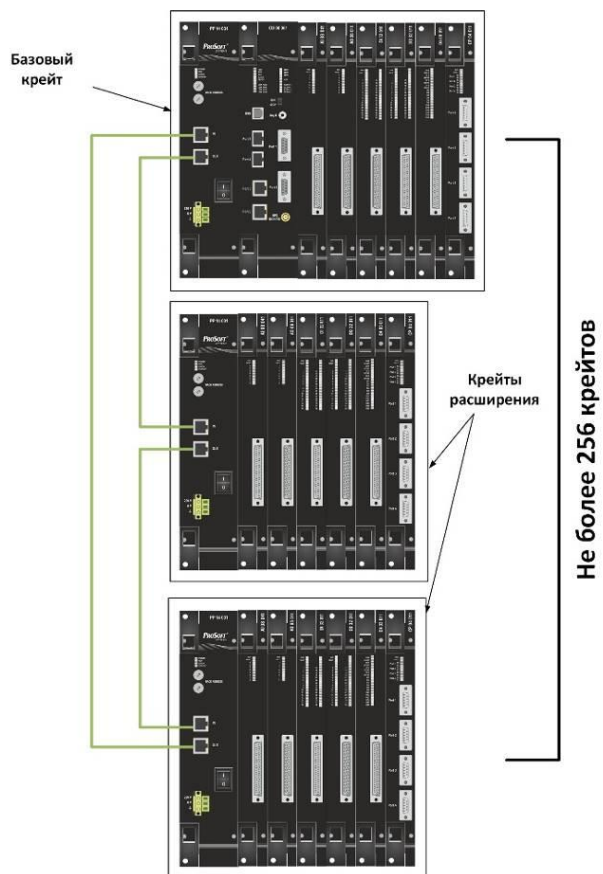


Рисунок 7 – Соединение крейтов по схеме «кольцо»

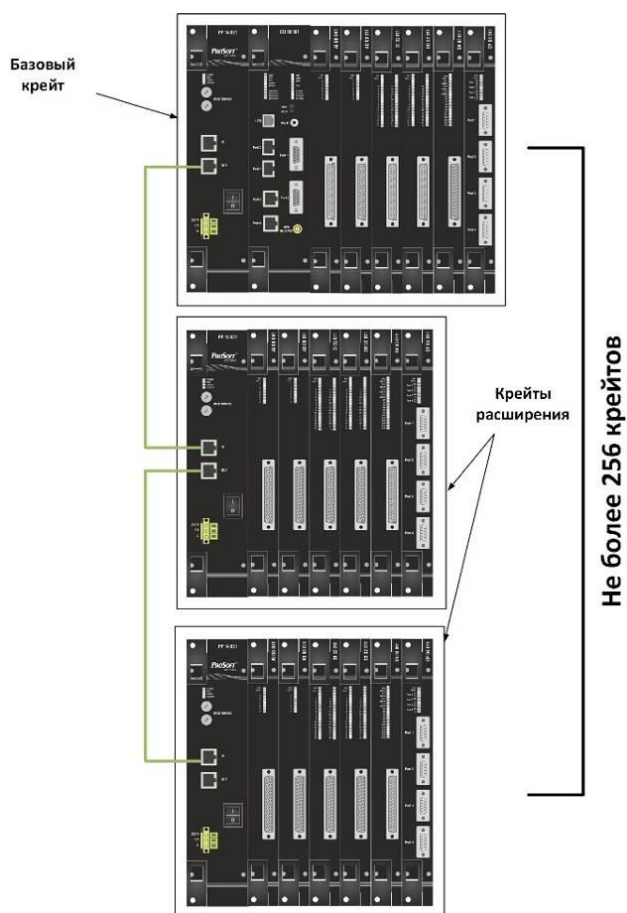


Рисунок 8 – Соединение крейтов по схеме «звезда»

## Схемы резервирования

Контроллер поддерживает «горячее» резервирование центральных процессоров и источников питания. Для обеспечения резервирования центрального процессора реализованы две независимые последовательные шины RegulBus. Каждый модуль ввода/вывода и коммуникационного процессора может обмениваться данными одновременно с двумя модулями центрального процессора по разным шинам RegulBus. При этом сигналы управления, выдаваемые на модули аналогового и дискретного вывода, воспринимаются только от центрального процессора, являющегося в данный момент основным.

Обмен данными между центральными процессорами производится посредством резервированной линии связи. Резервированная линия образует два физических соединения между модулями центральных процессоров. При этом резервированный контроллер будет работать в штатном режиме даже при обрыве одной линии связи.

Для резервированной линии связи можно использовать два любых порта Ethernet на борту каждого модуля ЦП.

Расстояние, на которое можно разнести два модуля ЦП, определяется типом порта, используемого для резервированной линии связи.



Рисунок 9 – Базовый крейт в резервированном варианте





Контроллер поддерживает следующие схемы резервирования:

- полное резервирование;
- частичное резервирование;
- комбинированные схемы резервирования.

### Полное резервирование

Для создания системы по принципу «полное резервирование» используются два крейта, в каждом из которых установлены модуль источника питания, модуль центрального процессора и одинаковый набор модулей ввода/вывода. При необходимости оба крейта могут иметь крейты расширения, но обязательно идентичные по составу. В данной конфигурации каждый центральный процессор имеет свой собственный набор модулей ввода/вывода, представляя собой «зеркало» другого. На рисунке 10 представлена данная схема резервирования, где:

- линия передачи данных внутренней шины RegulBus – 
- линия передачи данных резервирования между ЦП – 

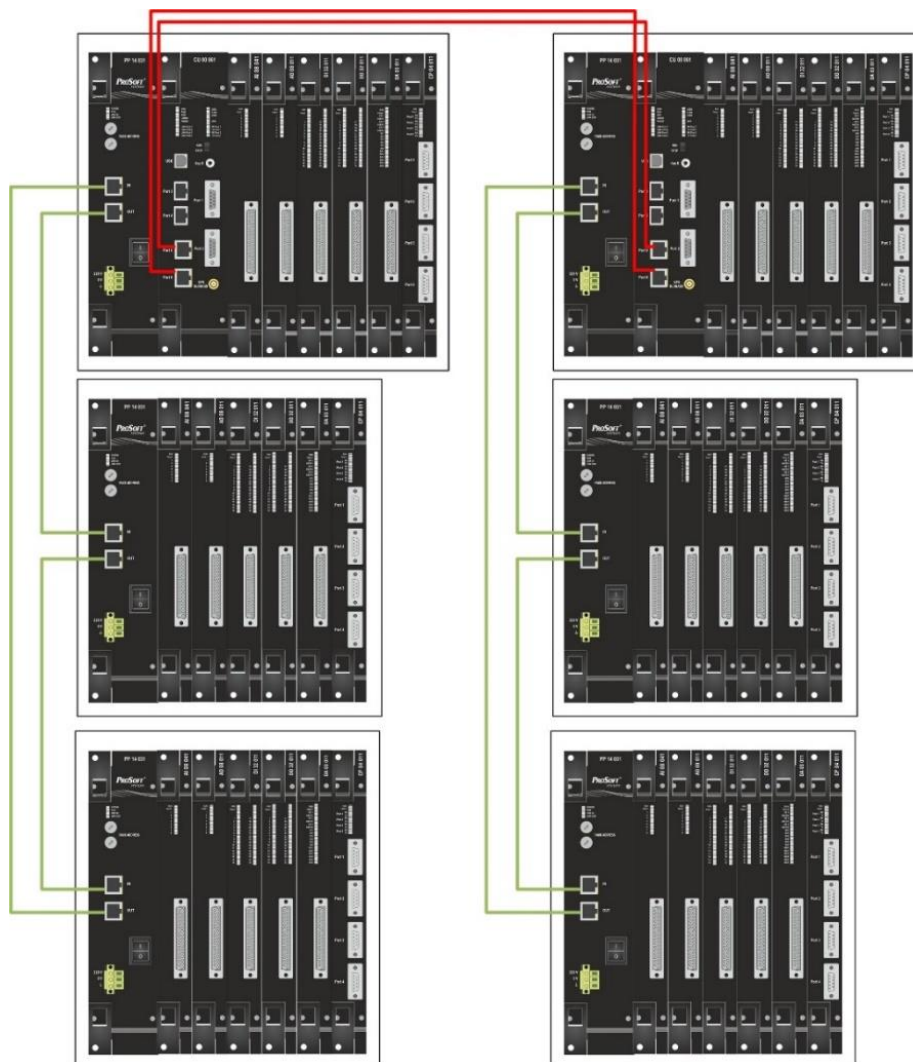


Рисунок 10 – Полное резервирование

Рекомендуемые схемы подключения не резервируемых конечных устройств (датчиков) к резервируемым модулям ввода/вывода приведены в приложении Б.

### Частичное резервирование

Под частичным резервированием понимается резервирование модулей ЦП и ИП. При частичном резервировании оба модуля ЦП находятся в одном крейте и осуществляют обмен данными с одними и теми же модулями ввода/вывода по независимым внутренним шинам данных RegulBus (Рисунок 11). В данной схеме резервирования обязательно наличие резервированных модулей ИП в крейтах расширения.

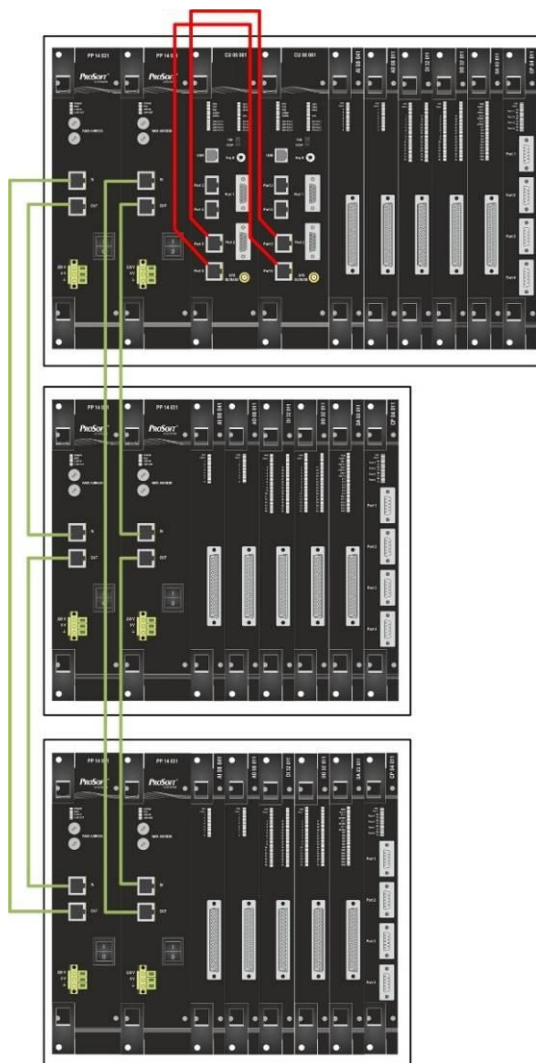


Рисунок 11 – Частичное резервирование

### Комбинированные схемы резервирования

Также существуют комбинированные схемы резервирования. Они представляют собой различные комбинации первого и второго варианта резервирования. При этом для программной части контроллера не существует отличий между конфигурациями крейтов, т.е. с точки зрения ЦП набор крейтов представляет из себя последовательность модулей ввода/вывода с фиксированными адресами без привязки к номеру используемой шины RegulBus. Примеры комбинированных схем резервирования представлены на рисунке 12.

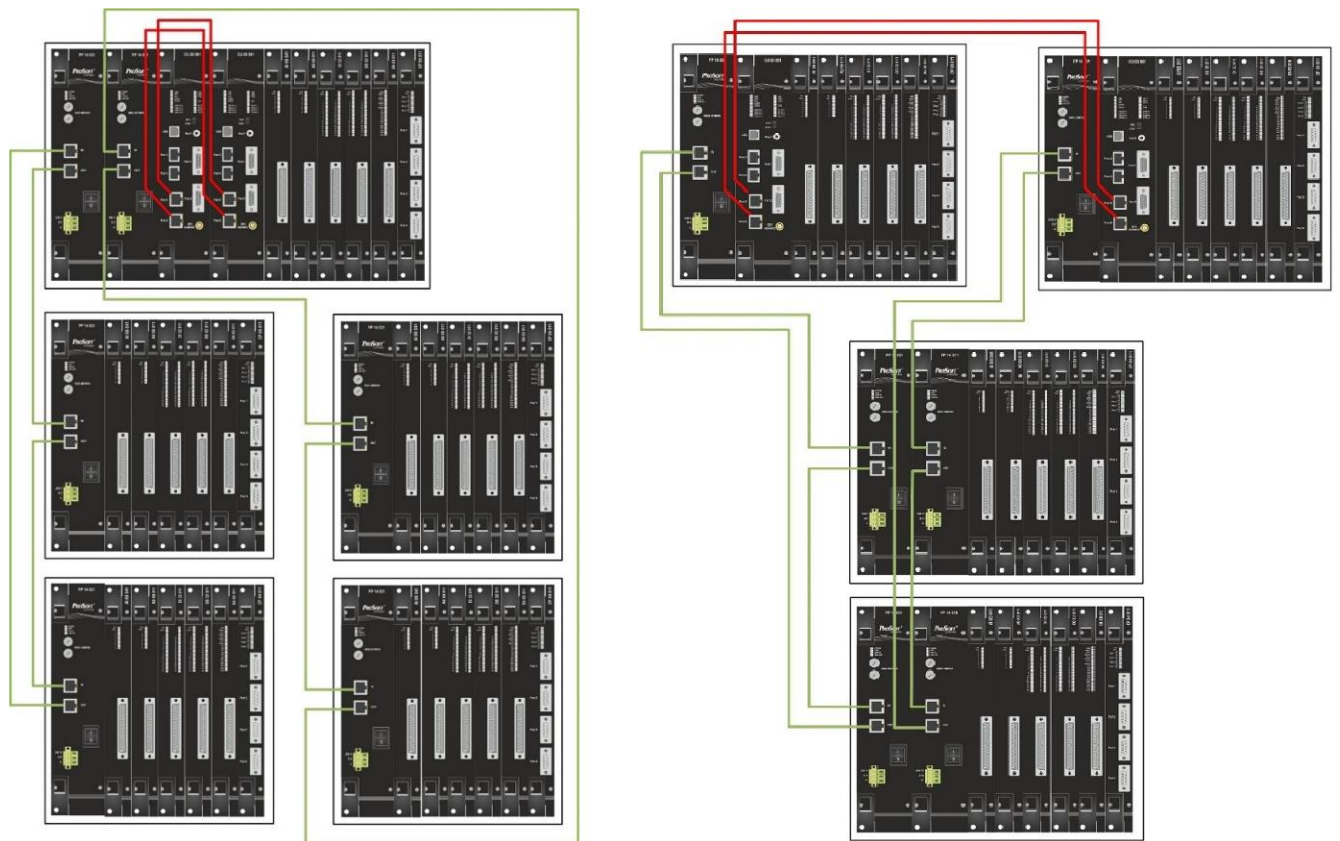


Рисунок 12 – Примеры комбинированных схем резервирования

## Монтаж

Основным элементом контроллера является крейт, представляющий собой модуль шасси 19'', выполненный в формате «Евромеханика». В крейт устанавливаются модули различного типа размером 6U.

Крепление модулей в крейте безвинтовое. Для фиксации модулей используются ручки-инжекторы/экстракторы, расположенные в верхней и нижней части передних панелей. Для обеспечения соосности разъема подключения модуля к шасси и разъема самого шасси каждый слот имеет направляющие на верхней и нижней плоскостях крейта. Для фиксации модуля в крейте необходимо установить его в направляющие и задвинуть до срабатывания ручек-инжекторов/экстракторов. Для извлечения модуля из крейта необходимо нажать кнопки на ручках-инжекторах/экстракторах и потянуть их на себя. Ручки-инжекторы/экстракторы снабжены эксцентриком, позволяющим извлечь модуль из разъема без дополнительных усилий.

Крейт, по типу установки, может иметь два исполнения:

- для установки на монтажную панель;
- для установки в 19'' стойку.

Выбор исполнения обеспечивается установкой крепежных уголков спереди (установка в 19'' стойку) или сзади крейта (установка на панель).

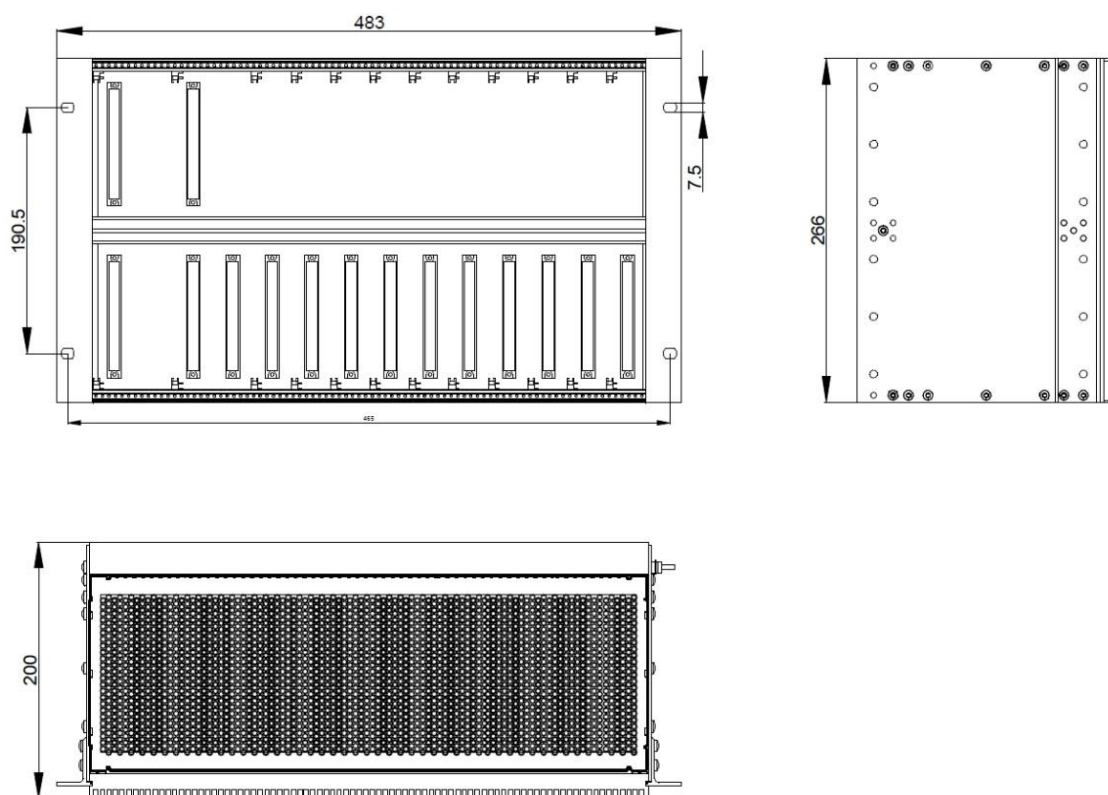


Рисунок 13 – Габаритные размеры крейта на 14 слотов при установке в 19'' стойку

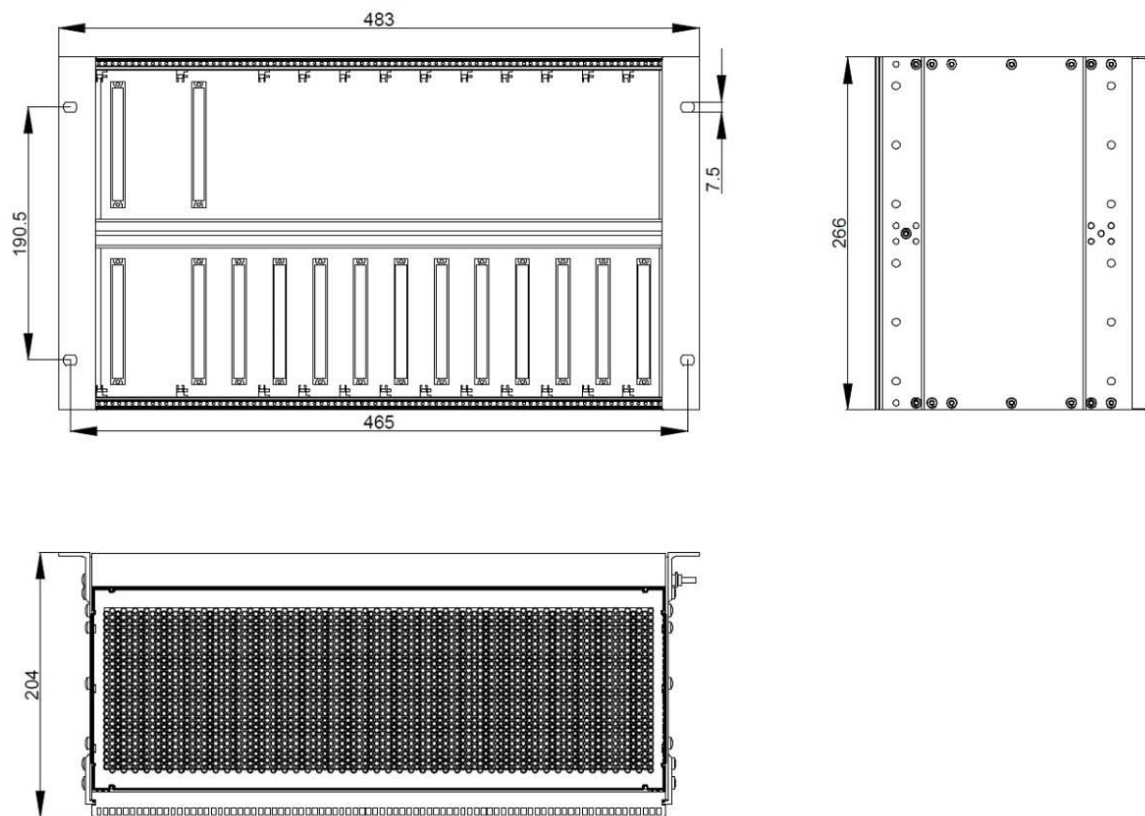


Рисунок 14 – Габаритные размеры крейта 14 слотов при установке на монтажную панель

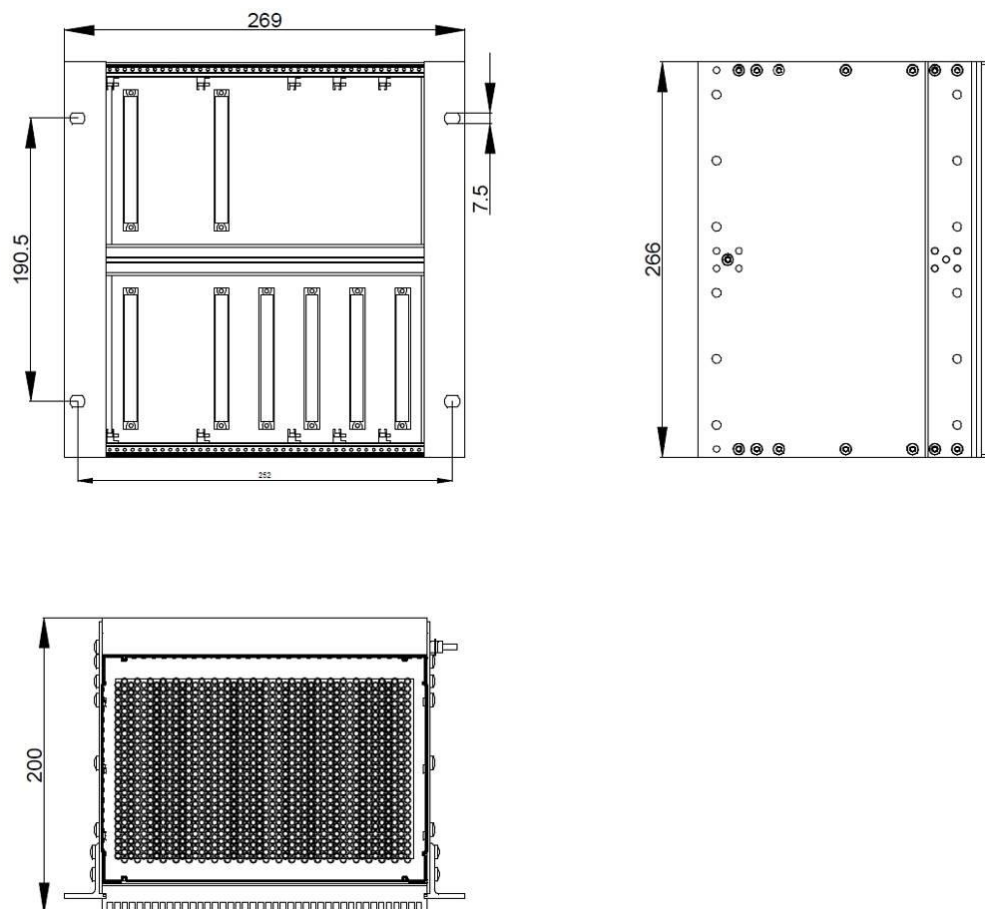


Рисунок 15 – Габаритные размеры крейта на 7 слотов при установке в стойку



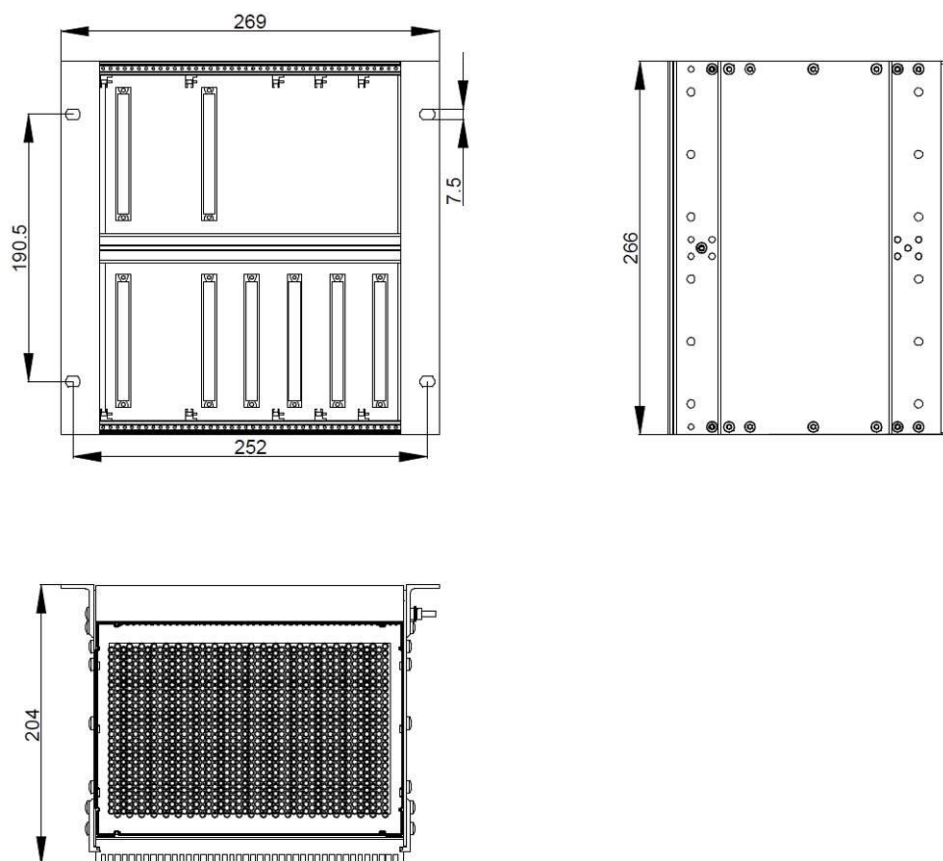


Рисунок 16 – Габаритные размеры крейта 7 слотов при установке на монтажную панель

Порядок установки контроллера следующий:

- установить крейт на вертикальную несущую поверхность (в случае монтажной панели) или в 19” стойку и заземлить через заземляющий болт на корпусе крейта;
- установить модули в крейт в соответствии с проектом на систему;
- отключить тумблер «О/И» на лицевой панели модуля источника питания;
- убедиться, что параметры сети питания соответствуют варианту исполнения контроллера. Проверить, что все подключаемые к контроллеру цепи обесточены;
- подключить в соответствии с маркировкой кабели соединения контроллера с объектами контроля и управления и питающими напряжениями. Для соединения модулей с внешними цепями используются кабели с ответной частью разъема DB37F и клеммной колодкой для быстрого монтажа, устанавливаемой на DIN-рельс, или с маркированными проводами (для внутришкафного монтажа). Схемы и способ подключения указаны в соответствующих разделах руководства, описывающих модули контроллера.

Надежная и безопасная работа контроллера в процессе эксплуатации обеспечивается при соблюдении требований, указанных ниже:

- подключение и отключение линий связи, антенны для ГЛОНАСС и модулей SFP к модулям центрального процессора должно происходить при выключенном внешнем питании контроллера;

- не допускается эксплуатация контроллера без защитного заземления, со снятыми или имеющими повреждения корпусными деталями;
- контроллер должен монтироваться на вертикальную плоскую поверхность (монтажную панель). Отклонение от вертикальной оси при расположении не должно превышать  $15^\circ$ ;
- для естественного охлаждения контроллера, а также для удобства монтажа и эксплуатации, по периметру контроллера должно оставаться свободное пространство, не менее указанного на рисунке 17;
- напряжение питания контроллера должно соответствовать варианту исполнения источника питания;
- не допускается попадания на корпус и внутренние части контроллера агрессивных химических веществ и их паров;
- контроллер удовлетворяет нормам промышленных радиопомех, установленным для оборудования класса А по ГОСТ 30428;
- при установке модулей в кейт не допускаются удары и значительные усилия во избежание повреждения разъемов модулей и кросс - платы.

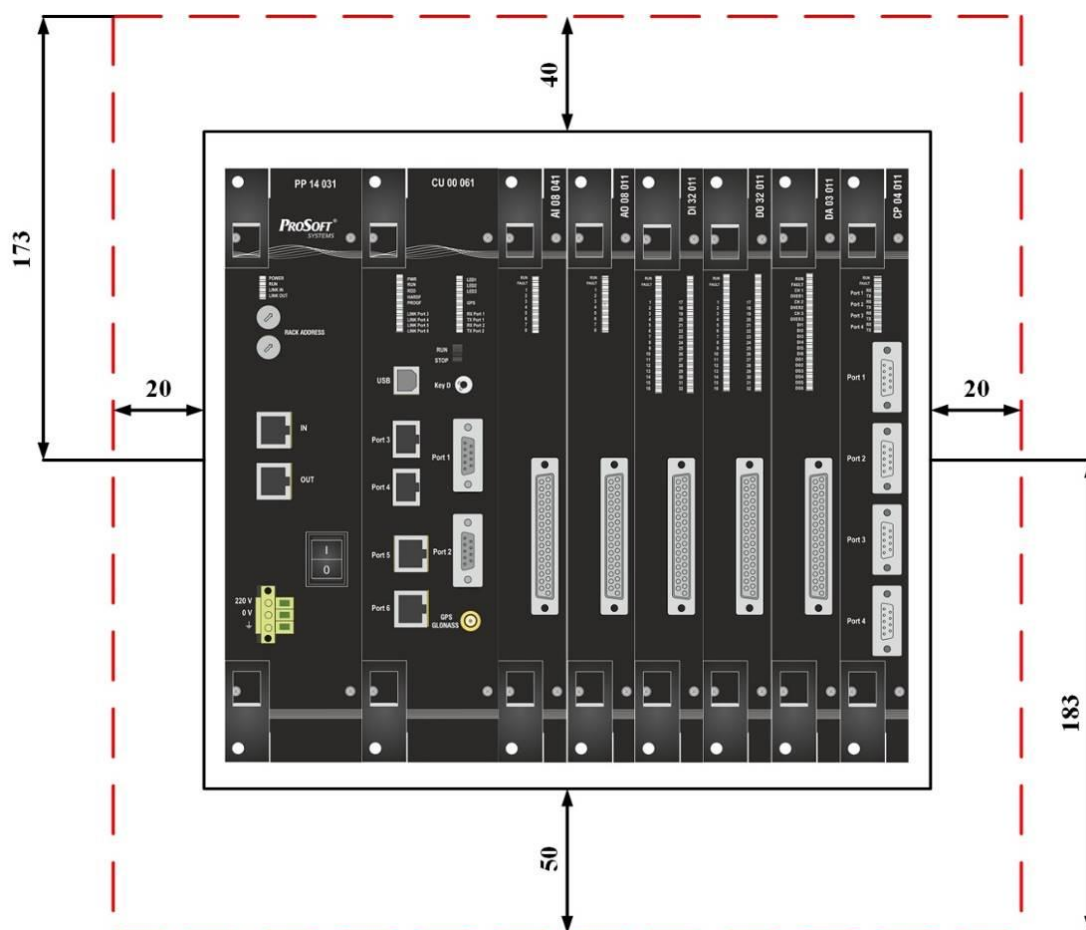


Рисунок 17 – Минимальное свободное пространство по периметру контроллера

### Длина полевых кабелей

Полевые кабели - это кабели от клеммной колодки модулей ПЛК до окончного электротехнического устройства. Такими устройствами могут быть датчики, сигнализаторы, искробезопасные барьеры. Клеммы, в том числе с предохранителями, не являются такими устройствами.

Длина полевых кабелей не ограничивается техническими характеристиками модулей ПЛК. Длина кабелей выбирается проектировщиком системы автоматизации в зависимости от требований конкретного проекта. На корректность измерений и величину наводок в длинных полевых линиях влияют:

- сечение кабеля и наличие экрана кабеля;
- способы прокладки кабелей;
- удаленность контрольных кабелей от силовых кабелей системы автоматизации;
- техническое решение по заземлению экранов и брони кабелей, кабельных лотков и кабельных эстакад.

При определении длины полевых кабелей следует руководствоваться данными критериями, а также принимать во внимание требования федеральной и отраслевой НТД, а также НТД конкретного Заказчика. При подключении пассивных аналоговых датчиков с питанием их от шкафов автоматизации, построенных на базе Regul RX00, выбор длины кабельной линии следует производить с учетом требований к минимальному напряжению питания конкретных датчиков.



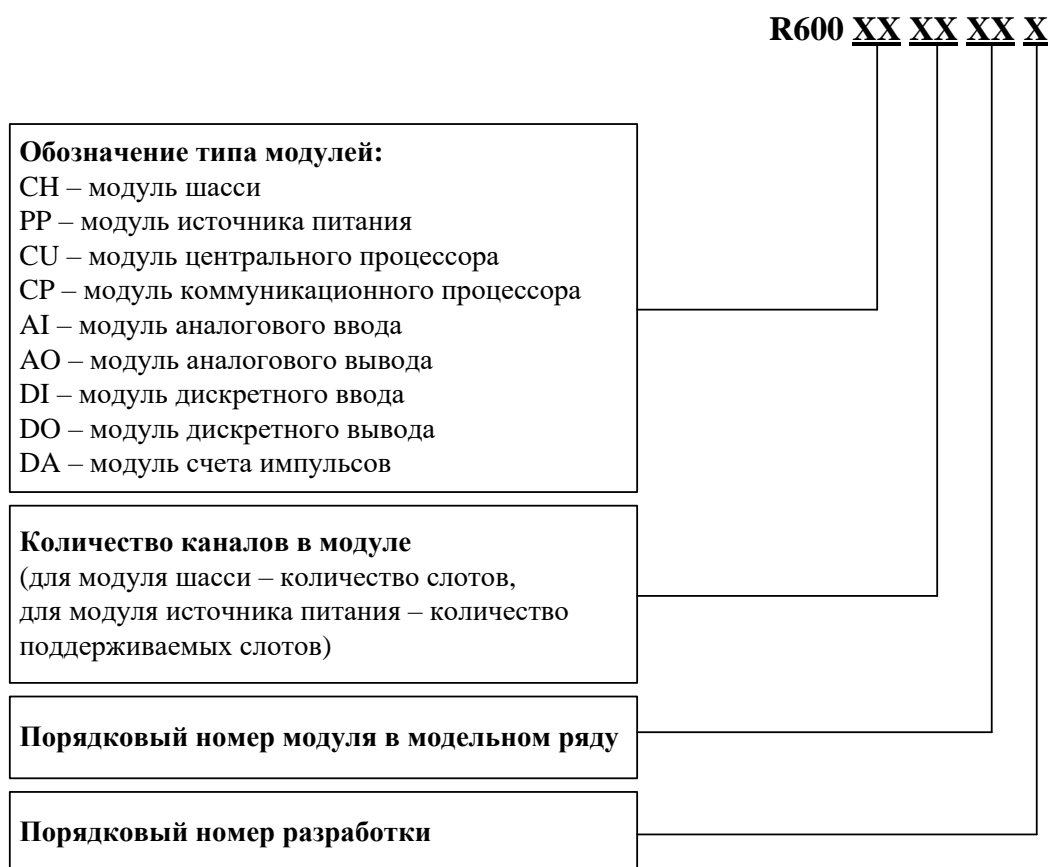
## МОДУЛИ КОНТРОЛЛЕРА

### Общие сведения

Контроллер имеет блочно-модульную конструкцию и состоит из набора модулей, подразделяющихся на следующие типы:

- модуль шасси;
- модуль источника питания (МИП);
- модуль центрального процессора (МЦП);
- модуль коммуникационного процессора;
- модуль ввода/вывода.

Условное обозначение модулей контроллера REGUL R600 формируется следующим образом:



Пример условного обозначения модуля - R600 AI 08 041, где:

- R600 – модель контроллера;
- AI – аналоговый ввод;
- 08 – количество каналов;
- 041 – порядковый номер в модельном ряду 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 R600 AI 08 041.*

Полный перечень модулей, используемых в контроллере, приведен в Приложении А.

Модули шасси обеспечивают механические и электрические связи между модулями контроллера, а также обеспечивают крепление контроллера в рабочем состоянии.

Модули источника питания предназначены для преобразования питающего напряжения 220 В постоянного и переменного тока или 24 В постоянного тока в рабочее напряжение модулей контроллера 5 В постоянного тока. Кроме того, в модулях источника питания расположен формирователь внутренней шины контроллера, который обеспечивает обмен данными между модулями.

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 (через МИП);
- 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, МЭК 60870-5-101.

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

Модули коммуникационного процессора и модули ввода/вывода имеют набор программно-настраиваемых параметров, которые могут быть привязаны к переменным прикладной программы в среде разработки Epsilon LD. Перечень параметров приведен в таблице «Настроечные параметры модуля ...» на каждый модуль.

Кроме того, все модули ввода/вывода 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 приведен в таблице «Регистры данных ввода-вывода модуля ...» на каждый модуль.

На лицевой панели модулей коммуникационного процессора и модулей ввода/вывода присутствуют индикаторы RUN (работа) зеленого цвета и FAULT (неисправность) красного

цвета, которые отображают режим работы модуля. Сопоставление режимов работы модулей и свечения индикаторов представлено в таблице 1.

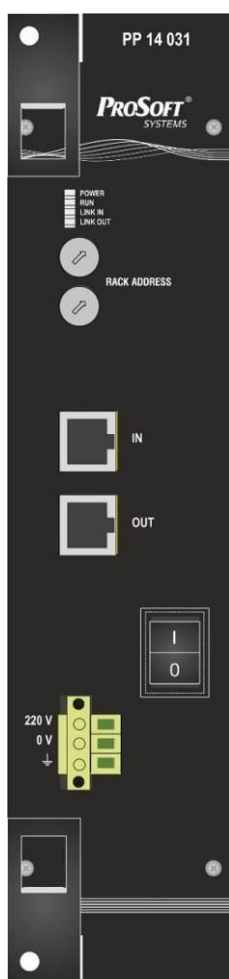
Таблица 1 – Алгоритм работы индикаторов RUN/FAULT

Состояние индикатора RUN	Состояние индикатора FAULT	Состояние модуля
Не горит	Не горит	Отсутствует питание модуля / фатальная ошибка модуля
Не горит	Мигает быстро (3 Гц)	Внутренняя ошибка (актуально только для модулей счета импульсов)
Не горит	Горит	Модуль не сконфигурирован
Любое	Мигает (1 Гц)	Несоответствие типа модуля конфигурации или устаревшая версия прошивки модуля
	Горит	Отсутствует внешнее питание (актуально только для модуля аналогового вывода)
Мигает	Любое	Модуль был ранее сконфигурирован (по любому из каналов), отсутствует связь с ЦП (по обоим каналам)
Горит	Не горит	Нет ошибок. Модуль сконфигурирован, есть связь с ЦП (как минимум с одним)

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

## Модули источника питания

Условное обозначение	Наименование модуля
R600 PP 14 011	Модуль источника питания 24 В DC, поддержка функции расширения внутренней шины данных RegulBus (порты IN, OUT с интерфейсом RJ45)
R600 PP 14 021	Модуль источника питания 24 В DC, поддержка функции расширения внутренней шины данных RegulBus (порты IN, OUT с интерфейсом SFP)
R600 PP 14 031	Модуль источника питания 220 В AC/DC, поддержка функции расширения внутренней шины данных RegulBus (порты IN, OUT с интерфейсом RJ45)
R600 PP 14 041	Модуль источника питания 220 В AC/DC, поддержка функции расширения внутренней шины данных RegulBus (порты IN, OUT с интерфейсом SFP)



Модули источника питания выполняют следующие функции:

- преобразуют питающее напряжение 220 В постоянного/ переменного тока или 24 В постоянного тока в рабочее напряжение 5 В постоянного тока;
- осуществляют электропитание внутренних потребителей крейта контроллера стабилизированным напряжением 5 В постоянного тока;
- обеспечивают гальваническую развязку внутренней сети электропитания от внешней;
- обеспечивают обмен данными между модулями, расположенными в крейте;
- обеспечивают обмен данными между крейтами по двум коммуникационным портам (IN и OUT).

Таблица 2 – Технические характеристики модулей источников питания

Наименование параметра, единица измерения	Значение			
	PP 14 011	PP 14 021	PP 14 031	PP 14 041
Входное напряжение, В:				
– номинальное значение	24 DC		220 AC/DC	
– допустимый диапазон изменений	от 18 до 36 DC		от 85 до 265 AC от 120 до 370 DC	
Входной ток, А	4,6 (при $U_{вх}=24$ В)		0,65 (при $U_{вх}=220$ В)	
Допустимый диапазон частот входного напряжения, Гц	—		47...63	
Выходное напряжение, В	5			
Внутреннее потребление мощности, Вт, не более	13,5	13,5 (без учета потребления SFP - модуля)	13,5	13,5 (без учета потребления SFP - модуля)
Номинальное значение выходной мощности (мощность, выдаваемая на шину питания), Вт	75*			
Защита от перенапряжения	Да			
Защита от обратной полярности	Да			
Допустимый перерыв в питании, мс, не более	—		100	
Допустимая разность потенциалов, В:				
– между входом и землей	2250	1350	2000	
– между входом и выходом	2250	1350	3000	
Допустимое пиковое напряжение (100 мс), В	33		—	
Интерфейсы (порты IN, OUT)	RJ 45	SFP (100BASE-FX)	RJ 45	SFP (100BASE-FX)
Максимальная длина подключаемой линии связи, м	100	определяется типом SFP-модуля	100	определяется типом SFP-модуля

Наименование параметра, единица измерения	Значение			
	PP 14 011	PP 14 021	PP 14 031	PP 14 041
Условия эксплуатации – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность воздуха, %	От – 40 до +60  от 5 до 98 без образования конденсата			
Условия хранения: – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность воздуха, %	от – 55 до + 70  от 5 до 98 без образования конденсата			
Степень защиты от внешних воздействий	IP20			
Количество занимаемых слотов	2			
Размеры (ШxВxГ), мм	60x267x186			
Вес, кг	1,3			

\* Приведена максимальная мощность модуля при температуре 40°С. График уменьшения мощности источника питания с ростом температуры приведен ниже.



Рисунок 18 – График зависимости мощности источника питания от температуры

В состав модулей входят:

- преобразователь напряжения 220 В/5 В (для модулей PP 14 031, PP 14 041) или 24 В/5 В (для модулей PP 14 011, PP 14 021), предназначенный для преобразования и фильтрации входного напряжения;
- микросхемы, предназначенные для организации внутренней сети контроллера внутри крейта;
- расположенные на передней панели:
  - два коммуникационных порта (IN, OUT), предназначенные для организации связи по внутренней шине данных RegulBus между крейтами контроллера;
  - два адресных переключателя, предназначенные для установки адреса крейта в распределенной системе управления;
  - электрический выключатель, предназначенный для коммутирования входного напряжения;
  - светодиодная панель, предназначенная для осуществления световой индикации работы модуля.

Адресные переключатели, предназначенные для адресации крейта, проградуированы от 1 до F. Соответственно, с их помощью можно задать адрес крейта в диапазоне от 00 до FF в шестнадцатеричной системе исчисления, при этом нижний адресный переключатель отвечает за младший разряд в значении адреса, а верхний - за старший. Адрес крейта можно задавать произвольно, не ориентируясь на физический порядок соединений крейтов между собой, но он обязательно должен совпадать с адресом, присвоенным данному крейту в среде разработки Epsilon LD. Крейт, в котором расположен центральный процессор, всегда должен иметь адрес «00».

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.

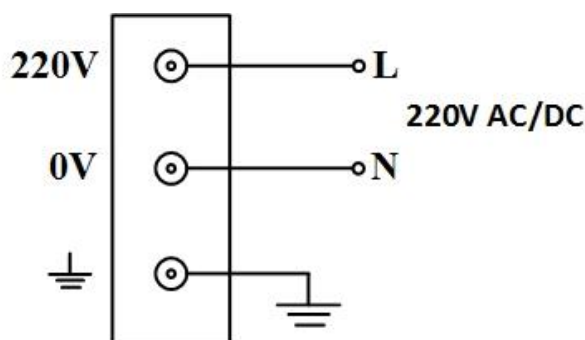


Рисунок 19 – Подключение входного напряжения 220В на модулях PP 14 031, PP 14 041

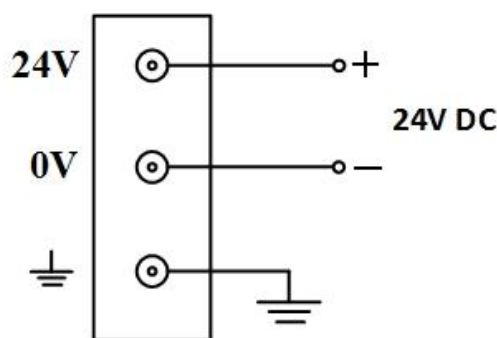


Рисунок 20 – Подключение входного напряжения 24В на модулях PP 14 011, PP 14 021

Для коммутации с внешними крейтами используют порты IN и OUT. Для подключения к интерфейсу RJ45 применяют стандартные кабели связи типа «витая пара» категории 5е и выше. Для защиты от помех рекомендуется брать экранированные кабели. Длина кабеля линии связи между смежными крейтами не должна превышать 100 метров. Для подключения к интерфейсу SFP используют SFP-модули с поддержкой стандарта 100Base-FX (сам SFP-модуль в комплект поставки не входит). При этом тип и длина кабеля линии связи определяются типом используемого SFP-модуля.

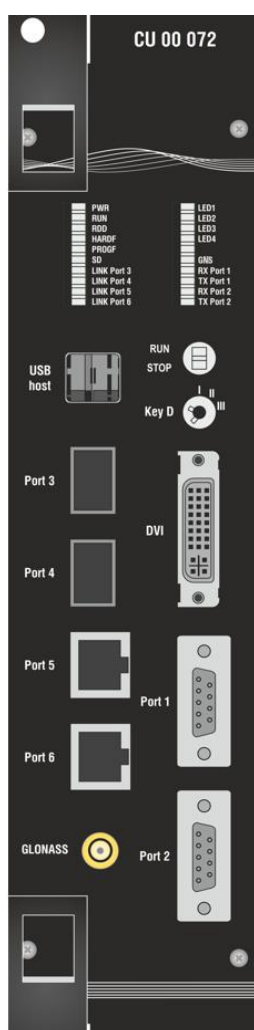
Светодиодная панель модуля состоит из четырех светодиодных индикаторов:

- POWER – индикатор горит при наличии выходного напряжения;
- RUN – индикатор информирует об обмене данными по внутренней шине контроллера:
  - горит – наличие обмена данными в нерезервированном контроллере или по внутренней шине RegulBus в случае ведущего центрального процессора при резервировании ЦП,
  - мигает – наличие обмена данными во внутренней шине RegulBus ведомого центрального процессора при резервировании ЦП;
- LINK IN, LINK OUT – соответствующий индикатор мигает при наличии обмена через порты IN и OUT.



## Модули центрального процессора

Условное обозначение	Наименование модуля
R600 CU 00 061	Модуль центрального процессора 1Гб ОЗУ, 1x2Гб/1x4Гб ПЗУ, RS-232, RS-485, 2 x Ethernet RJ45, 2 x Ethernet SFP, ГЛОНАСС
R600 CU 00 072	Модуль центрального процессора 2Гб ОЗУ, 1x4Гб ПЗУ, RS-232, RS-485, 2xEthernet RJ45, 2xEthernet SFP, 2xUSB host, DVI-D, ГЛОНАСС, поддержка внешних USB накопителей



Модули центрального процессора выполняют следующие функции:

- самодиагностика, проверка конфигурации системы и работоспособности функциональных модулей;
- логическая обработка данных и выдача сигналов управления в соответствии с прикладной программой пользователя;
- обмен данными с коммуникационными и модулями ввода/вывода (через внутреннюю шину RegulBus);
- обмен информацией со сторонним оборудованием посредством встроенных интерфейсов по протоколам ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 (Master/Slave), ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 (Master/Slave), Modbus RTU (Master/Slave), Modbus TCP (Master/Slave);
- сохранение данных в энергонезависимой памяти,
- обслуживание часов реального времени с приемом сигналов точного времени по 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 добавляется буква (W), например, R600 CU 00 061 (W).

Таблица 3 – Технические характеристики модулей центрального процессора

Наименование параметра, единица измерения	Значение	
	CU 00 072	CU 00 061
ОЗУ, Гб	2	1
ПЗУ (100 000 циклов записи/стирания), Гб	4 (опционально до 64)	4+2
Интерфейсы:		
– RS-232	1 (Port 1/COM 1)	
– RS-485	1 (Port 2/COM 2)	
– Ethernet	2xRJ45, 2xSFP (1000BASE-KX/BX)	
– USB	2 (host)	1 (device)
– DVD-D	1	—
– ГЛОНАСС	1	
Поддерживаемые внешние накопители	USB 2.0	—
Пределы абсолютной погрешности внутренних часов, мкс	±50	
Потребляемая мощность от шины питания контроллера, Вт, не более	20	25,5
Напряжение пробоя изоляции (гальваническая изоляция), В, не менее:		
– между портами RS232 / RS485 и внутренней шиной	1000	
– между портами RS232 и RS485	—	
Условия эксплуатации:		
– температура окружающего воздуха, °С	от – 40 до + 60	
– относительная влажность воздуха, %	от 5 до 98 без образования конденсата	
Условия хранения:		
– температура окружающего воздуха, °С	от – 55 до + 70	
– относительная влажность воздуха, %	от 5 до 98 без образования конденсата	
Степень защиты от внешних воздействий	IP20	
Количество занимаемых слотов	2	
Размеры (ШxВxГ), мм	60x267x186	
Вес, кг	1,1	

В состав модулей входят:

- COM-модуль;
- твердотельный накопитель;
- модуль ГЛОНАСС;
- элемент питания часов реального времени;
- коммуникационные порты RS-232, RS-485, Ethernet, USB device на CU 00 061, USB host на CU 00 072;
- разъем для GLONASS – антенны;
- 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 и при установке на плату центрального процессора полностью закрывается радиатором, что обеспечивает его дополнительную защиту от механических повреждений и электромагнитных волн.

Два твердотельных накопителя объемом 2 и 4 Гб. Накопитель объемом 2Гб используется для хранения файлов операционной системы центрального процессора и прикладной программы пользователя. Весь объем накопителя на 4Гб полностью доступен пользователю для реализации на нем архивных баз центрального процессора (опционально для модуля CU 00 072 до 64 Гб).

В качестве коммуникационных портов на переднюю панель выведены:

- RS-232 (Port 1, разъем DB9F, распиновка в таблице 4);
- RS-485 (Port 2, разъем DB9F, распиновка в таблице 5);
- Ethernet 10BASE-T/100BASE-T/1000BASE-T/100BASE-F/1000BASE-F (через RJ45 или SFP) (Port 3 – Port 6);



**ВНИМАНИЕ!**

SFP-модули в комплекте с модулем центрального процессора не поставляются

- 
- два порта USB host (со стандартными разъемами типа A) для подключения USB-совместимых устройств (спецификация USB2.0), таких как клавиатура, мышь, сенсорный экран, внешний накопитель данных и т.д. Внешний накопитель используется для копирования и последующего хранения log/backup-файлов.
  - порт USB device (со стандартным разъемом типа B) для модуля CU 00 061;
  - видеоинтерфейс DVI-D (применительно к CU 00 072, распиновка в таблице 6);
  - разъем SMA-BJ, предназначенный для подключения антенны к модулю ГЛОНАСС.

В качестве органов управления на переднюю панель выведены переключатели режима работы RUN/STOP и KEY D.

Переключатель режима работы 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 исполняется.

Переключатель KEY D управляет автозагрузкой прикладной программы. Положение I – автозагрузка выключена, II – включена.

Светодиодная панель модуля состоит из 14 светодиодных индикаторов:

- POWER – индикатор горит при наличии напряжения на внутренней шине питания контроллера;
- RUN – индикатор информирует о работе прикладной программы:
  - горит – выполнение прикладной программы;
  - не горит – программа не выполняется (не загружена или переключатель «RUN/STOP» в положении STOP);
- RDD – индикатор информирует о работе модуля в составе резервированного контроллера:
  - горит – модуль работает в качестве ведущего центрального процессора;
  - редко мигает – модуль работает в качестве ведомого центрального процессора;
  - часто мигает – любое другое состояние модуля, которое информирует о логической неготовности его к управлению (например, идет обновление проектов, или ожидается синхронизация, проекта нет или он остановлен и т.д.);
- HARDF – индикатор горит в случаи отсутствия или неисправности одного из модулей контроллера (неисправность в шине ПЛК);
- PROGF – индикатор информирует о состоянии модуля:
  - горит – присутствует программная ошибка в модуле;
  - медленно моргает – не загружена пользовательская программа.

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

- PROGF&HARDF горят - не запущена среда исполнения основного ПО Epsilon LD, модуль в текущем состоянии не работоспособен;
- PROGF&RUN быстро моргают - исключительная ситуация (EXCEPTION), ошибка выполнения ПО;

- GNS – индикатор мигает, когда присутствует сигнал со спутников;
- RX Port Y, где Y – номер порта (1-2) – индикатор мигает при приеме данных в соответствующем канале;
- TX Port Y, где Y – номер порта (1-2) – индикатор мигает при передаче данных в соответствующем канале;
- LINK Port X, где X – номер порта (3-6) – индикатор мигает при наличии обмена через соответствующий Ethernet-порт;
- LED1...LED3 – пользовательские светодиоды двухцветные.

Подключение внешних устройств

Таблица 4 – Распиновка разъема DB9F Port 1

№ вывода	RS-232
1	GND
2	DTR
3	TXD
4	RXD
5	CD
6	RI
7	CTS
8	RTS
9	DSR

Таблица 5 – Распиновка разъема DB9F Port 2

№ вывода	RS-485
1	—
2	—
3	—
4	GND
5	A(+)
6	—
7	—
8	(terminator)
9	B(-)

Таблица 6 – Подключение DVI-D (Single Link) через разъем DVI-I

№ вывода	Обозначение вывода
1	T.M.D.S DATA 2 –
2	T.M.D.S DATA 2 +
3	T.M.D.S DATA 2/4 SHIELD
6	DDC CLOCK
7	DDC DATA
9	T.M.D.S DATA 1 –
10	T.M.D.S DATA 1 +
11	T.M.D.S DATA 1/3 SHIELD
14	+5 V POWER
15	GND
16	HOT PLUG DETECT
17	T.M.D.S DATA 0 –
18	T.M.D.S DATA 0 +
19	T.M.D.S DATA 0/5 SHIELD
22	T.M.D.S CLOCK SHIELD
23	T.M.D.S CLOCK +
24	T.M.D.S CLOCK –
C5	ANALOG GROUND

Для использования ГЛОНАСС модуля рекомендуется подбирать антенну, обладающую следующими характеристикам чувствительности:

Таблица 7 – Рекомендуемые характеристики антенны

Режим	Мощность, дБм, не менее
Обнаружение	– 145 дБм
Слежение	– 158 дБм

Модуль может работать как с пассивной, так и с активной антенной. Питание активной антенны производится через встроенные цепи модуля с напряжением 3,3 В. Цепь питания активной антенны защищена самовосстанавливающимся предохранителем с током срабатывания 100 мА. В случае, если применяется антенна с малым сопротивлением по постоянному току (например, короткозамкнутая печатная антенна) или антенна с напряжением питания, отличающимся от питания приемника, следует между антенным входом модуля и антенной установить высокочастотный конденсатор емкостью 100...220 пФ. Подавать питание на антенный вход модуля запрещается.



**ВНИМАНИЕ!**

Подключение и отключение линий связи, антенны для ГЛОНАСС и модулей SFP, к модулям центрального процессора должно происходить при выключенном внешнем питании контроллера

## Модули коммуникационного процессора

Условное обозначение	Наименование модуля
R600 CP 04 011	Модуль коммуникационного процессора RS-485, 4 порта



### Модуль коммуникационного процессора CP 04 011

Модуль предназначен для организации четырех независимых каналов связи по интерфейсу RS-485. 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.

В состав модуля входят:

- микроконтроллер;
- четыре микросхемы UART;
- источник питания;
- узел индикации.



Таблица 8 – Технические характеристики модуля коммуникационного процессора CP 04 011

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество портов	4
Реализуемые протоколы	ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 (Master/Slave) Modbus RTU (Master/Slave)
Скорость передачи данных, бит/с	от 150 до 115 200
Напряжение пробоя изоляции (гальваническая изоляция), В, не менее:	
– между каналами и внутренней шиной питания и данных	1000
– между каналами и напряжением питания	3000
– между каналами	2000
Потребляемая мощность от шины питания контроллера, Вт, не более	3,5
Условия эксплуатации:	
– температура окружающего воздуха, °С	от – 40 до + 60
– относительная влажность воздуха, %	от 5 до 98 без образования конденсата
Условия хранения:	
– температура окружающего воздуха, °С	от – 55 до + 70
– относительная влажность воздуха, %	от 5 до 98 без образования конденсата
Степень защиты от внешних воздействий	IP20
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	30x267x186
Вес, кг	0,8

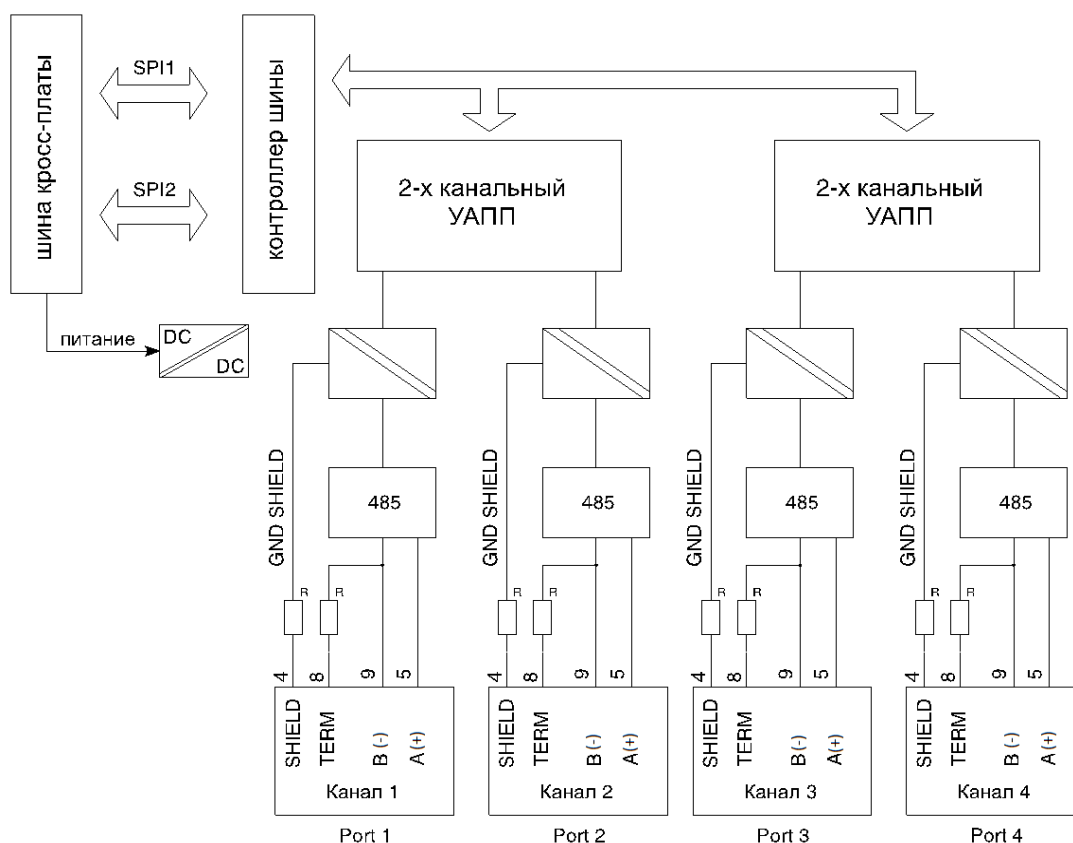


Рисунок 21 – Структурная схема модуля CP 04 011

Чтобы включить терминальный резистор в работу, необходимо сделать перемычку между контактами А и TERM.

Узел индикации модуля состоит из двух светодиодных индикаторов состояния модуля (RUN и FAULT) (описание в таблице 1) и индикаторов состояния входных каналов модуля.

Свечение индикаторов Rx и Tx для каждого из четырех портов означает прием или передачу данных в канале.

Таблица 9 – Настроечные параметры модуля CP 04 011

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Маскирование	BOOL	0	Маскирование канала: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается)
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),

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
			3 – всегда 1 (mark), 4 – всегда 0 (space)
Стоповые биты	BYTE	0	Количество стоповых бит: 0 – 1, 1 – 1,5, 2 – 2

**Модули аналогового ввода**

Условное обозначение	Наименование модуля
R600 AI 16 011	Модуль аналогового ввода, ток от 0 до 20 мА, от 4 до 20 мА, 16 каналов, общая гальваническая изоляция
R600 AI 08 041	Модуль аналогового ввода, ток от 0 до 20 мА, от 4 до 20 мА, напряжение от минус 10 до плюс 10 В, от 0 до плюс 10 В, 8 каналов, поканальная гальваническая изоляция
R600 AI 08 031	Модуль аналогового ввода, термосопротивление, термопары, напряжение от минус 400 до плюс 400 мВ, 8 каналов, общая гальваническая изоляция
R600 AI 08 021	Модуль аналогового ввода, ток от 4 до 20 мА, поддержка HART протокола, 8 каналов, поканальная гальваническая изоляция

**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.).

Вычисление электрической величины  $Y_i$  производится по формуле

$$Y_i = k_0 + k_1 \cdot C_i, \quad (1)$$

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

После того, как получена электрическая величина  $Y_i$ , производится вычисление текущего усредненного значения электрической величины  $U_i$  как экспоненциальное взвешенное скользящее среднее по формуле

$$U_i = \lambda \cdot Y_i + (1 - \lambda) \cdot U_{i-1}, \quad (2)$$

где  $\lambda$  – коэффициент усреднения.

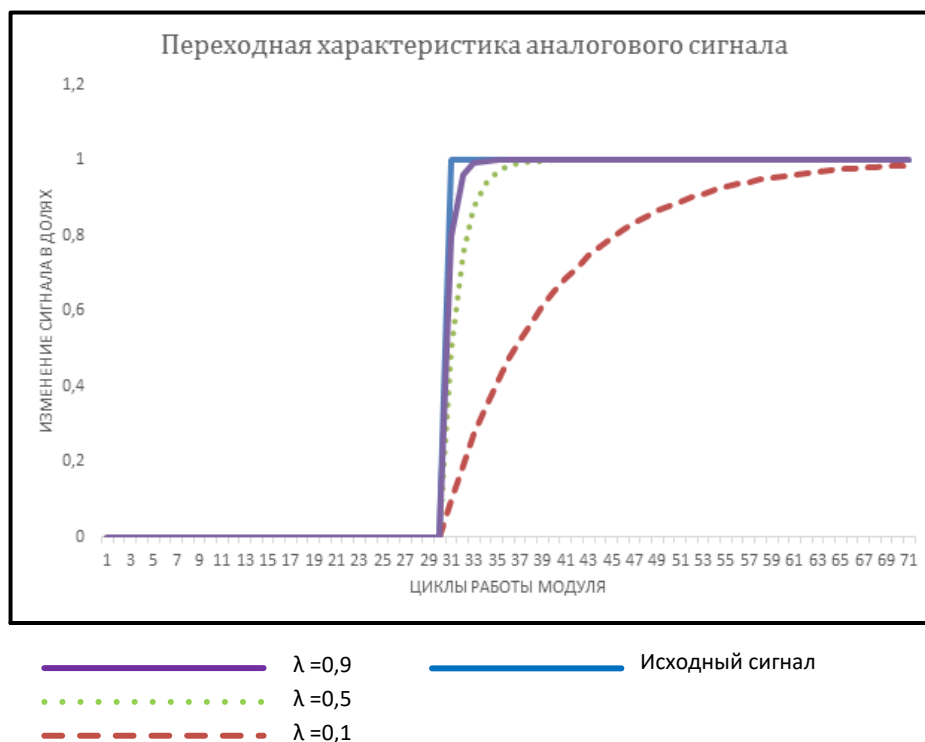


Рисунок 22 – Зависимость аналогового сигнала от коэффициента усреднения  $\lambda$

Коэффициент усреднения рассчитывается по формуле

$$\lambda = 2 \frac{t_{\text{пр}}}{N_{\text{акт}} \cdot t_{\text{уср}} + t_{\text{пр}}}, \quad (3)$$

где  $t_{\text{пр}}$  – время преобразования на канал в мс (указывается в описании модуля),

$N_{\text{акт}}$  – количество активных (незамаскированных) каналов (для модулей с параллельным опросом каналов данный параметр равен «1»),

$t_{\text{уср}}$  – время (период) усреднения, задается пользователем в мс; если равно «0», то усреднение отключено. Значение параметра «Время усреднения, мс» должно быть таким, чтобы рассчитанное от него количество циклов усреднения было больше «1». Например, для модуля R600 AI 08 041 усреднение включено, если значение «Времени усреднения, мс» не менее «4», т.к. цикл измерения на модуль – 2 мс.

Инженерная величина  $X_i$  рассчитывается по формуле

$$X_i = K_0 + K_1 \cdot U_i, \quad (4)$$

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

### Контроль границ диапазонов измерения

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  $Y_i$  минимально возможного  $Y_{min}$  (например, меньше 4 мА), выставляется признак выхода сигнала за нижнюю границу измерения электрической величины. Если значение  $Y_i$  выше максимально возможного  $Y_{max}$  (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.

### Контроль выбросов сигнала

Помимо отслеживания выхода сигнала за пределы измерения, производится также контроль выбросов сигнала и бракование канала при достижении определенных условий.

Выброс обнаруживается следующим образом:

Первоначально пользователь задает максимальную скорость  $V_{max}$  изменения инженерной величины. Под скоростью  $V_i$  изменения инженерной величины подразумевается прирост  $\Delta X$  величины  $X$  за время одного цикла опроса всех незамаскированных каналов (максимальное значение цикла равняется величине параметра «Время преобразования на модуль, мс»). При параллельном опросе каналов время цикла не зависит от количества замаскированных каналов и всегда равняется времени преобразования на модуль.

### Пример

Имеется емкость с жидкостью. Пользователю известно, что уровень жидкости не может увеличиваться или уменьшаться быстрее, чем на 1 м за 30 сек. Исходя из этого вычисляется, как может измениться уровень за цикл опроса (например, 2 мс) и указывается в качестве максимальной скорости  $V_{max}$ .

Если текущая скорость изменения  $V_i$  больше по модулю, чем  $V_{max}$ , то считается, что начался выброс и до его окончания все мгновенные значения бракуются. В момент начала выброса запоминается последнее достоверное мгновенное значение  $X_0$ , которое подставляется в каждый цикл измерения до окончания выброса.

Для каждого нового  $X_i$  рассчитывается некоторое  $X'_i$  – теоретическое возможное значение инженерной величины, изменяющееся со скоростью  $V_{max}$  в том же направлении, в котором зафиксирован выброс.

Теоретическое значение  $X'_i$  рассчитывается по формуле

$$X'_i = X'_{i-1} \pm \Delta X_{max}, \quad (5)$$

при этом  $X'_0$  равно  $X_0$ , а знак перед  $\Delta X_{max}$  зависит от направления выброса.

### Варианты окончания обработки выброса

Как только достигнуто условие

$$X_i \leq X'_i, ( X'_i = X'_{i-1} + \Delta X_{max} ) \text{ или } X_i \geq X'_i, ( X'_i = X'_{i-1} - \Delta X_{max} ),$$

проверяем направление дальнейшего изменения величины:

- если направление изменения величины  $X_i$  совпадает с направлением выброса (пример на рисунке 23), либо  $X_i$  перестает изменяться (const), обработка выброса заканчивается сразу;

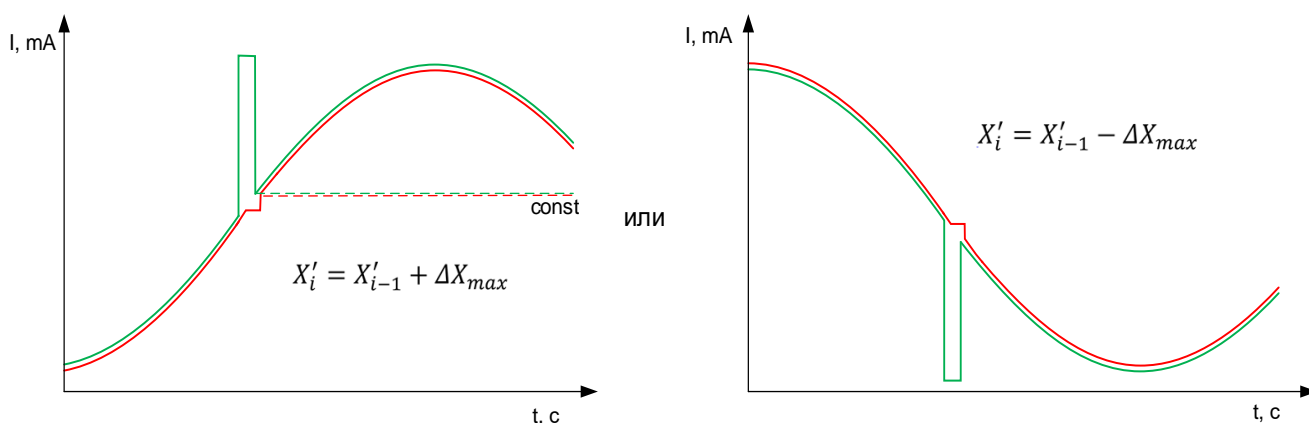


Рисунок 23 – Направление изменения величины  $X_i$  совпадает с направлением выброса

- если направление изменения величины  $X_i$  не совпадает с направлением выброса, то ожидаем 100 мс, после чего принудительно заканчиваем обработку выброса.(пример на рисунке 24).

Если по истечении 100 мс выброс не закончился, то в первом же цикле измерения, после отключения предыдущей обработки выброса, процедура начнется заново.

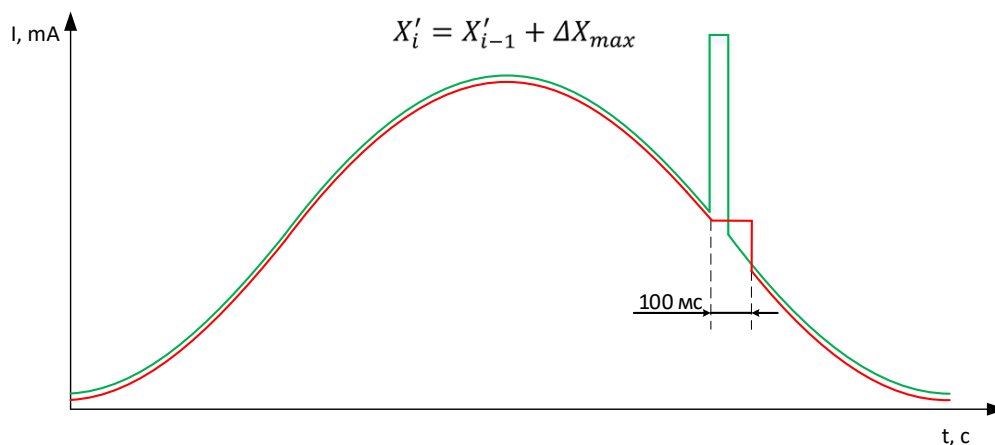


Рисунок 24 – Направление изменение величины  $X_i$  не совпадает с направление выброса

На рисунках, зеленым цветом показан сигнал на входе, красным – обработка в модуле.

В ходе обработки выброса усреднение не производится, передается последнее достоверное мгновенное значение  $X_0$ . Когда обработка выброса заканчивается, цикл усреднения начинается с начала, первым значение берется последнее достоверное мгновенное значение  $X_0$ , зафиксированное до выброса.

Признак бракования канала, если он был выставлен при обработке выброса, по окончанию обработки снимается.

### Статус бракования канала по выбросу

Статус бракования канала по выбросу формируется только при включенном алгоритме усреднения. Статус бракования канала формируется после того, как время от начала выброса сигнала превысило время нечувствительности к выбросам, определяемое в мс как процент (значение параметра «Коэффициент бракования») от значения параметра «Время усреднения, мс». Время нечувствительности к выбросам сигнала дает пользователям возможность настроить изменение так, чтобы формирование статуса бракования канала происходило с задержкой.

Если «Коэффициент бракования» равняется «0», то статус бракования канала будет выставляться сразу по факту начала выброса.

Если пользователь допускает наличие в усредненной измеряемой величине определенной доли недостоверных значений, появившихся в результате замораживания текущего значения на время выброса, он может выставить значение времени нечувствительности отличное от «0». Например, если пользователь устанавливает параметр «Коэффициент бракования» равным 10, то тем самым допускает наличие в итоговом усредненном значении 10 % недостоверных значений. Однако нужно учесть, что благодаря определению такой зоны нечувствительности появляется возможность того, что выброс закончится раньше, чем истечет время нечувствительности и статус бракования сигнала выставлен не будет.



### Индикация состояния модуля

Узел индикации модуля состоит из двух светодиодных индикаторов состояния модуля (RUN и FAULT) (описание в таблице 1) и индикаторов состояния входных цепей модуля.

Свечение индикаторов состояния входных цепей модуля отображает нештатное состояние соответствующей входной цепи модуля - обрыв линии (только для сигнала от 4 до 20мА) или выход за пределы диапазона измерения.

### Защита от короткого замыкания

Входные цепи модулей аналогового ввода оборудованы самовосстанавливающимся предохранителем, обеспечивающим защиту от короткого замыкания в измерительной цепи. Предохранитель срабатывает в том случае если ток, протекающий через измерительную цепь, превысит значение токовой отсечки предохранителя (от 50 до 100 мА, в зависимости от температуры окружающей среды). Восстановление предохранителя произойдет после того, как напряжение на входных клеммах измерительного канала опустится ниже порога сброса предохранителя (от 12 до 20 В, в зависимости от характеристик конкретного экземпляра предохранителя).

### Модуль аналогового ввода AI 16 011

Модуль предназначен для ввода шестнадцати аналоговых сигналов постоянного тока в диапазонах от 0 до 20 мА, 4 до 20 мА.

Измерительные каналы модуля гальванически не разделены между собой.

Измерительные каналы являются пассивными, то есть электропитание аналоговых цепей при любой схеме подключения должно обеспечиваться внешним источником питания.

В состав модуля входят:

- шестнадцать блоков первичной обработки и формирования входных сигналов;
- модуль мультиплексора, АЦП и гальванической развязки;
- логическая матрица, обеспечивающая прием выходных сигналов АЦП и перевод в коды микропроцессора;
- микропроцессор;
- контроллер связи по внутренним шинам RegulBus;
- источник питания;
- узел индикации.



Таблица 10 – Технические характеристики модуля аналогового ввода AI 16 011

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество каналов	16
Разрядность (включая область перегрузки), бит	14
Номинальные диапазоны преобразования силы постоянного тока, мА	от 0 до 20 / от 4 до 20
Расширенный диапазон преобразования силы постоянного тока, мА	от 0 до 25
Допустимый входной ток, мА	50
Входное сопротивление, Ом	110
Время преобразования на канал, мс	1
Опрос каналов	последовательный
Время преобразования на модуль (все каналы разблокированы), мс	16
Напряжение пробоя изоляции (гальваническая изоляция), В, не менее:	
– между каналами и внутренней шиной питания и данных	2000
– между каналами и защитным заземлением	2000
– между каналами	—
Допустимая разность потенциалов между каналами, В:	16
Защита от обратной полярности	Да
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования силы постоянного тока (в номинальных диапазонах), %	±0,1
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности преобразования силы постоянного тока при изменении температуры окружающего воздуха, %/°С	±0,002
Двухпроводное подключение датчиков (пассивный датчик)	Да (с использованием внешнего источника питания)
Четырехпроводное подключение датчиков (активный датчик)	Да
Потребляемая мощность от шины питания контроллера, Вт, не более	2,5
Условия эксплуатации:	
– температура окружающего воздуха, °С	от – 40 до + 60
– относительная влажность воздуха, %	от 5 до 98 без образования конденсата
Условия хранения:	
– температура окружающего воздуха, °С	от – 55 до + 70

Наименование параметра, единица измерения	Значение
– относительная влажность воздуха, %	от 5 до 98 без образования конденсата
Степень защиты от внешних воздействий	IP20
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	30x267x186
Вес, кг	0,8

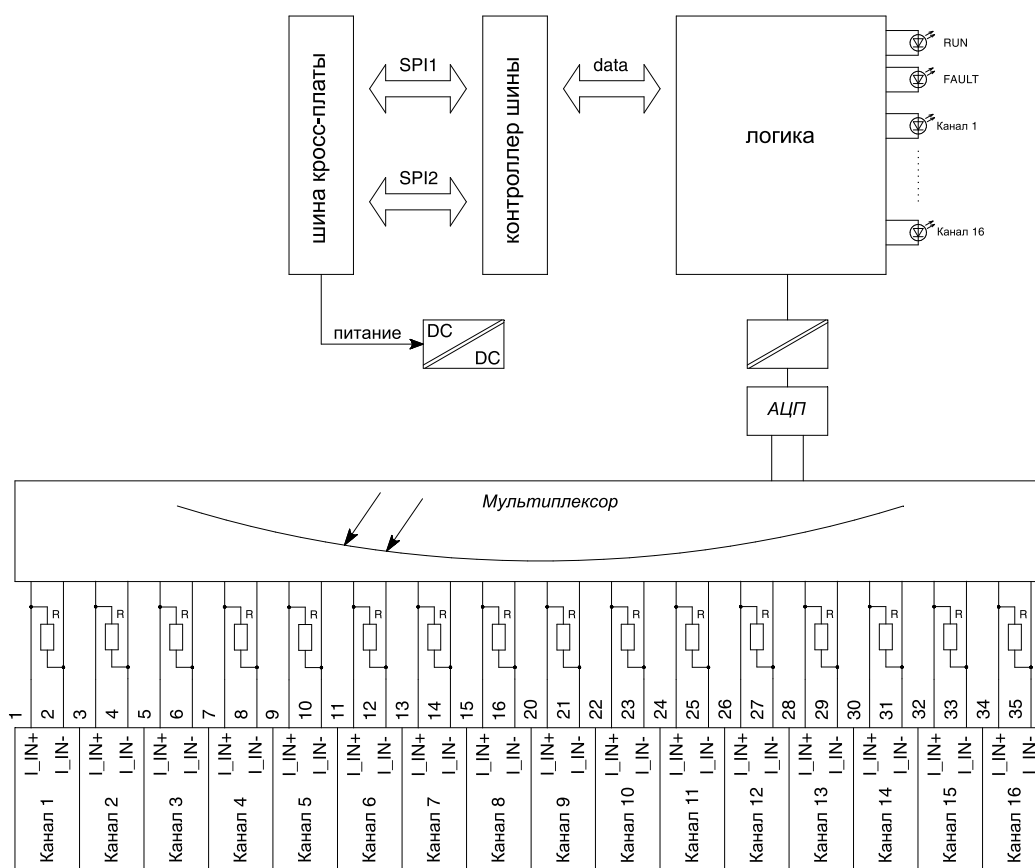


Рисунок 25 – Структурная схема модуля AI 16 011

Таблица 11 – Настраиваемые параметры модуля AI 16 011

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Маскирование	BOOL	0	Маскирование канала: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается)
Коэффициент K <sub>0</sub>	REAL	0.0	Коэффициент K <sub>0</sub> преобразования электрической величины в инженерную величину

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Коэффициент K1	REAL	1.0	Коэффициент K <sub>1</sub> преобразования электрической величины в инженерную величину
Коэффициент K0_mA	REAL	устанавливается при калибровке	Коэффициент k <sub>0</sub> преобразования кода АЦП в ток (от 0 до 20 мА / от 4 до 20 мА)
Коэффициент K1_mA	REAL	устанавливается при калибровке	Коэффициент k <sub>1</sub> преобразования кода АЦП в ток (от 0 до 20 мА / от 4 до 20 мА)
Тип канала	BYTE	2	Тип канала: 2 – от 4 до 20 мА; 4 – от 0 до 20 мА
Время усреднения (мс)	UINT	0	Время усреднения значения в миллисекундах, 0 – усреднение отключено
Максимальная скорость сигнала	REAL	3.4E+38	Максимальная скорость изменения инженерной величины за цикл опроса незамаскированных каналов модуля
Коэффициент бракования	BYTE	100	Интервал времени мс (задается как процент от величины усреднения), по истечении которого происходит установка статуса бракования канала. По умолчанию равен 100 – статус бракования канала установится по истечении времени, заданного параметром «Время усреднения, 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

Таблица 12 – 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...6]

Статусы каналов:

- 0 бит: бракование канала по выбросу;
- 1 бит: выход сигнала за верхнюю границу измерения инженерной величины;
- 2 бит: выход сигнала за нижнюю границу измерения инженерной величины;
- 3 бит: выход сигнала за верхнюю границу измерения электрической величины;
- 4 бит: выход сигнала за нижнюю границу измерения электрической величины;
- 5 бит: недостоверность канала по выходу за верхнюю границу АЦП;

- 6 бит: достоверность канала по выходу за нижнюю границу АЦП.

### Модуль аналогового ввода AI 08 041

Модуль предназначен для ввода восьми аналоговых 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 0 до 20 мА;
- от 4 до 20 мА.

Измерительные каналы модуля гальванически разделены между собой.

Измерительные каналы являются пассивными, то есть электропитание аналоговых цепей при любой схеме подключения должно обеспечиваться внешним источником питания.

В состав модуля входят:

- восемь блоков измерения входных сигналов, состоящих из АЦП и гальванической изоляции;
- логическая матрица, обеспечивающая прием выходных сигналов АЦП и перевод в коды микропроцессора;
- микропроцессор;
- контроллер связи по внутренним шинам RegulBus;
- источник питания;
- узел индикации.

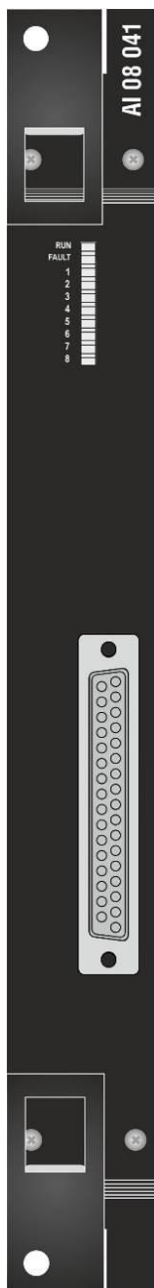


Таблица 13 – Технические характеристики модуля аналогового ввода AI 08 041

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество каналов	8
Разрядность (включая область перегрузки), бит	16
<b>Канал преобразования тока от 0 до 20 мА / от 4 до 20 мА</b>	
Номинальные диапазоны преобразования силы постоянного тока, мА	от 0 до 20 / от 4 до 20
Расширенный диапазон преобразования силы постоянного тока, мА	от 0 до 25
Допустимый входной ток, мА	50
Входное сопротивление, Ом	110
<b>Канал преобразования напряжения от 0 до плюс 10 В</b>	
Номинальный диапазон преобразования напряжения постоянного тока, В	от 0 до + 10
Расширенный диапазон преобразования напряжения постоянного тока, В	от 0 до + 11
Входное сопротивление, кОм, не менее	100
<b>Канал преобразования напряжения от минус 10 до плюс 10 В</b>	
Номинальный диапазон преобразования напряжения постоянного тока, В	от - 10 до + 10
Расширенный диапазон преобразования напряжения постоянного тока, В	от - 11 до + 11
Входное сопротивление, кОм, не менее	100
<b>Общие характеристики каналов измерения</b>	
Время преобразования на канал, мс	2,0
Опрос каналов	параллельный
Время преобразования на модуль (все каналы разблокированы), мс	2,0
Напряжение пробоя изоляции (гальваническая изоляция), В, не менее:	
– между каналами и внутренней шиной питания и данных	1500
– между каналами и защитным заземлением	1500
– между каналами	1000
Допустимая разность потенциалов между каналами, В	500
Защита от обратной полярности	Да
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования напряжения / силы постоянного тока, %	±0,025
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности преобразования напряжения / силы постоянного тока при изменении температуры окружающего воздуха, %/°С	±0,002



Наименование параметра, единица измерения	Значение
Двухпроводное подключение датчиков (пассивный датчик)	Да (с использованием внешнего источника питания)
Четырехпроводное подключение датчиков (активный датчик)	Да
Потребляемая мощность от шины питания контроллера, Вт, не более	4,5
Условия эксплуатации: <ul style="list-style-type: none"> <li>– температура окружающего воздуха, °С</li> <li>– относительная влажность воздуха, %</li> </ul>	от – 40 до + 60  от 5 до 98 без образования конденсата
Условия хранения: <ul style="list-style-type: none"> <li>– температура окружающего воздуха, °С</li> <li>– относительная влажность воздуха, %</li> </ul>	от – 55 до + 70  от 5 до 98 без образования конденсата
Степень защиты от внешних воздействий	IP20
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	30x267x186
Вес, кг	0,8

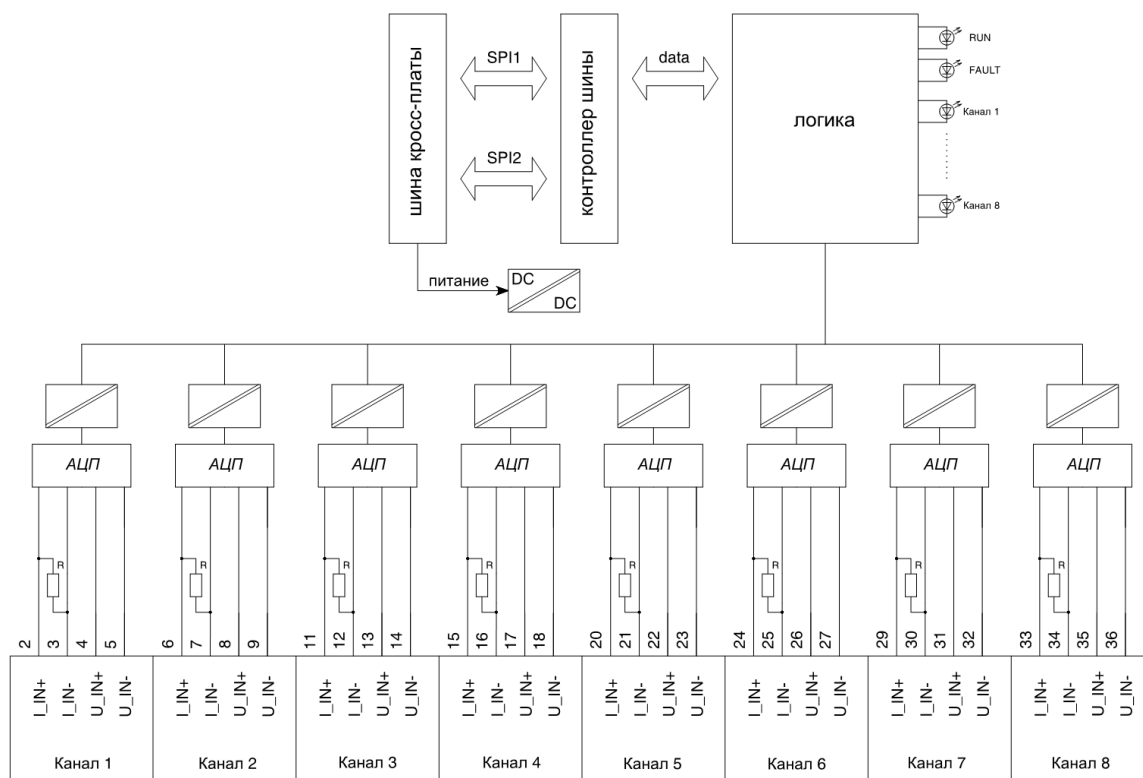


Рисунок 26 – Структурная схема модуля AI 08 041

Таблица 14 – Настроечные параметры модуля AI 08 041

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Маскирование	BOOL	0	Маскирование канала: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается)
Коэффициент K0	REAL	0.0	Коэффициент $K_0$ преобразования электрической величины в инженерную величину
Коэффициент K1	REAL	1.0	Коэффициент $K_1$ преобразования электрической величины в инженерную величину
Коэффициент K0_10_10V	REAL	устанавливается при калибровке	Коэффициент $k_0$ преобразования кода АЦП в напряжение для канала от минус 10 до плюс 10 В
Коэффициент K1_10_10V	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент $k_1$ преобразования кода АЦП в напряжение для канала от минус 10 до плюс 10 В
Коэффициент K0_0_10V	REAL	устанавливается при калибровке	Коэффициент $k_0$ преобразования кода АЦП в напряжение для канала от 0 до плюс 10 В

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Коэффициент K1_0_10V	REAL	устанавливается при калибровке	Коэффициент $k_1$ преобразования кода АЦП в напряжение для канала от 0 до плюс 10 В
Коэффициент K0_mA	REAL	устанавливается при калибровке	Коэффициент $k_0$ преобразования кода АЦП в ток (от 0 до 20 мА / от 4 до 20 мА)
Коэффициент K1_mA	REAL	устанавливается при калибровке	Коэффициент $k_1$ преобразования кода АЦП в ток (от 0 до 20 мА / от 4 до 20 мА)
Тип канала	BYTE	0	Тип канала: 0 – от минус 10 до плюс 10 В; 1 – от 0 до плюс 10 В; 2 – от 4 до 20 мА; 4 – от 0 до 20 мА
Время усреднения (мс)	UINT	0	Время усреднения значения в миллисекундах, 0 – усреднение отключено
Максимальная скорость сигнала	REAL	3.4E+38	Максимальная скорость изменения инженерной величины за цикл опроса незамаскированных каналов модуля
Коэффициент бракования	BYTE	100	Интервал времени мс (задается как процент от величины усреднения), по истечении которого происходит установка статуса бракование канала. По умолчанию равен 100 – статус бракования канала установится по истечении времени, заданного параметром «Время усреднения, 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

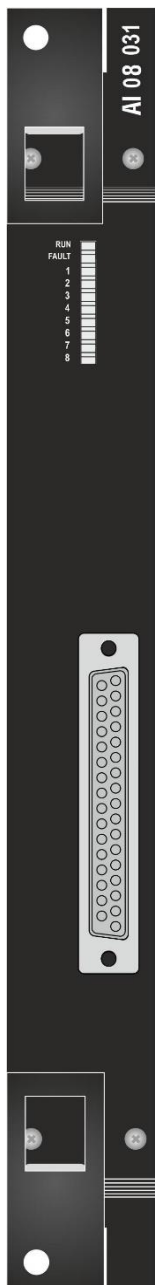
Таблица 15 – Регистры данных ввода-вывода модуля AI 08 041

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

Статусы каналов:

- 0 бит: бракование канала по выбросу;
- 1 бит: выход сигнала за верхнюю границу измерения инженерной величины;
- 2 бит: выход сигнала за нижнюю границу измерения инженерной величины;
- 3 бит: выход сигнала за верхнюю границу измерения электрической величины;
- 4 бит: выход сигнала за нижнюю границу измерения электрической величины;
- 5 бит: недостоверность канала по выходу за верхнюю границу АЦП;
- 6 бит: недостоверность канала по выходу за нижнюю границу АЦП;
- 7 бит: аппаратная неисправность канала.

### Модуль аналогового ввода AI 08 031



Модуль предназначен для измерения сопротивления, сигналов с термопреобразователей сопротивления и термопар, сигналов напряжения постоянного тока в диапазонах от минус 400 до плюс 400 мВ.

Поддерживаются двух-/трех-/четырёхпроводные схемы подключения термопреобразователей сопротивления или любых других датчиков с аналоговым выходом в виде сопротивления.

К модулю возможно подключить:

- до восьми термопреобразователей сопротивления / датчиков с выходом в виде сопротивления;
- до восьми термопар с измерением температуры холодного спая посредством внутреннего датчика температуры;
- до семи термопар с измерением температуры холодного спая посредством внешнего датчика температуры (термопреобразователя сопротивления), который возможно подключить на любой из каналов модуля;
- до восьми сигналов напряжения постоянного тока в диапазоне от минус 400 до плюс 400 мВ.

Компенсация температуры холодного спая термопары может быть задана одним из четырех способов:

- выделение отдельного канала, к которому подключается термосопротивление, измеряющее температуру в точке холодного спая;
- использование встроенного в модуль датчика температуры;
- использование заранее предустановленной температуры (настраивается в Epsilon LD при конфигурировании системы);
- использование значения температуры через прикладную программу из другого модуля, физически измеряющего температуру холодного спая.

Тип подключаемого датчика и схема подключения настраиваются по каждому из каналов в отдельности.

Измерительные каналы модулей гальванически не разделены между собой.

В состав модуля входят:

- восемь блоков формирования и первичной обработки входных сигналов;
- модуль мультиплексора, АЦП и гальванической развязки;
- датчик для измерения температуры холодного спая термопар;
- микропроцессор;

- источник питания (DC/DC-преобразователь 24В/5В);
- контроллер связи по внутренним шинам RegulBus;
- панель индикации.

Таблица 16 – Технические характеристики модуля аналогового ввода AI 08 031

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество каналов	8
Разрядность (включая область перегрузки), бит	24
Номинальный диапазон преобразования сопротивления, Ом	от 1 до 450
Номинальный диапазон преобразования напряжения постоянного тока, мВ	от – 400 до + 400
Типы поддерживаемых термопреобразователей сопротивления	см. таблицу 17
Типы поддерживаемых термопар	см. таблицу 18
Время преобразования на канал, мс	см. таблицу 19
Напряжение пробоя изоляции (гальваническая изоляция), В, не менее:	
– между каналами и внутренней шиной питания и данных	2000
– между каналами и защитным заземлением	2000
– между каналами	—
Допустимая разность потенциалов между каналами, В	30
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения сопротивления %	±0,1
Пределы допускаемого изменения погрешности измерения сопротивления, %/°С	±0,002
Двухпроводное подключение датчиков	Да
Трехпроводное подключение датчиков	Да
Четырехпроводное подключение датчиков	Да
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, Вт, не более	3
Условия эксплуатации:	
– температура окружающего воздуха, °С	от – 40 до + 60
– относительная влажность воздуха, %	от 5 до 98 без образования конденсата
Условия хранения:	
– температура окружающего воздуха, °С	от – 55 до + 70

Наименование параметра, единица измерения	Значение
– относительная влажность воздуха, %	от 5 до 98 без образования конденсата
Степень защиты от внешних воздействий	IP20
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	30x267x186
Вес, кг	0,8

Таблица 17 – Диапазоны измерений сигналов от термопреобразователей сопротивления

Тип термопреобразователя сопротивления	Диапазон измерений, °С	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С	
		четырёхпроводная схема	трехпроводная схема
50М ( $\alpha=0,00428$ )	от - 180 до +200	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
100М ( $\alpha=0,00428$ )	от - 180 до +200	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
50М ( $\alpha=0,00426$ )	от - 50 до +200	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
100М ( $\alpha=0,00426$ )	от - 50 до +200	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
50П ( $\alpha=0,00385$ )	от - 200 до +850	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
100П ( $\alpha=0,00385$ )	от - 200 до +850	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
Pt50 ( $\alpha=0,00391$ )	от - 200 до +850	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
Pt100 ( $\alpha=0,00391$ )	от - 200 до +850	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
50Н ( $\alpha=0,00617$ )	от - 60 до +180	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
100Н ( $\alpha=0,00617$ )	от - 60 до +180	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
46П (гр. 21) ( $\alpha=0,00385$ )	от - 260 до +650	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$
53М (гр. 23) ( $\alpha=0,00426$ )	от - 50 до +180	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$

Таблица 18 – Диапазоны измерения сигналов от термопар

Тип термопары	Диапазон измерений, °С	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С
R	от - 50 до +1760	$\pm 3,0$
S	от - 50 до +1760	$\pm 3,0$
B	от 500 до +1820	$\pm 2,5$
J	от - 210 до +1200	$\pm 2,5$
T	от - 200 до +400	$\pm 1,5$
E	от - 200 до +1000	$\pm 2,0$
K	от - 250 до +1370	$\pm 2,5$

Тип термопары	Диапазон измерений, °С	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С
N	от - 200 до +1300	±2,5
A-1	от 0 до +2500	±3,0
A-2	от 0 до +1800	±3,0
A-3	от 0 до +1800	±3,0
L	от - 200 до +800	±2,0

**Примечание:**

1. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры, указанные в таблицах 17 и 18, приводятся без учета допускаемых отклонений первичного преобразователя температуры от НСХ.
2. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры, указанные в таблицах 17 и 18, приводятся при эксплуатации модуля с устойчивой температурой окружающей среды. При быстром изменении температуры окружающей среды пределы погрешности могут превышать приведенные значения;
3. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры, указанные в таблице 18, приводятся при измерении температуры холодного спая термопары внешним преобразователем температуры, без учета отклонений внешнего преобразователя от НСХ.
- 4.

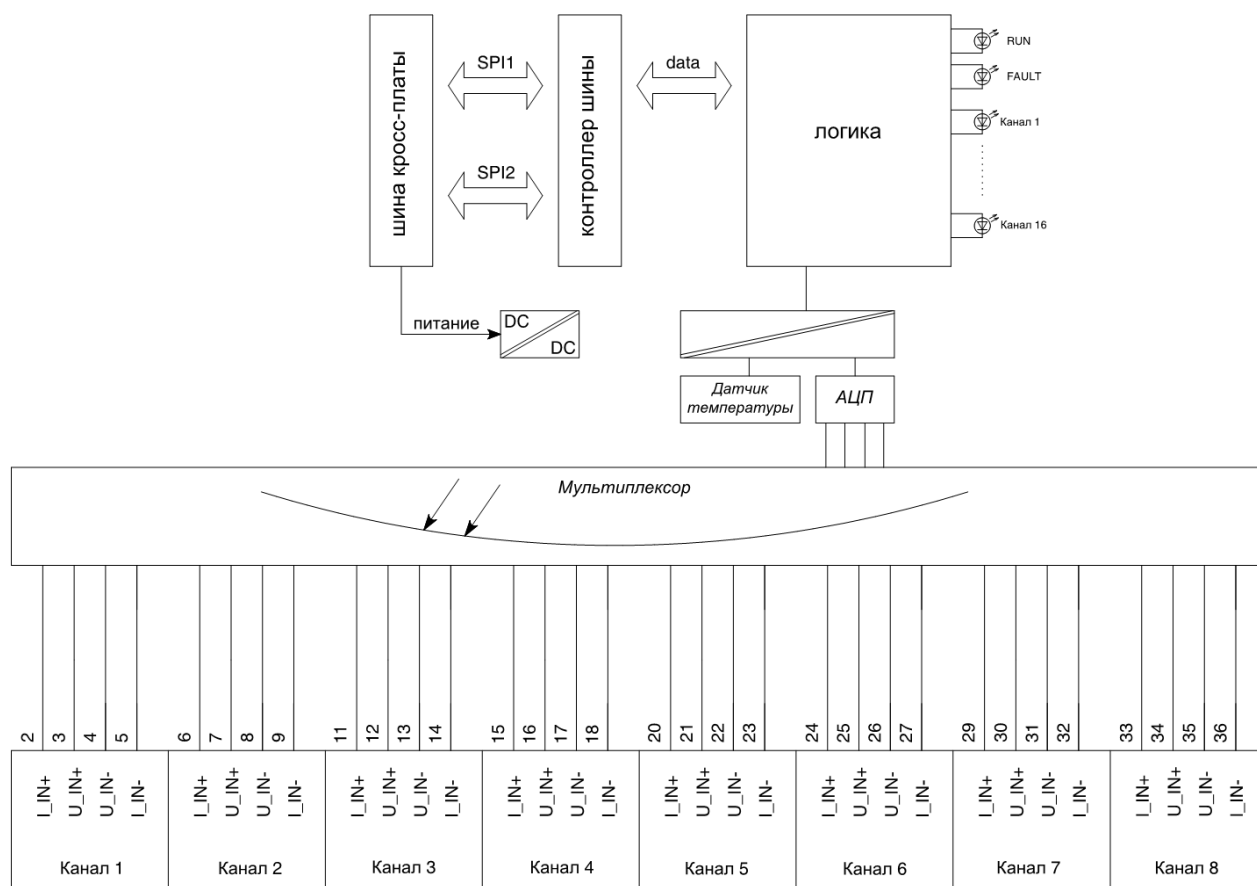


Рисунок 27 – Структурная схема модуля AI 08 031



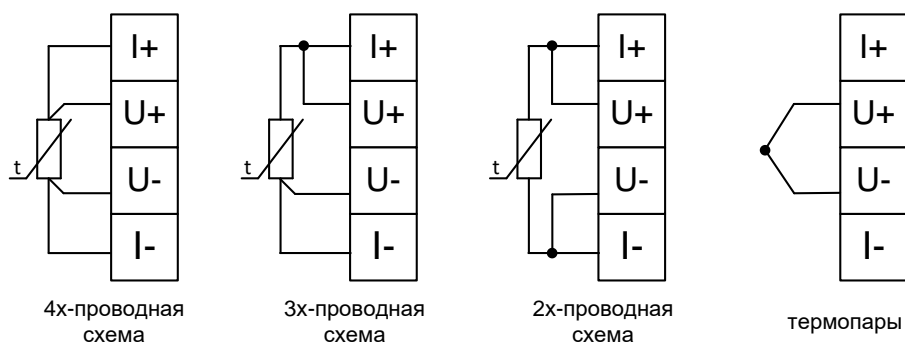


Рисунок 28 – Схемы подключений модуля AI 08 031



### ИНФОРМАЦИЯ

Если какой-либо из входных каналов модуля не используется, то в целях повышения помехоустойчивости его рекомендуется закоротить, установив перемычку между клеммами U+ и U- неиспользуемого канала

Так как в модуле AI 08 031 используется одно АЦП на все каналы, то цикл измерения данного модуля выглядит следующим образом:

- измерение температуры модуля;
- измерения значения канала 1;
- ...
- измерение значения канала 8.

То есть все каналы последовательно мультиплицируются на одно АЦП, при этом замаскированные каналы пропускаются (тем самым можно уменьшить цикл измерения).

Измеренная температура модуля используется при работе с термопарой в качестве температуры холодного спая.

Измерение значения канала производится в зависимости от выбранного типа канала:

- **сопротивление:**
  - контроль обрыва линий I+, I-, U-, U+;
  - измерение сопротивления;
- **термосопротивление:**
  - контроль обрыва линий I+, I-, U-, U+;
  - измерение сопротивления;
- **термопара:**
  - измерение напряжения;
- **напряжение в диапазоне от минус 400 до плюс 400 мВ:**
  - измерение напряжения.

В зависимости от степени сглаживания измеряемого сигнала и целостности линий подключения итоговое время преобразования может варьироваться. Время преобразования на каждом из возможных этапов приведено в таблице 19.

Таблица 19 – Время преобразования

Этап	Время преобразования, мс
Измерение температуры модуля	91
Измерение обрыва линии для сопротивления	238
Измерение сопротивления двух-/четырёхпроводная схема	
степень сглаживания 1	127
степень сглаживания 2	167
степень сглаживания 3	207
степень сглаживания 4	246
степень сглаживания 5	327
степень сглаживания 6	488
Измерение сопротивления трехпроводная схема	
степень сглаживания 1	252
степень сглаживания 2	332
степень сглаживания 3	413
степень сглаживания 4	494
степень сглаживания 5	658
степень сглаживания 6	976
Измерение напряжения (термопара)	
степень сглаживания 1	128
степень сглаживания 2	168
степень сглаживания 3	208
степень сглаживания 4	252
степень сглаживания 5	332
степень сглаживания 6	492

### Пример

Расчет времени преобразования на модуль R600 AI 08 031 (Таблица 20):

- первый канал: подключено термосопротивление по четырехпроводной схеме, степень сглаживания 4, присутствует обрыв линии I-;

- второй – третий каналы: подключены термосопротивления по четырехпроводной схеме, степень сглаживания 4;
- четвертый канал: подключено термосопротивление по четырехпроводной схеме, степень сглаживания 4; присутствует обрыв на линии U+;
- пятый – седьмой каналы: подключены термосопротивления по четырехпроводной схеме, степень сглаживания 4;
- восьмой канал: подключена термопара, степень сглаживания 6.

Таблица 20 – Расчет времени преобразования

Этап	Время преобразования, мс
<b>Измерение температуры модуля</b>	<b>91</b>
<b>Измерение канала 1</b>	<b>238</b>
Определение обрыва линии, канала 1	238
<b>Измерение канала 2</b>	<b>484</b>
Определение обрыва линии, канала 2	238
Измерение сопротивления канала 2	246
<b>Измерение канала 3</b>	<b>484</b>
Определение обрыва линии, канала 3	238
Измерение сопротивления канала 3	246
<b>Измерение канала 4</b>	<b>238</b>
Определение обрыва линии, канала 4	238
<b>Измерение канала 5</b>	<b>484</b>
Определение обрыва линии, канала 5	238
Измерение сопротивления канала 5	246
<b>Измерение канала 6</b>	<b>484</b>
Определение обрыва линии, канала 6	238
Измерение сопротивления канала 6	246
<b>Измерение канала 7</b>	<b>484</b>
Определение обрыва линии, канала 7	238
Измерение сопротивления канала 7	246
<b>Измерение канала 8</b>	<b>492</b>
Измерение напряжения канала 8	492
Итог (время преобразования на модуль)*	<b>3479</b>

**Примечание** – \* – опрос каналов в модуле R600 AI 08 031 происходит последовательно, поэтому время преобразования на модуль складывается из суммы времен, необходимых для преобразования каждого канала.

Таблица 21 – Настраиваемые параметры модуля AI 08 031

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Канал термодатчика	BYTE	0	Канал внешнего датчика температуры «холодного» спая: 0 – внутренний термодатчик, 1 – канал 1, тип RTD, 2 – канал 2, тип RTD, 3 – канал 3, тип RTD, 4 – канал 4, тип RTD, 5 – канал 5, тип RTD, 6 – канал 6, тип RTD, 7 – канал 7, тип RTD, 8 – канал 8, тип RTD
Предустановленное значение температуры холодного спая	REAL	0	Предустановленное значение температуры холодного спая
Источник температуры холодного спая	BYTE	0	Источник температуры холодного спая: 0 – канал термодатчика холодного спая, 1 – предустановленное значение, 2 – значение из прикладной программы
Маскирование	BOOL	0	Маскирование канала: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается)
Тип канала	BYTE	0	Тип канала: 3 – термосопротивление, двух- /четырёхпроводная схема подключения; 5 – термосопротивление, трехпроводная схема подключения; 6 – термопара; 7 – сопротивление, двух- /четырёхпроводная схема подключения; 8 – сопротивление, трехпроводная схема подключения 9 – от минус 400 до плюс 400 мВ
Тип передаваемой величины	BYTE	1	Тип передаваемой величины: 0 – коды АЦП; 1 – электрическая величина; 2 – инженерная величина

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Тип ТС	BYTE	0	Материал, из которого изготовлен элемент термосопротивления: 0 – платина, 1 – медь, 2 – никель
Номинальное сопротивление ТС при 0С	UINT	50	Сопротивление элемента при температуре 0 градусов Цельсия (R0)
Температурный коэффициент ТС	BOOL	0	Коэффициент $\alpha$ : для платины: 0 – 0,00385, 1 – 0,00391. для меди: 0 – 0,00426, 1 – 0,00428. Для никеля игнорируется и всегда используется $\alpha$ равная 0,00617
Степень сглаживания	BYTE	13	Степень сглаживания (для каналов типа «Сопротивление», «Термосопротивление», «Термопара»): 8 – 1 (Низкая), (16,7 Гц – время измерения 120 мс), 9 – 2, (12,5 Гц – время измерения 160 мс), 10 – 3, (10,0 Гц – время измерения 200 мс), 11 – 4, (8,33 Гц – время измерения 240 мс), 12 – 5, (6,25 Гц – время измерения 320 мс), 13 – 6 (Высокая), (4,17 Гц – время измерения 480 мс)
Тип термопары	BYTE	0	Тип термопары: 0 – R, ТПП (платина – 13% родий/платина); 1 – S, ТПП (платина – 10% родий/платина); 2 – В, ТПР (платина – 30% родий/платина – 6% родий); 3 – J, ТЖК [железо/медь-никель (железо/константан)]; 4 – Т, ТМК [медь/медь-никель (медь/константан)]; 5 – E, ТХКн [никель-хром/медь-никель (хромель/константан)]; 6 – K, ТХА [никель-хром/никель-алюминий (хромель/алюмель)]; 7 – N, ТНН [никель-хром-кремний/никель-кремний (нихросил/нисил)]; 8 – A (A-1, A-2, A-3), ТВР (вольфрам-рений/вольфрам-рений); 9 – L, ТХК (хромель/копель)

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
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
Коэффициент K0_R	REAL	устанавливается при калибровке	Коэффициент $k_0$ преобразования кода АЦП в сопротивление
Коэффициент K1_R	REAL	устанавливается при калибровке	Коэффициент $k_1$ преобразования кода АЦП в сопротивление
Коэффициент K0_TC	REAL	ПЗУ	Коэффициент $k_0$ преобразования кода в напряжение термопары
Коэффициент K1_TC	REAL	ПЗУ	Коэффициент $k_1$ преобразования кода в напряжение термопары
Коэффициент K0_mB	REAL	устанавливается при калибровке	Коэффициент $k_0$ преобразования кода АЦП в биполярное напряжение, мВ
Коэффициент K1_mB	REAL	устанавливается при калибровке	Коэффициент $k_1$ преобразования кода АЦП в биполярное напряжение, мВ

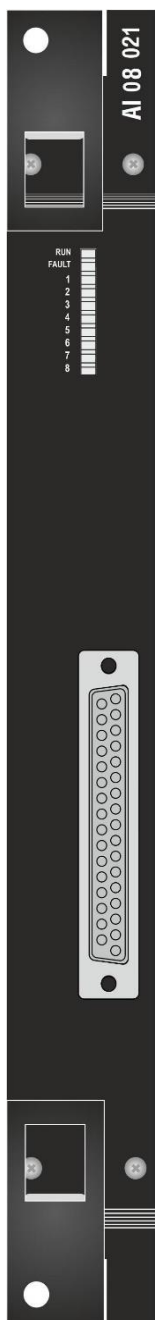
Таблица 22 – Регистры данных ввода-вывода модуля AI 08 031

Тип данных	Назначение
REAL	значение на канале N, где N = [0...7]
BYTE	статусы канала N, где N = [0...6]
REAL	Значение температуры холодного спая

Статусы каналов:

- 0 бит: бракование канала по выбросу (значение статуса всегда «0»), недоступно для данного типа модуля
- 1 бит: выход сигнала за верхнюю границу измерения инженерной величины;
- 2 бит: выход сигнала за нижнюю границу измерения инженерной величины;
- 3 бит: выход сигнала за верхнюю границу измерения электрической величины;
- 4 бит: выход сигнала за нижнюю границу измерения электрической величины;
- 5 бит: недостоверность канала по выходу за верхнюю границу АЦП;
- 6 бит: недостоверность канала по выходу за нижнюю границу АЦП.

### Модуль аналогового ввода AI 08 021



Модуль предназначен для ввода восьми аналоговых сигналов постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА с возможностью передачи данных по HART протоколу. При передаче данных по HART-протоколу возможно подключить до 10 датчиков на каждый канал.

Измерительные каналы модуля гальванически разделены между собой.

Измерительные каналы являются пассивными, то есть электропитание аналоговых цепей при любой схеме подключения должно обеспечиваться внешним источником питания.

Каждый канал выполняет функции первичного ведущего HART устройства. Все каналы модуля могут использоваться одновременно несколькими клиентами и работать независимо друг от друга.

В состав модуля входят:

- восемь блоков измерения входных сигналов, состоящих из АЦП и гальванической изоляции;
- восемь HART-модемов;
- логическая матрица, обеспечивающая прием выходных сигналов АЦП и перевод в коды микропроцессора;
- микропроцессор;
- контроллер связи по внутренним шинам RegulBus;
- источник питания;
- узел индикации.

Таблица 23 – Технические характеристики модуля аналогового ввода AI 08 021

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество каналов	8
Разрядность (включая область перегрузки), бит	16
Диапазон преобразования силы постоянного тока, мА	от 4 до 20
Допустимый входной ток, мА	30
Входное сопротивление, Ом, не более	249
Время преобразования на канал, мс	2,0
Опрос каналов	параллельный
Время преобразования на модуль (все каналы разблокированы), мс	2,0
Напряжение пробоя изоляции (гальваническая изоляция), В, не менее:	
– между каналами и внутренней шиной питания и данных	2000
– между каналами и защитным заземлением	2000
– между каналами	1000
Допустимая разность потенциалов между каналами, В	500
Защита от обратной полярности	Да
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования силы постоянного тока (в номинальных диапазонах), %	±0,1
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности преобразования силы постоянного тока при изменении температуры окружающего воздуха, %/°С	±0,002
Двухпроводное подключение датчиков (пассивный токовый датчик)	Да (с использованием внешнего источника питания)
Четырехпроводное подключение датчиков (активный токовый датчик)	Да
HART связь:	
– одноточечное/мультиточечные соединения	Да/Да (до 10 датчиков) Да/Нет
– первичное/вторичное ведущее устройство	
Потребляемая мощность от внутренней шины питания контроллера, Вт, не более	4,5



Наименование параметра, единица измерения	Значение
Условия эксплуатации: – температура окружающего воздуха, °C – относительная влажность воздуха, %	от – 40 до + 60  от 5 до 98 без образования конденсата
Условия хранения: – температура окружающего воздуха, °C – относительная влажность воздуха, %	от – 55 до + 70  от 5 до 98 без образования конденсата
Степень защиты от внешних воздействий	IP20
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШxВxГ), мм	30x267x186
Вес, кг	0,8

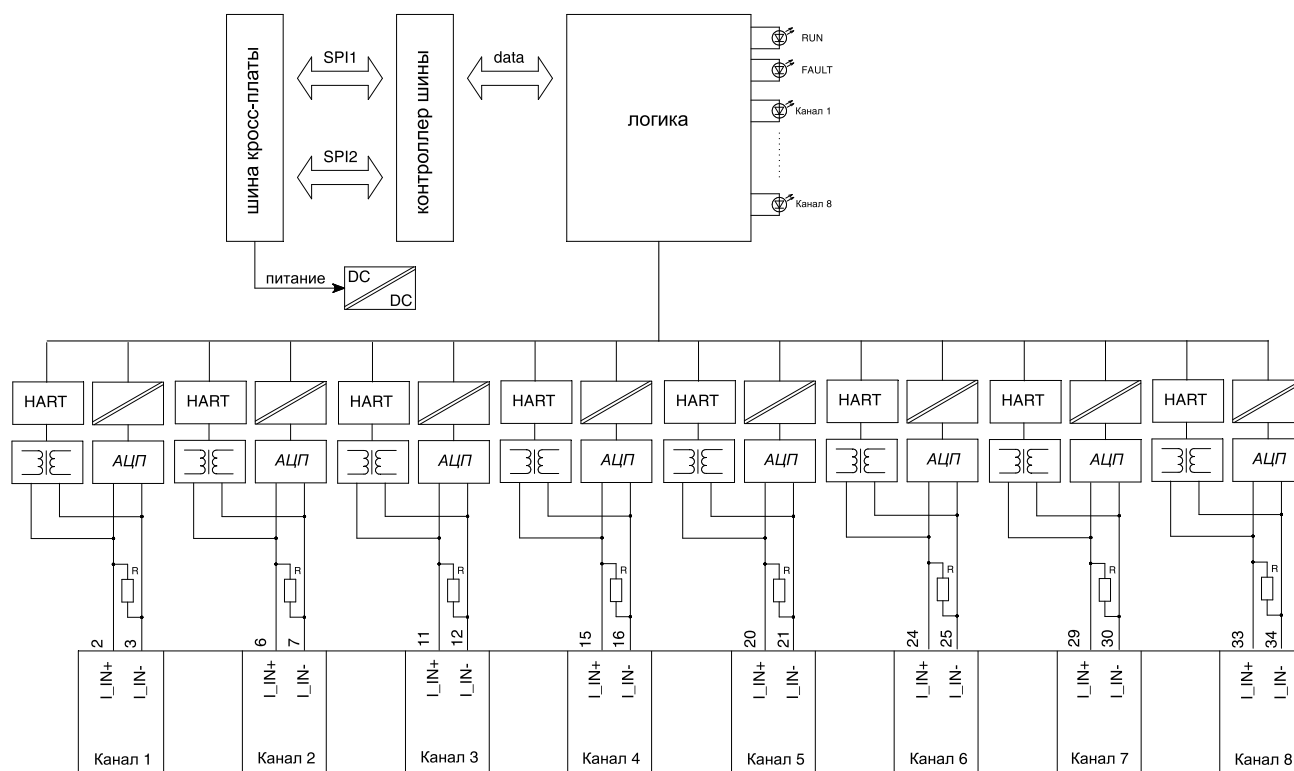


Рисунок 29 – Структурная схема модуля AI 08 021

Таблица 24 – Настроечные параметры модуля AI 08 021

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Маскирование	BOOL	0	Маскирование канала: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается)
Коэффициент K0	REAL	0.0	Коэффициент K <sub>0</sub> преобразования электрической величины в инженерную величину
Коэффициент K1	REAL	1.0	Коэффициент K <sub>1</sub> преобразования электрической величины в инженерную величину
Коэффициент K0_mA	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k <sub>0</sub> преобразования кода АЦП в ток (от 4 до 20 мА)
Коэффициент K1_mA	REAL	Устанавливается при калибровке	Коэффициент k <sub>1</sub> преобразования кода АЦП в ток (от 4 до 20 мА)
Тип канала	BYTE	2	Тип канала: 2 – от 4 до 20 мА
Время усреднения (мс)	UINT	0	Время усреднения значения в миллисекундах, 0 – усреднение отключено
Максимальная скорость сигнала	REAL	3.4E+38	Максимальная скорость изменения инженерной величины за цикл опроса незамаскированных каналов модуля
Коэффициент бракования	BYTE	100	Интервал времени мс (задается как процент от величины усреднения), по истечении которого происходит установка статуса бракования канала. По умолчанию равен 100 – статус бракования канала установится по истечении времени, заданного параметром «Время усреднения, 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

Таблица 25 – Регистры данных ввода-вывода модуля AI 08 021

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

### Статусы каналов:

- 0 бит: бракование канала по выбросу;
- 1 бит: выход сигнала за верхнюю границу измерения инженерной величины;
- 2 бит: выход сигнала за нижнюю границу измерения инженерной величины;
- 3 бит: выход сигнала за верхнюю границу измерения электрической величины;
- 4 бит: выход сигнала за нижнюю границу измерения электрической величины;
- 5 бит: недостоверность канала по выходу за верхнюю границу АЦП;
- 6 бит: недостоверность канала по выходу за нижнюю границу АЦП;
- 7 бит: аппаратная неисправность канала.

## Модули аналогового вывода

Условное обозначение	Наименование модуля
R600 АО 08 011	Модуль аналогового вывода, ток от 0 до 20 мА, от 4 до 20 мА, 8 каналов, поканальная гальваническая изоляция

### Обработка выходного сигнала в модулях аналогового вывода

Алгоритм работы модуля следующий: микропроцессор получает команду на установку выходного значения  $x$  от центрального процессора.

Микропроцессор пересчитывает эту величину в значение силы тока  $U$ , по следующей формуле

$$U = K_0 + K_1 \cdot x, \quad (6)$$

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  $x = U$ . 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  $U$  в код цифро-аналогового преобразователя  $C$  по следующей формуле

$$C = k_0 + k_1 \cdot U, \quad (7)$$

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.

Узел индикации модуля состоит из двух светодиодных индикаторов состояния модуля (RUN и FAULT) (описание в таблице 1) и индикаторов состояния выходных цепей модуля.

Свечение индикаторов состояния выходных цепей модуля отображает нештатное состояние соответствующей выходной цепи модуля - обрыв линии.

На выходных каналах модуля, в диапазонах от 0 до 20 мА (при условии заданного значения более 100 мкА) и от 4 до 20 мА, производится диагностика обрыва внешних цепей с фиксацией обрыва и свечением соответствующего функционального индикатора.

### Модуль аналогового вывода АО 08 011

Модуль предназначен для вывода восьми аналоговых сигналов постоянного тока в диапазонах от 0 до 20 мА, от 4 до 20 мА.

В состав модуля входят:

- восемь цифроаналоговых преобразователей (ЦАП);
- восемь элементов гальванической развязки (DC);
- логическая матрица, обеспечивающая выдачу сигналов в ЦАП от микропроцессора;
- микропроцессор;
- контроллер связи по внутренним шинам RegulBus;
- источник питания, подключенный к внешним клеммам – для питания ЦАП;
- узел индикации.



Таблица 26 – Технические характеристики модуля аналогового вывода АО 08 011

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество каналов	8
Разрядность, бит	16
Номинальные диапазоны воспроизведения силы постоянного тока, мА	от 0 до 20 / от 4 до 20
Расширенный диапазон воспроизведения силы постоянного тока, мА	от 0 до 24
Сопротивление нагрузки, Ом, не более	800
Суммарное время установления сигнала на всех выходах, мс, не более	1,1
Напряжение пробоя изоляции (гальваническая изоляция), В, не менее:	
– между каналами и внутренней шиной питания и данных	2000
– между каналами и внешним напряжением питания	1500
– между каналами и защитным заземлением	2000
– между каналами	1000
Допустимая разность потенциалов между каналами, В	300
Защита от обратной полярности питающего напряжения	Да
Напряжение внешнего питания, В	24 (от 18 до 29)
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока (в номинальных диапазонах), %	±0,1
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока при изменении температуры окружающего воздуха, %/°С	±0,0025
Потребляемая мощность от внешнего источника питания (при напряжении 24 В), Вт	от 2,5 до 5
Потребляемая мощность от шины питания контроллера, Вт, не более	2,3
Условия эксплуатации:	
– температура окружающего воздуха, °С	от – 40 до + 60
– относительная влажность воздуха, %	от 5 до 98 без образования конденсата
Условия хранения:	
– температура окружающего воздуха, °С	от – 55 до + 70
– относительная влажность воздуха, %	от 5 до 98 без образования конденсата
Степень защиты от внешних воздействий	IP20

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШxВxГ), мм	30x267x186
Вес, кг	0,8

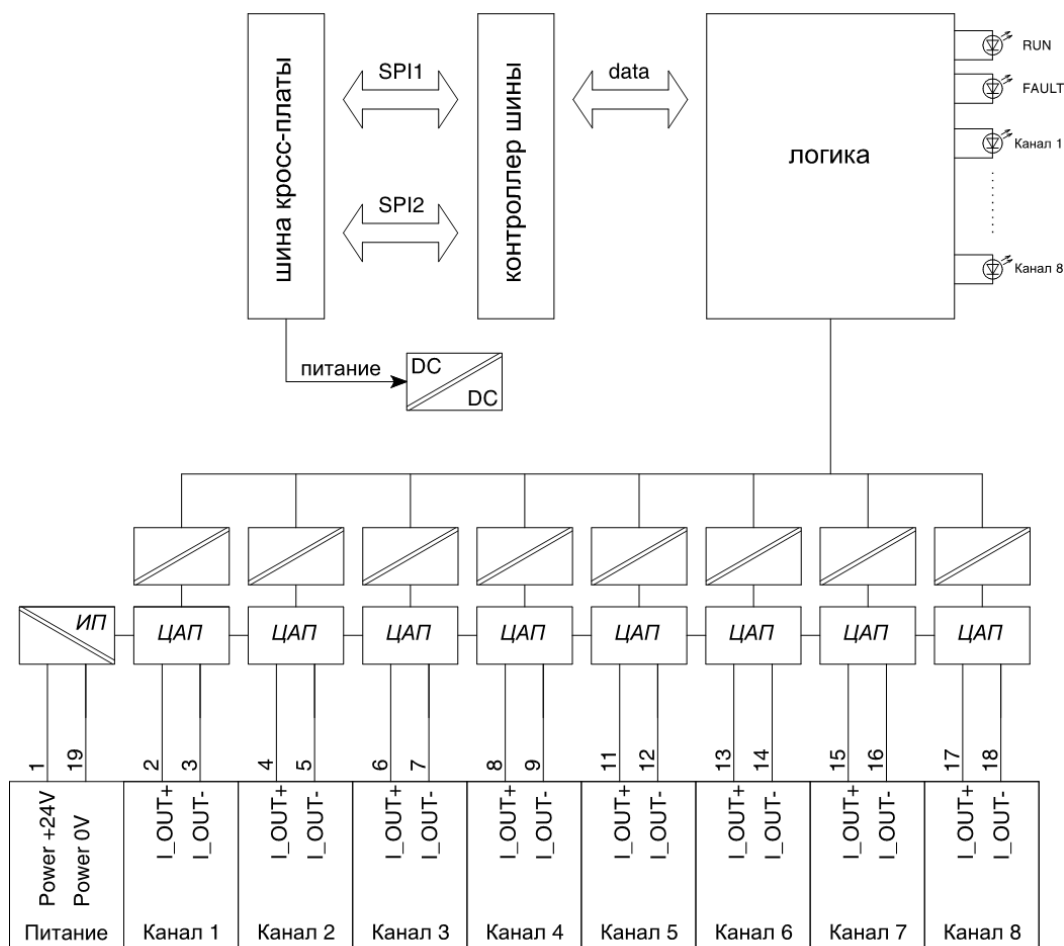


Рисунок 30 – Структурная схема модуля АО 08 011

Таблица 27 – Настроечные параметры модуля АО 08 011

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Маскирование	BOOL	0	Маскирование канала: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается, не выдаются выходные значения)
Коэффициент K0	REAL	0.0	Коэффициент K <sub>0</sub> преобразования инженерной величины в электрическую
Коэффициент K1	REAL	1.0	Коэффициент K <sub>1</sub> преобразования инженерной величины в электрическую

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Коэффициент k0	REAL	ПЗУ	Коэффициент k <sub>0</sub> преобразования электрической величины в код ЦАП
Коэффициент k1	REAL	ПЗУ	Коэффициент k <sub>1</sub> 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

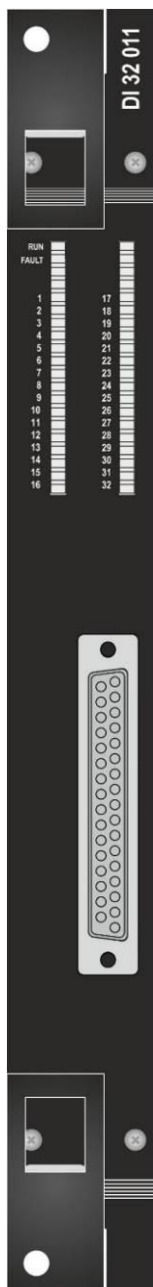
Таблица 28 – Регистры данных ввода-вывода модуля АО 08 011

Тип данных	Назначение
REAL	Значение на канале N, где N = [0...7]
WORD	Статус модуля N, где N = [0...15] Бит 0 – отсутствие внешнего питания: 0 – питание есть, 1 – питания нет;  Биты 1...7 – в резерве  Бит [8...15] – обрыв на канале [1...8]: 0 – обрыв отсутствует, 1 – обрыв присутствует



## Модули дискретного ввода

Условное обозначение	Наименование модуля
R600 DI 32 011	Модуль дискретного ввода, 24 В DC, 32 канала (4 группы по 8 каналов, общий «минус» в группе), групповая гальваническая изоляция



### Модуль дискретного ввода DI 32 011

Модуль предназначен для ввода тридцати двух дискретных сигналов с напряжением постоянного тока 24 В.

В состав модуля входят:

- тридцать два блока приема входных дискретных сигналов, объединенных в четыре группы по восемь каналов с гальванической изоляцией входов между группами, при этом каждый из тридцати двух каналов гальванически изолирован от схемы обработки;
- логическая матрица, обеспечивающая прием входных сигналов и перевод в коды микропроцессора;
- микропроцессор;
- контроллер связи по внутренним шинам RegulBus;
- источник питания;
- узел индикации.

Таблица 29 – Технические характеристики модуля дискретного ввода DI 32 011

Наименование параметра, единица измерения	Значение
Количество каналов	32 (4 группы по 8 каналов)
Номинальное напряжение постоянного тока канала, В	24
Напряжение детектирования сигнала, В:	
– уровень логический «1»	от 15 до 30
– уровень логический «0»	от 0 до 6
Допустимое входное напряжение постоянного тока канала, В	70
Входной ток при сигнале «1», мА, не более	10
Время запаздывания, мс, не более	
– с «0» на «1»	1
– с «1» на «0»	1
Напряжение пробоя изоляции (гальваническая изоляция), В, не менее:	
– между каналами и внутренней шиной питания и данных	1500
– между каналами и защитным заземлением	1500
– между группами каналов	1000
Допустимая разность потенциалов между каналами, В	70
Потребляемая мощность от шины питания контроллера, Вт	от 1,5 до 3,5
Условия эксплуатации:	
– температура окружающего воздуха, °С	от – 40 до + 60
– относительная влажность воздуха, %	от 5 до 98 без образования конденсата
Условия хранения:	
– температура окружающего воздуха, °С	от – 55 до + 70
– относительная влажность воздуха, %	от 5 до 98 без образования конденсата
Степень защиты от внешних воздействий	IP20
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШxВxГ), мм	30x267x186
Вес, кг	0,8

Алгоритм работы модуля следующий: на контакты датчиков, подключаемых к модулю, подается внешнее питание 24В постоянного тока. Датчики могут объединяться в 4 группы с

общей точкой подключения - общий «минус» в пределах одной группы. Каждая группа может иметь отдельный, не связанный с другими, источник питания.

Входной сигнал с датчика попадает в блок приема, который имеет в своём составе пороговое устройство и оптоизолятор. После этого в модуле осуществляется программная фильтрация входного сигнала («антидребезг», время обработки которого задается в настройках параметров пользователем).

Функция «Антидребезг» обеспечивает возможность программной фильтрации входных сигналов с длительностью в диапазоне от 5 до 65535 мс.

Погрешность уставки фильтра составляет +11 %, поэтому для гарантированной фильтрации сигналов следует вводить поправку.

Например, для фильтра длительностью 20 мс необходимо установить значение параметра «Время антидребезга» равное  $20 \text{ мс} * 1,11 = 22,2 \text{ мс}$ , с округлением до большего целого ~ 23 мс.

Каждый канал имеет оборудование для защиты входных цепей от перенапряжения и перегрузки по току.

Матрица кодирует состояние входов в байты микропроцессора. Количество входов логической матрицы позволяет принимать сигналы без дополнительной коммутации, что позволяет осуществить опрос всех каналов за 1 мс.

В микропроцессоре каждому событию, соответствующему изменению уровня сигнала, может быть присвоена метка времени с точностью 1 мс (настраивается в программной среде Epsilon LD). Всего модуль может сохранять десять последних событий с метками времени по каждому из 32 каналов, произошедших в течении одного цикла центрального процессора.

Узел индикации модуля состоит из двух светодиодных индикаторов состояния модуля (RUN и FAULT) (описание в таблице 1) и индикаторов состояния входных каналов модуля.

Свечение индикаторов состояния входных каналов модуля отображает наличие сигнала «1» в соответствующем входном канале модуля.

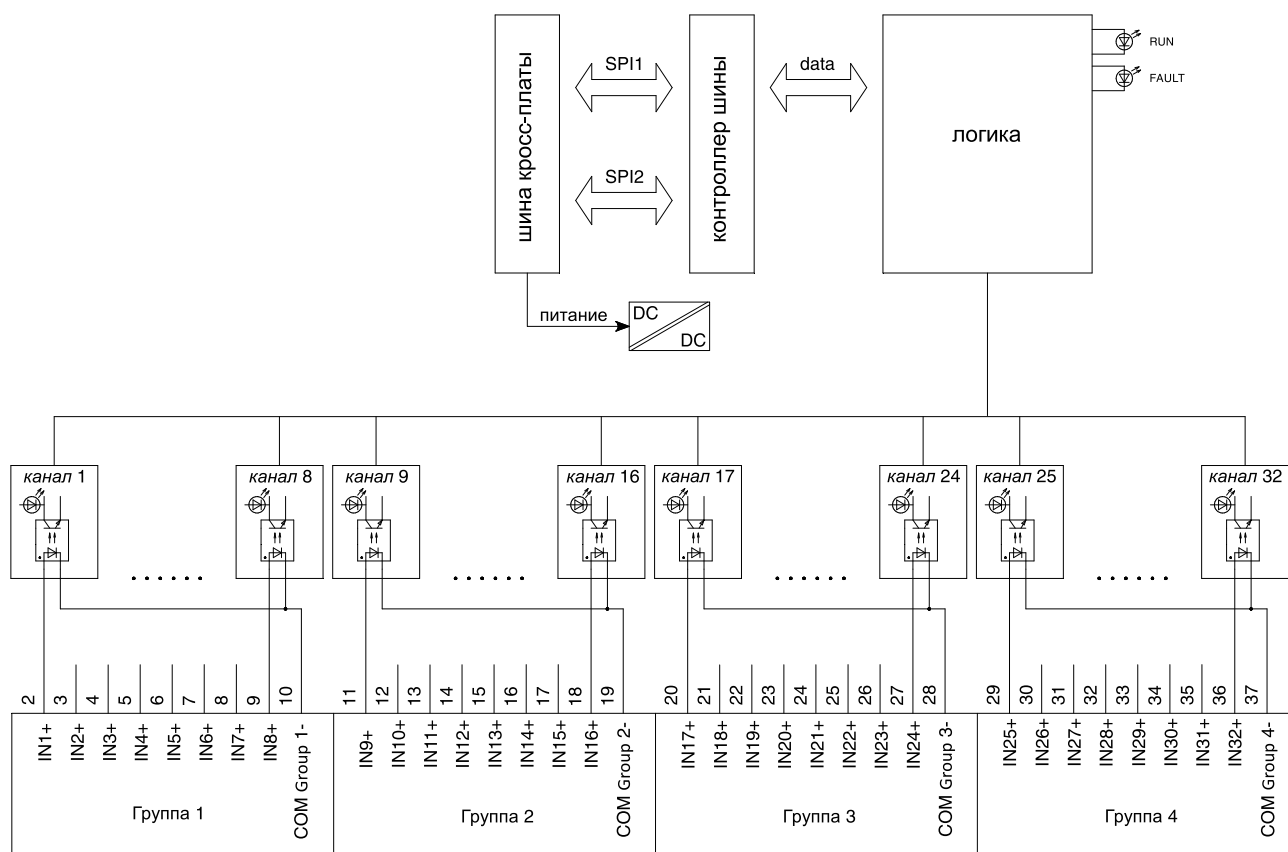


Рисунок 31 – Структурная схема модуля DI 32 011

Таблица 30 – Настроечные параметры модуля DI 32 011

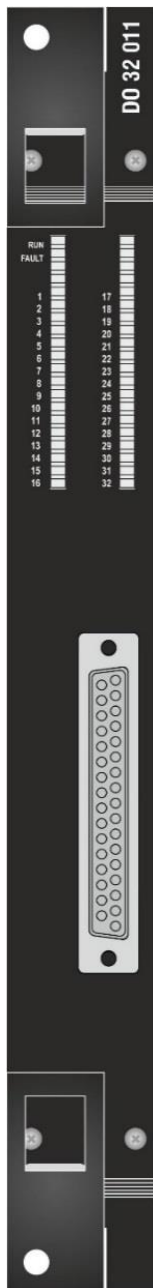
Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Маскирование	BOOL	0	Маскирование канала: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается)
Время «антидребезга»	UINT	0	Минимальное время между сменами состояния 0 ↔ 1, допустимое для регистрации смены состояния. Задается в мс
Инверсия канала	BOOL	0	Включение инверсии канала
Метка времени	BOOL	0	Формировать событие по изменению состояния канала с присвоением метки времени

Таблица 31 – Регистры данных ввода-вывода модуля DI 32 011

Тип данных	Назначение
DWORD	Состояние каналов 0 – 31

## Модули дискретного вывода

Условное обозначение	Наименование модуля
R600 DO 32 011	Модуль дискретного вывода 24 В DC, 0,5 А, 32 канала (4 группы по 8 каналов), групповая гальваническая изоляция



### Модуль дискретного вывода DO 32 011

Модуль предназначен для вывода тридцати двух дискретных сигналов, коммутирующих цепи напряжением 24 В постоянного тока.

В состав модуля входят:

- тридцать два блока выдачи выходных релейных сигналов типа «сухой контакт», объединенных в четыре группы по восемь каналов с гальванической изоляцией выходов между группами, при этом каждый из тридцати двух каналов гальванически изолирован от схемы обработки;
- логическая матрица, обеспечивающая прием выходных сигналов из микропроцессора и их передачу на исполнительные выходные устройства;
- микропроцессор;
- контроллер связи по внутренним шинам RegulBus;
- источник питания;
- узел индикации.

Таблица 32 – Технические характеристики модуля дискретного вывода DO 32 011

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	200
Коммутируемый ток канала, А, не более	0,5
Механический ресурс переключений реле (при нагрузке 5 В*10 мА)	10 <sup>9</sup>
Сопротивление контакта в разомкнутом состоянии, МОм, не менее	1
Время запаздывания (для резистивной нагрузки), мс, не более:	
– с «0» на «1»	2
– с «1» на «0»	2
Напряжение пробоя изоляции (гальваническая изоляция), В, не менее:	
– между каналами и внутренней шиной питания и данных	2000
– между каналами и защитным заземлением	2000
– между группами каналов	1000
Допустимая разность потенциалов между группами каналов, В	500
Защита от короткого замыкания	Нет
Защита от перенапряжения	Нет
Потребляемая мощность от шины питания контроллера, Вт	от 1,8 до 4,25
Условия эксплуатации:	
– температура окружающего воздуха, °С	от – 40 до + 60
– относительная влажность воздуха, %	от 5 до 98 без образования конденсата
Условия хранения:	
– температура окружающего воздуха, °С	от – 55 до + 70
– относительная влажность воздуха, %	от 5 до 98 без образования конденсата
Степень защиты от внешних воздействий	IP20
Количество занимаемых слотов	1
Размеры (ШхВхГ), мм	30x267x186
Вес, кг	0,8

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: матрица принимает от микропроцессора состояния выходных сигналов и выдаёт соответствующие управляющие сигналы на электромагнит герконовых реле. Герконовые реле замыкают свои контакты, тем самым коммутируя внешние силовые цепи. Контакты реле объединены в 4 группы с общей точкой подключения - «минус» или «плюс» в пределах одной группы. На рисунке 32 приведен пример с общим «плюсом».

Матрица также формирует уровни для включения светодиодных индикаторов.

Узел индикации модуля состоит из двух светодиодных индикаторов состояния модуля (RUN и FAULT) (описание в таблице 1) и индикаторов состояния выходных цепей модуля.

Свечение индикаторов состояния выходных каналов модуля отображает наличие сигнала «1» в соответствующем выходном канале модуля.

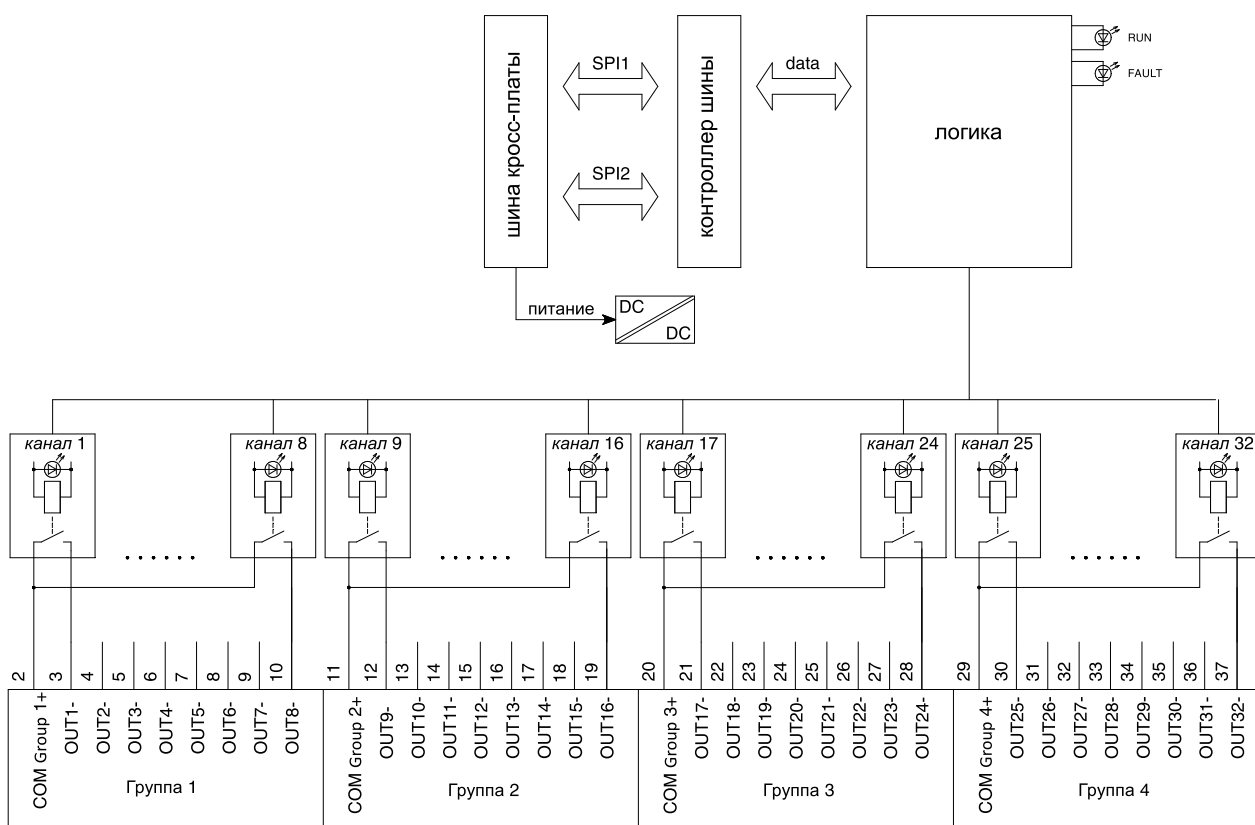


Рисунок 32 – Структурная схема модуля DO 32 011

Таблица 33 – Настроечные параметры модуля DO 32 011

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Маскирование	BOOL	0	Маскирование канала: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается, не выдаются выходные значения)
T1 – таймаут управления каналом на этапе 1	UINT	0	Отрезок времени, в течение которого держится стратегия этапа 1, 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 – таймаут управления каналом на этапе 2	UINT	0	Отрезок времени, в течение которого держится стратегия этапа 2, 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 – таймаут управления каналом на этапе 3	UINT	0	Отрезок времени, в течение которого держится стратегия этапа 3, мс. Диапазон [0 – 65535] (0 – бесконечность)
C – количество повторов	UINT	0	Количество повторов этапа 2 и 3. Диапазон [0 – 65535] (0 – бесконечность)

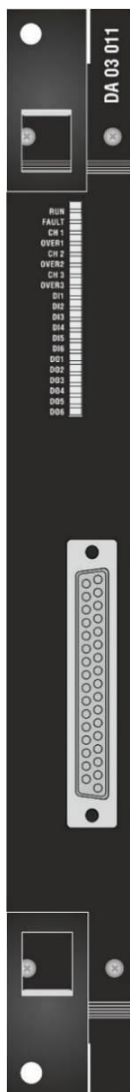
Таблица 34 – Регистры данных ввода-вывода модуля DO 32 011

Тип данных	Назначение
DWORD	Состояние каналов 0 – 31



## Модули счета импульсов

Условное обозначение	Наименование модуля
R600 DA 03 011	Модуль счета импульсов, 3 канала ввода импульсов с частотой от 1 Гц до 500 кГц, с поканальной гальванической изоляцией и номинальным напряжением сигнала 3, 5, 12, 24 В, 1 канал генератора частоты от 1 Гц до 10 кГц (тестовый), 6 каналов дискретного ввода 24 В DC, 6 каналов дискретного вывода 24 В DC, 0,5 А
R600 DA 03 021	Модуль счета импульсов, 3 канала ввода импульсов с частотой от 1 Гц до 500 кГц, с поканальной гальванической изоляцией и номинальным напряжением сигнала 5, 12, 24 В, 1 канал генератора частоты от 1 Гц до 10 кГц (тестовый), 6 каналов дискретного ввода 24 В DC, 6 каналов дискретного вывода 24 В DC, 0,5 А, возможность автономной работы в режиме автомата безопасности



Модули предназначены для ввода трех каналов импульсных сигналов с частотой от 1 Гц до 500 кГц с номинальным напряжением сигнала 3 (только DA 03 011), 5, 12, 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;
- измерение количества и показателей качества нефти (СИКН);
- автомат безопасности (DA 03 021).

В состав модуля входят:

- узел гальваноразвязки сигналов шины кросс-платы (только DA 03 021);
- контроллер шины RegulBus;
- устройство обмена данными с делителем частоты (программируемая матрица);
- контроллер измерения частоты;
- блок коммутируемых счетных входов с гальваноизоляцией и ограничителем тока канала с возможностью самотестирования;
- блок дискретных входов с гальваноизоляцией и ограничителем тока канала;
- блок дискретных выходов (геркон);

- формирователь тестового сигнала с гальваноизоляцией и ограничителем тока канала;
- источник питания;
- узел индикации.

Таблица 35 – Технические характеристики модулей счета импульсов

Наименование параметра, единица измерения	Значение	
	DA 03 011	DA 03 021
Количество каналов измерения частоты и счета импульсов	3	
Диапазон измерения частоты (в режиме работы частотомера до 500 кГц), Гц	от 1 до 500 000	
Диапазон измерения частоты (в остальных режимах), Гц	от 1 до 10 000	
Диапазон измерения количества импульсов, шт:		
– в режиме частотомера до 10 кГц	от 0 до $2^{32}$ (с признаком переполнения)	
– в режиме СИКН	от 0 до $2^{64}$	
Время импульса, мкс, не менее	1	
Время паузы, мкс, не менее	1	
Номинальное входное напряжение канала измерения частоты и импульсов, В	3, 5, 12, 24	5, 12, 24
Возможность автономной работы (без модуля центрального процессора)	Нет	Да
<b>Параметры высокоомного канала измерения частоты и счета импульсов с номинальным напряжением 3 В</b>		
Максимальная входная частота, кГц	10	—
Напряжение детектирования сигнала, В:		
– уровень логический «1»	от 1,5 до 24	—
– уровень логический «0»	от 0 до 1,2	—
Допустимое входное напряжение, В	24	—
Входное сопротивление, кОм	100	—
<b>Параметры канала измерения частоты и счета импульсов с номинальным напряжением 5 В</b>		
Напряжение детектирования сигнала, В:		
– уровень логический «1»	от 4 до 30	
– уровень логический «0»	от 0 до 3	
Допустимое входное напряжение, В	30	
Входное сопротивление, Ом	переменное (ограничение тока 10мА)	

Наименование параметра, единица измерения	Значение	
	DA 03 011	DA 03 021
<b>Параметры канала измерения частоты и счета импульсов с номинальным напряжением 12 В</b>		
Напряжение детектирования сигнала, В:		
– уровень логический «1»	от 9 до 30	
– уровень логический «0»	от 0 до 5	
Допустимое входное напряжение, В	30	
Входное сопротивление, Ом	переменное (ограничение тока 10мА)	
<b>Параметры канала измерения частоты и счета импульсов с номинальным напряжением 24 В</b>		
Напряжение детектирования сигнала, В:		
– уровень логический «1»	от 16 до 30	
– уровень логический «0»	от 0 до 8	
Допустимое входное напряжение, В	30	
Входное сопротивление, Ом	переменное (ограничение тока 10мА)	
<b>Параметры канала генерирования частоты</b>		
Количество каналов	1	
Диапазон генерирования частоты, Гц	от 1 до 10 000	
Напряжение генерирования сигнала, В:		
– уровень логический «1»	24	
– уровень логический «0»	0	
Сопротивление нагрузки, Ом, не менее	1200	
Защита от короткого замыкания	Да	
<b>Дискретные входы</b>		
Количество дискретных входов	6	
Номинальное напряжение постоянного тока канала, В	24	
Напряжение детектирования сигнала, В:		
– уровень логический «1»	от 6 до 30	от 18 до 30
– уровень логический «0»	от 0 до 3	от 0 до 14
Ограничение по току, мА	5	10
Допустимое входное напряжение, В	30	
Время запаздывания, мкс:		
– с «0» на «1»	<<1	

Наименование параметра, единица измерения	Значение	
	DA 03 011	DA 03 021
– с «1» на «0»	<<1	
<b>Дискретные выходы</b>		
Количество дискретных входов	6	
Номинальное напряжение постоянного тока канала, В	24	
Коммутируемый ток канала, А, не более	0,5	
Механический ресурс переключений реле (при нагрузке 5 В*10 мА)	10 <sup>9</sup>	
Время запаздывания (для резистивной нагрузки), мс:		
– с «0» на «1»	0,5	
– с «1» на «0»	0,1	
Напряжение пробоя изоляции (гальваническая изоляция), В, не менее:		
– между каналами измерения частоты и внутренней шиной питания и данных	2000	
– между каналами измерения частоты	1000	
– между каналами измерения частоты и защитным заземлением	2000	
– между каналами измерения частоты и группами дискретных каналов входа/выхода	1000	
– между группами дискретных каналов входа/выхода	1000	
– между каналами дискретных входов внутри группы	—	
– между каналами дискретных выходов внутри группы	—	
Допустимая разность потенциалов между каналами измерения частоты и импульсов, В	500	
Пределы допускаемой относительной погрешности преобразования частоты (в режиме работы – частотомер до 500 кГц), %	±0,01	
Пределы допускаемой относительной погрешности преобразования частоты (в остальных режимах), %	При измерении до 2,4 кГц, включительно: ±0,01. При измерении от 2,4 кГц до 10 кГц, по формуле: $\delta (F_{\text{изм}}) = \pm \frac{F_{\text{изм}}}{24 * 10^6 + F_{\text{изм}}} * 100,$ где $F_{\text{изм}}$ – измеряемая частота в Гц	

Наименование параметра, единица измерения	Значение	
	DA 03 011	DA 03 021
Пределы допускаемой абсолютной погрешности счета импульсов, импульс	±1	
Потребляемая мощность от шины питания контроллера, Вт, не более	4	
Потребляемая мощность от внешнего источника питания (при автономной работе), Вт, не более	—	4
Напряжение внешнего питания, В	—	24 (от 18 до 28)
Условия эксплуатации: — температура окружающего воздуха, °С — относительная влажность воздуха, %	от – 40 до + 60  от 5 до 98 без образования конденсата	
Условия хранения: — температура окружающего воздуха, °С — относительная влажность воздуха, %	от – 55 до + 70  от 5 до 98 без образования конденсата	
Степень защиты от внешних воздействий	IP20	
Количество занимаемых слотов	1	
Размеры (ШхВхГ), мм	30x267x186	
Вес, кг	0,8	

Контроллер частоты в модуле выполняет следующие функции в зависимости от заданного алгоритма (режима работы):

- измерение параметров сигналов частотных входов (частота, накопительный итог и пр.);
- формирование управляющих сигналов для дискретных выходов;
- опрос состояний дискретных входов;
- формирование управляющих сигналов для делителя частоты;
- формирование аварийного сигнала для индикации по каждому каналу.

В модуле логические «1» и «0» формируются при пересечении сигналом порогов (Рисунок 33):

- **верхний порог срабатывания канала (U\_HI)** - уровень перехода сигнала из состояния «0» в «1»;
- **нижний порог срабатывания канала (U\_LO)** - уровень перехода сигнала из состояния «1» в «0».

Для обеспечения заявленной точности измерения на вход модуля необходимо подавать сигнал прямоугольной формы.

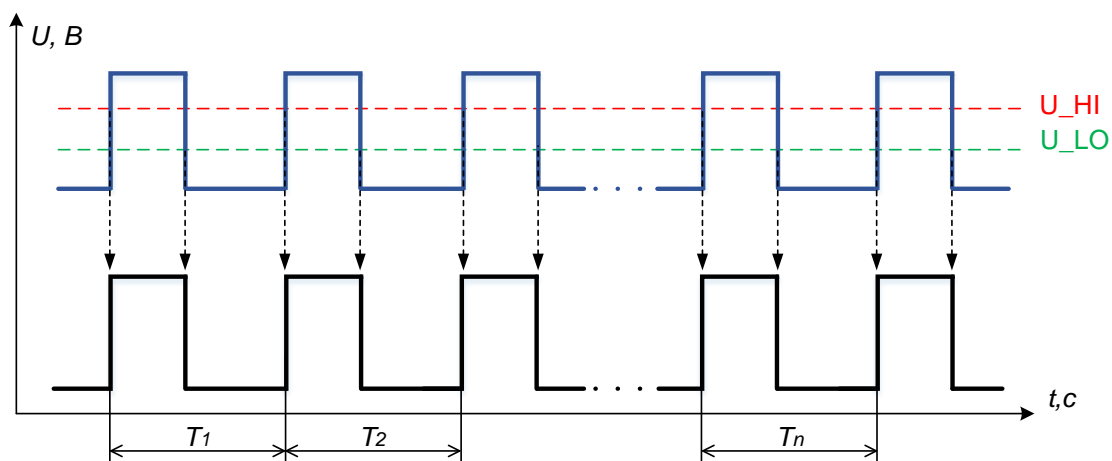


Рисунок 33 – Детектирование сигнала

Алгоритм определения частоты модуля следующий:

- детектирование сигнала (исходя из заданных порогов срабатывания);
- определение периода следования импульсов  $T_1/T_2/.../T_n$ ;
- расчет усредненного значения периода следования импульсов  $T_{cp}$  по следующей формуле

$$T_{cp} = \frac{T_1 + T_2 + \dots + T_n}{n}, \quad (8)$$

где  $n$  – количество импульсов для усреднения, в частности:

- для частотомера до 10 кГц – устанавливается пользователем (диапазон [1:240]);
- для частотомера до 500 кГц – задается автоматически:
  - 1 – в диапазоне частот от 1 до 2000 Гц;
  - 16 – в диапазоне частот от 2 до 32 кГц;
  - 256 – в диапазоне частот от 32 до 500 кГц.

Частота следования импульса  $F$  определяется по формуле

$$F = \frac{1}{T_{cp}}, \quad (9)$$

Параметры детектирования сигнала жестко закреплены за конкретным входным каналом с соответствующим номинальным напряжением:

- при напряжении 3 В:
  - верхний порог срабатывания ( $U_{HI}$ ) – 1,5 В;
  - нижний порог срабатывания канала ( $U_{LO}$ ) – 1,2 В;
- при напряжении 5 В:
  - верхний порог срабатывания ( $U_{HI}$ ) – 4 В;
  - нижний порог срабатывания канала ( $U_{LO}$ ) – 3 В;
- при напряжении 12 В:

- верхний порог срабатывания ( $U_{HI}$ ) – 9 В;
- нижний порог срабатывания канала ( $U_{LO}$ ) – 5 В;
- при напряжении 24 В:
  - верхний порог срабатывания ( $U_{HI}$ ) – 16 В;
  - нижний порог срабатывания канала ( $U_{LO}$ ) – 8 В.

### Режим СИКН

Измерительно-вычислительный аппаратно-программный комплекс (ИВК), сконфигурированный из модулей серии REGUL RX00, в состав которого входит модуль счета импульсов в режиме СИКН, предназначен для измерения, вычисления, контроля и хранения параметров расхода, давления, перепада давления, температуры, показателей качества нефти (плотности, вязкости, влажности) и количества (объём, масса) нефти.

Модуль счета импульсов в составе ИВК принимает частотно-импульсные сигналы частотой в диапазоне от 1 до 10 000 Гц от турбинных расходомеров и плотномеров.

### Режим обработки данных с энкодера

Обработка данных с энкодера производится за счет преобразования угла поворота вращающегося объекта в электрический сигнал. Энкодер формирует за один полный оборот вала последовательно импульсный цифровой код, содержащий информацию относительно угла поворота объекта. Если вращение вала прекращается, то прекращается и формирование импульсов. Величину угла поворота определяют путем подсчёта числа импульсов от начальной позиции до требуемой. Скорость вращения вала определяется как число импульсов за единицу времени (обороты в минуту). Как правило, энкодер имеет два канала, в которых две идентичные последовательности импульсов (А и В) сдвинуты на  $90^\circ$  относительно друг друга (парафазные импульсы), что позволяет определить направление вращения. Имеется также третий выход нулевой (референтной) метки (Z), который позволяет определить абсолютное положение вала, поскольку сразу же после включения положения вала неизвестно.

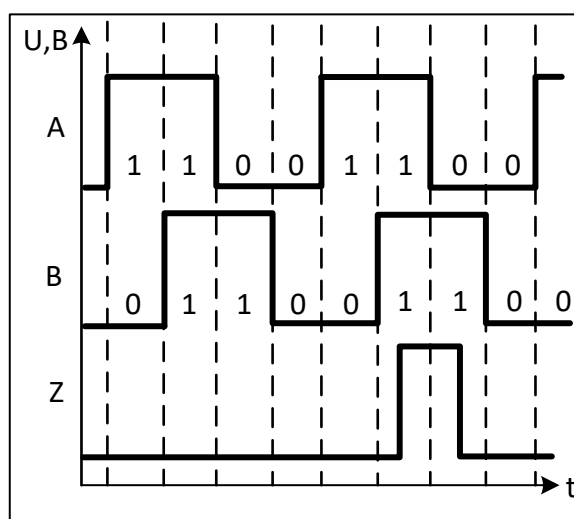


Рисунок 34 – Выходные сигналы энкодера

На рисунке 34 приведен пример изменения сигналов энкодера при вращении против часовой стрелки. В момент прихода переднего фронта сигнала А сигнал В находится в состоянии 0 (при вращении по часовой стрелке сигнал В находится в состоянии 1). При программной обработке сигнала для первого случая значение счетчика увеличивается, во втором случае уменьшается. Для повышения точности измерений производят дополнительную обработку данных: при подсчете регистрировать изменение сигнала А как по переднему, так и по заднему фронту, вести подсчет по фронтам обоих сигналов А и В без выделения ведущего сигнала и тд. Счетчик работает при помощи специальной подпрограммы обработки прерывания. Подсчет импульсов активизируется в течение заданного интервала времени, до тех пор, пока текущее значение счетчика меньше значения уставки. При совпадении текущего значения счетчика с уставкой происходит прерывание. Также прерывание может вызываться при сбросе счетчика и при смене направления счета.

### Режим автомата безопасности

Электронный автомат безопасности (ЭАБ) предназначен для защиты турбины от достижения критических оборотов при сбросах нагрузки. ЭАБ производит измерение по трем независимым каналам частоты входного электрического сигнала, сравнивает с аварийной уставкой и при достижении критических оборотов выдает сигнал на останов турбины с учетом ускорения, т.е. при наличии ускорения ЭАБ пересчитывает и снижает уставку, чтобы не было заброса оборотов выше критических. ЭАБ обеспечивает выполнение следующих функций:

- сбор информации от датчиков по трем независимым каналам значения частоты вращения ротора турбоагрегата;
- вычисление текущего значения ускорения вращения ротора турбоагрегата;
- вычисление уставки срабатывания с учетом текущего значения ускорения вращения ротора турбоагрегата;
- формирование управляющего электрического сигнала при достижении на двух измерительных каналах их трех уставки срабатывания;
- хранение в энергонезависимой памяти значений частоты вращения, при которой был сформирован управляющий электрически сигнал;
- постоянный контроль исправности измерительных каналов;
- проверку работоспособности модуля от внутреннего генератора, который во время тестов по внутренним цепям подключается вместо датчика и выдает задаваемую частоту, с учетом заданного ускорения, на вход измерительного тракта;



#### **ВНИМАНИЕ!**

Внешние клеммы внутреннего генератора используются для диагностики и заводской проверки. Не рекомендуется использовать данный выход как полноценный генератор частоты



- создание архива аварийных событий протоколирование всех событий с возможностью просмотра журнала событий.

Конфигурация входов/выходов модуля производится в среде программирования Epsilon LD. Значения параметров настройки хранятся в энергонезависимой памяти модуля.

#### Конфигурирование дискретных входов

В среде программирования предусмотрена возможность задания функционального назначения для каждого дискретного входа, типы функциональных назначений приведены в таблице 36. Функциональное назначение 1-го типа присваивается одному или двум входам. Остальные дискретные входы имеют функциональное назначение 2-го или 3-го типа.

Если назначение 2-го типа не выбрано, то все дискретные входы имеют функциональное назначение 1-го типа, и функция диагностики реле защиты автоматически блокируется.

Таблица 36 – Типы функциональных назначений дискретных входов

№	Тип	Описание
1	Произвольный контроль	Вход данного типа предназначен для приема сигнала, состояние которого не анализируется в алгоритмах защиты и диагностики модуля, а только передается в прикладную программу ЦП
2	Обратный контроль включения реле защиты	Вход данного типа предназначен для приема сигнала контроля включения реле защиты, управляемого выходом «Включение реле защиты». Состояние сигнала используется в алгоритме диагностики реле защиты
3	Наличие питания цепей защиты	Вход данного типа предназначен для приема сигнала об отсутствии питания в цепях защиты. Отсутствие питания определяется уровнем сигнала 0 на входе модуля. Состояние сигнала используется в алгоритме срабатывания защиты

#### Конфигурирование дискретных выходов

В среде программирования предусмотрена возможность задания типа выходных дискретных сигналов, типы функциональных назначений приведены в таблице 37. По умолчанию дискретные выходы имеют функциональное назначение 1-го типа.

Таблица 37 – Типы функциональных назначений дискретных выходов

№	Тип	Описание
1	Произвольное управление	Состояние выхода данного типа не формируется в алгоритмах защиты и диагностики модуля, а задается в прикладной программе ЦП
2	Срабатывание защиты	Выход данного типа сигнализирует выполнение условия для срабатывания защиты (логический уровень «1»). Используется для внешней сигнализации
3	Включение реле защиты / выключение реле защиты	Выход данного типа управляет реле защиты при срабатывании защиты (логический уровень «1» или «0»), выбирается в конфигурации алгоритма защиты)

№	Тип	Описание
4	Повышенная частота	Выход данного типа предназначен для сигнализации того, что частота вращения ротора, используемого в алгоритмах защиты, превышает предупредительный порог (логический уровень «1»)
5	Неисправность	Выход данного типа сигнализирует недостоверность значения частоты, неисправность модуля или отказ любого реле защиты (логический уровень «1»)

#### Конфигурирование частотных входов

В среде программирования предусмотрена возможность конфигурирования функционального назначения частотных входов, типы функциональных назначений приведены в таблице 38. По умолчанию частотные входы имеют функциональное назначение 2-го типа.

Если канал 2-го типа не выбран, то все частотные входы имеют функциональное назначение 1-го типа, и функции противоразгонной защиты и диагностики автоматически отключаются.

Таблица 38 – Типы функциональных назначений частотных входов

№	Тип	Описание
1	Произвольное измерение	Вход данного типа предназначен для приема частотного сигнала, по которому рассчитываются значения скорости вращения и углового ускорения ротора, не используемые в алгоритмах защиты и диагностики
2	Защитное измерение	Вход данного типа предназначен для приема частотного сигнала, по которому рассчитываются значения скорости вращения и углового ускорения ротора, используемые в алгоритмах защиты и диагностики

Контроллер шины RegulBus выполняет следующие функции:

- обмен данными с контроллером частоты посредством программируемой матрицы (чтение обработанных данных по измерительным каналам, состояния дискретных входов/выходов, передача режима работы, уставок, и пр.);
- формирование тестового сигнала заданной частоты;
- формирование сигналов для коммутирования тестового сигнала на счетные входы;
- формирование сигналов для узла индикации модуля.

Узел индикации модуля состоит из двух светодиодных индикаторов состояния модуля (RUN и FAULT) (описание в таблице 1) и индикаторов состояния входных цепей модуля.

Свечение индикаторов CH1...CH3 отображает наличие сигнала на одном из трех счетных входов. Частота свечения индикатора соответствует частоте сигнала на входе.

Свечение индикаторов OVER1...OVER3 соответствует выходу за пределы измеряемой частоты на одном из трех счетных каналов соответственно.

Свечение индикаторов DI1...DI6 состояния входных каналов модуля отображает наличие сигнала «1» в соответствующей входном канале модуля. Свечение индикаторов DO1...DO6 состояния выходных каналов модуля отображает наличие сигнала «1» в соответствующем выходном канале модуля.

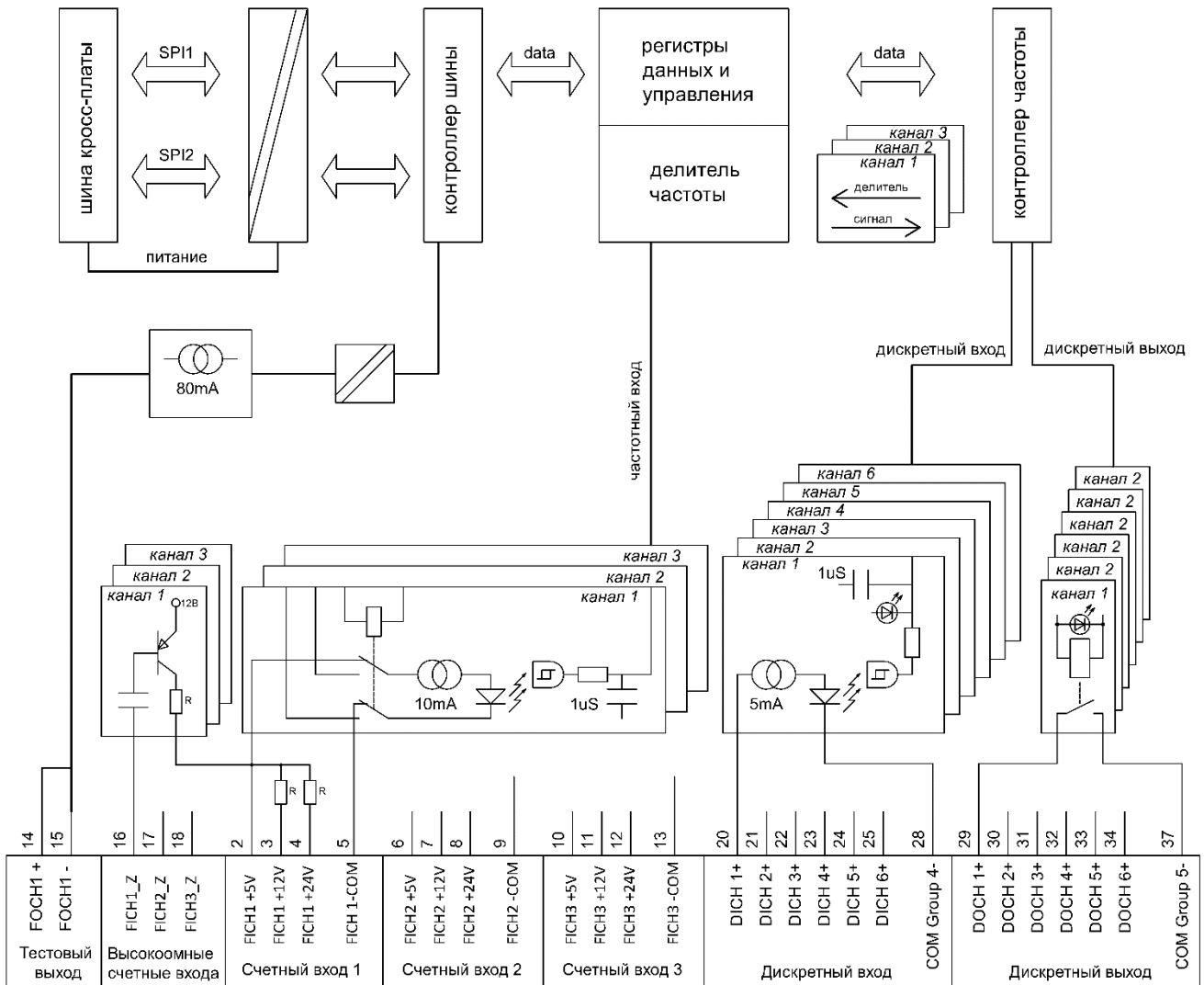


Рисунок 35 – Структурная схема модуля R600 DA 03 011

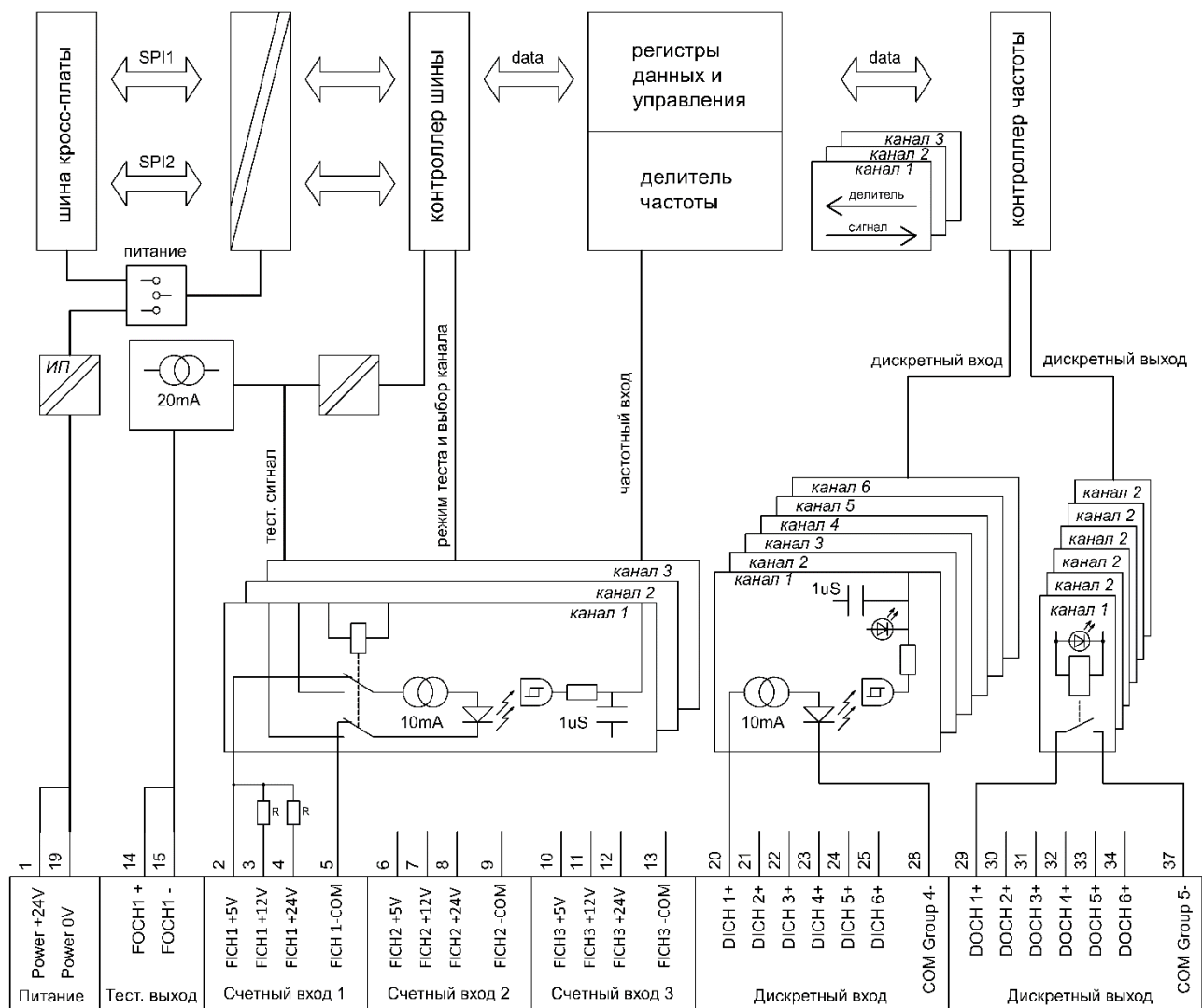


Рисунок 36 – Структурная схема модуля R600 DA 03 021

Таблица 39 – Настроечные 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)

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Калибровочный коэффициент	REAL	ПЗУ [0.9 – 1.1]	Калибровочный коэффициент для расчета частоты

Таблица 40 – Регистры данных ввода-вывода модуля (частотомер до 10 кГц)

Тип данных	Назначение	Описание
<b>(мастер ⇒ модуль):</b>		
BYTE	Состояние выходных дискретных каналов 0 – 5	
BYTE	Канал 1: количество импульсов для усреднения	На указанном интервале импульсов происходит определение среднего значения периода – <b>Тср</b> (формула расчета которого приведена выше (7)), впоследствии используемого для расчета измеряемой частоты. Количество импульсов ( <b>n</b> ) задается в диапазоне [1:240]
UINT	Канал 1: максимальное значение частоты, Гц	Максимальное значение частоты, ожидаемое на входе канала. Учитывается при определении периода следования импульсов для отсека помех с большой частотой
BYTE	Канал 2: количество импульсов для усреднения	Аналогично описанию для канала 1
UINT	Канал 2: максимальное значение частоты, Гц	Аналогично описанию для канала 1
BYTE	Канал 3: количество импульсов для усреднения	Аналогично описанию для канала 1
UINT	Канал 3: максимальное значение частоты, Гц	Аналогично описанию для канала 1
<b>(модуль ⇒ мастер):</b>		
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 свое значение каждый раз, когда происходит переполнение счетчика импульсов
BOOL	Канал 1: признак достоверности показаний	Выставляется при выходе частоты реального сигнала из границ измерения
UDINT	Канал 2: значение счетчика импульсов	
REAL	Канал 2: частота	

Тип данных	Назначение	Описание
USINT	Канал 2: счетчик переполнения счетчика импульсов	Изменяет свое значение каждый раз, когда происходит переполнение счетчика импульсов
BOOL	Канал 2: признак недостоверности показаний	Выставляется при выходе частоты реального сигнала из границ измерения
UDINT	Канал 3: значение счетчика импульсов	
REAL	Канал 3: частота	
USINT	Канал 3: счетчик переполнения счетчика импульсов	Изменяет свое значение каждый раз, когда происходит переполнение счетчика импульсов
BOOL	Канал 3: признак недостоверности показаний	Выставляется при выходе частоты реального сигнала из границ измерения

Таблица 41 – Настроечные 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

Таблица 42 – Регистры данных ввода-вывода модуля (частотомер до 500 кГц)

Тип данных	Назначение	Описание
<b>(мастер ⇔ модуль):</b>		
BYTE	Состояние выходных дискретных каналов 0 – 5	

Тип данных	Назначение	Описание
<b>(модуль ⇒ мастер):</b>		
BYTE	Состояние входных дискретных каналов 0 – 5	
REAL	Канал 1: частота	
BOOL	Канал 1: признак достоверности показаний	Выставляется при выходе частоты реального сигнала из границ измерения
REAL	Канал 2: частота	
BOOL	Канал 2: признак достоверности показаний	Выставляется при выходе частоты реального сигнала из границ измерения
REAL	Канал 3: частота	
BOOL	Канал 3: признак достоверности показаний	Выставляется при выходе частоты реального сигнала из границ измерения

Таблица 43 – Настроечные параметры модуля (энкодер)

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Дискретность счетчика	FLOAT	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
Направление вращения	UINT	0	Направление положительного вращения: 0 – (CW) по часовой, 1 – (CCW) против часовой

Таблица 44 – Регистры данных ввода-вывода (энкодер)

Тип данных	Назначение	Описание
<b>(мастер ⇒ модуль):</b>		
BYTE	Состояние выходных дискретных каналов 0 – 5	
BYTE	Сброс счетчика и оборотов	
<b>(модуль ⇒ мастер):</b>		
BYTE	0-5: состояние входных дискретных каналов 0 – 5	
	6: направление движения положительное	
	7: направление движения отрицательное	

Тип данных	Назначение	Описание
DINT	Счетчик	Значение счетчика углового положения (по выходам А и В) в диапазоне [-2147483648: 2147483647]
INT	Счетчик оборотов	Значение счетчика нулевой (референтной) метки (по выходу Z) в диапазоне [-32768: 32767]

Таблица 45 – Настроечные 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
Время нечувствительности	UINT	0	Время нечувствительности при формировании событий, мс
Формирование события дискретного входа 1	BYTE	0	Тип формирования события дискретного входа 1: 0 – отключено; 1 – по фронту; 2 – по спаду
Формирование события дискретного входа 2	BYTE	0	Тип формирования события дискретного входа 2: 0 – отключено; 1 – по фронту; 2 – по спаду
Формирование события дискретного входа 3	BYTE	0	Тип формирования события дискретного входа 3: 0 – отключено; 1 – по фронту; 2 – по спаду



Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Формирование события дискретного входа 4	BYTE	0	Тип формирования события дискретного входа 4: 0 – отключено; 1 – по фронту; 2 – по спаду
Формирование события дискретного входа 5	BYTE	0	Тип формирования события дискретного входа 5: 0 – отключено; 1 – по фронту; 2 – по спаду
Формирование события дискретного входа 6	BYTE	0	Тип формирования события дискретного входа 6: 0 – отключено; 1 – по фронту; 2 – по спаду
Время усреднения канала 1, мс	UINT	0	Канал 1. Время усреднения, мс. Диапазон [0 – 65535].  Исходя из времени усреднения, производится расчет количества импульсов для усреднения [N] по формуле: $N = \frac{t_{\text{уср}}}{T},$ где $t_{\text{уср}}$ – время усреднения, мс, $T$ – период измеряемой частоты, мс, при этом N должно быть в диапазоне [1:240]. Если в ходе расчета N получается меньше 1 или более 240, то значение приравнивается границе. На рассчитанном интервале импульсов происходит определение среднего значения периода, в итоге используемого для расчета измеряемой частоты
Время усреднения канала 2, мс	UINT	0	Аналогично описанию для канала 1
Время усреднения канала 3, мс	UINT	0	Аналогично описанию для канала 1

Таблица 46 – Регистры данных ввода-вывода модуля (СИКН)

Тип данных	Назначение	Описание
<b>(мастер ⇔ модуль):</b>		
BYTE	Состояние выходных дискретных каналов 0 – 5	
BYTE	Включение/отключение режима поверки	0 – поверка отключена; 1 – поверка включена

Тип данных	Назначение	Описание
UINT	Канал 1: максимальное значение частоты, Гц	
UINT	Канал 2: максимальное значение частоты, Гц	
UINT	Канал 3: максимальное значение частоты, Гц	
<b>(модуль ⇨ мастер):</b>		
BYTE	Состояние входных дискретных каналов 0 – 5	
ULINT	Канал 1: значение счетчика импульсов	
REAL	Канал 1: частота	
BOOL	Канал 1: признак достоверности показаний	Выставляется при выходе частоты реального сигнала за границы измерения
ULINT	Канал 2: значение счетчика импульсов	
REAL	Канал 2: частота	
BOOL	Канал 2: признак достоверности показаний	Выставляется при выходе частоты реального сигнала за границы измерения
ULINT	Канал 3: значение счетчика импульсов	
REAL	Канал 3: частота	
BOOL	Канал 3: признак достоверности показаний	Выставляется при выходе частоты реального сигнала за границы измерения
BYTE	Флаги ошибок и готовности поверочного режима	Выставляются после окончания поверочного режима

Таблица 47 – Настроечные параметры модуля (автомат безопасности)

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Маскирование канала 1 (Mask 1)	BOOL	0	Маскирование канала 1: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается)
Маскирование канала 2 (Mask 2)	BOOL	0	Маскирование канала 2: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается)
Маскирование канала 3 (Mask 3)	BOOL	0	Маскирование канала 3: 0 – канал не маскирован, 1 – канал замаскирован (не обрабатывается)

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Калибровочный коэффициент (K)	REAL	ПЗУ [0.9 – 1.1]	Калибровочный коэффициент для расчета частоты
Канал коммутации (Internal generation channel)	BYTE	0	Канал для коммутации внутреннего генератора частоты (0 – никакой)
Частота внутреннего генератора (Internal generation frequency)	UINT	0	Частота внутреннего генератора. Диапазон [0-10000]
Назначение дискретного входа 1 (DIType1)	BYTE	0	Управление дискретными входами. Возможные значения: 0 – произвольный контроль, 1 – обратный контроль включения реле защиты, 2 – наличие питания цепей защиты
Назначение дискретного входа 2 (DIType2)	BYTE	0	
Назначение дискретного входа 3 (DIType3)	BYTE	0	
Назначение дискретного входа 4 (DIType4)	BYTE	0	
Назначение дискретного входа 5 (DIType5)	BYTE	0	
Назначение дискретного входа 6 (DIType6)	BYTE	0	
Назначение дискретного выхода 1 (DOType1)	BYTE	0	Управление дискретными выходами. Возможные значения: 0 – произвольное управление, 1 – срабатывание защиты, 2 – включение/выключение реле защиты, 3 – повышенная частота, 4 – неисправность (каналов измерения частоты либо цепей защиты)
Назначение дискретного выхода 2 (DOType2)	BYTE	0	
Назначение дискретного выхода 3 (DOType3)	BYTE	0	
Назначение дискретного выхода 4 (DOType4)	BYTE	0	
Назначение дискретного выхода 5 (DOType5)	BYTE	0	
Назначение дискретного выхода 6 (DOType6)	BYTE	0	
Назначение частотного входа 1 (FIType1)		0	Управление частотными входами. Возможные значения: 0 – произвольное измерение, 1 – защитное измерение
Назначение частотного входа 2 (FIType2)		0	
Назначение частотного входа 3 (FIType3)		0	

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Команда (Command)	BYTE	0	Команда (числовая кодировка). Диапазон [0 – 7]. Возможные значения: 0 – нет, 1 – включить режим ТЕСТ1, 2 – включить режим ТЕСТ2, 3 – сброс срабатывания защиты. Сбрасываются значения «Скорость вращения при срабатывании защиты» и «Угловое ускорение ротора при срабатывании защиты», 4 – сброс ошибок диагностики, 5 – прервать запущенный ТЕСТ1 или ТЕСТ2
Кол-во импульсов входного сигнала для расчета скорости (AvgImpCount)	UINT	1	На указанном интервале импульсов происходит определение среднего значения периода, впоследствии используемого для расчета измеряемой частоты Диапазон [1:240]
Максимально возможная скорость вращения (MaxRate)	UINT	4000	Максимально возможная скорость вращения ротора, об/мин. Диапазон [0,00 – 8000,00]
Максимально возможное ускорение (MaxAccel)	UINT	200	Максимально возможное изменение скорости за период, (об/мин)/с. Диапазон [0,00 – 8000,00]
Число зубьев мерительной шестерни (NotchCount)	UINT	60	Число зубьев мерительной шестерни. Диапазон [1 – 120]
Скорость вращения при срабатывании защиты (SafetyRate)	UINT	3300	Уставка срабатывания защиты при нулевом угловом ускорении ротора, об/мин. Диапазон [0,00 – 8000,00]
Коэффициент передачи ускорения (K_Accel)	REAL	0,4	Вес ускорения в формуле, по которой определяется условие защиты. Диапазон [0 – 65535]
Минимально допустимая уставка срабатывания защиты (MinSafetyRate)	UINT	3200	Частота вращения турбины, ниже которой срабатывание не произойдет ни при каком значении ускорения (допустимом), об/мин. Диапазон [0,00 – 8 000,00]
Гистерезис сигнала защиты (SafetyHystPercent)	REAL	0,15	Гистерезис сигнала защиты, %. Диапазон [0 – 100]
Уставка повышенной скорости вращения ротора (RateHiSetting)	UINT	3150	Уставка повышенной скорости вращения ротора, об/мин. Диапазон [0 – 8 000]

Параметр	Тип данных	Значение по умолчанию	Описание
Гистерезис сигнализации повышенной скорости вращения ротора (RateHiHystPercent)	REAL	0,15	Гистерезис сигнализации повышенной скорости вращения ротора, %. Диапазон [0 – 100]
Начальная тестовая скорость вращения (TestStartRate)	UINT	1	Начальная тестовая скорость вращения ротора, об/мин. Диапазон [0 – 8 000]
Конечная тестовая скорость вращения ротора (TestStopRate)	UINT	3000	Конечная тестовая скорость вращения ротора, об/мин. Диапазон [0 – 8 000]
Тестовое угловое ускорение (TestAccel)	UINT	1	Тестовое угловое ускорение ротора, (об/мин)/с. Диапазон [0 – 654]
Длительность действия противоразгонной защиты (SafetyDuration)	UINT	5	Длительность действия противоразгонной защиты, с. Диапазон [0 – 65 535]
Настройка выхода вкл/выкл реле защиты (TypeRelay)	BIT	0	Возможные значения: 0 – при срабатывании защиты контакт DO размыкается, 1 – при срабатывании защиты контакт DO замыкается
Настройка выхода вкл/выкл реле защиты при недостов.сигналов скорости (TypeBad)	BIT	0	Возможные значения: 0 – только сигнал «Недостоверность», 1 – сигнал «Недостоверность» и срабатывание реле защиты
Период измерения ускорения (AccMeasTime)		10	Период измерения ускорения, мс. Диапазон [1 – 250]

Таблица 48 – Регистры данных ввода-вывода модуля (автомат безопасности)

Тип данных	Канал	Назначение	Описание
REAL	Freq1	Сигнал на входе 1	имп/с (Гц)
REAL	Rate1	Скорость вращения ротора, измеренная по сигналу на входе 1	об/мин
REAL	Accel1	Угловое ускорение ротора, измеренное по сигналу на входе 1	(об/мин)/с
BOOL	Invalid1	Недостоверность показаний скорости вращения и углового ускорения ротора, измеренных по сигналу на входе 1	0 – Нет; 1 - Да
REAL	Freq2	Сигнал на входе 2	имп/с (Гц)
REAL	Rate2	Скорость вращения ротора, измеренная по сигналу на входе 2	об/мин

Тип данных	Канал	Назначение	Описание
REAL	Accel2	Угловое ускорение ротора, измеренное по сигналу на входе 2	(об/мин)/с
BOOL	Invalid2	Недостоверность показаний скорости вращения и углового ускорения ротора, измеренных по сигналу на входе 2	0 – Нет; 1 - Да
REAL	Freq3	Сигнал на входе 3	имп/с (Гц)
REAL	Rate3	Скорость вращения ротора, измеренная по сигналу на входе 3	об/мин
REAL	Accel3	Угловое ускорение ротора, измеренное по сигналу на входе 3	(об/мин)/с
BOOL	Invalid3	Недостоверность показаний скорости вращения и углового ускорения ротора, измеренных по сигналу на входе 3	0 – Нет; 1 - Да
BYTE	DI	Байт состояния дискретных входов (битовая кодировка): 0 – наличие сигнала на входе 1; ... 5 – наличие сигнала на входе 6; 6, 7 – не используются	0 – отключен; 1 – включен
BYTE	DOState	Обратный контроль состояния дискретных выходов (битовая кодировка)	0 – отключен; 1 – включен
BYTE	State	Байт состояния модуля (битовая кодировка): 0 – включен режим ТЕСТ 1; 1 – включен режим ТЕСТ 2; 2 – повышенная частота; 3 – сработала защита (триггер); 4 – неисправность (байт диагностики не равен 0)	0 – отключен; 1 – включен
BYTE	Diagn	Байт диагностики (битовая кодировка): 0 – неисправно реле защиты (блинкер); 1 – неисправность частотного входа, назначенного для «Защитного измерения» канал 1 (блинкер); 2 – неисправность частотного входа, назначенного для «Защитного измерения» канал 2 (блинкер) (если используется два датчика); 3 – низкая точность измерения частотного входа, назначенного для «Защитного измерения» (блинкер)	0 – норма; 1 – неисправность

## Модули счета импульсов

Тип данных	Канал	Назначение	Описание
REAL	SafetyRate	Скорость вращения ротора при срабатывании защиты, $\omega_3$	об/мин
REAL	SafetyAccel	Угловое ускорение ротора при срабатывании защиты, $\omega_3'$	(об/мин)/с
BYTE	DO	Состояние выходных дискретных каналов 0 – 5	

## Модули шасси

Условное обозначение	Наименование модуля
R600 СН 14 011	Модуль шасси, 14 слотов
R600 СН 07 011	Модуль шасси, 7 слотов

Модуль шасси обеспечивает механические и электрические связи между модулями контроллера, а также обеспечивает крепление контроллера в рабочем состоянии.

Таблица 49 – Технические характеристики модулей шасси

Наименование параметра, единица измерения	Значение	
	СН 14 011	СН 07 011
Количество слотов	14	7
Степень защиты от внешних воздействий	IP20	
Размеры (ШxВxГ), мм:		
- при установке в 19” стойку	483x266x200	269x266x200
- при установке на монтажную панель	483x266x204	269x266x204
Вес, кг	3,6	2

Модуль шасси представляет собой пассивный элемент, состоящий из металлической корзины и кросс-платы. Кросс-плата расположена в задней части и защищена съемным металлическим кожухом. На кросс-плате расположены 96-пиновые разъемы для подключения модулей. Первый и третий слоты имеют два разъема. В них устанавливаются модули источника питания. Кроме того, в третий слот также могут быть установлены модуль центрального процессора или любой иной модуль (в зависимости от конфигурации системы). Второй слот является пустым. Остальные слоты имеют по одному разъему в нижней части кросс-платы. Они абсолютно одинаковы по конструкции и предназначены для установки модулей в соответствии с конфигурацией.

Крейт может иметь два исполнения:

- для установки на монтажную панель;
- для установки в 19” стойку.

Выбор исполнения обеспечивается установкой крепежных уголков спереди (установка на 19” стойку) или сзади крейта (установка на монтажную панель).



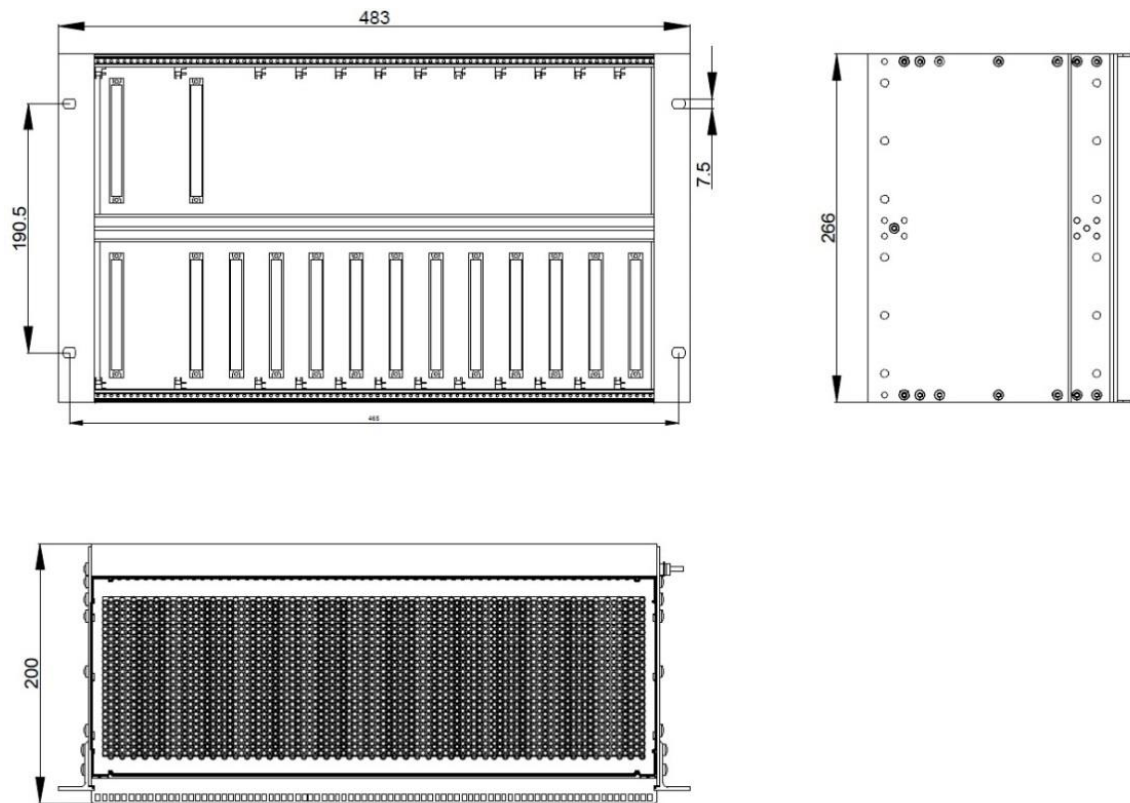


Рисунок 37 – Габаритные размеры крейта на 14 слотов (установка в 19” стойку)

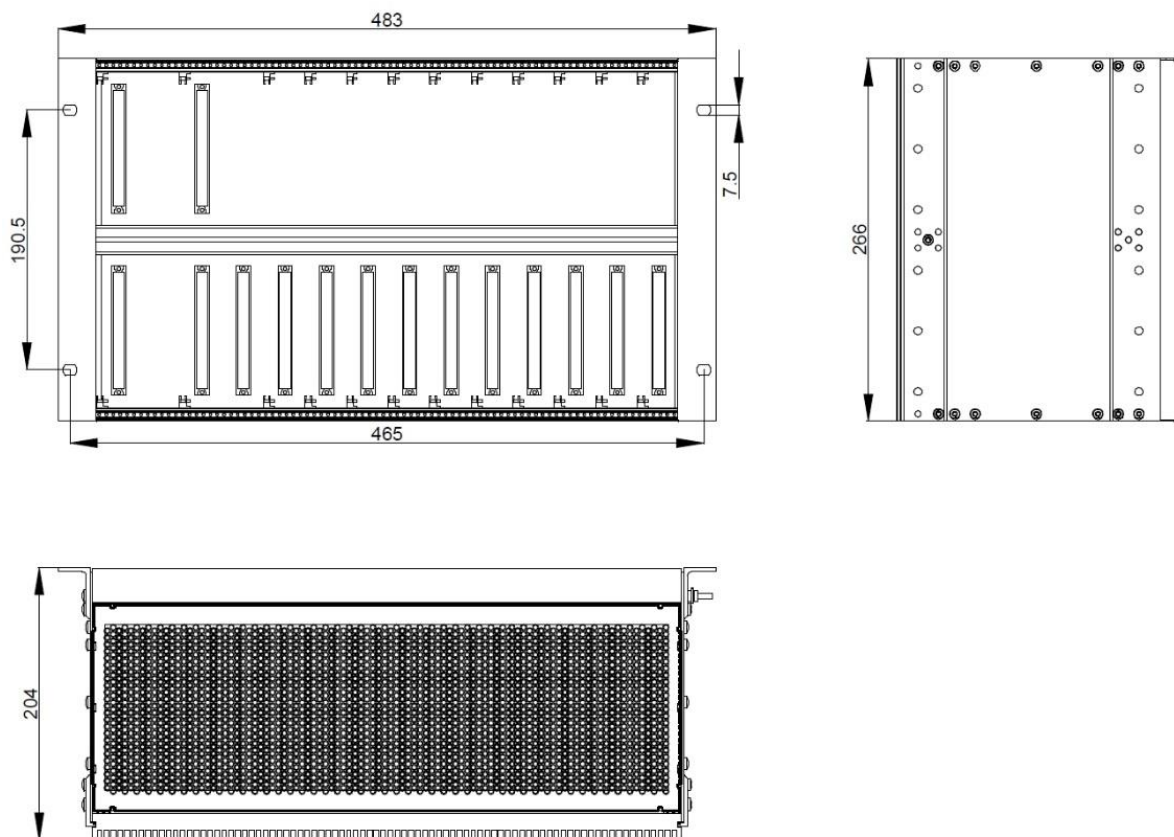


Рисунок 38 – Габаритные размеры крейта на 14 слотов (установка на монтажную панель)

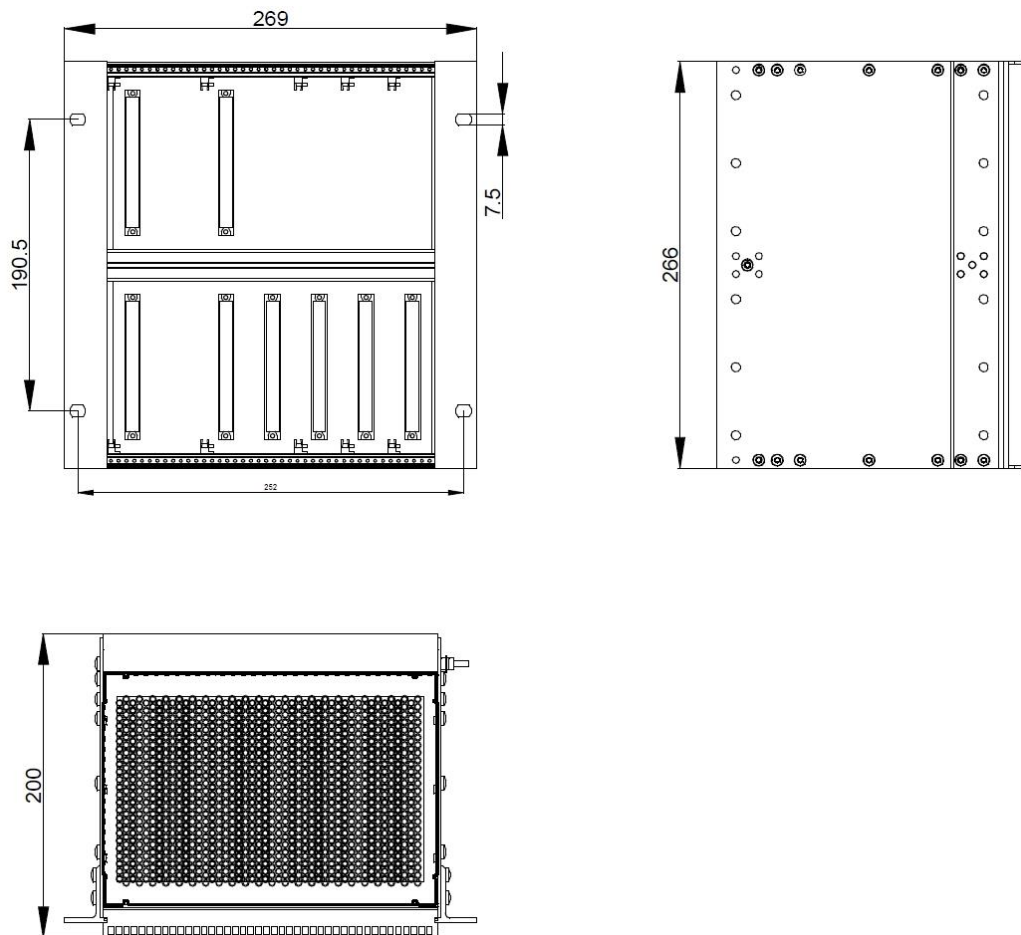


Рисунок 39 – Габаритные размеры крейта на 7 слотов (установка на 19” стойку)

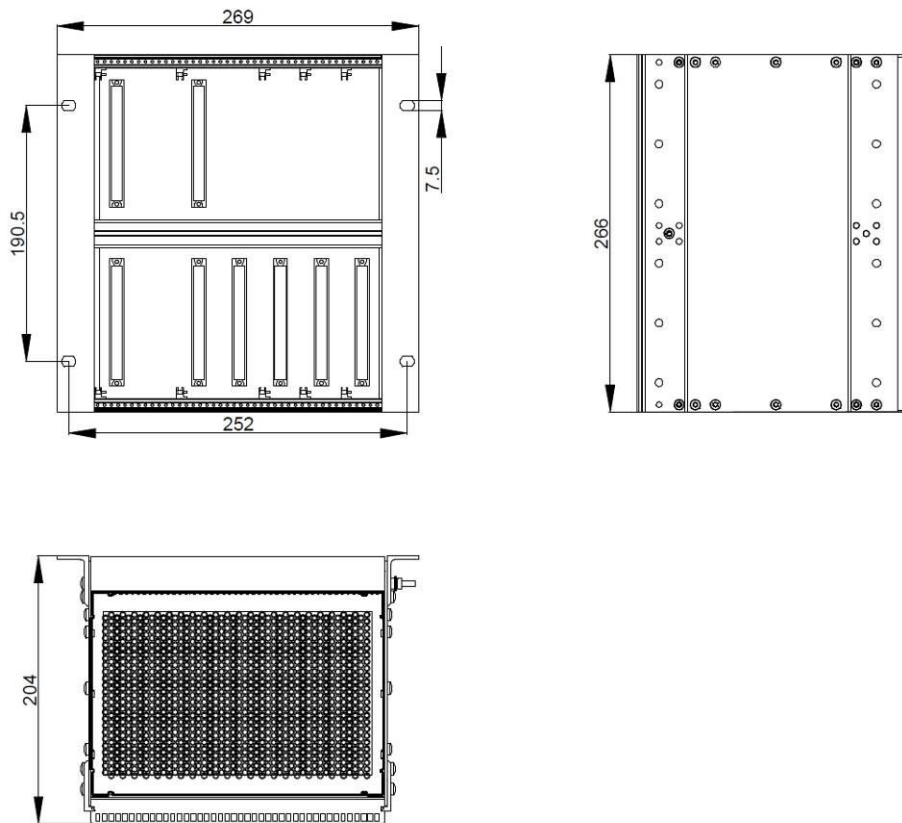


Рисунок 40 – Габаритные размеры крейта на 7 слотов (установка на монтажную панель)

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание контроллера заключается в профилактическом осмотре модулей, состояния разъемов и периодической проверке аналоговых каналов преобразования и воспроизведения.

Периодичность профилактических осмотров при техническом обслуживании — не реже одного раза в год. При осмотре контроллера производится:

- проверка отсутствия внешних повреждений, влияющих на функциональные или технические характеристики контроллера;
- проверка надежности контактов соединителей.

При необходимости винтовые зажимы подтягиваются, удаляется пыль методом продувки сжатым воздухом.

Аналоговые каналы контроллера подлежат периодической проверке для обеспечения единства измерения с требуемой точностью. Интервал между поверками – 6 лет. Записи о проведенной проверке заносятся в паспорт на модуль.

## ОБРАЩЕНИЕ В СЛУЖБУ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ

Для обращения в техническую поддержку Пользователю необходимо сформировать запрос на сайте технической поддержки: <https://support.prosoftsystems.ru>, либо отправить письмо по электронной почте: support@prosoftsystems.ru. В первом случае требуется предварительная регистрация.

Обращение обязательно должно содержать следующие сведения:

- подробное описание сложившейся ситуации;
- наименование объекта и его месторасположение;
- наименование системы автоматизации;
- модель ПЛК;
- серийный номер ПЛК;
- версия среды разработки Epsilon LD;
- версия СПО-контроллера;
- файл экспорта сетевых настроек контроллера;
- архив с лог-файлами, включающими в себя период времени, когда произошел отказ;
- дата и время возникновения отказа. А также периодичность и устойчивость повторения подобных отказов в случае, если такая информация имеется.

Желательно прислать проект для Epsilon LD, так как это может значительно упростить и ускорить процесс поиска причины отказа.

Лог-файлы, скопированные на компьютер, желательно поместить в архив. Объем заархивированных текстовых файлов сокращается примерно в 10 раз.

Для того, чтобы узнать, как получить необходимую информацию (сведений о версии Epsilon LD, версии СПО и так далее), ознакомьтесь с содержанием документа «Epsilon LD User Guide DPA 302».

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Перечень заказных позиций контроллера

Таблица А.1

Обозначение модуля	Наименование модуля
R600 CU 00 061	Модуль центрального процессора 1Гб ОЗУ, 1x2Gb/1x4ГБ ПЗУ, RS-232, RS-485, 2 x Ethernet RJ45, 2 x Ethernet SFP, ГЛОНАСС
R600 CU 00 072	Модуль центрального процессора 2Гб ОЗУ, 1x4Гб ПЗУ, RS-232, RS-485, 2xEthernet RJ45, 2xEthernet SFP, 2xUSB host, DVI-D, ГЛОНАСС, поддержка внешних USB накопителей
R600 CU 00 061(W)	Модуль центрального процессора 1Гб ОЗУ, 1x2Gb/1x4ГБ ПЗУ, RS-232, RS-485, 2 x Ethernet RJ45, 2 x Ethernet SFP, ГЛОНАСС, поддержка WEB-визуализации
R600 CU 00 072(W)	Модуль центрального процессора 2Гб ОЗУ, 1x4Гб ПЗУ, RS-232, RS-485, 2xEthernet RJ45, 2xEthernet SFP, 2xUSB host, DVI-D, ГЛОНАСС, поддержка внешних USB накопителей, поддержка WEB-визуализации
R600 CH 07 011	Модуль шасси, 7 слотов
R600 CH 14 011	Модуль шасси, 14 слотов
R600 PP 14 011	Модуль источника питания 24 В DC, поддержка функции расширения внутренней шины данных RegulBus (порты IN, OUT с интерфейсом RJ45)
R600 PP 14 021	Модуль источника питания 24 В DC, поддержка функции расширения внутренней шины данных RegulBus (порты IN, OUT с интерфейсом SFP)
R600 PP 14 031	Модуль источника питания 220 В AC/DC, поддержка функции расширения внутренней шины данных RegulBus (порты IN, OUT с интерфейсом RJ45)
R600 PP 14 041	Модуль источника питания 220 В AC/DC, поддержка функции расширения внутренней шины данных RegulBus (порты IN, OUT с интерфейсом SFP)
R600 CP 04 011	Модуль коммуникационного процессора, RS-485, 4 порта

Обозначение модуля	Наименование модуля
R600 AI 16 011	Модуль аналогового ввода, ток от 0 до 20 мА, от 4 до 20 мА, 16 каналов, общая гальваническая изоляция
R600 AI 08 031	Модуль аналогового ввода, термосопротивление, термопары, напряжение от минус 400 до плюс 400 мВ, 8 каналов, общая гальваническая изоляция
R600 AI 08 041	Модуль аналогового ввода, ток от 0 до 20 мА, от 4 до 20 мА, напряжение от минус 10 до плюс 10 В, от 0 до плюс 10В, 8 каналов, поканальная гальваническая изоляция
R600 AI 08 021	Модуль аналогового ввода, ток от 4 до 20 мА, поддержка HART протокола, 8 каналов, поканальная гальваническая изоляция
R600 AO 08 011	Модуль аналогового вывода, ток от 0 до 20 мА, от 4 до 20 мА, 8 каналов, поканальная гальваническая изоляция
R600 DI 32 011	Модуль дискретного ввода 24 В DC, 32 канала (4 группы по 8 каналов, общий «минус» в группе), групповая гальваническая изоляция
R600 DO 32 011	Модуль дискретного вывода, 24 В DC, 0,5 А, 32 канала (4 группы по 8 каналов), групповая гальваническая изоляция
R600 DA 03 011	Модуль счета импульсов, 3 канала ввода импульсов с частотой от 1 Гц до 500 кГц, поканальная гальваническая изоляция каналов счета, номинальное напряжение сигнала 3, 5, 12, 24 В, 1 канал генератора частоты от 1 Гц до 10 кГц (тестовый), 6 каналов дискретного ввода 24 В DC, 6 каналов дискретного вывода 24 В DC, 0,5 А

Обозначение модуля	Наименование модуля
R600 DA 03 021	<p>Модуль счета импульсов,                      3 канала ввода импульсов с частотой от 1 Гц до 500 кГц,                      поканальная гальваническая изоляция каналов счета,                      номинальное напряжение сигнала 5, 12, 24 В,                      1 канал генератора частоты от 1 Гц до 10 кГц (тестовый),                      6 каналов дискретного ввода 24 В DC,                      6 каналов дискретного вывода 24 В DC, 0,5 А,                      возможность автономной работы в режиме автомата безопасности</p>

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Схемы подключения полевых устройств к модулям контроллера

#### Б.1 Схемы подключения к модулям дискретного ввода



Рисунок Б.1.1 - Двухпроводная схема подключения датчика типа "сухой контакт" к модулям дискретного ввода

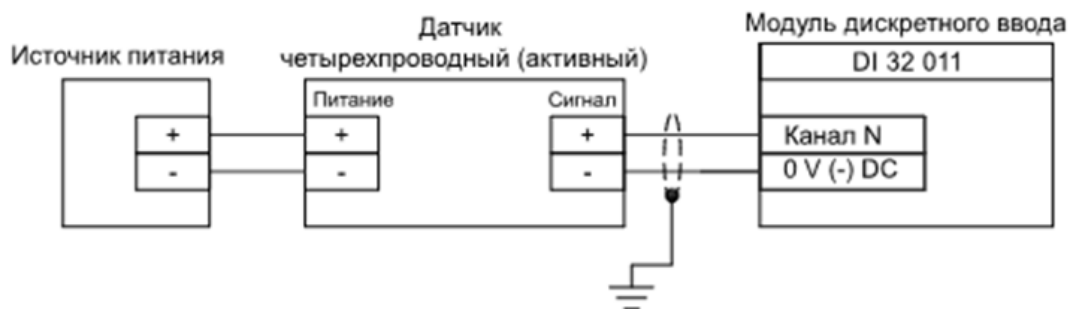


Рисунок Б.1.2 - Четырехпроводная схема подключения датчика (активного) к модулям дискретного ввода

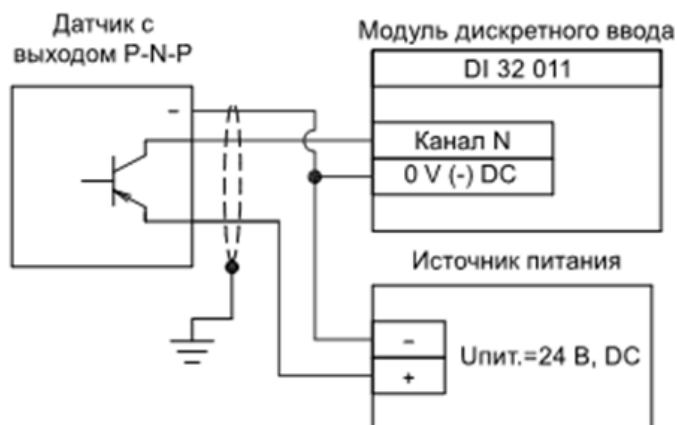


Рисунок Б.1.3 - Схема подключения датчиков с выходом типа P-N-P к модулям дискретного ввода



## Б.2 Схема подключения к модулю дискретного вывода

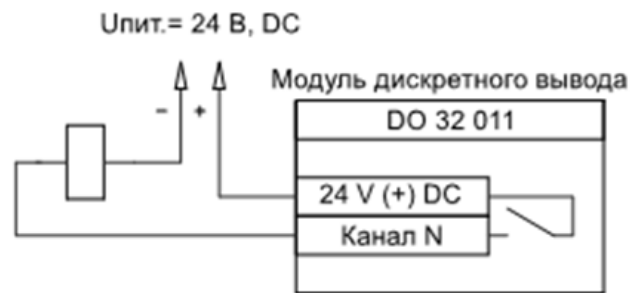


Рисунок Б.2.1 - Схема подключения исполнительных устройств к модулям дискретного вывода

### Б.3 Схемы подключения к модулям аналогового ввода



Рисунок Б.3.1 - Двухпроводная схема подключения датчика к модулям аналогового ввода



Рисунок Б.3.2 - Трехпроводная схема подключения датчика к модулям аналогового ввода



Рисунок Б.3.3 - Четырехпроводная схема подключения датчика (активного) к модулям аналогового ввода

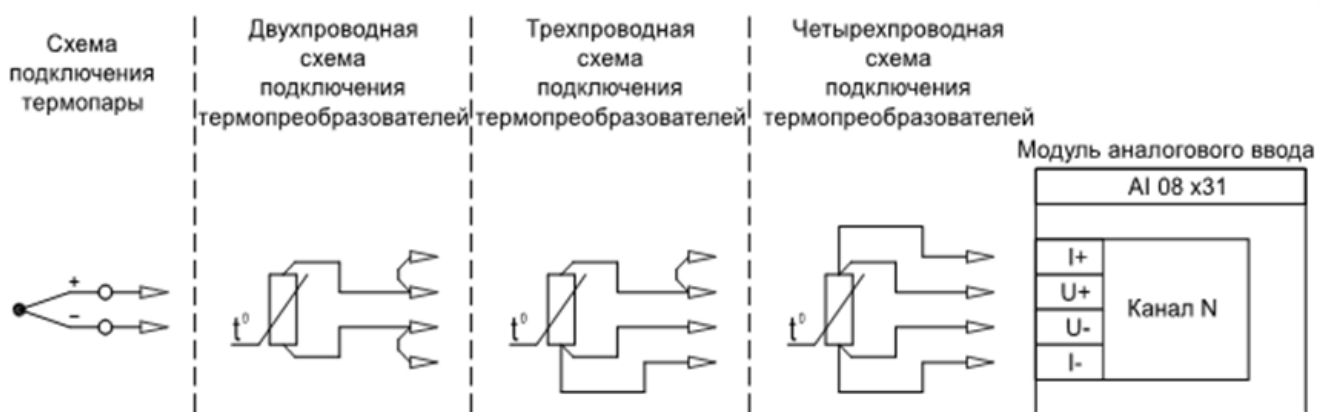


Рисунок Б.3.4 - Схемы подключения термопреобразователей и термопар к модулям аналогового ввода

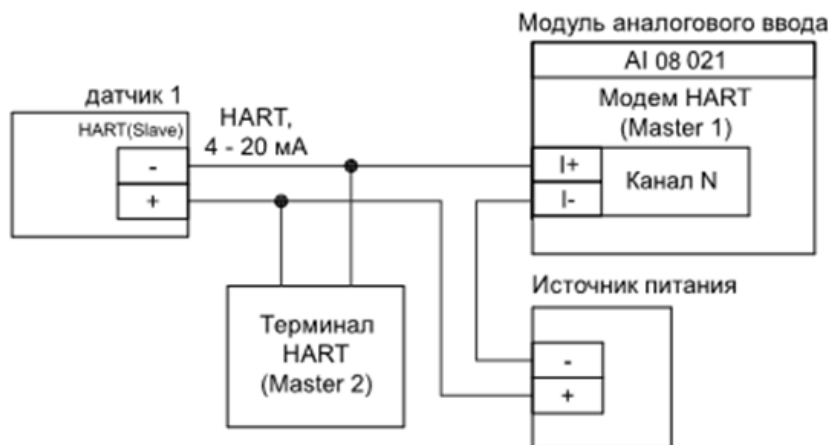


Рисунок Б.3.5 - Схема подключения датчика с поддержкой протокола HART (одноточечное соединение) к модулям аналогового ввода. Цифровой сигнал HART накладывается на аналоговый сигнал от 4 до 20 мА

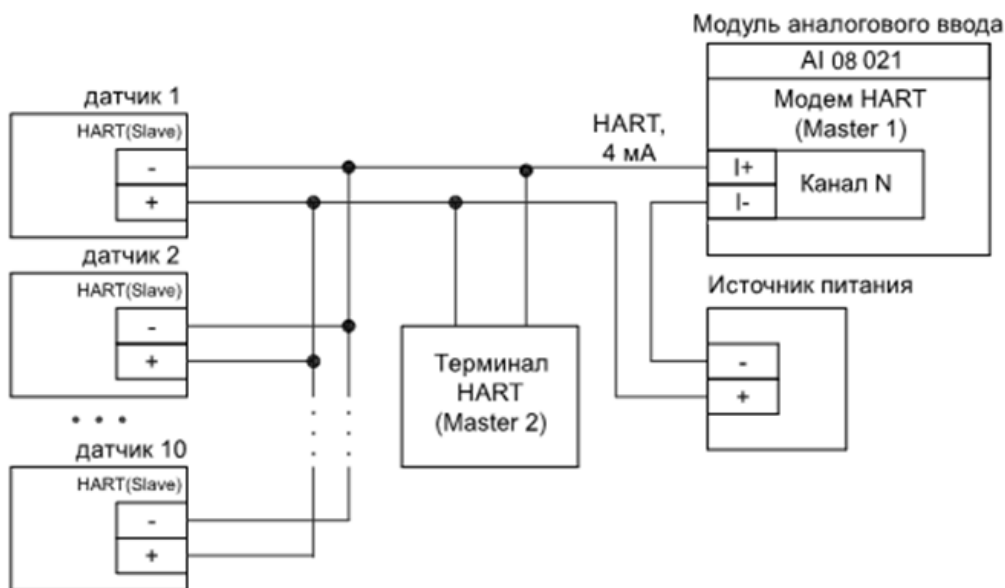


Рисунок Б.3.6 - Схема подключения датчиков с поддержкой протокола HART (мультиточечное соединение) к модулям аналогового ввода. Только цифровой сигнал HART с фиксированным значением тока 4 мА

#### Б.4 Схема подключения к модулю аналогового вывода

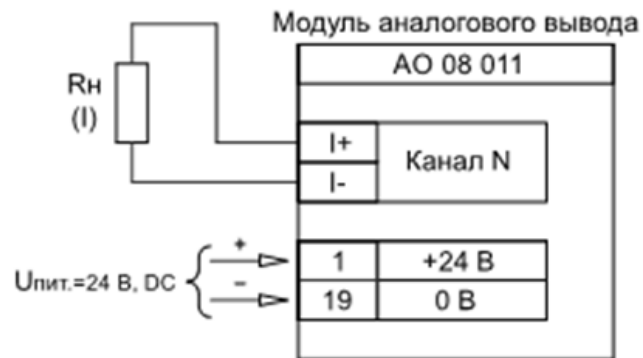


Рисунок Б.4.1 - Схема подключения исполнительных устройств к модулям аналогового вывода

### Б.5 Схемы подключения к модулям счета импульсов



Рисунок Б.5.1 - Схема подключения датчиков с выходом типа открытый коллектор, общий "плюс" к модулям счета импульсов

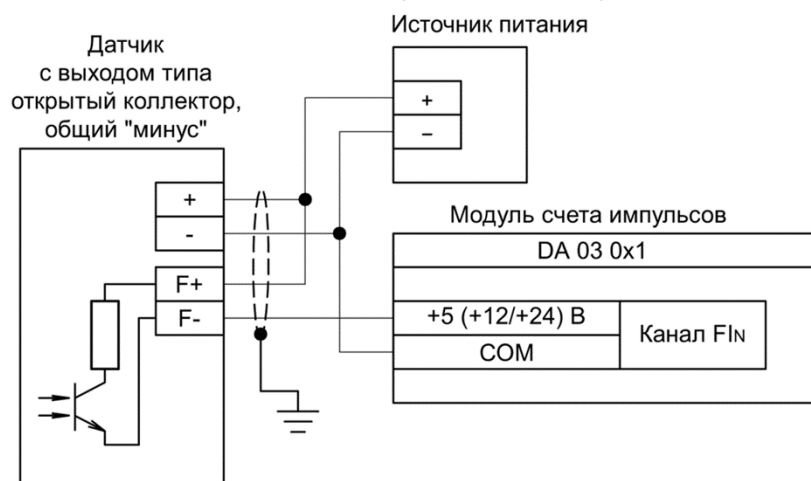


Рисунок Б.5.2 - Схема подключения датчиков с выходом типа открытый коллектор, общий "минус" к модулям счета импульсов

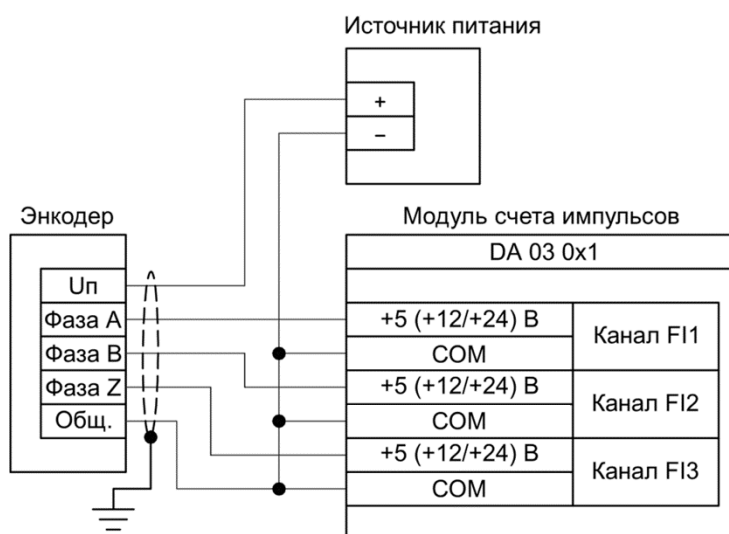


Рисунок Б.5.3 - Схема подключения энкодера к модулям счета импульсов

### Б.6 Схема подключения к модулю коммуникационного процессора

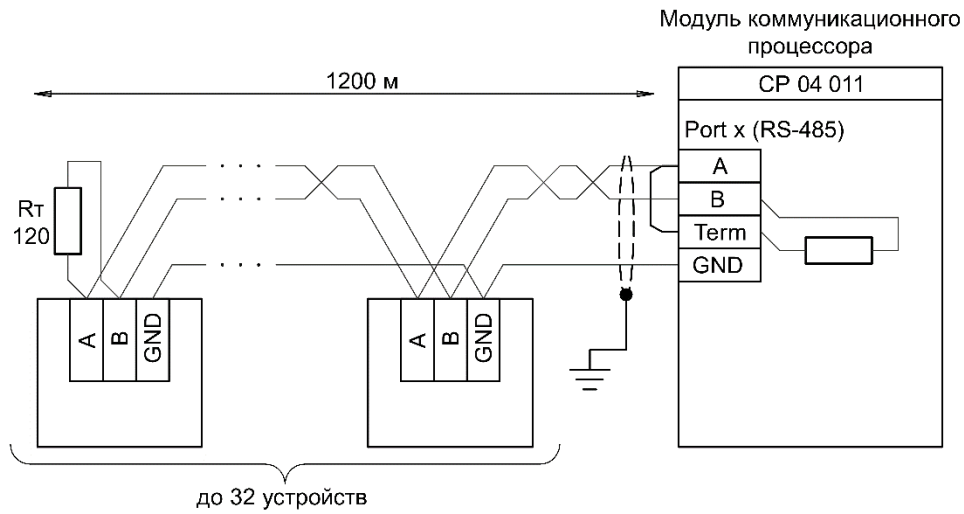


Рисунок Б.6.1 - Схема подключения исполнительных устройств к модулям коммуникационного процессора

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Схемы подключения полевых устройств к резервированным каналам

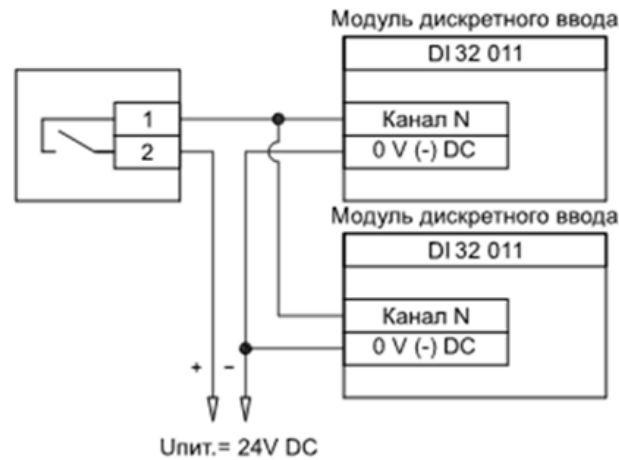


Рисунок В.1 - Подключение не резервированного датчика к резервированным каналам ввода дискретных сигналов

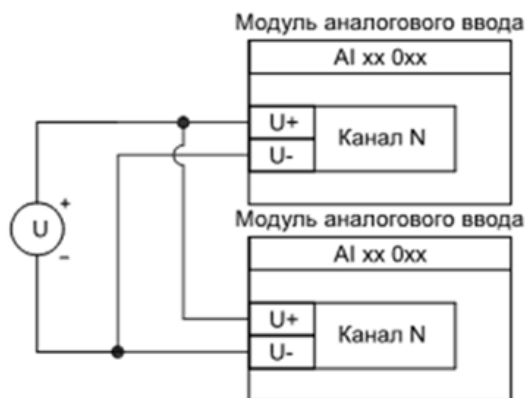


Рисунок В.2 - Подключение не резервированного датчика напряжения к резервированным каналам ввода аналоговых сигналов напряжения

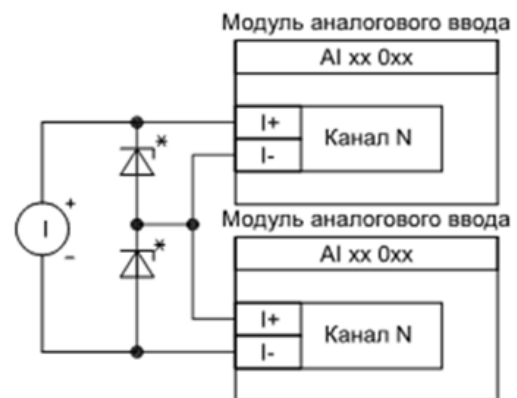


Рисунок В.3 - Подключение не резервированного датчика силы тока к резервированным каналам ввода аналоговых сигналов силы тока



#### ИНФОРМАЦИЯ

Напряжение срабатывания стабилитрона (\*) выбирается так, чтобы стабилитрон оставался в закрытом состоянии при наличии модуля ввода, подключенного параллельно ему, и открывался – при его отсутствии. Необходимо учитывать ток утечки стабилитрона при определении общей погрешности измерительного тракта

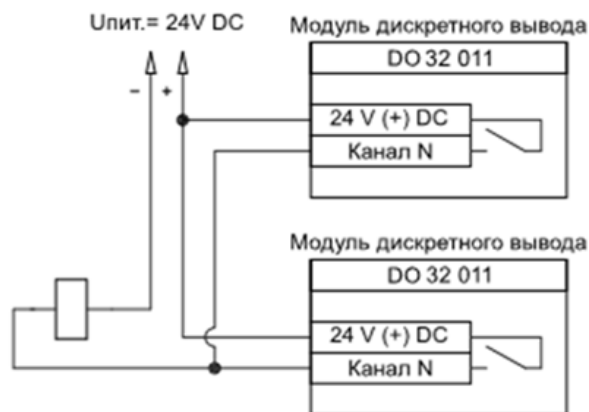


Рисунок В.4 - Подключение исполнительного устройства к резервированным каналам вывода дискретных сигналов

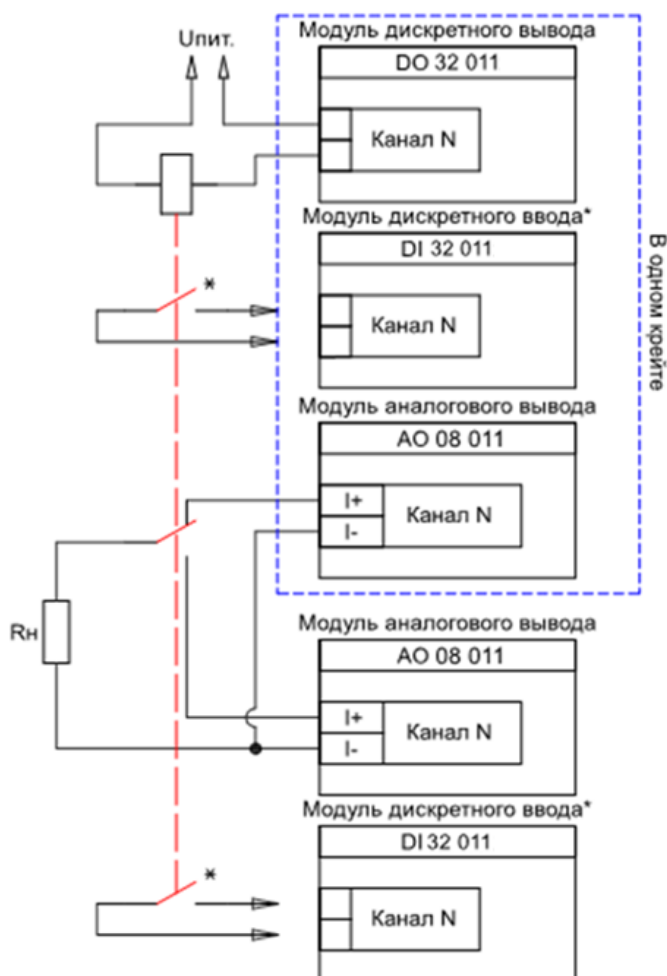


Рисунок В.5 - Подключение не резервированного аналогового исполнительного устройства к резервированным каналам вывода аналоговых сигналов



### ИНФОРМАЦИЯ

Опционально, для повышения надежности системы, устанавливаются дополнительные модули. Осуществляется контроль состояния реле с помощью доп.контакта (\*), подключенного ко входу модуля дискретного ввода