

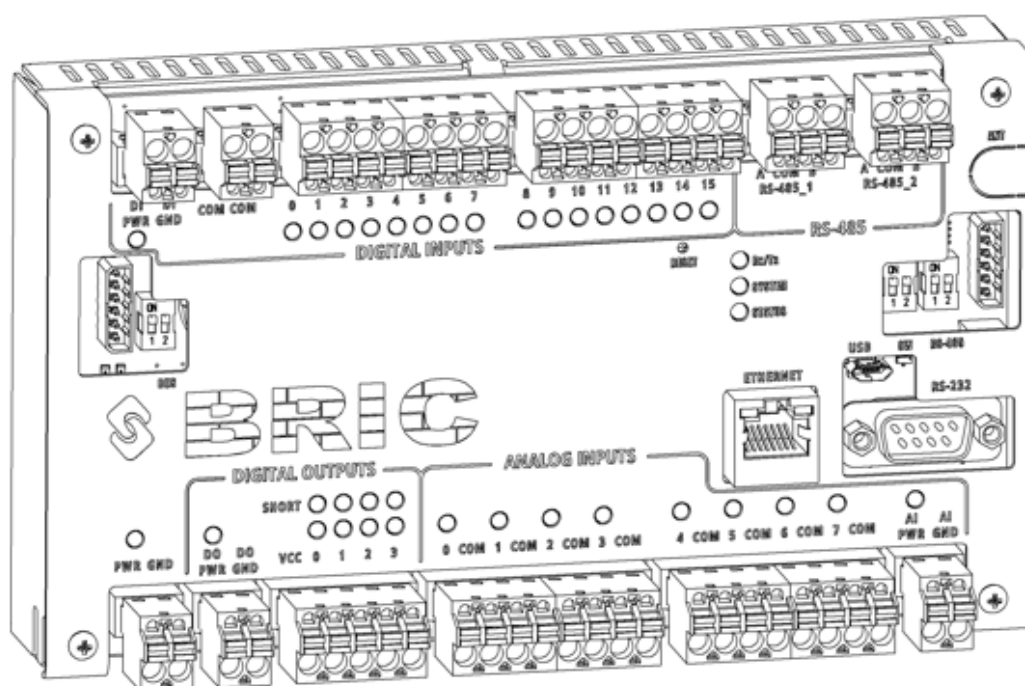
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«СНЭМА-СЕРВИС»



BRIC

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЛЕР
BRIC

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
СНС 1.001.001 РЭ



1	Технические характеристики	2
2	Внешний вид	5
3	Вид под корпусом	7
4	Конфигурация	8
5	Комплектность	11
6	Специальные режимы работы	12
6.1	Запуск самодиагностики каналов ввода-вывода	12
6.2	Сброс параметров контроллера к заводским настройкам	13
6.3	Получение нового адреса устройства по CAN-шине	13
7	Дискретные входы	14
7.1	Подключение датчиков и внутреннее устройство каналов DI	14
7.2	Работа в режиме счетчика и частотомера	15
7.3	Настройка и работа с каналами DI	16
7.4	Описание алгоритма работы DI	16
7.5	Поверка каналов DI	17
8	Дискретные выходы	18
8.1	Подключение и внутреннее устройство каналов DO	18
8.2	Настройка и управление каналами DO	19
8.3	Описание алгоритма работы DO	20
8.4	Защита от короткого замыкания и контроль обрыва цепи	20
9	Аналоговые входы	21
9.1	Подключение датчиков и внутреннее устройство каналов AI	21
9.2	Описание алгоритма работы AI	22
9.3	Результаты измерений каналов AI	22
9.4	Калибровка и поверка каналов AI	23
10	Интерфейсы связи	25
10.1	RS-485	25
10.2	RS-232	25
10.3	Ethernet	26
10.4	USB	26
11	Межмодульное соединение	27

12 Меры безопасности	28
13 Монтаж	29
14 Обновление ПО	30
15 Техническое обслуживание и ремонт	32
15.1 Плановое обслуживание контроллера	32
15.2 Периодическая проверка параметров контроллера	32
15.3 Порядок разборки контроллера	33
15.4 Визуальный осмотр	34
15.5 Проверка цепей питания	34
15.6 Наиболее частые поломки и неисправности	35
16 Маркировка	37
17 Упаковка	38
18 Ресурсы, сроки службы и хранения, гарантии изготовителя	39
19 Транспортирование	40
20 Утилизация	41
21 Тестирование контроллера	42
21.1 Самодиагностика	43
22 Адресное пространство BRIC (BRIC_SOFI)	44
22.1 Сетевые настройки	44
22.2 Интерфейсы	45
22.3 Аналоговые входы	45
22.4 HART	46
22.5 Дискретные входы	46
22.6 Дискретные выходы	47
22.7 Межмодуль	47
22.8 Wi-Fi	47
22.9 Самодиагностика	48
22.10 Контроль	48
22.11 SOFI	50
22.12 Процессы	51
22.13 LWIP	53

Внимание: Данная техническая документация представлена о программируемом логическом контроллере BRIC с версией платы V3.

Наименование

Программируемый логический контроллер BRIC

Предприятие-изготовитель

ООО «СНЭМА-СЕРВИС», 450022, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября д.24
тел. 8(347)2284316, www.snemaservis.ru

Назначение

Универсальный промышленный контроллер BRIC (далее по тексту – контроллер) соответствует ТУ 27.33.13.161-001-00 354407-2018 и предназначен для построения локальных и территориально-распределенных систем автоматики технологических объектов малого и среднего уровня сложности. Он объединяет в себе простоту и надежность, работает в широком диапазоне температур, имеет встроенные инструменты для самодиагностики, распространенные стандартные интерфейсы связи и протоколы. Программирование контроллера возможно на C/C++, языках стандарта «IEC-61131-3» - ST, IL, FBD, SFC, LD.

Контроллер обеспечивает дистанционный контроль состояния и выполняет функции управления технологическим оборудованием по каналам Ethernet, проводным каналам (RS-232, RS-485) и другим видам связи (в т. ч. беспроводные), имеется возможность расширения за счет использования нескольких контроллеров и модулей расширения, подключаемых по межмодульной шине.

Контроллер отвечает жестким условиям промышленной эксплуатации и устанавливается непосредственно на технологическом объекте. Контроллер предназначен для использования в непрерывном, круглосуточном режиме.

Технические характеристики

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Параметр	Значение
Габариты ВхШхГ, мм	не более 115 x 190 x 50
Масса, кг	не более 1
Рабочая температура, °С	-40...+80
Давление окружающей среды, кПа	84...107
Относительная влажность воздуха, без конденсации влаги %, при температуре 25°С	20...95
Тип крепления	на DIN-рейку
Степень защиты	IP20
Время сохранения заданных параметров без подключения питания (батарейный домен)	3 года
Напряжение питания от сети постоянного тока, В	10...30
Потребляемая мощность, Вт, не более	10
Количество устройств на одной шине, шт.	до 40
Возможность питания по межмодульной шине	до 8 устройств
Настройка через WEB интерфейс	да
Считывание архивов через WEB интерфейс	да
Загрузка пользовательской программы через WEB интерфейс	да
Протокол ModbusRTU/ TCP/ UDP	да/да/да

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНАЛОГОВЫХ ВХОДОВ (AI):

Параметр	Значение
Количество аналоговых входов	8
Диапазон измерения тока, мА (для аналоговых входов, сконфигурированных на измерение тока)	0...22
Поддерживаемые унифицированные токовые сигналы, мА	0-5, 0-20, 4-20
Активный вход АІ измерения тока	да
Диапазон измерения напряжения, В (для аналоговых входов, сконфигурированных на измерение напряжения)	0...10
Поддерживаемые унифицированные сигналы напряжения, В	0-2, 0-5, 1-5, 0-10
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения тока и напряжения при температуре окружающей среды 20±5 °С, %	±0,1 от диапазона
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерения тока и напряжения во всем диапазоне рабочих температур, %	±0,2 от диапазона
Поддержка HART протокола	по всем каналам АІ (зависит от конфигурации)
Гальваническая изоляция, В	групповая, 1000 (100 при наличии HART)
Самодиагностика аналоговых входов	да

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСКРЕТНЫХ ВХОДОВ (DI):

Параметр	Значение
Количество дискретных входов	16
Тип дискретных входов	сухой контакт/пост. напряжение (зависит от конфигурации)
Режим подсчета импульсов	до 10 кГц (до 4 каналов)
Режим измерения частоты	(1 мкГц...100 Гц до 16 каналов)/(100 Гц...10 кГц до 4 каналов)
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения частоты, %	±0,01
Абсолютная погрешность счета входных импульсов	±1 импульс на 10 000 импульсов
Гальваническая изоляция, В	групповая, 1000
Самодиагностика дискретных входов	да

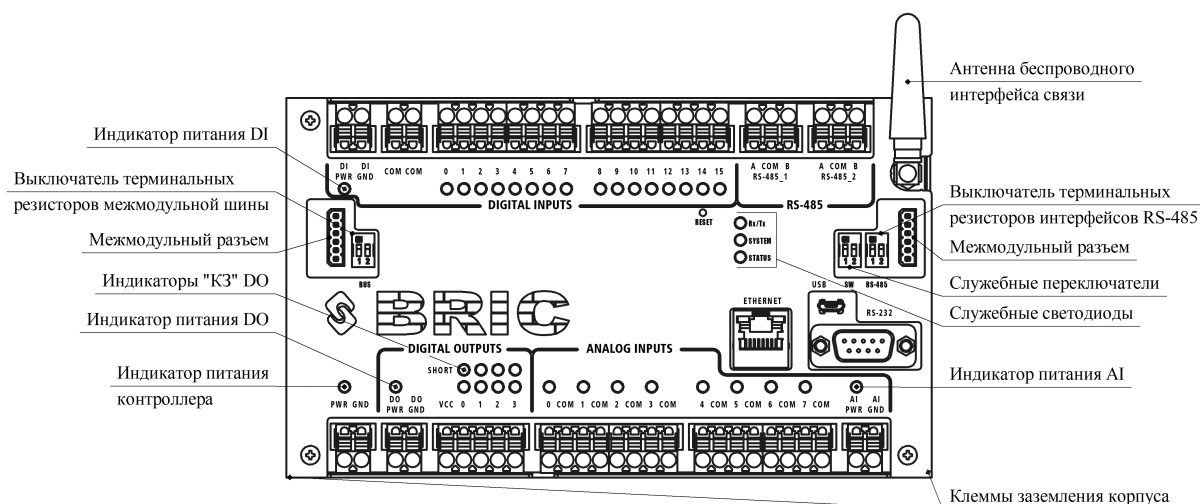
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСКРЕТНЫХ ВЫХОДОВ (DO):

Параметр	Значение
Количество дискретных выходов	4
Коммутируемое напряжение, В	10...30
Тип дискретных выходов	открытый коллектор
Максимальный коммутируемый ток на канал, мА	200
Защита от короткого замыкания	самовосстанавливающийся предохранитель
Режим широтно-импульсной модуляции	да
Гальваническая изоляция, В	групповая, 1000
Самодиагностика дискретных выходов	да

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНТЕРФЕЙСОВ:

Параметр	Значение
Скорость канала Ethernet, Мб/с	10/100
Количество гальв. изолированных интерфейсов RS-485	2
Количество гальв. изолированных интерфейсов RS-232	1
Межмодульные интерфейсы связи	CAN + RS-485
Скорость передачи данных по двум независимым каналам в межмодульной шине, Мбит/с	до 1 и 2

Внешний вид



Контроллер BRIC выполнен в металлическом корпусе, состоящем из двух частей. Для монтажа на DIN-рейку на задней стенке корпуса находятся крепления.

Разъемные клеммы для подключения проводов расположены с верхней и нижней стороны контроллера и обеспечивают удобную коммутацию.

С верхней стороны расположены клеммы:

- DI PWR, DI GND – внешний источник питания дискретных входов 10 – 30 В (если встроенный источник питания отсутствует);
- COM – общий провод дискретных входов;
- 0...15 – дискретные входы;
- A, COM, B – гальванически изолированные интерфейсы RS-485.

С нижней стороны расположены клеммы:

- PWR, GND – питание контроллера 10 – 30 В;
- DO PWR, DO GND – внешний источник питания дискретных выходов 10 – 30 В;
- VCC, 0...3 – питание нагрузки и дискретные выходы «открытый коллектор»;

- 0...7, COM – аналоговые входы и общий провод;
- AI PWR, AI GND – внешний источник питания аналоговых входов 10 – 30 В (если встроенный источник питания отсутствует).

В нижних углах расположены клеммы заземления корпуса. Подключение можно осуществить с любой из сторон.

Каждый дискретный и аналоговый канал имеет индикаторный светодиод, отображающий текущее состояние канала. Каналы DO имеют дополнительные светодиоды красного цвета, которые отображают превышение допустимого значения тока в нагрузке по каждому каналу (короткое замыкание) либо отсутствие тока в цепи при активном состоянии канала (обрыв). В случае короткого замыкания красный светодиод горит постоянно, а случае обрыва - мигает. Каждый вход питания имеет индикаторный светодиод, отображающий наличие напряжения.

В зависимости от наличия и типа интерфейса беспроводной связи возможно наличие антенны, либо разъема для подключения антенного кабеля.

В правой нижней части расположены разъемы интерфейсов Ethernet, USB и гальванически изолированного RS-232.

С левой и правой сторон находятся межмодульные разъемы для подключения дополнительных контроллеров или модулей расширения. Подключение терминальных резисторов межмодульных интерфейсов связи осуществляется переключателем «BUS», расположенным с левой стороны. Клавиша BUS-1 подключает терминальный резистор межмодульного интерфейса CAN, клавиша BUS-2 - терминальный резистор межмодульного интерфейса RS-485.

Подключение терминальных резисторов гальванически изолированных интерфейсов RS-485 осуществляется соответствующим переключателем в правой верхней части контроллера.

Так же на лицевой панели находятся три служебных двухцветных светодиода Rx/Tx, SYSTEM, STATUS, кнопка перезагрузки и два служебных переключателя SW-1, SW-2.

Светодиод Rx/Tx отображает обмен данными по интерфейсам Ethernet (Modbus TCP), USB (Modbus TCP), RS-485_1, RS-485_2, RS-232. Зеленый – прием, оранжевый – передача.

Светодиод SYSTEM отображает работу операционной системы. При нормальной работе мигает зеленым 1 раз в секунду, при ошибках загорается красным.

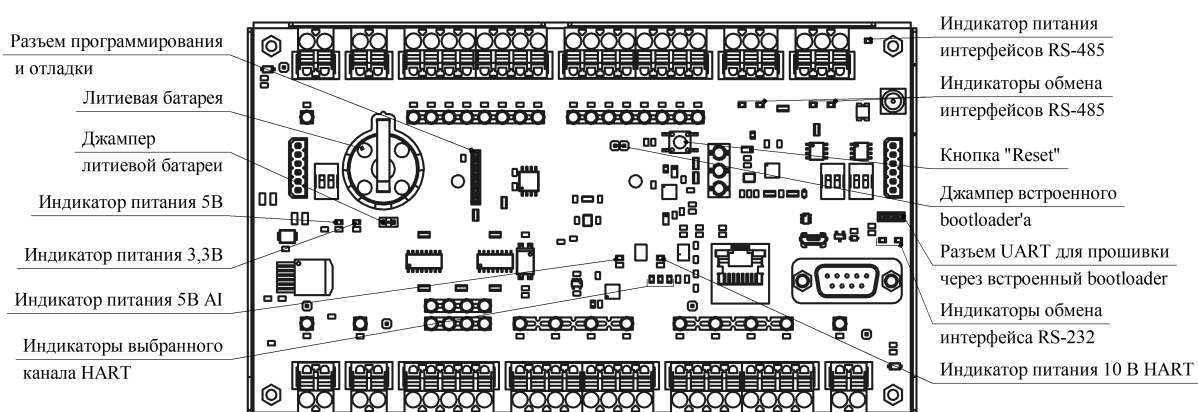
Светодиод STATUS отображает работу пользовательского ПО. При нормальной работе мигает зеленым 1 раз в секунду, при ошибках загорается красным. При отсутствии или остановке пользовательского ПО не горит.

Служебные переключатели SW-1 и SW-2 предназначены для перевода контроллера в специальные режимы работы. Подробнее смотри раздел *Специальные режимы работы* (страница 12).

Для доступа к печатной плате контроллера необходимо открутить 4 винта М3 по углам корпуса, антенну снимать необязательно. Внешний вид платы контроллера представлен в разделе *Вид под корпусом* (страница 7)

Предупреждение: РАЗБОРКА КОНТРОЛЛЕРА ДОПУСТИМА ТОЛЬКО ПРИ ОТКЛЮЧЕННОМ ПИТАНИИ

Вид под корпусом



На верхней стороне печатной платы расположены:

- литиевая батарейка типоразмера CR2025 для питания RTC и сохранения заданных настроек;
- джампер литиевой батареи;
- разъем для программирования и отладки контроллера;
- светодиодные индикаторы питающих напряжений;
- светодиодные индикаторы выбранного канала AI для интерфейса HART;
- светодиодные индикаторы интерфейсов RS-485_1, RS-485_2, RS-232;
- разъем UART для прошивки контроллера через встроенный bootloader;
- джампер для активации встроенного bootloader'a (для активации bootloader'a необходимо установить данный джампер и нажать кнопку «reset», по окончании прошивки необходимо снять джампер и снова нажать кнопку «reset»);

Так же на лицевой стороне платы расположены контрольные точки для диагностики работоспособности контроллера. Более подробное описание контрольных точек для диагностики смотри в разделе *Техническое обслуживание и ремонт* (страница 32).

Конфигурация

Конфигурация контроллера задается шифром вида:

1	-	2	-	3.1	3.2	-	4	-	5.1	5.2	5.3	-	6	-	7
BRIC	-	V	-	2	0	-	0	-	A	V	1	-	0	-	W

Поз.	Описание
1	Название контроллера
2	Тип разъемных клемм А - Клеммы винтовые разъемные вертикальное расположение V - Клеммы push-in разъемные вертикальное расположение Н - Клеммы push-in разъемные горизонтальное расположение
3	Цифровые входы (DI)
3.1	Вход COM / Вход DI 0 - COM = GND / сухой контакт, открытый коллектор 1 - COM = DIPWR / сухой контакт 2 - COM = GND / пост. напряжение
3.2	Источник питания DI 0 - Внешний (с гальванической изоляцией) 1 - Встроенный (с гальванической изоляцией)
4	Источник питания цифровых выходов DO 0 - Внешний (с гальванической изоляцией) 1 - От входа питания контроллера PWR (без гальванической изоляции)
5	Аналоговые входы (AI)
5.1	Тип аналогового входа каналов AI_0...AI_3 А - Измерение тока, активный канал (COM = AI_PWR) Р - Измерение тока, пассивный канал (COM = AI_GND) V - Измерение напряжения (0...10 В) U - Уникальная конфигурация для каждого канала группы (указывается в паспорте)
5.2	Тип аналогового входа каналов AI_4...AI_7 А - Измерение тока, активный канал (COM = AI_PWR) Р - Измерение тока, пассивный канал (COM = AI_GND) V - Измерение напряжения (0...10 В) U - Уникальная конфигурация для каждого канала группы (указывается в паспорте)
5.3	Источник питания AI 0 - Внешний (с гальванической изоляцией) 1 - Встроенный (с гальванической изоляцией)
6	Интерфейс HART 0 - Отсутствует 1 - Установлен
7	Интерфейс беспроводной связи N - Отсутствует W - Wi-Fi-модуль B - Bluetooth-модуль R - Радио-модуль

Примечание: ПРИМЕР: BRIC-V-20-0-AV1-0-W

- Контроллер с вертикально расположенными клеммами;
 - Дискретные входы типа «пост. напряжение» с подключением внешнего источника питания 10 – 30 В;
 - Дискретные выходы с подключением внешнего источника питания 10 – 30 В;
 - Аналоговые входы с встроенным источником питания, из которых AI 0 – AI 3 – активные каналы измерения тока, AI 4 – AI 7 – каналы измерения напряжения;
 - Без HART интерфейса;
 - Wi-Fi модуль.
-

Комплектность

Наименование	Обозначение	Количество
Программируемый логический контроллер BRIC	СНС 1.001.001	1
Паспорт	СНС 1.001.001 ПС	1
Руководство по эксплуатации ¹	СНС 1.001.001 РЭ	
Техническое описание модуля беспроводной связи ²		
Соединительный кабель Ethernet 1,2м		1

¹ Поставляется на партию изделий

² При наличии модуля беспроводной связи в составе контроллера

Специальные режимы работы

Для управления специальными режимами работы контроллера на лицевой панели предусмотрен двухклавишный переключатель SW.

Специальные режимы работы контроллера:

SW-1	SW-2	Режимы работы
ON	ON	Запуск самодиагностики каналов ввода-вывода
ON	OFF	Сброс параметров контроллера к заводским настройкам
OFF	ON	Получение нового адреса устройства по межмодульной CAN-шине
OFF	OFF	Нормальный режим работы

6.1 Запуск самодиагностики каналов ввода-вывода

Предупреждение: САМОДИАГНОСТИКА КАНАЛОВ ВВОДА-ВЫВОДА ПРОВОДИТСЯ ТОЛЬКО ПРИ ОТКЛЮЧЕННЫХ ЛИНИЯХ ТЕСТИРУЕМЫХ КАНАЛОВ
--

Для самодиагностики каналов ввода-вывода необходимо отсоединить разъемы каналов DI, DO, AI. Далее на работающем контроллере в нормальном режиме работы перевести состояние переключателей в SW-1 -> ON, SW-2 -> ON и нажать кнопку RESET. После перезагрузки начнется последовательное тестирование каналов DI, DO, AI.

Сначала последовательно загорятся и погаснут все индикаторные светодиоды тестируемого блока – на этом этапе визуально можно обнаружить неисправные светодиоды. Далее начнется диагностика каналов тестируемого блока – на этом этапе индикаторные светодиоды могут хаотично или синхронно мигать. По завершении тестирования блока индикаторные светодиоды рабочих каналов загорятся.

Через 2 секунды после завершения тестирования последнего блока все индикаторные светодиоды погаснут. После этого необходимо вернуть контроллер в нормальный режим работы SW-1 -> OFF, SW-2 -> OFF.

6.2 Сброс параметров контроллера к заводским настройкам

Для сброса к заводским настройкам необходимо на работающем контроллере в нормальном режиме работы перевести состояние переключателей в SW-1 -> ON, SW-2 -> OFF и нажать кнопку RESET. После перезагрузки необходимо вернуть контроллер в нормальный режим работы SW-1 -> OFF, SW-2 -> OFF.

6.3 Получение нового адреса устройства по CAN-шине

При использовании контроллера в качестве модуля расширения (далее slave-контроллер), ему необходимо присвоить адрес устройства в соответствии с исполняемым пользовательским ПО на master-контроллере. Для этого необходимо подключить slave-контроллер по межмодульной шине к master-контроллеру и запитать. Далее в нормальном режиме работы необходимо перевести состояние переключателей в SW-1 -> OFF, SW-2 -> ON и нажать кнопку RESET. Единоновременно на межмодульной CAN-шине может быть только одно устройство в режиме получения нового адреса.

После успешного получения нового адреса светодиод SYSTEM начнет мигать 2 раза в секунду, что будет свидетельствовать о наличии обмена по CAN-интерфейсу в режиме работы slave-устройства. Возможно, понадобится перезагрузить главный контроллер. Для корректного обмена терминальный резистор CAN-интерфейса должен быть подключен либо только на главном контроллере, либо на устройствах расположенных по краям межмодульной шины.

После успешного присвоения нового адреса необходимо вернуть контроллер в нормальный режим работы SW-1 -> OFF, SW-2 -> OFF.

Дискретные входы

Дискретные входы контроллера DI предназначены для подключения датчиков типа «сухой контакт», «открытый коллектор», «постоянное напряжение». В любой конфигурации обеспечивается гальваническая изоляция каналов DI от внутренней схемы контроллера.

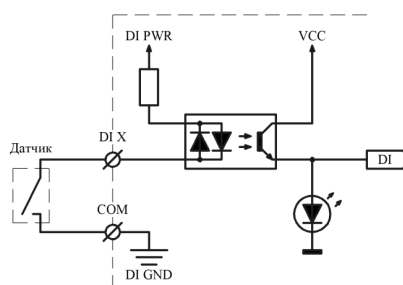
Любой канал DI может работать в режиме счетчика и/или частотомера и настраивается индивидуально.

В контроллере имеется схема самодиагностики, позволяющая провести тестирование каналов в режиме счета, частотомера и отображения логического состояния при любой конфигурации.

7.1 Подключение датчиков и внутреннее устройство каналов DI

Подключение датчика типа «сухой контакт»:

конфигурация 3.1 = 0 (COM = GND):

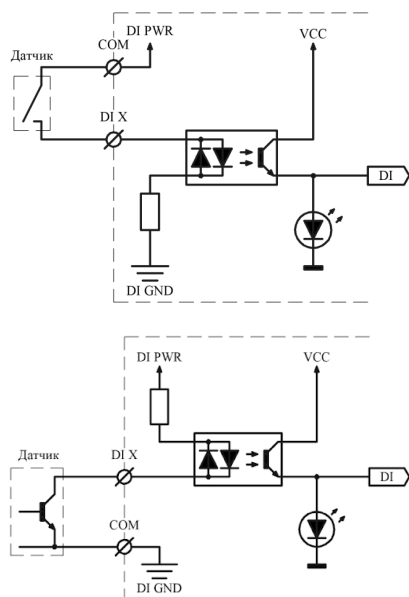


конфигурация 3.1 = 1 (COM = DI PWR):

Подключение датчика типа «открытый коллектор», конфигурация 3.1 = 0 (COM = GND):

Подключение датчиков типа «сухой контакт» и «открытый коллектор» возможно как при встроенном, так и внешнем источнике питания. Напряжение питания встроенного источника 24 В. Диапазон напряжений питания от внешнего источника 10 – 30 В.

Подключение датчика типа «постоянное напряжение», конфигурация 3.1 = 2 (COM = GND), 3.2 = 0 (внешний источник питания DI):



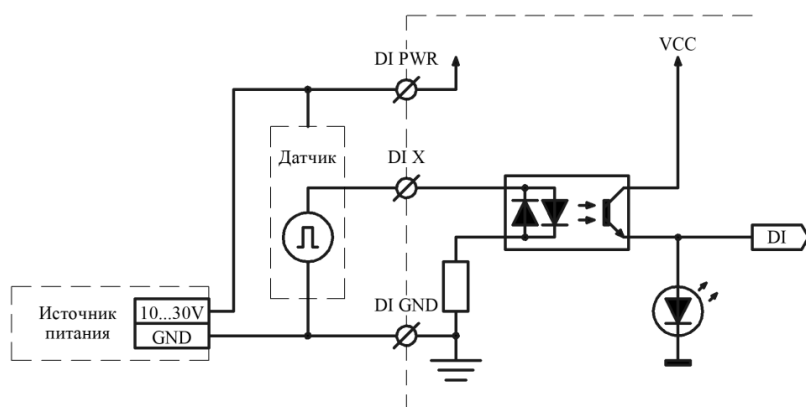
Подключение датчиков типа «постоянное напряжение» возможно только при использовании внешнего источника питания 10 – 30В. Уровни напряжений:

- лог. 0: 0...7В;
- лог. 1: 20...30В.

7.2 Работа в режиме счетчика и частотомера

Любой канал DI может работать в режиме счетчика и/или частотомера. Максимальная частота следования импульсов 10 кГц, минимальная длительность импульса 10 мкс.

Предупреждение: Не рекомендуется подавать сигналы с частотой выше 100 Гц более чем на 4 канала DI одновременно.



7.3 Настройка и работа с каналами DI

Параметр	Значение по умолчанию	Диапазон	Описание
DI_noise_filter_us_x	10	10 – 65 000	Длительность импульса (1 ед. = 10 мкс). Импульсы, длительность которых меньше чем значение DI_noise_filter_us не будут обрабатываться.
DI_pulseless_time_x	10000	1 000 – 1 000 000 000	Время в мс. Если в течение данного времени не было ни одного импульса, значение частоты обнуляется
DI_mode_x	3	1, 2, 3	Режим работы канала: 1 - подсчет импульсов, 2 - измерение частоты, 3 - подсчет импульсов и измерение частоты
DI_state	-	0...65535	Логическое состояние каналов. Каждый бит содержит состояние отдельного канала: 0 - нет сигнала, 1 - есть сигнал
DI_cnt_x	-	0...2 ⁶⁴	Счетчик входных импульсов
DI_freq_x	-	0.0...10000.0	Измерение частоты

7.4 Описание алгоритма работы DI

Режим отображения логического состояния

В режиме отображения логического состояния каналы DI опрашиваются с фиксированной частотой, и результаты записываются в соответствующий регистр.

Режим подсчета импульсов

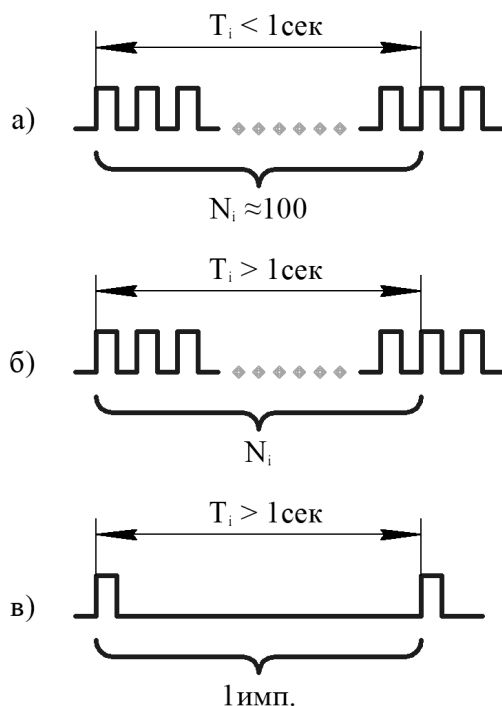
В режиме подсчета импульсов каналы DI работают в режиме прерываний. По переднему фронту импульса запускается миллисекундный таймер, измеряющий длительность импульса. Далее если значение таймера больше параметра Noise Filter, значение счетчика соответствующего канала инкрементируется.

Режим частотомера

В режиме частотомера каналы DI так же работают в режиме прерываний. По переднему фронту импульса запускается миллисекундный таймер, измеряющий длительность импульса. Далее ес-

ли значение таймера больше параметра Noise Filter, значение счетчика соответствующего канала инкрементируется. Одновременно с таймером длительности импульса запускается второй таймер, измеряющий период следования импульсов (время между передними фронтами соседних импульсов). Далее вычисляется период измерения частоты, в течение которого наберется 100 импульсов. Если период измерения частоты получился больше 1 секунды (частота менее 100 Гц), то период измерения устанавливается равным 1 секунде. По окончании периода измерения пара значений – длительность периода и количество импульсов за этот период помещаются в буфер выборки. Значение частоты для сигналов с частотой более 100 Гц рассчитывается по методу скользящего среднего с использованием 5 выборок. Значение частоты для сигналов с частотой от 1 до 100 Гц рассчитывается по 1 выборке, причем для вычисления используется время между первым и последним импульсом. Значение частоты для сигналов с частотой менее 1 Гц рассчитывается по 1 выборке, содержащей 1 импульс и время между соседними импульсами.

Алгоритм расчета частоты для разных частот а) $f > 100$ Гц, б) $f < 100$ Гц, в) $f < 1$ Гц:



Так как период измерения рассчитывается с каждым новым импульсом, происходит автоматическая подстройка периода измерения и обновления значения частоты. Если в течение времени Pulseless time не было ни одного импульса, значение измеренной частоты обнуляется.

7.5 Поверка каналов DI

Поверка дискретных входов производится метрологической службой предприятия согласно НА.ГНМЦ.0530-20 МП, «Инструкция. ГСИ. Контроллеры программируемые логические серии «BRIC». Методика поверки»

Межповерочный интервал - 1 год.

Дискретные выходы

Дискретные выходы контроллера выполнены по типу «открытый коллектор» и предназначены для подключения исполнительных механизмов. В качестве ключей используется N-канал транзистора FDS4559. Коммутируемое напряжение 10 – 30 В, максимальный ток до 200 мА на каждый канал.

Каждый канал имеет два индикаторных светодиода: красного и зеленого цветов. Зеленый отображает состояние канала и горит при активном канале или при работе в режиме ШИМ. Красный отображает состояние цепи канала и горит в случае обнаружения короткого замыкания и мигает при отсутствии тока в цепи (обрыве) при активном состоянии канала. Любой канал может работать в режиме широтно-импульсной модуляции (ШИМ) на частоте от 20 Гц до 10 кГц, частота общая для всех каналов DO.

Любой канал может работать в режиме широтно-импульсной модуляции (ШИМ) на частоте от 100 Гц до 10 кГц, частота общая для всех каналов DO.

При питании от внешнего источника обеспечивается гальваническая изоляция каналов DO от внутренней схемы контроллера.

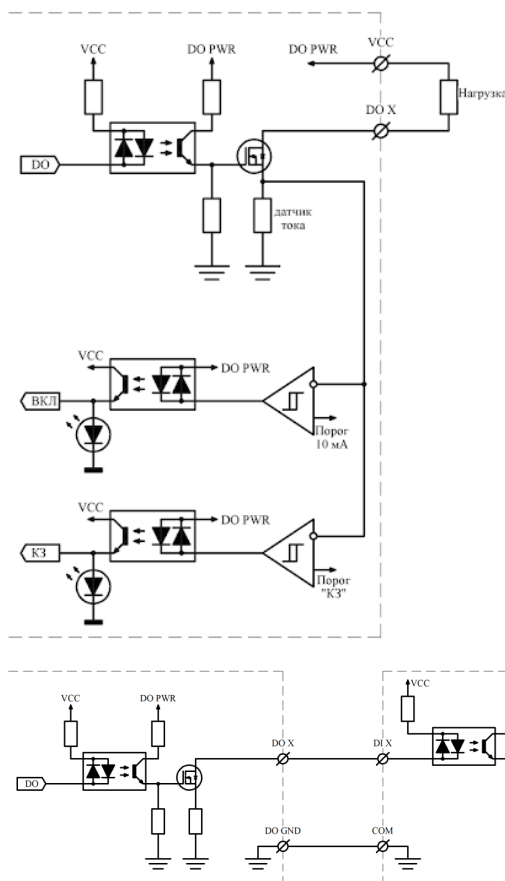
В контроллере имеется схема самодиагностики, позволяющая провести тестирование каналов, как в режиме дискретного управления, так и в режиме ШИМ. На время диагностики нагрузка должна быть отключена от каналов DO для предотвращения незапланированного включения.

8.1 Подключение и внутреннее устройство каналов DO

Примечание: Если при использовании канала DO в качестве датчика «сухой контакт» во включенном состоянии в цепи канала значение тока будет меньше 2 мА, то возможно возникновение ошибки «обрыв цепи»

Подключение активной нагрузки:

Использование канала DO в качестве выхода типа «сухой контакт»:



8.2 Настройка и управление каналами DO

Для каждого канала DO доступны следующие параметры для настройки, кроме параметра PWM Frequency:

Параметр	Значение по умолчанию	Диапазон	Описание
PWM Frequency*	10000	20 – 10 000	Частота в Гц. Частота следования импульсов в режиме ШИМ
PWM Duty	50	10 - 90	Скважность в %. Длительность включенного состояния ключа по отношению к периоду
PWM Enable	Нет	Да / Нет	Флаг. Установка данного флага разрешает работу канала в режиме ШИМ
PWM Run	Нет	Да / Нет	Флаг. Установка данного флага включает ШИМ
SC Enable	Нет	Да / Нет	Флаг. Защита от КЗ
SC Flag	Нет	Да / Нет	Флаг. Было обнаружено короткое замыкание по каналу, управление каналом заблокировано
DO State	-	Да / Нет	Флаг (только чтение). Состояние нагрузки канала. При включенном канале DO лог. 1 информирует о протекании в цепи тока более 2 мА, а лог. 0 – об обрыве цепи

Примечание: значение PWM Frequency задается одно для всех каналов.

8.3 Описание алгоритма работы DO

В режиме дискретного управления регистр управления DO опрашивается с фиксированной частотой и в зависимости от записанного значения каналы переводятся в нужное состояние.

В режиме ШИМ параметры PWM Frequency и PWM Duty пересчитываются в количество тактов и загружаются в соответствующие регистры опорного таймера, тактируемого частотой 1 МГц. В начальный момент времени соответствующий канал DO включается, а по достижении таймера значения соответствующего длительности PWM Duty канал DO выключается. При достижении таймером значения периода рабочей частоты таймер обнуляется и процесс повторяется сначала. Переключение канала DO в режиме ШИМ происходит без участия процессора. Возможно изменение скважности без остановки ШИМ изменением значения PWM Duty.

8.4 Защита от короткого замыкания и контроль обрыва цепи

При срабатывании программной защиты от КЗ соответствующий канал DO отключается, режим ШИМ выключается, устанавливается флаг SC Flag, загорается красный светодиод и управление соответствующим каналом блокируется. Для возобновления работы канала необходимо сбросить флаг SC Flag. Имеется возможность отключить программную защиту от КЗ, установив значение флага SC Enable в «0». По умолчанию защита отключена.

Примечание: При отключении программной защиты от короткого замыкания остается активной аппаратная защита, реализованная на самовосстанавливающихся предохранителях. Порог срабатывания аппаратной защиты 300 мА (при длительном воздействии). После устранения короткого замыкания работоспособность канала возобновится в течение 10 мин.

Так же в процессе работы контролируется ток в цепи канала, и если протекающий ток менее 2 мА, диагностируется обрыв цепи. В таком случае красный светодиод будет мигать.

Аналоговые входы

Аналоговые входы контроллера предназначены для подключения датчиков с токовым выходом 4 – 20 мА и измерения напряжения 0 – 10 В (в зависимости от конфигурации). Измерение производится 14-разрядным АЦП со встроенным источником опорного напряжения 2,5 В. В любой конфигурации обеспечивается гальваническая изоляция каналов АИ от внутренней схемы контроллера.

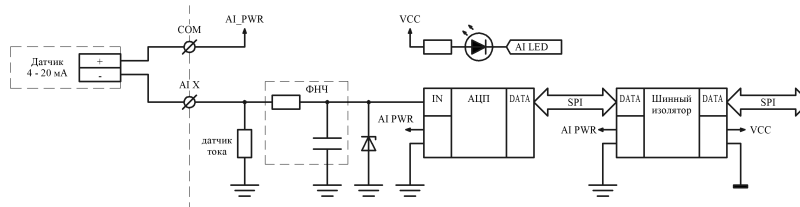
Каналы АИ имеют защиту от перенапряжения до 30 В на входе в любой конфигурации.

С любым из каналов АИ возможен обмен данными по интерфейсу HART при его наличии (зависит от конфигурации). В каждый момент времени может быть выбран один из каналов АИ для обмена по HART-протоколу. В контроллере имеется схема самодиагностики, позволяющая провести тестирование каналов в любой конфигурации.

9.1 Подключение датчиков и внутреннее устройство каналов АИ

Аналоговые каналы измерения тока могут быть выполнены как в пассивном, так и в активном исполнении. На рисунках изображены схемы подключения различных датчиков и возможные конфигурации аналоговых входов контроллера.

Активный вход (конфигурация 5.1/5.2 = А):

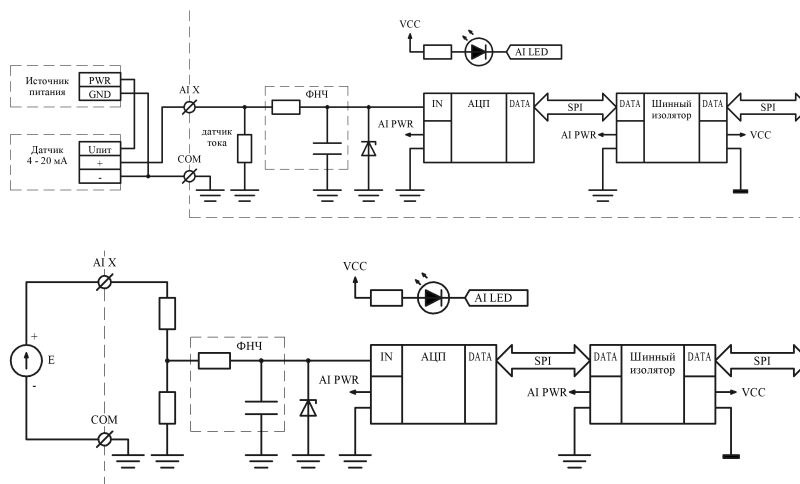


Пассивный вход (конфигурация 5.1/5.2 = Р):

Измерение напряжения 0 – 10 В (конфигурация 5.1/5.2 = V):

Подключение датчика термосопротивления по 3-проводной схеме с использованием 2-х аналоговых каналов (активный измерения тока и измерения напряжения):

где $R_{бал}$ - балластное сопротивление 560 - 680 Ом с мощностью рассеивания 0,5 Вт; r - сопротивление проводов.



Так же возможно настроить каждый аналоговый канал индивидуально, например AI_0, AI_2 – токовые пассивные, AI_1 – токовый активный, AI_3 – измерение напряжения. при такой уникальной конфигурации в поле группы 5.1/5.2 указывается «U», а расшифровка каналов приводится в паспорте на контроллер.

Любое подключение датчиков возможно как при встроенном, так и внешнем источнике питания. Напряжение питания встроенного источника 12 В. Диапазон напряжений питания от внешнего источника 10 – 30 В.

9.2 Описание алгоритма работы AI

Ток, формируемый датчиком с токовым выходом, протекает через прецизионный датчик тока 110 Ом. Формируемое напряжение через фильтр нижних частот поступает на один из входов микросхемы 8-канального АЦП. АЦП имеет встроенный источник опорного напряжения 2,5В и опрашивается основным микроконтроллером через шинный изолятор, обеспечивающий гальваническую изоляцию. Каналы AI опрашиваются с фиксированной частотой, результаты измерений записываются в соответствующий регистр AI unit x, где x – номер канала.

В конфигурации канала AI измерения напряжения вместо прецизионного датчика тока 110 Ом установлен прецизионный делитель. Входное сопротивление канала AI измерения напряжения 1 МОм.

Каждый канал имеет индикаторный светодиод, отображающий состояние канала. Чем выше частота моргания светодиода – тем больше измеряемая величина.

9.3 Результаты измерений каналов AI

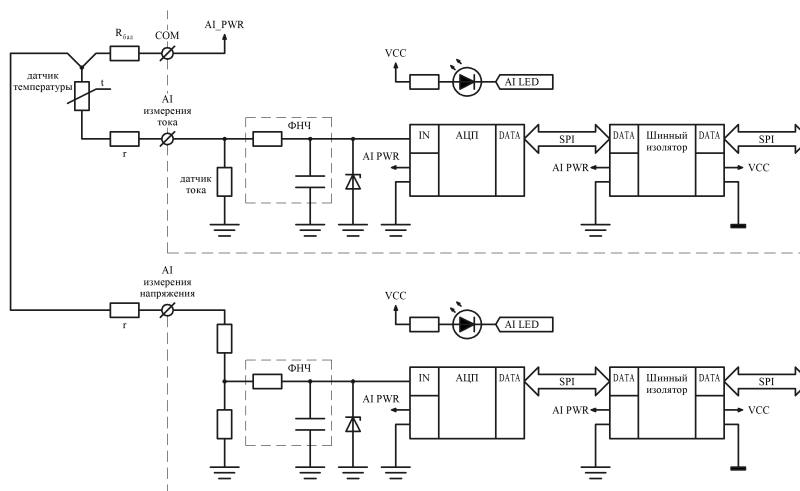
Результаты измерений аналоговых каналов в единицах АЦП записываются в регистры AI_unit_x.

Результаты измерений в физических величинах («мА» или «В» в зависимости от конфигурации канала) записываются в регистры AI_physical_x.

Пересчет из ед. АЦП в физические величины осуществляется по формуле:

$$AI_physical_x = AI_unit_x / AI_calib_a_x + AI_calib_b_x$$

где AI_calib_a_x, AI_calib_b_x - индивидуальные калибровочные коэффициенты каждого канала.



Параметр	Значение по умолчанию	Диапазон	Описание
AI_unit_x	-	0 – 16 383	Результат измерения аналогового канала в единицах АЦП
AI_calib_a_x	720.852 - для токовых каналов / 1483.74 - для каналов напряжения	-	Калибровочный коэффициент А
AI_calib_b_x	0.012 - для токовых каналов / 0.0 - для каналов напряжения	-	Калибровочный коэффициент В
AI_physical_x	-	0.0 – 20.0 для токовых каналов / 0.0 - 10.0 - для каналов напряжения	Результат измерения аналогового канала в физических единицах
AI_state*	-	Да/Нет	Флаг (только чтение). Состояние канала. Лог. 1 – измеренное значение тока лежит в диапазоне 4 - 20 мА, лог. 0 – измеренное значение ниже 4 мА либо выше 20 мА.

Примечание: AI state предназначен для работы с токовыми сигналами.

9.4 Калибровка и поверка каналов AI

Аналоговые каналы имеют индивидуальные калибровочные коэффициенты, использование которых позволяет получить приведенную погрешность $\pm 0,1$ от диапазона при температуре окружающей среды 20 ± 5 °C и $\pm 0,2$ от диапазона во всем температурном диапазоне.

Первичная калибровка каналов производится предприятием-изготовителем при выпуске контроллера с оформлением протокола калибровки.

Повторная калибровка (определение калибровочных коэффициентов) производится метрологической службой предприятия и выполняется следующим образом:

- 1). На аналоговый вход подаются образцовые значения измеряемого сигнала - тока или напряжения, в зависимости от конфигурации аналогового канала. Рекомендуемая величина приращения образцового сигнала 0,05 от диапазона измерения.
- 2). Из регистров AI_unit_x считываются показания в единицах АЦП для каждого входного образцового значения по каждому каналу.
- 3). Для каждого канала по методу наименьших квадратов рассчитываются коэффициенты A и B
- 4). Далее необходимо записать новые калибровочные коэффициенты в контроллер: $AI_calib_a_x = 1 / A$, $AI_calib_b_x = B$.

Примечание: Для перезаписи регистров AI_calib_a_x и AI_calib_b_x необходимо установить ключ-перемычку «Boot_key» (подробнее смотри в разделе *Обновление ПО* (страница 30))

- 5). Повторить п.1.
- 6). Из регистров AI_physical_x считываются результаты измерения в физических величинах для каждого входного образцового значения по каждому каналу.
- 7). В каждой точке рассчитывается приведенная погрешность по формуле: $\gamma = (AI_physical_x - AI_обр.) / AI_max * 100$, где AI_обр. - образцовое значение входного сигнала, AI_max - диапазон измерений канала.
- 8). Калибровка считается успешной, если в каждой точке приведенная погрешность измерения не превысила $\pm 0,1$ от диапазона.

Поверка аналоговых каналов производится метрологической службой предприятия согласно НА.ГНМЦ.0530-20 МП, «Инструкция. ГСИ. Контроллеры программируемые логические серии «BRIC». Методика поверки»

Межповерочный интервал - 1 год.

10.1 RS-485

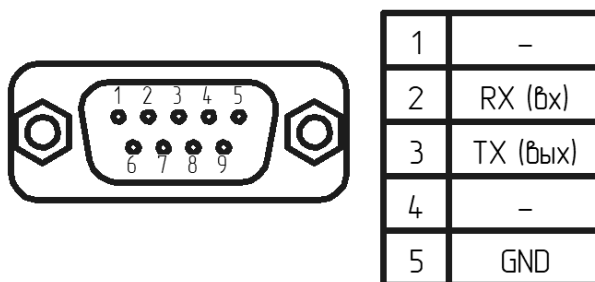
В зависимости от конфигурации контроллер может иметь до 2-х интерфейсов RS-485 для подключения устройств, работающих по протоколу «Modbus-RTU». Интерфейсы имеют групповую гальваническую изоляцию. Подключение выполняется по двухпроводной схеме с соблюдением полярности, для выравнивания потенциалов между устройствами используется клемма «СОМ». Протяженность линий связи до 1200 м, скорость передачи данных до 115200 бит/с. Подключение согласующих резисторов (терминаторов) выполняется соответствующим переключателем на лицевой панели. Настройки порта по умолчанию:

- Modbus-адрес – 3;
- Скорость передачи данных – 115200 бит/с;
- Количество битов информации в пакете – 8;
- Проверка на чётность/нечётность – отсутствует;
- Количество стоп-битов – 1.

10.2 RS-232

Интерфейс RS-232 предназначен для подключения устройств, работающих по протоколу «Modbus-RTU» и для вывода отладочной информации. Интерфейс имеет гальваническую изоляцию. Для подключения к контроллеру на лицевой панели имеется разъем типа D-SUB-9M (вилка). Протяженность линий связи до 15 м, скорость передачи данных до 115200 бит/с. Настройки по умолчанию:

- Скорость передачи данных – 115200 бит/с;
- Количество битов информации в пакете – 8;
- Проверка на чётность/нечётность – отсутствует;
- Количество стоп-битов – 1.



10.3 Ethernet

Интерфейс Ethernet совместим со стандартами IEEE 802.3/802.3u, скорость передачи данных 10/100 Мбит/с. Подключение контроллера к LAN-сети предприятия по протоколам TCP/IP (HTTP, HTTPS, Modbus-TCP), UDP/IP (Modbus-UDP). Разъем для подключения 8P8C (RJ-45), протяженность линии связи до 100 м.

Примечание: IP-адрес по интерфейсу Ethernet по умолчанию 192.168.1.232

10.4 USB

Интерфейс USB предназначен для подключения к ПК с целью настройки, обновления ПО, считывания архивов. Имеется поддержка протокола Modbus-TCP через USB-соединение. Разъем micro USB расположен на лицевой панели контроллера.

Подключенный по интерфейсу USB контроллер определяется как RNDIS- устройство (внешняя сетевая карта). Возможно, понадобится установка драйвера.

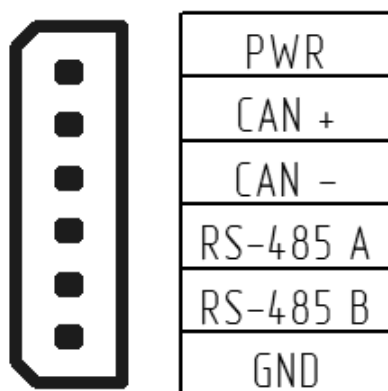
Примечание: IP-адрес по интерфейсу USB по умолчанию 172.16.2.232

Межмодульное соединение

Межмодульная шина предназначена для подключения модулей расширения в пределах одного монтажного шкафа. Возможно питание по межмодульной шине нескольких устройств (максимальный ток до 5 А). Межмодульная шина не обеспечивает гальванической изоляции.

Межмодульное соединение осуществляется с помощью шлейфа длиной 50 мм, поставляемого в комплекте с модулями расширения. Шлейф большей длины заказывается отдельно.

Со стороны неподключенного шлейфа согласующие резисторы (терминаторы) межмодульных интерфейсов должны быть подключены соответствующими переключателями



Клеммы PWR и GND на межмодульном разъеме и одноименные клеммы питания контроллера соединены напрямую.

Меры безопасности

Все работы по монтажу, наладке и техническому обслуживанию контроллеров должны выполняться специалистами, изучившими техническую документацию, конструкцию, особенности контроллера, а также действующие строительные правила и нормы, и имеющими соответствующую квалификационную группу по технике безопасности.

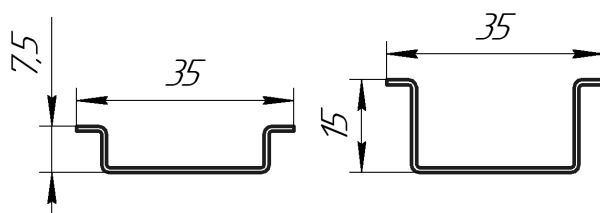
Контроллер сконструирован и изготовлен таким образом, что при эксплуатации согласно документации изготовителя, при возникновении неисправностей он не представляет опасности для обслуживающего персонала.

При проведении самодиагностики необходимо отключать все клеммы, кроме питания и интерфейсов связи.

Контроллеры соответствуют требованиям:

- ГОСТ 12.2.007.0 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»- класс защиты III;
- ГОСТ 12.2.007.0 «Общие требования безопасности»;
- ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств»;
- ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования».

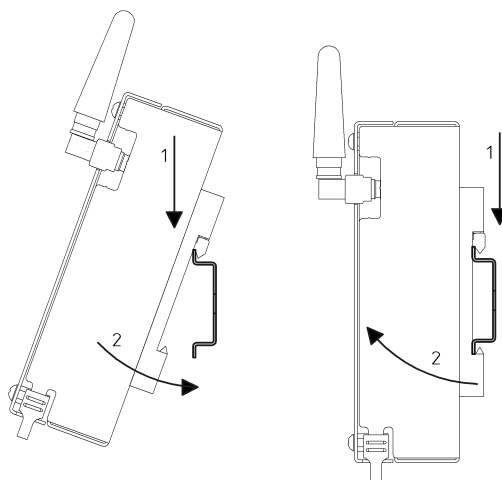
Контроллер устанавливается на DIN-рейку типа TH-35, профиль которой изображен на рисунке:



Монтаж контроллера на DIN-рейку осуществляется с помощью клипсы, расположенной на задней стенке корпуса.

Для установки контроллера необходимо сначала надавить на верхний подпружиненный выступ клипсы, после чего защелкнуть нижний выступ.

Для снятия контроллера необходимо сначала надавить на верхний подпружиненный выступ клипсы, после чего потянуть нижнюю часть корпуса на себя.



Примечание: Для заземления корпуса в нижних углах корпуса расположены контакты.

1. Установка защитного ключа-перемычки (Boot_key):

Для снятия ограничений на изменение ПО и калибровочных коэффициентов необходимо установить ключ-перемычку, замыкающую контакты DAC1 и GND мезонинного разъема, расположенного с обратной стороны платы контроллера. Если в контроллере имеется модуль беспроводной связи, перемычку необходимо установить на нем. Для доступа к мезонинному разъему необходимо разобрать контроллер согласно разделу *Техническое обслуживание и ремонт* (страница 32).

Далее подать питание на контроллер и подключиться к контроллеру по одному из интерфейсов Ethernet или USB.

После завершения обновления ПО необходимо убрать перемычку во избежание непреднамеренного изменения ПО контроллера.

Примечание: В контроллере может одновременно находиться 2 версии ПО: OS1 и OS2. Так же имеется понятие Main OS (главное ПО – то ПО, которое будет запущено в случае сброса питания или перезапуска) и Current OS (текущее ПО – ПО, которое выполняется в настоящий момент) Загрузка, смена и откат ПО производится через WEB-интерфейс контроллера. По умолчанию при подключении через интерфейс Ethernet IP-адрес: 192.168.1.232, при подключении через интерфейс USB IP-адрес: 172.16.2.232

2. Загрузка новой версии ПО:

На главной WEB-странице контроллера введите пароль доступа (по умолчанию «bric»), нажмите на кнопку «Download OS» и выберите запрашиваемый файл. После нажатия кнопки «Download» дождитесь окончания загрузки.

3. Запуск новой версии ПО:

В случае успешной загрузки откроется панель управления ПО (Operation System Control Panel). Имеется 2 варианта запуска:

«Safe start OS» – запуск нового ПО в безопасном режиме. В этом режиме контроллер запускается с новым ПО и работает в течение 10 минут. Если в течение этого времени не подтвердить работоспособность текущей версии ПО, произойдет автоматический откат на ранее установленную версию. Данный режим позволяет проверить работоспособность контроллера после обновления и в случае возникновения каких-либо проблем вернуться к предыдущему рабочему варианту.

«Set main and start OS» – запуск нового ПО в нормальном режиме. В этом режиме контроллер запускается с новым ПО и через 2 сек автоматически подтверждает работоспособность текущей версии. Это сделано для того, чтобы в случае неудачной загрузки произошел автоматический откат на ранее установленную стабильную версию.

4. Подтверждение текущей версии ПО

Для подтверждения текущей версии ПО зайдите на главную WEB-страницу контроллера. Далее нажмите кнопку «OS control». В выпадающем списке выберите команду «Set current OS as main» и отправьте команду нажатием кнопки «Send command».

Примечание: команда «Set current OS as main» не будет отображаться в списке команд, если текущее ПО работает в нормальном режиме.

Техническое обслуживание и ремонт

Предупреждение: Все работы по наладке и техническому обслуживанию контроллеров должны выполняться специалистами, изучившими техническую документацию, конструкцию, особенности контроллера, а также действующие строительные правила и нормы, и имеющими соответствующую квалификационную группу по технике безопасности.

15.1 Плановое обслуживание контроллера

Вид работ	Содержание работ	Периодичность
Внешний осмотр	Проверка работы светодиодных индикаторов, проверка целостности пломб, проверка надежности крепления проводов в разъемах	Еженедельно или чаще (в зависимости от наличия персонала на объекте)
Удаление пыли и грязи	Протирка от пыли поверхностей контроллера, удаление пыли из внутренностей контроллера через вентиляционные отверстия в корпусе с помощью пылесоса	Раз в год
Самодиагностика каналов ввода-вывода	Отсоединить клеммы от контроллера и провести самодиагностику (подробнее смотри раздел <i>Специальные режимы работы</i> (страница 12))	Раз в год

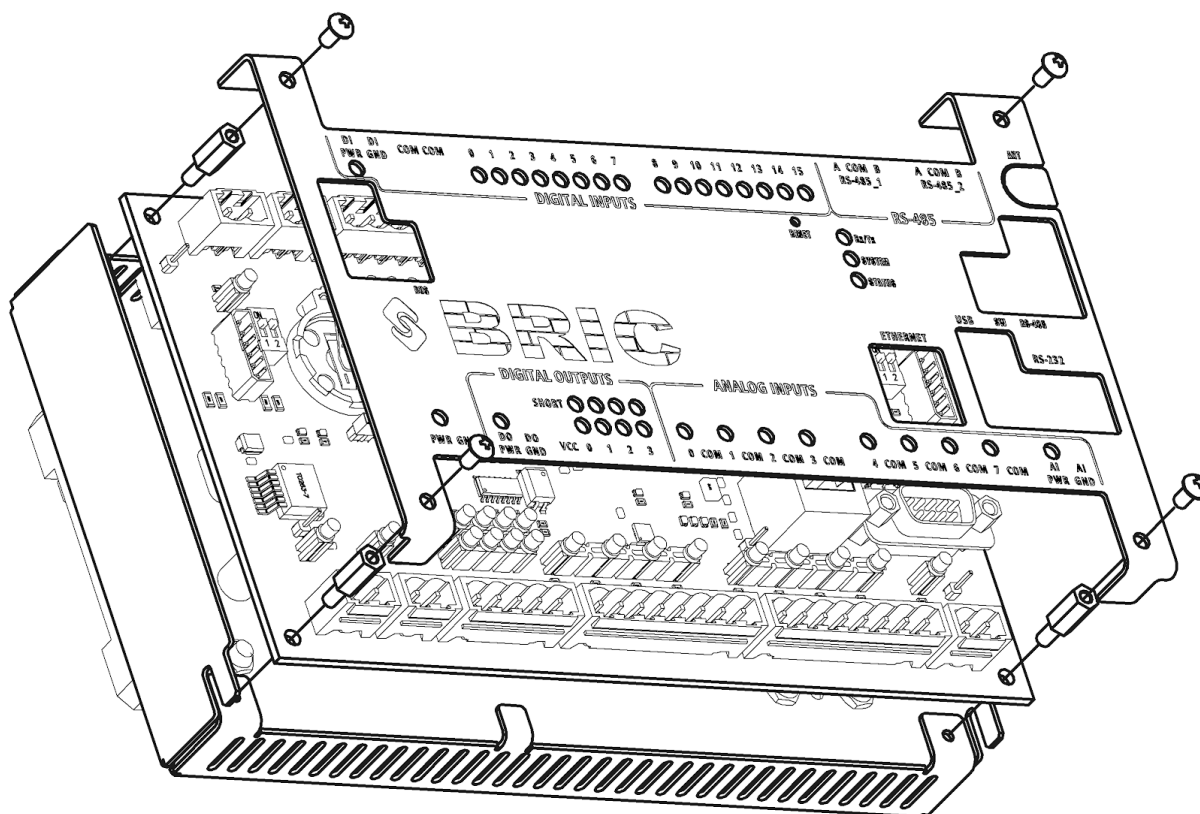
15.2 Периодическая проверка параметров контроллера

В процессе эксплуатации рекомендуется периодически (раз в месяц) открывать WEB-интерфейс контроллера и отслеживать критически важные параметры:

Параметр (регистр)	Описание
reset_num	Количество перезапусков контроллера - не должно увеличиваться, если не было перебоев питания или ручных перезапусков
internal_temp	Температура микропроцессора - не должна превышать 125°C
external_temp	Температура окружающей среды - не должна превышать 80°C
v_pwr	Напряжение питания контроллера - должно соответствовать проектной документации
v_bat	Напряжение элемента питания - при снижении ниже 2.0 В необходимо заменить элемент питания
time_hms	Внутреннее время контроллера
total_tasks_time	Загруженность центрального процессора - не должна превышать 95%

15.3 Порядок разборки контроллера

Предупреждение: Разборку контроллера следует производить только при отключенном питании.



1. Открутить 4 винта отверткой PH.
2. Снять лицевую крышку.
3. Открутить 4 стойки торцевой головкой №5,5.
4. Снять печатную плату контроллера.

Сборка осуществляется в обратном порядке.

15.4 Визуальный осмотр

Внутри контроллера не должно быть посторонних предметов, грязи, насекомых. На печатной плате не должно быть потемнений, следов перегрева, остатков флюса, следов коррозии и видимых повреждений. Допускается наличие легких разводов нефраса как результата отмывки печатных плат при производстве или после ремонта.

Серийный номер на этикетке печатной платы должен совпадать с серийным номером на этикетке корпуса.

Электролитические конденсаторы на обратной стороне платы не должны быть деформированы (вздутие верхней части).

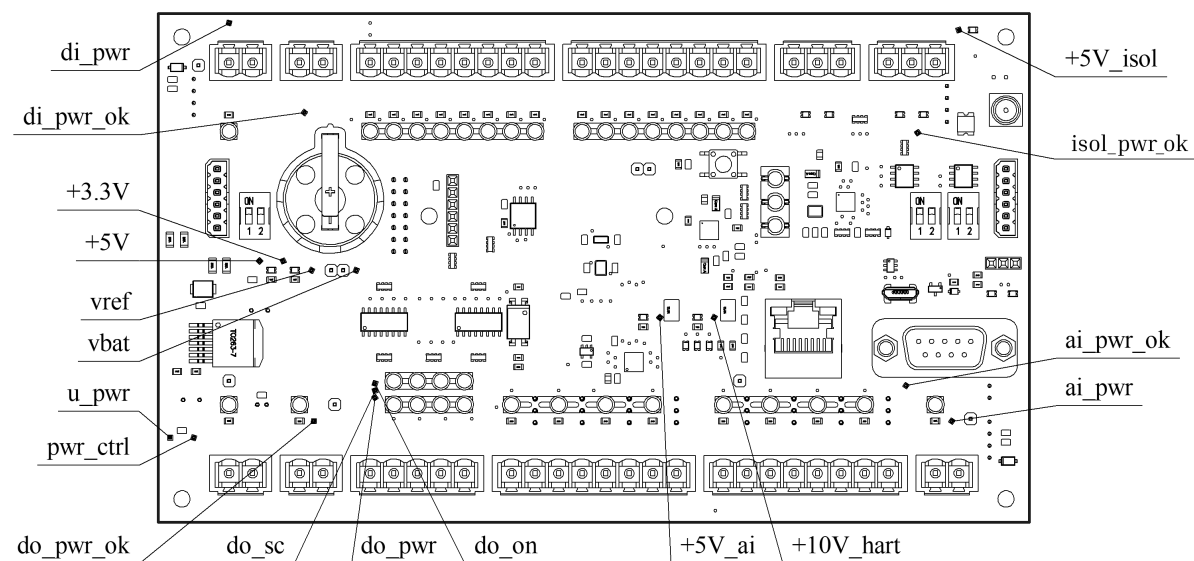
15.5 Проверка цепей питания

При проверке электрических параметров рекомендуется установить печатную плату в корпус и закрепить стойками для удобства работы.

Запитать контроллер постоянным напряжением 10...30 В. Если конфигурация контроллера предполагает использование внешних источников питания для блоков AI, DI, DO, необходимо запитать и их. Допускается в рамках проверки запитать все блоки и контроллер от одного источника питания. Все индикаторы питания должны загореться (*Внешний вид* (страница 5)).

Мультиметром измерить напряжения в контрольных точках платы. Расположение контрольных точек:

Расположение контрольных точек (для платы версии V3):



Так как в контроллере реализована гальваническая изоляция, контрольные точки необходимо измерять относительно «собственной» гальванически изолированной «земли».

Допустимый уровень значений:

Контрольная точка	Относительно чего измерять	Допустимые значения
u_pwr	GND	10...30 В (должно соответствовать напряжению питания)
pwr_ctrl	GND	0,625...1,875 В ($u_pwr/16$)
+5V	GND	4,95...5,05 В
+3.3V	GND	3,25...3,35 В
vref	GND	2,494...2,506 В
vbat	GND	1,8...3,6 В
di_pwr_ok	GND	3,0...3,3 В
isol_pwr_ok	GND	3,0...3,3 В
ai_pwr_ok	GND	3,0...3,3 В
do_pwr_ok	GND	3,0...3,3 В
di_pwr	DI_GND	10...30 В (при использовании внешнего источника питания должно соответствовать напряжению питания блока DI) 24...26 В (при использовании встроенного источника питания)
+5V_isol	RS-485 COM	5,0...5,5 В
ai_pwr	AI_GND	10...30 В (при использовании внешнего источника питания должно соответствовать напряжению питания блока AI) 12...13 В (при использовании встроенного источника питания)
+5V_ai	AI_GND	4,95...5,05 В
+10V_hart	AI_GND	9,5...10,5 В
do_pwr	DO_GND	10...30 В (должно соответствовать напряжению питания блока DO)
do_on	DO_GND	9...11 мВ
do_sc	DO_GND	195...205 мВ

15.6 Наиболее частые поломки и неисправности

Список наиболее частых поломок:

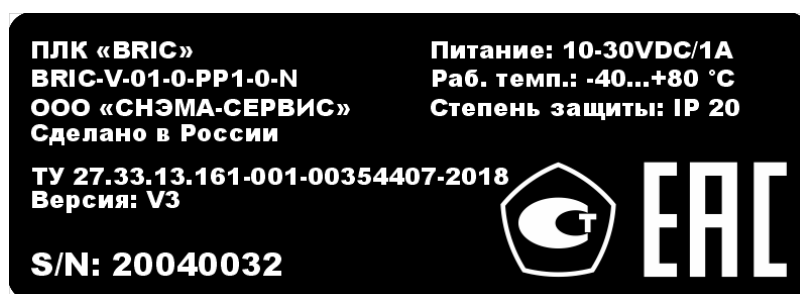
Неисправность	Возможная причина	Решение
Контроллер не включается, светодиоды не горят, источник питания уходит в защиту	Перепутана полярность питания на клеммах контроллера	Поменять местами провода на клеммах PWR и GND
Контроллер не включается, светятся светодиоды „PWR“ и „+5V“	Короткое замыкание в цепи +3.3V	Найти и заменить элемент, вышедший из строя
Контроллер не включается, светится светодиод „PWR“	Короткое замыкание в цепи +5V	Найти и заменить элемент, вышедший из строя
Контроллер не включается, светится светодиод „PWR“	Короткое замыкание одного из встроенных источников гальванически изолированного питания (DI, AI, RS-485)	Заменить вышедший из строя источник гальванически изолированного питания
Светодиод „STATUS“ не мигает	Пользовательская программа остановлена либо отсутствует	Загрузить/запустить пользовательскую программу через WEB-интерфейс контроллера
Контроллер возвращается к заводским настройкам после сброса питания	Не установлен джампер VBAT	Установить джампер VBAT
Контроллер возвращается к заводским настройкам после сброса питания	Напряжение батареи (vbat) ниже 1,8 В	Заменить литиевую батарею

Примечание: для сброса параметров контроллера к заводским настройкам необходимо выставить в положение ON 1 переключатель SW1 и нажать кнопку reset, не забудьте перевести переключатель обратно

Маркировка

При изготовлении на боковую сторону корпуса контроллера наклеивается этикетка, содержащая следующие сведения:

- наименование контроллера;
- конфигурация контроллера;
- наименование предприятия-изготовителя;
- напряжение питания;
- рабочая температура;
- класс степени защиты;
- технические условия;
- версия;
- месяц и год выпуска;
- серийный номер изделия;
- знак соответствия обязательной сертификации.



1. Контроллер упаковывается в тару из гофрированного картона.
2. Упаковка модуля должна соответствовать требованиям ГОСТ 23170, ГОСТ 23216 и обеспечивать совместно с консервацией сохранность изделия при транспортировании и хранении.
3. Документация, входящая в комплект поставки помещается в полиэтиленовый пакет.
4. Контроллер совместно с документацией упаковывается в транспортную тару.
5. На транспортной таре должны быть нанесены манипуляционные знаки в соответствии с требованиями ГОСТ 14192: «ВЕРХ», «ОСТОРОЖНО. ХРУПКОЕ», «БЕРЕЧЬ ОТ ВЛАГИ».

Ресурсы, сроки службы и хранения, гарантии изготовителя

1. Изготовитель гарантирует соответствие модуля требованиям ТУ 27.33.13.161-001-00354407-2018.
2. Время наработки на отказ не менее 75 000 часов.
3. Средний срок службы 10 лет.
4. Межповерочный интервал - 1 год.
5. Гарантийный срок эксплуатации 12 месяцев со дня отгрузки.
6. Гарантийный срок хранения 6 месяцев с момента изготовления.
7. Гарантийный ремонт проводит предприятие изготовитель ООО «СНЭМА-СЕРВИС».
8. В случаях выхода из строя модуля в послегарантийный период ремонт может производиться предприятием-изготовителем по отдельному договору за счет пользователя.

Транспортирование

1. Контроллер допускается транспортировать любым видом транспорта при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков и пыли.
2. Условия транспортирования модулей в части воздействия механических факторов - С по ГОСТ 23216.
3. Контроллеры должны храниться в законсервированном виде или в оригинальной упаковке изготовителя в сухих отапливаемых складских помещениях.
4. Срок хранения не должен превышать 6 месяцев.

Утилизация

1. Контроллер и материалы, используемые при изготовлении, не представляют опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды, как в процессе эксплуатации, так и после окончания срока эксплуатации и подлежат утилизации.
2. Конструкция модуля не содержит химически и радиационно-опасных компонентов.
3. По истечении срока службы модуль утилизируется путем разборки.
4. При утилизации отходов материалов, а также при обустройстве приточно-вытяжной вентиляции рабочих помещений должны соблюдаться требования по охране природы согласно ГОСТ 17.1.1.01, ГОСТ 17.1.3.13, ГОСТ 17.2.3.02 и ГОСТ 17.2.1.04.
5. Утилизация отходов материалов – согласно СанПиН 2.1.7.1322.

Тестирование контроллера

21.1 Самодиагностика

Таблица 1: Запуск диагностики осуществляется записью в регистр `sofi_test_blocks`

bit	name	description
0	CRC_BLOCK	проверка модуля расчета crc
1	RTC_BLOCK	проверка модуля RTC
2	DI_BLOCK	проверка модуля DI
3	DO_BLOCK	проверка модуля DO
4	AI_BLOCK	проверка модуля AI
5	INTERNAL_FLASH_BLOCK	проверка внутренней флеш-памяти
6	EXTERNAL_FLASH_BLOCK	проверка внешней флеш-памяти, может повлиять на сохраненные архивы и настройки
7	RTOS_BLOCK	проверка функций rtos
8	MATH_BLOCK	проверка математических операции
9	UART_BLOCK	проверка uarts
10	MESO_BLOCK	проверка мезонина
11	RANDOM_BLOCK	проверка модуля random generator
12	CAN_BLOCK	проверка модуля Can
13	PACKET_BLOCK	проверка packet manager, для корректной работы необходимо соединить каналы RS485-1 -> RS485-2
14	REPEATER_BLOCK	проверка модуля расчета crc
15	LFS_BLOCK	проверка работы файловой системы, может повлиять на сохраненные архивы и настройки
16	ETHERNET_BLOCK	проверка модуля Ethernet
29	CHECK_TEST	запустить быструю проверку выбранных модулей
30	STRESS_TEST	запустить расширенную проверку выбранных модулей, может занять длительное время
31	PERFORMANCE_TEST	запустить проверку производительности выбранных модулей

 Адресное пространство BRIC (BRIC_SOFI)

22.1 Сетевые настройки

N	Имя	Тип	Смещение	Адрес ModBUS	Флаги	Описание
0	mdb_addr	U16	0	60000	Сохранение. Сист.	Адрес ModBUS
1	mdb_revers	U8	2	60001	Сохранение. Сист.	Поменять местами функции 3 и 4
2	mdb_shift	U8	3	60001	Сохранение. Сист.	Задать начальный адрес
3	ip	U8	4	60002	Сохранение. Сист.	IP-адрес Ethernet
4	netmask	U8	8	60004	Сохранение. Сист.	Маска подсети
5	gateway	U8	12	60006	Сохранение. Сист.	Шлюз
6	eth_speed	U8	16	60008	Сохранение. Сист.	Скорость Ethernet
7	eth_duplex	U8	17	60008	Сохранение. Сист.	Дуплексный или полудуплексный
43	mac_addr	U8	504	60252	Сист. Только чтение	MAC адрес
72	local_ip	U8	638	60319	Сохранение. Сист.	IP-адрес подсети
73	local_netmask	U8	642	60321	Сохранение. Сист.	Маска подсети
74	local_gateway	U8	646	60323	Сохранение. Сист.	Шлюз подсети
75	usb_local_ip	U8	650	60325	Сохранение. Сист.	IP-адрес USB

22.2 Интерфейсы

N	Имя	Тип	Смещение	Адрес ModBUS	Флаги	Описание
12	uart1_sets	U16	26	60013	Сохранение. Сист.	Настройки MESO_UART
13	uart2_sets	U16	28	60014	Сохранение. Сист.	Настройки RS_485_2
14	uart3_sets	U16	30	60015	Сохранение. Сист.	Настройки RS_232
15	uart5_sets	U16	32	60016	Сохранение. Сист.	Настройки RS_485_1
16	uart6_sets	U16	34	60017	Сохранение. Сист.	Настройки RS_485_IMMO
17	uart7_sets	U16	36	60018	Сохранение. Сист.	Настройки HART
18	channels_timeout	U32	38	60019	Сохранение. Сист.	Тайм-аут каналов для ретрансляции
93	rs_485_immo_slip	U8	881	60440	Сохранение. Сист.	RS-485 IMMO SLIP-протокол

22.3 Аналоговые входы

N	Имя	Тип	Смещение	Адрес ModBUS	Флаги	Описание
30	ai_unit	U16	404	60202	Сист. Только чтение	Значение АЦП аналоговых входов
31	ai_state	U16	420	60210	Сист. Только чтение	Состояние аналогового входа. Лог. 1 - в пределах 4-20 мА
32	ai_internal	U16	422	60211	Сист. Только чтение	Значение АЦП служебных каналов
33	ai_external	U16	438	60219	Сист. Только чтение	Значение 14-битного АЦП аналоговых входов
77	ai_calib_a	FLOAT	658	60329	Сохранение. Сист.	Калибровочный коэффициент А
78	ai_calib_b	FLOAT	690	60345	Сохранение. Сист.	Калибровочный коэффициент В
79	ai_physical	FLOAT	722	60361	Сист. Только чтение	Значение в физ. единицах (мА или В)

22.4 HART

N	Имя	Тип	Смещение	Адрес ModBUS	Флаги	Описание
17	uart7_sets	U16	36	60018	Сохранение. Сист.	Настройки HART
96	hart_channel	U16	910	60455	Сохранение. Сист.	Выбор каналов AI для HART
97	hart_cur	FLOAT	912	60456	Сохранение. Сист.	Выходной ток HART устройства (мА)
98	hart_pv	FLOAT	944	60472	Сохранение. Сист.	Первичная переменная в HART устройстве
99	hart_sv	FLOAT	976	60488	Сохранение. Сист.	Вторичная переменная в HART устройстве
100	hart_tv	FLOAT	1008	60504	Сохранение. Сист.	Третья переменная в HART устройстве
101	hart_fv	FLOAT	1040	60520	Сохранение. Сист.	Четвертая переменная в HART устройстве

22.5 Дискретные входы

N	Имя	Тип	Смещение	Адрес ModBUS	Флаги	Описание
24	di_noise_ftr_us	U16	80	60040	Сохранение. Сист.	Минимальная длительность импульса дискретных входов (x10 мкс)
25	di_pulseless_ms	U32	112	60056	Сохранение. Сист.	Время обнуления измеренной частоты дискретных входов, мс
26	di_mode	U16	176	60088	Сохранение. Сист.	Режим работы дискретных входов
27	di_state	U32	208	60104	Сохранение. Только чтение. Сист.	Логическое состояние дискретных входов
28	di_cnt	U64	212	60106	Сохранение. Сист.	Счетчики дискретных входов
29	di_freq	FLOAT	340	60170	Сохранение. Сист.	Частота дискретных входов

22.6 Дискретные выходы

N	Имя	Тип	Смещение	Адрес ModBUS	Флаги	Описание
19	do_state	U8	66	60033	Сист. Только чтение	Состояние дискретных выходов
20	do_sc_ctrl	U8	67	60033	Сохранение. Сист.	Программная защита от к.з.
21	do_ctrl	U16	68	60034	Сист.	Управление дискретными выходами
22	do_pwm_freq	U16	70	60035	Сохранение. Сист.	Частота ШИМ, Гц
23	do_pwm_ctrl	U16	72	60036	Сохранение. Сист.	Управление ШИМ

22.7 Межмодуль

N	Имя	Тип	Смещение	Адрес ModBUS	Флаги	Описание
70	module_number	U16	632	60316	Сохранение. Сист.	Номер модуля (0 - 127)
71	can_sdo_error	U32	634	60317	Сист.	Ошибки CAN
85	can_modules_status	U8	776	60388	Сист. Только чтение	Состояние модулей

22.8 Wi-Fi

N	Имя	Тип	Смещение	Адрес ModBUS	Флаги	Описание
86	wifi_name	U8	792	60396	Сохранение. Сист.	Имя сети (подключение)
87	wifi_password	U8	804	60402	Сохранение. Сист.	Пароль сети (подключение)
88	wifi_router_name	U8	812	60406	Сохранение. Сист.	Имя сети (точка доступа)
89	wifi_router_password	U8	844	60422	Сохранение. Сист.	Пароль сети (точка доступа)
90	wifi_setting	U16	876	60438	Сохранение. Сист.	Настройка Wi-Fi модуля
91	wifi_state	U16	878	60439	Сист. Только чтение	Состояние Wi-Fi модуля

22.9 Самодиагностика

N	Имя	Тип	Смещение	Адрес ModBUS	Флаги	Описание
49	isol_pwr_state	U16	558	60279	Сист. Только чтение	Состояние источников гальв. изол. питания
52	di_test_result	U32	568	60284	Сист. Только чтение	Результат диагностики дискретных входов
53	do_test_result	U16	572	60286	Сист. Только чтение	Результат диагностики дискретных выходов
54	ai_test_result	U16	574	60287	Сист. Только чтение	Результат диагностики аналоговых входов
55	sofi_test_result	U32	576	60288	Сист. Только чтение	Флаги результатов диагностики блоков
56	sofi_test_blocks	U32	580	60290	Сист.	Флаги запуска диагностики блоков
57	run_test	U16	584	60292	Сист. Только чтение	Флаги выполнения диагностики блоков

22.10 Контроль

N	Имя	Тип	Смещение	Адрес ModBUS	Флаги	Описание
8	reset_num	U16	18	60009	Сохр. Только чтение Сист.	Количество перезапусков
9	last_reset	U16	20	60010	Сохр. Только чтение Сист.	Причина последнего сброса
34	internal_temp	FLOAT	454	60227	Сист. Только чтение	Температура чипа
35	external_temp	FLOAT	458	60229	Сист. Только чтение	Температура устройства
36	v_pwr	FLOAT	462	60231	Сист. Только чтение	Напряжение питания
37	v_bat	FLOAT	466	60233	Сист. Только чтение	Напряжение батареи
40	time_hms	U8	486	60243	Сист.	Дата/время
104	total_tasks_time	FLOAT	1138	60569	Сист. Только чтение	Загрузка ЦП, %

22.11 SOFI

N	Имя	Тип	Смещение	Адрес ModBUS	Флаги	Описание
10	user_task_state	U16	22	60011	Сохранение Только чтение Сист.	Состояние пользовательской программы
11	user_task_config	U16	24	60012	Сохранение Сист.	Регистр управления пользовательской программой
38	sys_tick_counter	U64	470	60235	Сист. Только чтение	Миллисекундный таймер
39	tick100us	U64	478	60239	Сист. Только чтение	100-микросекундный таймер
40	time_hms	U8	486	60243	Сист.	Дата/время
41	unix_time_sec	S32	496	60248	Сист.	Дата/время в Unix-формате
42	os_version	U8	500	60250	Сист. Только чтение	Версия операционной системы
44	flash_err_cnt	U32	510	60255	Сист. Только чтение	Счетчик ошибок Flash
45	flags_task	U32	514	60257	Сист. Только чтение	Проверка запущенных процессов
46	counter_task	U64	518	60259	Сист. Только чтение	Структура counter_task
47	async_flags	U32	550	60275	Сист. Только чтение	Флаги процессов для инициализации
48	flags_succ_init	U32	554	60277	Сист. Только чтение	Флаги инициализированных процессов
50	internal_task	U32	560	60280	Сист.	Пользовательская программа int_flash
51	user_task_crc	U32	564	60282	Сист.	CRC32 Пользовательского ПО
60	debug_info	U8	594	60297	Сист.	Отладочные регистры
61	err_reg_0	U32	602	60301	Сист.	Флаги критических ошибок
62	err_reg_1	U32	606	60303	Сист.	Флаги критических ошибок
67	command	U16	626	60313	Сист.	Регистр команд
68	num_of_vars	U16	628	60314	Сист. Только чтение	Общее количество регистров ОС + пользователь
69	current_os	U16	630	60315	Сист. Только чтение	Текущая ОС (1 или 2)
76	bkram_flash_unix	S32	654	60327	Сохранение Сист.	Последнее сохранение bkram mirror
80	uniq_id	U8	754	60377	Сист. Только чтение	ID устройства
81	device_type	U8	766	60383	Сохранение Только чтение Сист.	Тип устройства
82	board_ver	U8	767	60383	Сохранение Только чтение	Версия устройства

22.12 Процессы

N	Имя	Тип	Смещение	Адрес ModBUS	Флаги	Описание
58	cur_free_heap	U32	586	60293	Сист. Только чтение	Текущий размер свободной ОЗУ процессов
59	min_free_heap	U32	590	60295	Сист. Только чтение	Минимальный размер свободной ОЗУ процессов
103	monitor_period	U32	1134	60567	Сист. Только чтение	Период монитора задач
104	total_tasks_time	FLOAT	1138	60569	Сист. Только чтение	Загрузка ЦП, %
86	task0	U8	1142	60571	Сист. Только чтение	task0
87	task1	U8	1170	60585	Сист. Только чтение	task1
88	task2	U8	1198	60599	Сист. Только чтение	task2
89	task3	U8	1226	60613	Сист. Только чтение	task3
90	task4	U8	1254	60627	Сист. Только чтение	task4
91	task5	U8	1282	60641	Сист. Только чтение	task5
92	task6	U8	1310	60655	Сист. Только чтение	task6
93	task7	U8	1338	60669	Сист. Только чтение	task7
94	task8	U8	1366	60683	Сист. Только чтение	task8
95	task9	U8	1394	60697	Сист. Только чтение	task9
96	task10	U8	1422	60697	Сист. Только чтение	task10
97	task11	U8	1450	60725	Сист. Только чтение	task11
98	task12	U8	1478	60739	Сист. Только чтение	task12
99	task13	U8	1506	60753	Сист. Только чтение	task13
100	task14	U8	1534	60767	Сист. Только чтение	task14
101	task15	U8	1562	60781	Сист. Только чтение	task15
102	task16	U8	1590	60795	Сист. Только чтение	task16
103	task17	U8	1618	60809	Сист. Только чтение	task17
104	task18	U8	1646	60823	Сист. Только чтение	task18
105	task19	U8	1674	60837	Сист. Только чтение	task19

Продолжается на следующей странице

Таблица 1 – продолжение с предыдущей страницы

N	Имя	Тип	Смещение	Адрес ModBUS	Флаги	Описание
106	task20	U8	1702	60851	Сист. Только чтение	task20
107	task21	U8	1730	60879	Сист. Только чтение	task21
108	task22	U8	1758	60698	Сист. Только чтение	task22
109	task23	U8	1786	60893	Сист. Только чтение	task23
110	task24	U8	1814	60921	Сист. Только чтение	task24
111	task25	U8	1842	60740	Сист. Только чтение	task25
112	task26	U8	1870	60935	Сист. Только чтение	task26
113	task27	U8	1898	60949	Сист. Только чтение	task27
114	task28	U8	1926	60963	Сист. Только чтение	task28
115	task29	U8	1954	60977	Сист. Только чтение	task29
116	task30	U8	1682	60991	Сист. Только чтение	task30
117	task31	U8	2010	61005	Сист. Только чтение	task31

22.13 LWIP

N	Имя	Тип	Смещение	Адрес ModBUS	Флаги	Описание
137	link	U16	2038	61019	Сист. Только чтение	link
138	eth_arp	U16	2040	61020	Сист. Только чтение	eth_arp
139	ip_frag	U16	2042	61021	Сист. Только чтение	ip_frag
140	ip_proto	U16	2044	61022	Сист. Только чтение	ip_proto
141	icmp	U16	2046	61023	Сист. Только чтение	icmp
142	udp	U16	2048	61024	Сист. Только чтение	udp
143	tcp	U16	2050	61025	Сист. Только чтение	tcp
144	memp_udp_pool	U16	2052	61026	Сист. Только чтение	memp_udp_pool
145	memp_tcp_pool	U16	2054	61027	Сист. Только чтение	memp_tcp_pool
146	memp_listen_tcp	U16	2056	61028	Сист. Только чтение	memp_listen_tcp
147	memp_seg_tcp	U16	2058	61029	Сист. Только чтение	memp_seg_tcp
148	memp_altcp	U16	2060	61030	Сист. Только чтение	memp_altcp
149	memp_reassdata	U16	2062	61031	Сист. Только чтение	memp_reassdata
150	memp_frag_pbuf	U16	2064	61032	Сист. Только чтение	memp_frag_pbuf
151	memp_net_buf	U16	2066	61033	Сист. Только чтение	memp_net_buf
152	memp_net_conn	U16	2068	61034	Сист. Только чтение	memp_net_conn
153	memp_tcpip_api	U16	2070	61035	Сист. Только чтение	memp_tcpip_api
154	memp_tcpip_input	U16	2072	61036	Сист. Только чтение	memp_tcpip_input
155	memp_sys_timeout	U16	2074	61037	Сист. Только чтение	memp_sys_timeout
156	memp_pbuf_ref	U16	2076	61038	Сист. Только чтение	memp_pbuf_ref
157	memp_pbuf_pool	U16	2078	61039	Сист. Только чтение	memp_pbuf_pool
158	lwip_sys	U16	2080	61040	Сист. Только чтение	lwip_sys