



ООО «НПФ «Вымпел»

ОКП 42 5200

Утвержден
КРАУЗ.035.004 РЭ-ЛУ

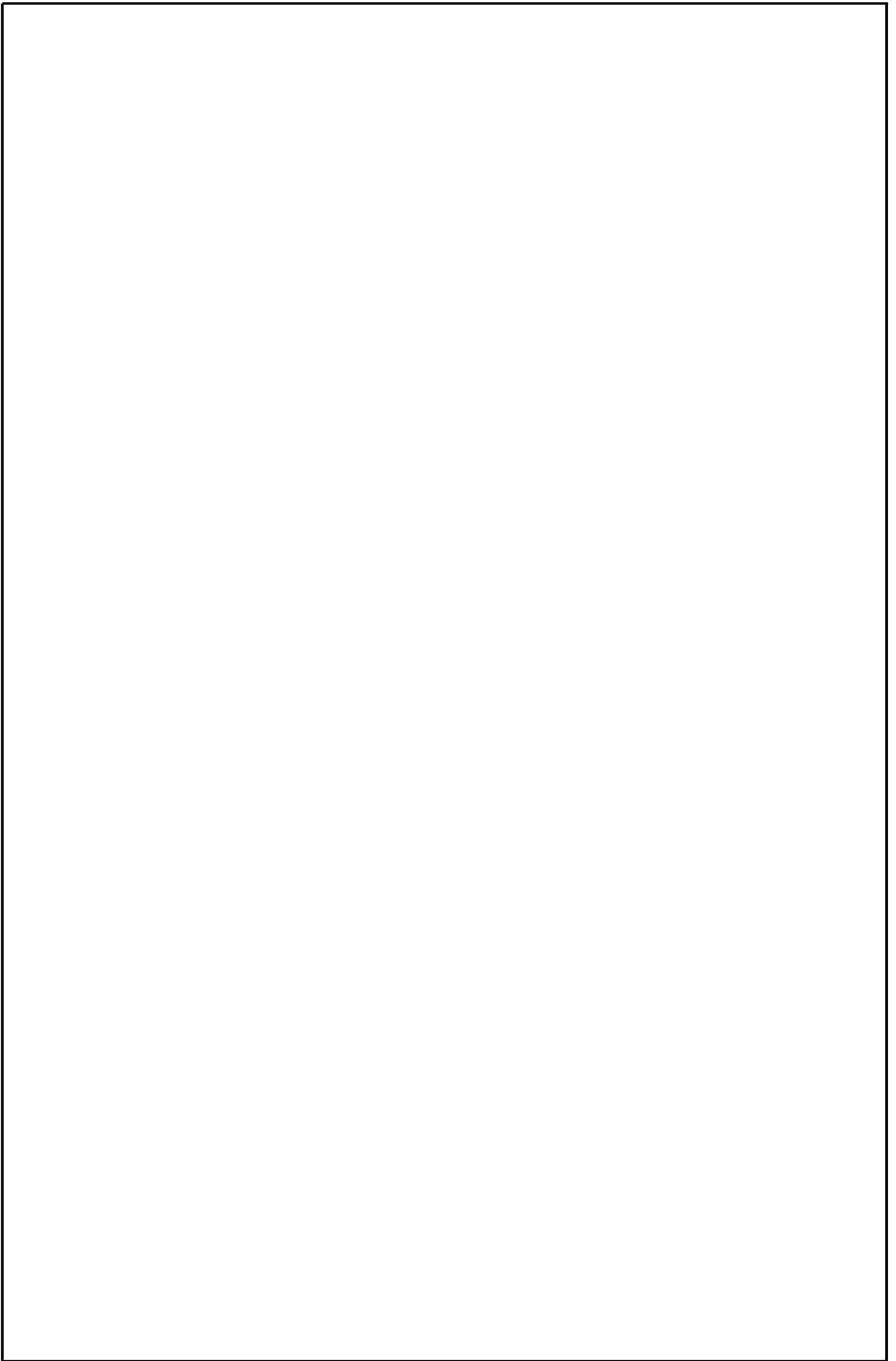
**КОНТРОЛЛЕР ЛОГИЧЕСКИЙ
ПРОГРАММИРУЕМЫЙ
ПЛК3000**

Руководство по эксплуатации

КРАУЗ.035.004 РЭ

Инв. 140917/1

Саратов
2015



Содержание

1	Описание и работа контроллера	6
1.1	Назначение	6
1.2	Общие сведения	7
1.3	Состав контроллера	11
1.4	Метрологические характеристики	15
1.5	Устройство и работа	19
1.6	Средства измерения, инструмент и принадлежности	23
1.7	Маркировка	24
1.8	Упаковка	24
2	Описание и работа составных частей контроллера	25
2.1	Каркас CR-2000	25
2.2	Модуль центрального процессора CPU	26
2.3	Интерфейсный модуль ИМ (ИМ)	41
2.4	Модуль аналогового ввода - вывода АЮ-8	43
2.5	Модуль дискретного ввода - вывода DЮ-16	52
2.6	Модуль ввода частотных сигналов DИ12-24-F	63
2.7	Модуль аналогового ввода АИТ-12	71
2.8	Модуль аналогового ввода АИ32-24	81
2.9	Модуль коммутации последовательных портов RS-232/RS-485 RSSW-8	91
2.10	Модуль FAST ETHERNET коммутатора ESW-6C2F	97
2.11	Модуль дискретного ввода DИ32-24	102
2.12	Модуль дискретного ввода DИ48-24	113
2.13	Модуль аналогового ввода АИ16-Ю	123
2.14	Модуль аналогового вывода АО12-Ю	133
2.15	Модуль аналогового ввода АИ6-SOU	141
2.16	Модуль аналогового ввода - вывода АИ6О6-Ю-Hart	148

3	Использование по назначению.....	160
3.1	Эксплуатационные ограничения.....	160
3.2	Использование изделия.....	160
4	Техническое обслуживание.....	169
4.1	Общие указания.....	169
4.2	Меры безопасности.....	169
4.3	Регулирование и испытание.....	169
5	Текущий ремонт.....	170
6	Импортирование и хранение.....	171
7	Приложение А (обязательное) Карта заказа.....	172
	Список принятых сокращений и обозначений.....	176

ООО «НПФ «Вымпел»
Российская Федерация
410002, Саратовская обл.,
Саратов, ул. Московская, 66

Почтовый адрес:
Российская Федерация
410031, Саратов, а/я 401
Тел./факс (8452) 278-005, 740-285,
740-471, 740-479
e-mail npfvympe@nprovympe.ru
www.nprovympe.ru

ООО «ТК Вымпел»
Российская Федерация
119121, Москва,
Первый Вражский пер., 4
Тел./факс (495) 933-29-39, 935-72-08
e-mail info@provympe.ru

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с принципом действия и техническими характеристиками контроллера логического программируемого ПЛК3000 КРАУ3.035.004 (далее – ПЛК3000, контроллер).

Программируемый логический контроллер ПЛК3000 предназначен для сбора, обработки информации и управления объектами при построении как локальных, так и распределенных систем автоматизации технологических процессов различного уровня сложности (в том числе при построении систем противоаварийной защиты). Контроллер может применяться на опасных производственных объектах нефтяной и газовой промышленности, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств, подземных хранилищ газа, магистральных трубопроводов, сетей газораспределения и газопотребления.

Контроллер построен по модульному принципу. В его состав входят базовые модули (процессорный и интерфейсный) и модули расширения (модули ввода-вывода, коммуникационные модули). Контроллер и модули, входящие в его состав, относятся к приборам контроля и регулирования технологических процессов по ГОСТ Р 52931-2008 и к программируемым контроллерам по ГОСТ Р 51841-2001.

Настоящее руководство предназначено для эксплуатационного персонала и инженеров-проектировщиков АСУ ТП.

1 Описание и работа контроллера

1.1 Назначение

1.1.1 Программируемый логический контроллер ПЛК3000 предназначен для построения управляющих и информационных систем автоматизации технологических процессов различного уровня сложности, включающих в себя системы блокировок и противоаварийной защиты.

Контроллер используется для сбора, обработки информации и управления объектами в схемах локального управления или в составе распределенных систем управления: агрегатная автоматика, контролируемые пункты телемеханики, цеховая автоматизация на производствах с непрерывным и периодическим производственным циклом.

Крейтовая конструкция контроллера позволяет:

- встраивать его в стандартные электротехнические шкафы или другое монтажное оборудование (контроллер выполнен в конструктиве, основанном на конструктиве «Евромеханика» размера 6U);
- встраивать в малогабаритные невентилируемые шкафы;
- проектировать различные конфигурации контроллера — выбирать различные типы модулей ввода-вывода и их количество;
- проектировать контроллеры, состоящие от одного до трех крейтов (всего до 39 модулей, включая модуль центрального процессора и интерфейсные модули).

Области применения контроллера: АСУ ТП высокой и средней сложности предприятий различных отраслей (энергетические, химические, нефте- и газодобывающие и перерабатывающие и т.п.).

1.1.2 Основные особенности контроллера:

- построение контроллера, состоящего из одного, двух, трех крейтов (всего до 36 модулей расширения – устройств связи с объектом (УСО) с максимальным количеством 1726 дискретных каналов ввода-вывода или 864 аналоговых канала ввода-вывода);
- специальное исполнение контроллера для ответственных применений с резервированием процессорного модуля контроллера и его внешних и внутренних каналов связи;
- специальное исполнение с полным резервированием всех модулей контроллера путем дублирования для использования в системах противоаварийной защиты;
- многофункциональные каналы (как входы так и выходы) на модулях ввода-вывода;
- широкие коммуникационные возможности – в состав контроллера может входить до 100 интерфейсов RS-232/RS-485;
- наличие двух Fast Ethernet портов 10/100BASE-TX на центральном процессоре. Входящий в состав контроллера Fast Ethernet коммутатор с поддержкой портов 10/100BASE-TX и портов 100BASE-FX для подключения к оптическим сетям Ethernet;
- индивидуальная гальваническая изоляция всех каналов ввода-вывода (дискретных и аналоговых);
- высокая точность измерения сигналов датчиков;
- возможность питания датчиков с интерфейсом «токовая петля» непосредственно от модулей контроллера;
- развитая система диагностики;
- развитые средства конфигурирования модулей расширения и ресурсов модуля

ЦП;

– широкие возможности энергосбережения.

Контроллер ПЛК3000 предоставляет разработчику АСУ ТП возможность создания, загрузки и отладки прикладных программ, используя языки технологического программирования в соответствии с международным стандартом IEC 61131-3.

Базовой системой программирования контроллера является система ISaGRAF, однако это не исключает возможности разработки прикладных программ на классических языках программирования C/C++. При разработке на языках C/C++ развитый программный интерфейс пользователя позволяет задействовать всю доступную функциональность с минимальными временными задержками.

Загрузка подготовленных прикладных программ в память контроллера для отладки и выполнения может проводиться по последовательным интерфейсам (RS-232), по сети Ethernet, используя протокол TCP/IP, или по беспроводному интерфейсу Wi-Fi.

В ПЛК3000, благодаря высокопроизводительному центральному процессору и оптимальной архитектуре аппаратуры и системного программного обеспечения, достигается малое время пересчета технологических алгоритмов и высокая скорость реакции на внешние события.

Основой исполнительной системы является системное программное обеспечение (СПО), обеспечивающее доступ ко всем ресурсам контроллера и эффективное выполнение прикладной программы пользователя.

Для локальной и удаленной диагностики состояния контроллера, для проведения отладочных и пусконаладочных работ системное программное обеспечение имеет удобное встроенное средство конфигурирования и тестирования состояния ресурсов контроллера, основанное на интерфейсе «командной строки». Доступ к интерфейсу «командной строки» можно получить по всем приведенным выше интерфейсам связи.

1.2 Общие сведения

1.2.1 ПЛК3000 представляет собой технологический контроллер, предназначенный для применения в АСУ ТП различного масштаба с повышенными требованиями к быстродействию и надежности функционирования, в том числе в системах блокировок, противоаварийных защит, системах агрегатной и цеховой автоматизации.

В состав контроллера могут входить крейты с различным количеством установочных мест для модулей расширения (от 3 до 12). Кроме установочных мест для модулей расширения в каждом крейте зарезервировано одно специализированное место (крайнее левое), куда устанавливается только модуль центрального процессора или интерфейсный модуль. Установочные места для модулей расширения – универсальные, модули расширения устанавливаются в них в любом порядке.

Контроллер может состоять из одного, двух или трех крейтов. В контроллер стандартной конфигурации входит один модуль центрального процессора и может устанавливаться до 36 модулей расширения ввода-вывода, или одновременно до 12 модулей расширения связи и 24 модулей расширения ввода-вывода.

В один из крейтов, входящих в состав контроллера стандартного исполнения, должен быть установлен модуль центрального процессора. Такой крейт обозначается как основной. В остальные крейты (если они используются) на специализированное место устанавливаются интерфейсные модули, которые служат для обмена данными между модулями расширения в этих крейтах и МЦП. Эти крейты – дополнительные. Интерфейсные модули с модулем центрального процессора соединяются кабелями и обмениваются данными по собственному протоколу контроллера.

В исполнении для ответственных применений в состав контроллера входит два модуля центрального процессора, устанавливаемых в основной крейт. В дополнительные крейты устанавливается по два интерфейсных модуля. Каждый интерфейсный модуль связан со своим модулем центрального процессора. Максимальное количество дополнительных крейтов –

2 шт. Максимальное количество модулей расширения, устанавливаемых в один крейт контроллера для ответственных применений – 10 шт. Модули расширения связи могут быть установлены только в центральный крейт.

В исполнении с полным резервированием в состав контроллера входит двойной набор необходимых крейтов и модулей, полностью дублирующих друг друга. Соединение резервированных контроллеров производится через интерфейс Ethernet. Максимальное количество дополнительных крейтов – 2 шт. Максимальное количество модулей расширения, устанавливаемых в один крейт контроллера для ответственных применений – 12 шт. Модули расширения связи могут быть установлены только в центральные крейты контроллеров.

Контроллер поддерживает функцию автоопределения типа модулей. Это означает, что при установке в крейт модулей расширения, после включения питания ПО контроллера само определяет их типы. При замене модуля из состава ЗИП нет необходимости в повторной настройке под данное применение, настроенные параметры автоматически запишутся в новый модуль.

ПЛК3000 имеет развитые средства начальной и непрерывной диагностики. Диагностируются целостность настроечных данных и калибровочных коэффициентов в постоянной памяти модулей, диагностируется целостность данных и время обращения при обмене данными между модулями, количество циклов записи во Flash-память модуля, отслеживается температурный режим работы модуля и др. Диагностика внешних цепей включает контроль линий связи с датчиками на обрыв, контроль наличия выходного напряжения для дискретных выходов (при отключенном ключе), контроль выхода сигнала датчика за границы интервала для аналоговых входов. Кроме того, контролируется состояния каждого дискретного выхода (работоспособность ключа, обрыв), контролируется диапазон выходного сигнала для аналогового выхода.

Питание контроллера выполняется от источников питания с номинальным напряжением 24 В (амплитуда входного напряжения может меняться от 10 до 32 В), либо от сети АС 220 В, 50 Гц при применении внешнего источника питания из комплекта поставки. Для каждого крейта контроллера может использоваться свой источник или может быть использован один источник для нескольких крейтов.

ПЛК3000 используется, как правило, в шкафном исполнении, которое обеспечивает необходимую степень защиты по ГОСТ 14254-96 (уровень пыле- и брызгозащиты – IP54 и выше) и подключение внешних кабелей от датчиков или исполнительных устройств.

Подключение кабелей внешних датчиков или исполнительных устройств (объектовых кабелей) к каналам ввода-вывода, интерфейсам связи контроллера выполняется с лицевой стороны. Для подключения цепей ввода-вывода применяются разъемы типа RJ-21 (другие распространенные обозначения Telco, Amphenol) на 50 контактов. Внешние сигналы рекомендуется подключать через проходные клеммы (например: фирмы Phoenix Contact), устанавливаемые на DIN-рейку.

1.2.2 Основные параметры контроллера

Основные параметры контроллера приведены в таблице 1.1

Таблица 1.1 – Основные параметры контроллера

Наименование параметра	Значение
Типы каналов ввода-вывода	Аналоговые: - входы от 0 до 5 мА, от 4 до 20 мА, от 0 до 20 мА, от 0 до 10 В с функцией распознавания обрыва и замыкания линии – до 1296 шт. (при условии использования трех крейтов и максимального количества модулей с данным типом канала)

Наименование параметра	Значение
	<p>ввода-вывода) ;</p> <p>- выходы от 0 до 5 мА, от 4 до 20 мА, от 0 до 20 мА, от 0 до 10 В – до 864 шт. (при условии использования трех крейтов и максимального количества модулей с данным типом канала ввода- вывода);</p> <p>Дискретные:</p> <p>- “потенциальные” входы – до 1728 шт. (плюс 16 дискретных инициатив- ных для противоаварийной защиты), при условии использования трех крейтов и максимального количества модулей с дан- ным типом канала ввода-вывода;</p> <p>- входы типа “сухой контакт” – до 576 шт. (при условии использования трех крейтов и максимального количества мо- дулей с данным типом канала ввода- вывода)</p> <p>- выходы типа “транзисторный ключ” – до 584 шт. (при условии использо- вания трех крейтов и максимального коли- чества модулей с данным типом канала ввода-вывода)</p> <p>- выходы типа “реле” – до 864 шт. (при условии использования трех крейтов и максимального количества модулей с данным типом канала ввода-вывода)</p>
Коммуникационные порты/интерфейсы	<p>Типы интерфейсов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - RS-485 – до 100 шт.; - RS-232 – до 100 шт.; - Fast Ethernet 10/100BASE-TX - не менее 2 шт. (определяется количеством установленных Ethernet коммутаторов); - Fast Ethernet 100BASE-FX – определяется количеством установленных Ethernet коммутаторов; - 802.11b/g Wi-Fi (только для связи с управляющим ПК пользователя при отладке или настройке) – 1 шт
Варианты исполнения контроллера по типу резервирования	<ul style="list-style-type: none"> – Без резервирования; – Резервирование модуля центрального процессора; – Полное резервирование модулей контроллера
Максимальные габаритные размеры (для одного крейта), мм, не более	485x266x200

Наименование параметра	Значение
Максимальная масса одного крейта, кг, не более	16
Допустимый диапазон входного напряжения питания постоянного тока (без внешнего источника питания от сети 220 В), В	DC от 10 до 32
Допустимый диапазон входного напряжения питания переменного тока при использовании внешнего источника питания от сети 220 В (определяется параметрами источника питания), В	АС от 100 до 240
Допустимый диапазон частоты входного напряжения питания переменного тока при использовании внешнего источника питания от сети 220 В (определяется параметрами источника питания), Гц	От 47 до 63
Максимальная потребляемая мощность	Определяется режимом работы и типами установленных модулей
Диапазон рабочих температур, °С	От минус 40 до плюс 60, опционально от минус 61 до плюс 60
Температура транспортирования /хранения, °С	От минус 61 до плюс 60
Относительная влажность, (при температуре плюс 25 °С), %	От 5 до 95 без конденсации влаги
Атмосферное давление, кПа	От 84 до 106,7
Устойчивость к воздействию синусоидальных вибраций высокой частоты	N2 (по ГОСТ Р 52931-2008)

При поставке ПЛК3000 может комплектоваться внешними источниками питания следующих типов (в зависимости от потребляемой мощности): LWN2660-6E -125 Вт, LWN1601-6E – 250 Вт, DPP240-24-1 – 240 Вт, DRA240-24A – 240 Вт, WDR-240-24 – 240 Вт.

1.2.3 Электромагнитная совместимость

1.2.3.1 По уровню эмиссии промышленных радиопомех (ИРП) согласно ГОСТ Р 51318.22 (раздел 4) контроллер относится к классу А.

1.2.3.2 Уровень эмиссии кондуктивных ИРП не превышает норм, установленных в ГОСТ Р 1318.22 (раздел 5), для оборудования класса А. Уровень эмиссии излучаемых ИРП не превышает норм, установленных в разделе 6, для оборудования класса А.

1.2.3.3 Устройство устойчиво функционирует при воздействии на него электростатических разрядов (ЭСР) согласно ГОСТ 30804.4.2–2013 (раздел 5).

1.2.3.4 Устройство устойчиво функционирует при воздействии на него радиочастотного электромагнитного поля согласно ГОСТ Р 51317.4.3 – 2006 (раздел 5) при степени жесткости испытаний 3.

1.2.3.5 Устройство устойчиво функционирует при воздействии на него наносекундных импульсных помех согласно ГОСТ Р 51317.4.4 – 99 (раздел 5).

1.2.3.6 Устройство устойчиво функционирует при воздействии на него микросекундных импульсных помех большой энергии согласно ГОСТ Р 51317.4.5 – 99 (раздел 5).

1.2.3.7 Устройство устойчиво функционирует при воздействии на него электромагнитных помех согласно ГОСТ Р 51318.22 – 99.

1.3 Состав контроллера

1.3.1 В состав контроллера входят: модуль центрального процессора, интерфейсный модуль, модули расширения ввода-вывода, модули расширения связи, крейты.

Конструкция контроллера ПЛК3000 построена на основе стандарта Евромеханика 19'' размер 6U. Модули выполнены в формате E3(233,35x160 мм).

Контроллер предназначен для установки в электротехнические или монтажные шкафы. Степень защиты по ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) для контроллера IP20.

Состав входящих в контроллер устройств приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Состав входящих в контроллер устройств

Обозначение устройства	Наименование устройства	Условное обозначение
Базовые модули		
КРАУ5.103.052	Модуль центрального процессора МЦП (CPU)	CPU
КРАУ4.883.309	Интерфейсный модуль ИМ (IM)	IM
Модули расширения связи		
КРАУ4.883.313	Модуль коммутации последовательных портов RS-232/RS-485 МКПП-8 (RSSW-8)	RSSW-8
КРАУ4.883.312	Модуль Fast Ethernet коммутатора МКЕ-6М20 (ESW-6C2F)	ESW-6C2F

Обозначение устройства	Наименование устройства	Условное обозначение
Дополнительные устройства		
КРАУ5.422.007	Крейт КР2012	CR-2012
КРАУ5.422.008	Крейт КР2009	CR-2009
КРАУ5.422.009	Крейт КР2007	CR-2007
КРАУ5.422.010	Крейт КР2005	CR-2005
КРАУ5.422.011	Крейт КР2003	CR-2003
КРАУ5.422.107	Крейт КР2010	CR-2010-D
КРАУ5.422.108	Крейт КР2007	CR-2007-D
КРАУ5.422.109	Крейт КР2005	CR-2005-D
КРАУ5.422.110	Крейт КР2003	CR-2003-D
Модули расширения ввода-вывода		
КРАУ4.883.310	Модуль дискретного ввода-вывода МДВВ-16 (DIO-16)	DIO-16
КРАУ4.883.311	Модуль аналогового ввода-вывода МАВВ-8 (AIO-8)	AIO-8
КРАУ4.883.364	Модуль ввода аналоговых сигналов AI32-24	AI32-24
КРАУ4.883.382	Модуль вывода дискретных сигналов DO16-24AD	DO16-24AD
КРАУ4.883.383	Модуль вывода дискретных сигналов DO24-24AD	DO24-24AD
КРАУ4.883.384	Модуль вывода дискретных сигналов DO32-24AD	DO32-24AD
КРАУ4.883.368	Модуль ввода частотных сигналов DI12-24-F	DI12-24-F
КРАУ4.883.375	Модуль ввода дискретных сигналов DI32-24	DI32-24
КРАУ4.883.385	Модуль вывода дискретных сигналов DO48-24AD	DO48-24AD
КРАУ4.883.386	Модуль вывода дискретных сигналов DO8-110DC-PWR	DO8-110DC-PWR
КРАУ4.883.387	Модуль вывода дискретных сигналов DO16-220AD	DO16-220AD
КРАУ4.883.388	Модуль вывода дискретных сигналов DO16-220AC	DO16-220AC
КРАУ4.883.389	Модуль вывода дискретных сигналов DO16-220DC	DO16-220DC
КРАУ4.883.390	Модуль ввода дискретных сигналов DI48-24	DI48-24
КРАУ4.883.391	Модуль ввода дискретных сигналов DI24-220	DI24-220
КРАУ4.883.392	Модуль ввода аналоговых сигналов AI16-IU	AI16-IU

Обозначение устройства	Наименование устройства	Условное обозначение
КРАУ4.883.393	Модуль вывода аналоговых сигналов АО12-IU	АО12-IU
КРАУ4.883.394	Модуль ввода/вывода аналоговых сигналов AI6O6-IU-Hart	AI6O6-IU-Hart
КРАУ4.883.436	Контроллер системы обнаружения утечек, модель СОУ	AI6-SOU
КРАУ5.103.060	Модуль ввода аналоговых сигналов АIT-12	АIT-12

Описание входящих в контроллер устройств, приведено в таблицах 1.3.

Таблица 1.3

Условное обозначение	Описание и краткие технические характеристики
CPU	Модуль центрального процессора. Включает в себя интерфейсный модуль ИМ с установленной на нем мезонинной платой МПП-287 (КРАУ4.883.308)
IM	Интерфейсный модуль
RSSW-8	Модуль коммутации последовательных портов RS-232/RS-485
ESW-6C2F	Модуль Fast Ethernet коммутатора на 6 «медных» портов 10/100BASE-TX и 2 «оптических» порта 100BASE-FX
CR-2012	Крейт на одно посадочное место для центральных модулей и 12 посадочных мест для модулей расширения с установленной кросс-платой
CR-2009	Крейт на одно посадочное место для центральных модулей и девять посадочных мест для модулей расширения с установленной кросс-платой
CR-2007	Крейт на одно посадочное место для центральных модулей и семь посадочных мест для модулей расширения с установленной кросс-платой
CR-2005	Крейт на одно посадочное место для центральных модулей и пять посадочных мест для модулей расширения с установленной кросс-платой
CR-2003	Крейт на одно посадочное место для центральных модулей и три посадочных места для модулей расширения с установленной кросс-платой
DIO-16	Модуль содержит 16 каналов дискретного ввода-вывода. Два счетчика импульсов, настраиваемых на любой из каналов ввода. Индивидуальная гальваническая развязка каждого канала. Тип выхода — полупроводник. Типы входов — «потенциальный» и «сухой контакт» с питанием от модуля
AIO-8	Модуль содержит 8 аналоговых входных каналов и 8 аналоговых выходных каналов. Индивидуальная гальваническая развязка каждого канала. Диапазон измерения от 4 до 20 мА
DO16-24AD	Модуль содержит 16 дискретных выходных каналов. Индивидуальная гальваническая развязка каждого канала. Тип выхода — электромеханическое реле. Коммутируемый ток — до 2 А (30 В AC\DC)

Условное обозначение	Описание и краткие технические характеристики
DO24-24AD*	Модуль содержит 24 дискретных выходных канала. Индивидуальная гальваническая развязка. Тип выхода — полупроводник. Коммутируемый ток — до 2 А (30 В AC\DC)
DO32-24AD	Модуль содержит 32 дискретных выходных канала. Гальваническая развязка 8 групп по 4 выхода. Тип выхода — полупроводник. Коммутируемый ток — до 0,5 А (30 В AC\DC)
DO48-24AD*	Модуль содержит 48 дискретных выходных каналов. Гальваническая развязка 2 группы по 24 выхода. Тип выхода — полупроводник. Коммутируемый ток — до 0,1 А (30 В AC\DC)
DO8-110DC-PWR*	Модуль содержит 8 дискретных силовых выходных каналов. Гальваническая развязка 2 группы по 4 выхода с внутренним питанием каждой группы 110 В. С ограничением выходной мощности на каждую группу 30 Вт
DO16-220AD*	Модуль содержит 16 дискретных выходных каналов. Индивидуальная гальваническая развязка по каждому каналу. Тип выхода — электромеханическое реле. Коммутируемый ток: до 2 А (220 В AC) до 0,28А (220 В DC)
DO16-220AC*	Модуль содержит 16 дискретных выходных каналов. Индивидуальная гальваническая развязка. Тип выхода — полупроводник. Коммутируемый ток: до 2 А (220 В AC)
DO16-220DC*	Модуль содержит 16 дискретных выходных каналов. Индивидуальная гальваническая развязка по каждому каналу. Тип выхода — полупроводник. Коммутируемый ток: до 1 А (220 В DC)
DI32-24	Модуль содержит 32 дискретных входных канала. Гальваническая развязка 8 групп по 4 входа. 24 В AC\DC, 10mA. Счетчики до 12 кГц по 8 каналам
DI48-24*	Модуль содержит 48 дискретных входных каналов. Гальваническая развязка группы входов от шины питания контроллера и заземления. 24 В AC\DC, 10mA. Счетчики до 12 кГц по 8 каналам
DI12-24-F	Модуль содержит 12 быстрых счетчиков. Диапазон измерения частоты — от 0,5 до 100 000 Гц
DI24-220*	Модуль содержит 24 дискретных входных канала. Индивидуальная гальваническая развязка. 220В AC\DC, 10mA
AI16-IU*	Модуль содержит 16 аналоговых входных каналов. Индивидуальная гальваническая развязка по каждому каналу. Диапазоны измерения: от 0 до 5 мА; от 0 до 20 мА; от 4 до 20 мА; от 0 до 5 В; от 0 до 10 В; от минус 5 до плюс 5 В; от минус 10 до плюс 10 В

Условное обозначение	Описание и краткие технические характеристики
AI32-24	<p>Модуль содержит 32 аналоговых входных каналов с индивидуальной гальванической развязкой.</p> <p>Гальваническая развязка 4 группы по 8 входов</p> <p>Диапазоны измерения: от 0 до 5 мА; от 0 до 20 мА; от 4 до 20 мА</p>
AO12-IU*	<p>Модуль содержит 12 каналов вывода сигналов постоянного тока и напряжения постоянного тока.</p> <p>Индивидуальная гальваническая развязка по каждому каналу. Диапазоны: от 0 до 5 мА; от 0 до 20 мА; от 4 до 20 мА; от 0 до 5 В; от 0 до 10 В</p>
AI6O6-IU-Hart*	<p>Модуль содержит 6 каналов ввода и вывода аналоговых сигналов постоянного тока и напряжения постоянного тока. Поддерживает передачу данных по протоколу Hart. Индивидуальная гальваническая развязка по каждому каналу. Диапазоны: от 0 до 5 мА; от 0 до 20 мА; от 4 до 20 мА; от 0 до 25 мА; от минус 5 до плюс 5 В; от минус 10 до плюс 10 В</p>
AIT12	<p>Модуль содержит 12 каналов ввода аналоговых сигналов постоянного тока, напряжения постоянного тока, сигналов от термометров сопротивления и термопар.</p> <p>Индивидуальная гальваническая развязка по каждому каналу. Диапазоны: от 0 до 5 мА; от 0 до 20 мА; от 0 до 5 мА; от 0 до 10 мВ; от 0 до 50 мВ; от 0 до 100 мВ; от 0 до 500 мВ; от минус 10 до плюс 10 мВ; от минус 50 до плюс 50 мВ; от минус 100 до плюс 100 мВ; от минус 500 до плюс 500 мВ; от 0 до 5 В; от 0 до 10 В; от минус 5 до плюс 5 В; от минус 10 до плюс 10 В.</p> <p>Типы датчиков: термопреобразователи сопротивления (согласно ГОСТ 6651); термопары (согласно ГОСТ Р 8.585-2001)</p>
AI6_SOU	<p>Модуль содержит 6 каналов ввода аналоговых сигналов постоянного тока. Предназначен для использования в системе обнаружения утечек. Диапазон измерения: от 4 до 20 мА. Встроенные алгоритмы обнаружения волн давления в трубопроводе и определения их направления</p>
* Модули доступны к заказу с ноября 2015г.	

1.4 Метрологические характеристики

1.4.1 Основные метрологические характеристики контроллера ПЛК3000 представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Основные метрологические характеристики контроллеров ПЛК3000

Тип модуля	Диапазон входных сигналов	Диапазон выходных сигналов	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности	Примечание
Модули ввода аналоговых сигналов					
AI32-24	От 0 до 5 мА	16 бит	$\pm 0,1 \%^{1)}$	$\pm 0,00125 \%/^{\circ}\text{C}$	-
	от 0 до 20 мА				
	от 4 до 20 мА		$\pm 0,05 \%$	$\pm 0,000625 \%/^{\circ}\text{C}$	
AI16-IU	От 0 до 5 мА	16 бит	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,00125 \%/^{\circ}\text{C}$	$R_{\text{вх}} = 250 \text{ Ом}$
	от 0 до 20 мА				
	от 4 до 20 мА				
	от 0 до 5 В		$\pm 0,05 \%$	$\pm 0,000625 \%/^{\circ}\text{C}$	$R_{\text{вх}} \geq 100 \text{ КОм}$
	от 0 до 10 В				
	от минус 5 до плюс 5 В				
	от минус 10 до плюс 10 В				
AIТ-12	От 0 до 5 мА	16 бит	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,00125 \%/^{\circ}\text{C}$	-
	от 0 до 20 мА				
	от 0 до 5 мА				
	от 0 до 10 мВ	16 бит	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,00125 \%/^{\circ}\text{C}$	-
	от 0 до 50 мВ				
	от 0 до 100 мВ				
	от 0 до 500 мВ				

Тип модуля	Диапазон входных сигналов	Диапазон выходных сигналов	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности	Примечание
АИТ-12	От минус 10 до плюс 10 мВ	16 бит	±0,1 %	±0,00125 %/°C	-
	от минус 50 до плюс 50 мВ				
	от минус 100 до плюс 100 мВ				
	от минус 500 до плюс 500 мВ				
	От 0 до 5 В	16 бит	±0,1 %	±0,00125 %/°C	-
	от 0 до 10 В				
	от минус 5 до плюс 5 В				
	от минус 10 до плюс 10 В				
	Сигналы от ТС по ГОСТ 6651-2009 ²⁾ от 7,96 до 214,21 Ом	16 бит	± 0,5 °C	±0,00625 °C/°C	-
	Сигналы от термомпар по ГОСТ Р 8.585-2013 ³⁾	16 бит	±0,1 %	±0,00125 %/°C	-
АИ6-SOU	От 4 до 20 мА	24 бит	±0,1 %	±0,00125 %/°C	-
Модули вывода аналоговых сигналов					
АО12-IU	16 бит	От 0 до 5 мА	± 0,1 %	±0,00125 %/°C	-
		от 0 до 20 мА			
		от 4 до 20 мА			
		от 0 до 25 мА			
	от минус 5 до плюс 5 В	±0,05 %	±0,000625 %/°C	-	
	от минус 10 до плюс 10 В				
Модули ввода-вывода аналоговых сигналов					
АЮ-8	От 4 до 20 мА	16 бит	± 0,1 %	±0,00125 %/°C	-
	16 бит	от 4 до 20 мА			-

Тип модуля	Диапазон входных сигналов	Диапазон выходных сигналов	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности	Примечание
AI606- IU-Hart	От 0 до 5 мА	16 бит	±0,1 %	±0,00125 %/°C	R _{вх} = 250 Ом
	от 0 до 20 мА				
	от 4 до 20 мА				
	от 0 до 25 мА				
	от минус 5 до плюс 5 В				
	от минус 10 до плюс 10 В				
	16 бит	От 0 до 5 мА	±0,1 %	±0,00125 %/°C	-
		от 0 до 20 мА			
		от 4 до 20 мА			
		от 0 до 25 мА			
		от минус 5 до плюс 5 В			
		от минус 10 до плюс 10 В			
		±0,05 %	±0,000625 %/°C	Не менее 100 Ком	

Модули ввода дискретных сигналов в режиме измерения частоты

DI12- 24-F	Дискретный сигнал от 0,5 Гц до 100 кГц в режиме измерения частоты	32 бит	±0,005 %	±0,0000625 %/°C	-
	Дискретный сигнал от 0 до 100 кГц в режиме счетчика импульсов	32 бит	±1шт. на 10000 шт. импульсов	0 шт./°C	-
DI0-16 DI32-24 DI48-24	Дискретный сигнал от 0 до 12,5 кГц в режиме счетчика импульсов	32 бит	±1шт. на 10000 шт. импульсов	0 шт./°C	Минимальная длительность импульса 40 мкс

¹⁾ Здесь и далее процент от диапазона измерений.

²⁾ Сигналы от термопреобразователей сопротивления стандартных градуировок (по ГОСТ 6651-2009): ТСМ50М, W₁₀₀=1,4260; ТСМ50М, W₁₀₀=1,4280; ТСМ100М, W₁₀₀=1,4260; ТСМ100М, W₁₀₀=1,4280; ТСП50П, W₁₀₀=1,3910; ТСП50П, W₁₀₀=1,3850; ТСП100П, W₁₀₀=1,3910; ТСП100П, W₁₀₀=1,3850; ТСН 100Н, W=1,6170; (по ГОСТ 6651-78): ТСП46П, W₁₀₀=1,3910; ТСМ53М, W₁₀₀=1,4260.

³⁾ Сигналы от термопар ТВР (А-1), ТВР (А-2), ТВР (А-3), ТПР(В), ТПП(С), ТПП(Р), ТХА(К), ТХК(Л), ТХК(Е), ТМК(Т), ТЖК(Ј), ТНН(Н), ТМК(М)

Источники питания, процессоры, модули расширения связи и интерфейсные модули входящие в состав контроллеров, не являются измерительными компонентами и не требуют сертификата утверждения типа.

1.5 Устройство и работа

1.5.1 Общие принципы работы контроллера

1.5.1.1 Режимы работы контроллера

Режим работы контроллера определяется режимом работы модуля центрального процессора (МЦП). Более подробно о режимах работы МЦП в п. 2.3.4.1. Режимы работы перечислены в таблице 1.5

Таблица 1.5

Обозначение режима работы	Описание
PRG	Режим конфигурирования (технологическая программа остановлена)
WORK	Нормальный режим работы (технологическая программа работает)

1.5.1.2 Архитектура и функциональные особенности

Архитектура контроллера, состоящего из трех крейтов максимального размера, в исполнении без резервирования показана на рисунке 1.1.

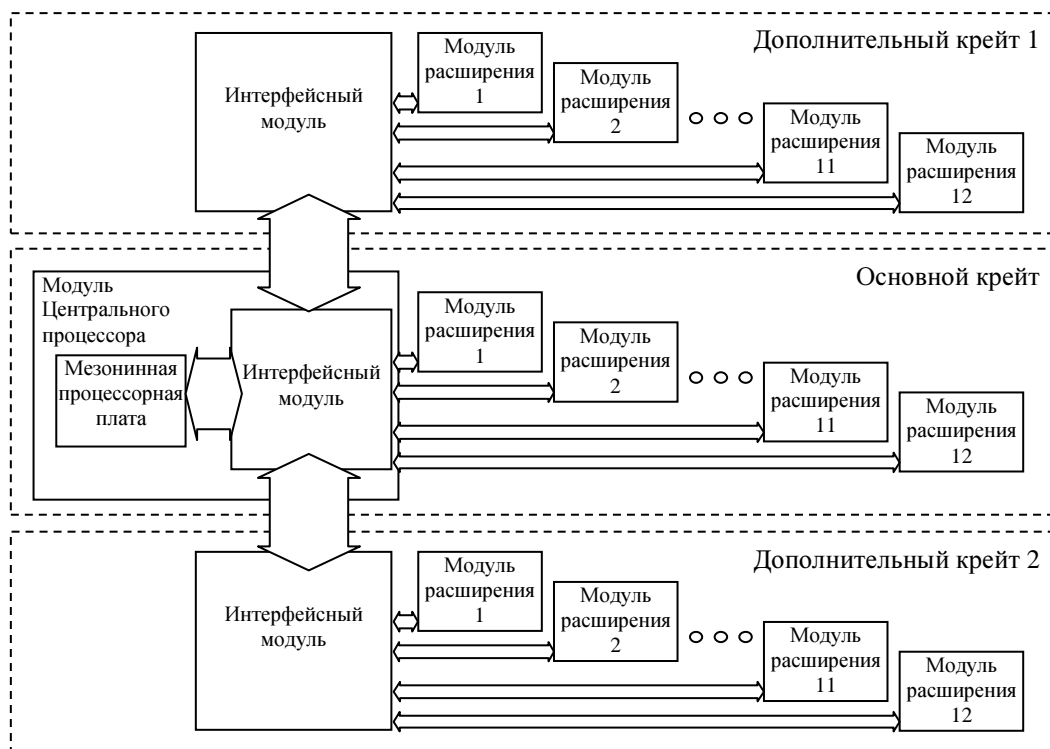


Рисунок 1.1 – Архитектура контроллера

Роль центра в структуре по передаче данных от модулей расширения центральному процессору и обратно выполняет интерфейсный модуль (в модуле центрального процессора он интегрирован).

Каждый модуль расширения связан с интерфейсным модулем по последовательной шине обмена информацией. Такая организация связи с модулями расширения позволяет повысить отказоустойчивость.

С другой стороны интерфейсный модуль связан высокоскоростным интерфейсом с центральным процессором (ЦП), расположенным на мезонинной процессорной плате.

Время обмена данными между модулями расширения и ЦП составляет менее 1 мс. Цикл обмена повторяется каждые 2 мс.

1.5.1.3 Определение времени цикла технологической программы

Под термином "цикл технологической программы" понимается та часть технологической программы контроллера, которая должна выполняться с заданной периодичностью один и более раз.

В большинстве задач АСУ ТП выход за отведенное циклу время считается ошибочной или аварийной ситуацией.

Ниже приведены общее описание поэтапной структуры цикла технологической программы и особенности архитектуры операционной системы устройства:

а) этапы цикла технологической программы:

в большинстве случаев цикл технологической программы состоит из следующих этапов:

- 1) чтение данных с используемых входов;
- 2) выполнение математических обработок данных;
- 3) подготовка данных для выходов;
- 4) выдача подготовленных данных на используемые выходы.

Даже если при разработке программы подобные этапы явно не выделяются, для дальнейшего рассмотрения удобно оперировать описанными понятиями. Кроме того, используемая в данном устройстве система программирования для инженерных языков IsaGRAF предполагает и строго определяет именно указанные выше этапы работы технологических циклов (или "ресурсов" в терминах IsaGRAF);

б) особенности архитектуры ОС устройства:

операционная система устройства является системой реального времени (RTOS). Это означает, что выход за отведенное время реакции системы на внешнее воздействие является аварийной ситуацией. Достигается подобное отделением обработчиков прерываний в контекст процессов, а их очередность выполнения определяется заданными приоритетами. Таким образом, при создании максимальной нагрузки на рабочую ОС (например совершение большого числа операций ввода-вывода) периодические процессы с высоким приоритетом (большим, чем приоритет нагрузочных операций ввода-вывода) будут вызваны в отведенный интервал времени с временем задержки, определяющим основную характеристику RTOS. Верно и обратное, выполнение процесса с низким приоритетом может быть отложено на достаточно длительное время, определяемое временем обработки процессов с более высокими приоритетами. Время задержки зависит от аппаратного обеспечения и реализации операционной системы. Для описываемого устройства задержка лежит в пределах до 50 мкс.

Грамотное использование приведенной информации позволяет при разработке технологических программ получить детерминированную систему с оптимальными временами выполнения.

1.5.1.4 Быстродействие контроллера:

а) «быстрый» ввод-вывод:

при использовании только дискретных сигналов МЦП минимальный цикл технологической программы 200 мкс. Возможное минимальное время реакции для задач «С» 150 мкс. Ресурсы с указанными временами цикла и реакции можно использовать при построении противоаварийных защит.

б) обычный цикл:

при использовании модулей расширения сигналов и коммуникационных модулей минимальный сокращенный цикл технологической программы (чтение входов или обновление выходов) 2 мс. Полный цикл технологической программы (чтение- обработка-запись) 4 мс. Возможное минимальное время реакции для всех типов задач 4 мс.

"Ресурсы" с сокращенным циклом позволяют:

- отслеживать максимально быстро изменения входных параметров: проводить вычисление скорости изменения, осуществлять фильтрацию и осреднение на уровне "ресурса";
- формировать на выходах детерминированные последовательности изменения сигналов с частотой до 500 Гц, например, ШИМ-управление.

"Ресурсы" с полным циклом позволяют решать весь спектр задач АСУ ТП.

1.5.1.5 Автоопределение типов модулей

Контроллер автоматически определяет тип установленного в корзину модуля при подаче питания на соответствующий слот. Данная информация также может быть получена в любой момент с помощью соответствующего программного интерфейса.

Кроме типа модуля, определяются его версии и базовые параметры (более подробно описано в документации программиста на модуль).

При разработке ПО для контроллера следует учитывать, что, в связи с возможностью размещения модулей расширения в любых установочных местах крейта, на используемом в программе месте теоретически может оказаться не то устройство, что ожидалось. В связи с этим, при программировании на языках С/С++ на этапе инициализации следует явно выполнять проверку на тип модуля в слоте. При программировании на инженерных языках такая проверка встроена в ПО низкого уровня.

1.5.1.6 Диагностика

В контроллере ПЛК3000 введена глубокая диагностика аппаратуры и исполнения программных ресурсов.

На всех модулях расширения выполняется следующая диагностика:

- контроль времени выполнения программы (механизм Watchdog);
- возможность определения и контроль температуры на модуле через заданные промежутки времени;
- постоянное определение качества связи по последовательному каналу связи (используется механизм подсчета контрольной суммы по алгоритму CRC16 при каждой передаче и приеме пакетов данных, позволяет обнаруживать как однобитные ошибки, так и многобитные ошибки в слове приблизительно в 99,998 % от всех возможных ошибок бит (IEC 61508-7));
- контроль остатка количества записей в EEPROM-память модуля;
- контроль версий встроенного ПО и ревизий печатных плат модулей;
- контроль времени обращения к модулю по интерфейсу связи;
- контроль обрыва линии связи с датчиками и исполнительными механизмами для модулей расширения ввода-вывода.

На модуле ЦП выполняется следующая диагностика ресурсов модуля ЦП и в целом ресурсов контроллера:

- контроль времени выполнения программы (механизм Watchdog);
- контроль обрыва сетевых интерфейсов;
- контроль запущенных процессов;
- контроль нахождения входного напряжения питания в разрешенном диапазоне от 10 до 32 В;
- контроль работы модулей расширения.

1.5.2 Расширение контроллера дополнительными крейтами

Контроллер можно расширять до трех крейтов. Крейты могут быть различных типов, отличающихся количеством установочных мест для модулей расширения (описание входящих в контроллер устройств приведено в таблицах 1.3 и 1.4).

Для расширения контроллера необходимо соединить модуль центрального процессора (МЦП) и интерфейсные модули (ИМ) в дополнительных крейтах кабелями расширения.

Кабели расширения подключаются в разъемы портов каскадирования «BUS1» и «BUS2» (рисунок 1.2), расположенные на лицевой панели МЦП и ИМ.

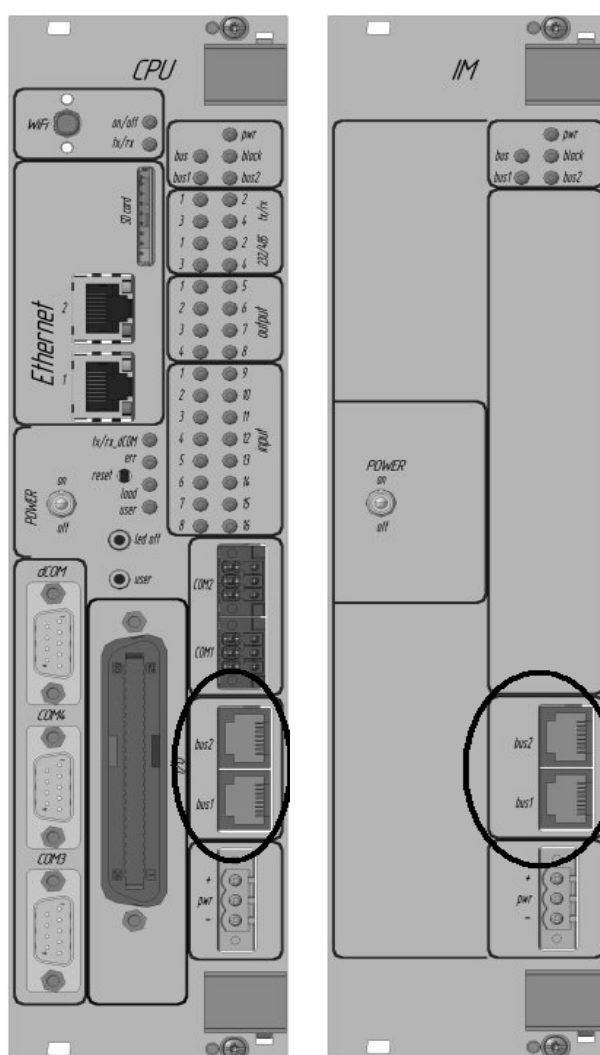


Рисунок 1.2 – Разъемы портов каскадирования

Для подключения одного дополнительного крейта к основному необходимо соединить между собой разъем «BUS1» на модуле центрального процессора и разъем «BUS2» на интерфейсном модуле в дополнительном крейте.

Для подключения второго дополнительного крейта необходимо соединить между собой разъем «BUS2» на модуле центрального процессора и разъем «BUS2» на интерфейсном модуле в дополнительном крейте.

Модуль центрального процессора постоянно контролирует наличие связи по каждому из интерфейсов. При выходе из строя кабеля расширения выходы на модулях в дополнительном крейте переходят в заранее заданное состояние.

1.5.3 Организация питания внутри контроллера

Питание контроллера – номинальное напряжение 24 В (диапазон от 10 до 32 В) постоянного тока от одного источника питания.

Подключение питания контроллера осуществляется через модуль центрального процессора в основном крейте или интерфейсный модуль в дополнительных. Эти модули в своем составе содержат цепи, обеспечивающие защиту от обратного подключения напряжения питания и защиту внутренних цепей контроллера от выхода напряжения питания за рабочий диапазон. От МЦП и ИМ питание раздается по кросс-плате крейта модулям расширения. С крейта на крейт питание не раздается.

Более подробно о подключении и расчете питания контроллера в п. 3.2.2.2.

1.6 Средства измерения, инструмент и принадлежности

1.6.1 Для проведения работ по техническому обслуживанию (проверке измерительных сигналов) необходимо иметь следующее или аналогичное оборудование:

– миллиамперметр постоянного тока с характеристиками по таблице 1.6;

Таблица 1.6

Диапазон измерений	Погрешность, не более ± (% от измерения + % от диапазона)
От 0 до 2 мА	0,076 ^{+0,050}
от 0 до 20 мА	0,075 ^{+0,006}
от 0 до 200 мА	0,081 ^{+0,005}

– калибратор сигналов с характеристиками по таблице 1.7.

Таблица 1.7

Диапазон формирования выходного сигнала	Погрешность, не более ± (% от уст. + смещение)
От 0 до 20 мА	0,014 ⁺⁹⁰⁰ нА

1.7 Маркировка

1.7.1 Все модули контроллера имеют маркировку типа модуля на верхней части лицевой панели, на печатной плате — серийный номер и клеймо ОТК. Каждый крейт контроллера на задней стороне имеет маркировку с заводским номером контроллера, заводским номером крейта.

1.8 Упаковка

1.8.1 Каждый крейт контроллера упаковывается в отдельную потребительскую тару. В качестве потребительской тары применяется коробка из гофрированного картона с вкладками. Порядок комплектования контроллера, количество и габаритные размеры грузовых мест, масса компонентов контроллера в потребительской таре, способ укладки, порядок размещения и крепления в таре, исключаящие смещение контроллеров внутри тары, соответствуют чертежам предприятия-изготовителя. Масса компонентов контроллера соответствует характеристикам, указанным в конструкторской документации.

2 Описание и работа составных частей контроллера

2.1 Каркас CR-2000

2.1.1 Каркас CR-2000 (далее – крейт) предназначен для установки модулей контроллера исполнений без резервирования и с полным резервированием модулей контроллера. В составе контроллера может быть от одного до трех крейтов. На крейте указан серийный номер контроллера (если в контроллере более одного крейта, то на всех крейтах указывается одинаковый серийный номер контроллера), тип крейта и его серийный номер.

Основой каркаса CR-2000 является пассивная печатная кросс-плата, содержащая разъемы для подключения модулей и проводники для их связи и не содержащая микросхем и других активных элементов.

Каркас выполнен на базе конструктива «Евромеханика». К боковым стенкам крейта могут крепиться уголки для крепления на стену или для установки в монтажную стойку. Задняя сторона крейта закрыта панелью из изоляционного материала для предотвращения замыкания контактов разъемов установочных мест.

Существует несколько типов крейта CR-2000, отличающихся количеством установочных мест для модулей расширения (типы перечислены в таблице 1.2).

В независимости от типа крейта в нем резервируется специализированное посадочное место для установки модуля центрального процессора, либо интерфейсного модуля. Специализированное место занимает крайнее левое положение в крейте и по размерам равно двум стандартным посадочным местам.

2.2 Каркас CR-2000-D

2.2.1 Каркас CR-2000-D предназначен для установки модулей контроллера исполнения с резервированием модуля центрального процессора. В составе контроллера может быть от одного до трех крейтов. На крейте указан серийный номер контроллера (если в контроллере более одного крейта, то на всех крейтах указывается одинаковый серийный номер контроллера), тип крейта и его серийный номер.

Основой каркаса CR-2000-D является пассивная печатная кросс-плата, содержащая разъемы для подключения модулей и проводники для их связи и не содержащая микросхем и других активных элементов.

Каркас выполнен на базе конструктива «Евромеханика». К боковым стенкам крейта могут крепиться уголки для крепления на стену или для установки в монтажную стойку. Задняя сторона крейта закрыта панелью из изоляционного материала для предотвращения замыкания контактов разъемов установочных мест.

Существует несколько типов крейта CR-2000-D, отличающихся количеством установочных мест для модулей расширения (типы перечислены в таблице 1.2).

В независимости от типа крейта в нем резервируется два специализированных посадочных места для установки модулей центрального процессора, либо интерфейсных модулей. Специализированные места занимают две крайних левых позиции в крейте. Каждое специализированное место по размерам равно двум стандартным посадочным местам.

2.3 Модуль центрального процессора CPU

2.3.1 Назначение

Модуль центрального процессора предназначен для использования в качестве центрального вычислительного устройства контроллера.

Для обмена информацией с внешними устройствами используются следующие коммуникационные интерфейсы:

- два интерфейса Fast Ethernet 10/100BASE-T («Ethernet 1,2»);
- четыре перенастраиваемых последовательных интерфейса RS-232/RS-485 («COM1», «COM2», «COM3», «COM4»), два из которых имеют полный набор сигналов RS-232;
- беспроводной интерфейс Wi-Fi – для подключения ПК для локального конфигурирования контроллера;
- отдельный отладочный последовательный порт RS-232 («dCOM») – для локальной настройки и отладки контроллера.

Прикладные программы загружаются во внутреннюю энергонезависимую память модуля, которая может быть расширена за счет установки карт типа SD.

Внешний вид модуля показан на рисунке 2.1.

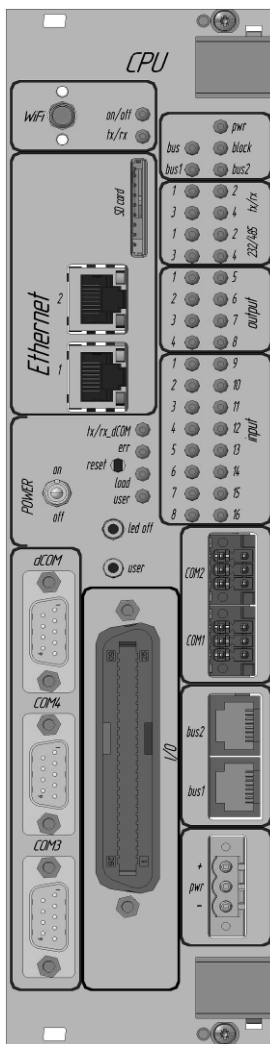


Рисунок 2.1 – Внешний вид модуля CPU

2.3.2 Состав модуля

Модуль занимает в крейте специализированное посадочное место и включает в себя следующие компоненты:

- плата-носитель с супервизором питания и узел управления последовательными интерфейсами коммуникации с модулями расширения в основном крейте и интерфейсами для подключения дополнительных крейтов (интегрированный интерфейсный модуль);
- мезонинная процессорная плата с центральным процессором и быстрыми цифровыми вводами/выводами.

На процессорной плате установлен модуль системного динамического ОЗУ объемом не менее 256 Мбайт типа mobile DDR, модуль энергонезависимой памяти объемом до 128Мбайт типа NAND, разъем для подключения внешней памяти типа SD.

2.3.3 Технические характеристики

Технические характеристики модуля приведены в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Технические характеристики модуля

Наименование характеристики	Значение
Общие технические характеристики	
Центральный процессор	ARM
Тактовая частота, МГц, макс.	До 454
ПЗУ	NAND Flash - 128 Мбайт (для хранения СПО и прикладных задач); F-RAM - 1 Мбит (энергонезависимая память с условно «бесконечным» количеством циклов записи/чтения, доступна пользователю). Слот для установки SD-карт (для хранения служебной информации, отчетов и т.п., доступна пользователю)
ОЗУ	mobile DDR - 256 Мбайт
Поддержка RTC	Литиевый элемент питания типа CR2430

Наименование характеристики	Значение
Коммуникационные интерфейсы	<ul style="list-style-type: none"> • RS-232 (отладочный) – 1 шт.; • Fast Ethernet 10/100Base-TX - 2 шт.; • неизолированные перенастраиваемые коммуникационные порты: <ol style="list-style-type: none"> 1) RS-485 (Полудуплекс. Набор сигналов: A, B, GND); 2) RS-232 (набор сигналов EIA RS-232-C: DCD, RXD, TXD, DTR, DSR, RTS, CTS, RI, GND) – 2 шт.; • изолированные перенастраиваемые коммуникационные порты: <ol style="list-style-type: none"> 1) RS-485 (Полудуплекс. Набор сигналов: A, B, GND) 2) RS-232 (Усеченный. Набор сигналов: RXD, TXD, GND) – 2 шт.; • интерфейс связи с основным/дополнительным крейтом (порт каскадирования) – 2 шт.; • 802.11b/g Wi-Fi – 1 шт.
Максимальная скорость передачи данных по одному последовательному порту связи RS-232/RS-485, бит/с	115200
Характеристики неизолированного последовательного порта RS-232/RS-485	
Чувствительность приемника RS-485 неизолированного порта связи, мВ	От минус 200 до минус 50
Минимальное входное сопротивление приемника RS-485 неизолированного порта связи, кОм	96
Минимальное выходное дифференциальное напряжение (между линиями А и В) передатчика RS-485 неизолированного порта связи, В	1,5
Максимальное выходное напряжение передатчика RS-485 неизолированного порта связи относительно общего провода (при сопротивлении нагрузки 54 Ом), В	3
Максимальный ток КЗ выхода RS-485 неизолированного порта связи, мА	250
Чувствительность приемника RS-485 изолированного порта связи, мВ	От минус 200 до минус 30
Минимальное входное сопротивление приемника RS-485 изолированного порта связи, кОм	96
Минимальное выходное дифференциальное напряжение (между линиями А и В) передатчика RS-485 изолированного порта связи, В	1,5
Максимальное выходное напряжение передатчика RS-485 изолированного порта связи относительно общего провода (при сопротивлении нагрузки 54 Ом), В	3

Наименование характеристики	Значение
Максимальный ток КЗ выхода RS-485 изолированного порта связи, мА	250
Диапазон входного напряжения неизолированного порта связи RS-232, В	±15
Минимальное пороговое напряжение перехода в логический «0» для входных сигналов RS-232 неизолированного порта связи, В	0,6
Максимальное пороговое напряжение перехода в логический «1» для входных сигналов RS-232 неизолированного порта связи, В	2,4
Максимальное входное сопротивление входа RS-232 неизолированного порта связи, кОм	7
Минимальный размах напряжения выходного сигнала RS-232 неизолированного порта связи, В	±5
Максимальный ток КЗ выходного сигнала RS-232 неизолированного порта связи, мА	±60
Характеристики изолированного последовательного порта RS-232/RS-485	
Диапазон входного напряжения изолированного порта связи RS-232, В	±30
Минимальное пороговое напряжение перехода в логический «0» для входных сигналов RS-232 изолированного порта связи, В	0,6
Максимальное пороговое напряжение перехода в логический «1» для входных сигналов RS-232 изолированного порта связи, В	2,4
Максимальное входное сопротивление входа RS-232 изолированного порта связи, кОм	7
Минимальный размах напряжения выходного сигнала RS-232 изолированного порта связи, В	±5
Максимальный ток КЗ выходного сигнала RS-232 неизолированного порта связи, мА	±12
Гальваническая развязка изолированных портов связи, кВ, не менее	1,5 (каждый порт отдельно)
Характеристика портов Fast Ethernet	
Поддерживаемый стандарт	10/100Base-TX
Скорость передачи данных по Ethernet	10/100 Мбит/с
Автоопределение типа кабеля	Auto MDI/MDIX
Характеристика «быстрых» дискретных входов и выходов	
Количество каналов (дискретный вход)	16
Количество каналов (дискретный выход)	8
Гальваническая развязка, кВ	1,5 каждый канал отдельно
Индикация	Состояние каждого входа/выхода

Наименование характеристики	Значение
«Потенциальный» вход	
Максимальное входное напряжение, В	Постоянное 30
Гарантированное напряжение логической “1” (состояние “Вкл”), В	Постоянное от 9 до 30
Гарантированное напряжение логического “0” (состояние “Выкл”), В	Постоянное от 0 до 5
Максимальный входной ток, мА	2,7
Фильтр на входе	От 0 до 50,8 мс (постоянное, программируется с временным шагом 0,2 мс)
Фильтр на входе	0 до 50,8 мс (постоянное, программируется с временным шагом 0,2 мс)
Счетчики	
Количество счетчиков	16
Входная частота в режиме счетчика («потенциальный» вход)	От 0 до 12,5 кГц, минимальная длительность импульса 40 мкс
Фильтр на счетном входе	От 0 до 12,8 мс (программируется с шагом 0,04 мс для входов сконфигурированных как счетчик)
Тип выхода	Постоянное напряжение Выход: транзисторный ключ
Выход «Транзисторный ключ»	
Выходное напряжение, В	Постоянное от 5 до 30 (подается извне)
Выходной ток, мА	Нагрузка по току не более 100 (резистивная нагрузка)
Максимальная частота выхода, Гц	1000
Состояние выходов при отказе МЦП	Конфигурируется по каждому выходу: «ВКЛ», «ВЫКЛ» или «последнее значение»

2.3.4 Устройство и работа

2.3.4.1 Режимы работы

Режим работы модуля центрального процессора определяет режим работы всего контроллера. Режимы работы перечислены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Режимы работы

Обозначение режима работы	Описание
Основные режимы	
«WORK»	Основной режим работы. В режиме «WORK» работает технологическая программа, работают все сконфигурированные службы, диагностика контроллера, служба автоопределения типов модулей
«PRG»	В режиме «PRG» выполняется конфигурирование ресурсов контроллера и параметров модулей. Диагностика не работает, служба автоопределения типов модулей не работает
Вспомогательные режимы	
«BLOCK»	Режим блокировки. Наступает по возникновению аварийного события. Технологическая программа работает, но выходы переводятся в заранее заданные состояния
«DEFAULT»	Вспомогательный режим «DEFAULT» предназначен для восстановления заводских установок МЦП (например, для восстановления забытого или неправильно установленного IP-адреса)

2.3.4.2 Последовательные порты

Последовательные порты модуля CPU расположены на плате-носителе. Функциональный блок, реализующий функцию коммуникации по последовательным портам, состоит из микроконтроллера с интегрированными последовательными асинхронными приемопередатчиками (UART). К каждому из UART подключены электронные компоненты, образующие канал связи и выполняющие функцию преобразования электрических уровней цифровых сигналов в уровни, необходимые для работы с интерфейсами RS-232 и RS-485, и обратно. На плате установлено четыре канала связи. Микроконтроллер подключен к интерфейсу связи с МЦП.

При приеме данных контроллером от внешних устройств по подключенным каналам связи они накапливаются, к ним добавляется служебная информация внутреннего протокола и, при запросе от МЦП, данные передаются центральному процессору для обработки.

При передаче данных внешнему устройству выполняется обратная операция – данные, поступившие по внутреннему интерфейсу связи, обрабатываются на основе служебной информации внутреннего протокола, а затем отправляются по соответствующему каналу связи.

Последовательные интерфейсы «COM1» и «COM2» включают в себя отдельную интегральную микросхему изолированного драйвера интерфейса RS-232 и отдельную интегральную микросхему изолированного драйвера интерфейса RS-485. Последовательные интерфейсы «COM3» и «COM4» не имеют гальванической изоляции и отдельных приемопередатчиков интерфейсов RS232/485, функции преобразования уровней интерфейсов интегрированы в одном приемопередатчике. Программа микроконтроллера может управлять включением питания на каждой из микросхем.

2.3.4.3 Дискретные входы и выходы

В каналы ввода-вывода входят электронные компоненты для подключения внешних сигналов и их преобразования в вид, необходимый для обработки «общей» частью, электронные компоненты, обеспечивающие гальваническую изоляцию, и компоненты, формирующие

питание «изолированной» части. Модуль CPU содержит 16 дискретных входов и восемь дискретных выходов.

Дискретный вход используется для ввода электрических сигналов постоянного тока с поддержкой функции контроля обрыва линии.

Для работы с такой цепью канал дискретного ввода имеет электрические цепи для распознавания трех состояний входного сигнала:

- отсутствие какого-либо входного сигнала (обрыв линии);
- логический «0» (дискретный выход разомкнут, ток входного сигнала ограничен сопротивлением включенного параллельно контактам резистора);
- логическая «1» (дискретный выход замкнут, ток входного сигнала не ограничен).

Вольтамперная характеристика (ВАХ) канала ввода для ввода сигналов постоянного тока изображена на рисунке 2.2. На ВАХ можно выделить пять участков: «а», «b», «с», «d», «е».

В случае работы без контроля обрыва линии устойчивое значение логического нуля определяется при значениях входного напряжения от 0 до 6,2 В (участки ВАХ «а», «b», «с»), устойчивое значение логической единицы – при значениях входного напряжения от 9 В до максимума (участок «е»). Участок ВАХ «d» - неопределенное состояние, в данном интервале определение состояния входа (логический «0» или «1» не гарантируется).

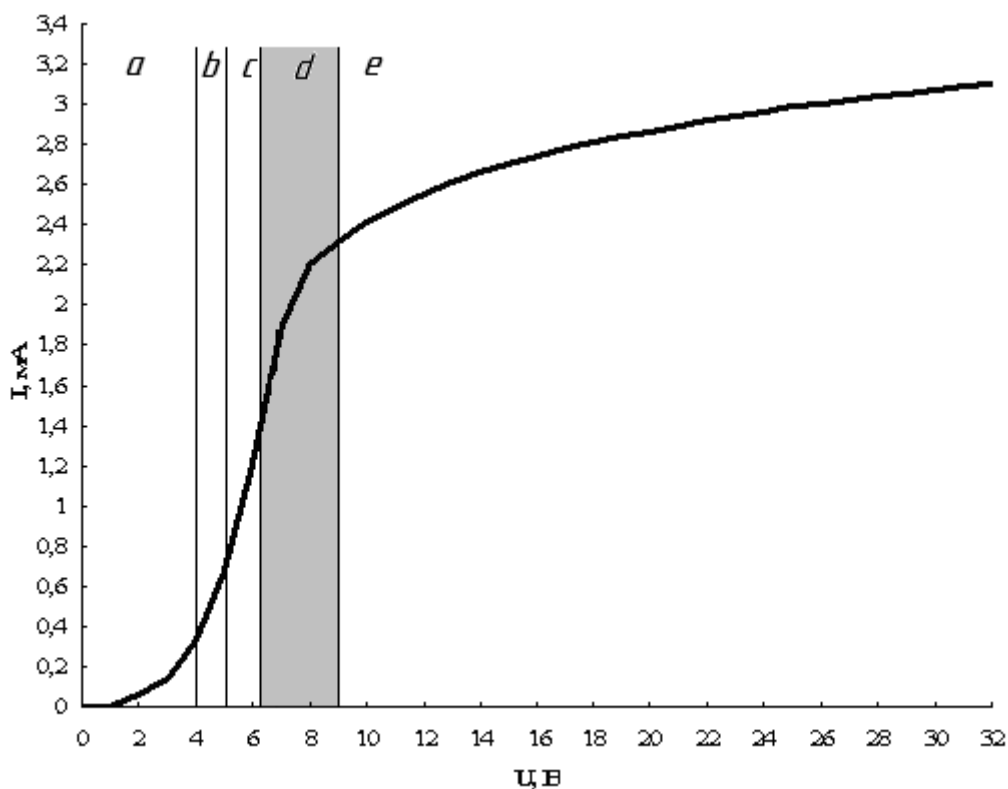


Рисунок 2.2

При использовании функции контроля обрыва линии каждому из участков ВАХ соответствует определенное логическое состояние входа:

- участок «а» - напряжение от 0 до 4 В (ток до 0,4 мА). В этом диапазоне гарантированно обнаруживается обрыв линии;
- участок «b» - напряжение от 4 до 5 В (ток от 0,4 до 0,6 мА). Неопределенное состояние входа. В этом диапазоне не гарантируется обнаружение обрыва линии и возможно распознавание логического «0». При включенной функции контроля обрыва линии необходимо исключить появление входных сигналов такого уровня;

- участок «с» - напряжение от 5 до 6,2 В (ток от 0,6 до 1 мА). В этом диапазоне гарантированно обнаруживается состояние логического «0». При включенной функции контроля обрыва, текущий по цепи ток должен лежать в данном диапазоне;
- участок «d» - напряжение от 6,2 до 9 В (ток от 1 до 2,3 мА) – участок неопределенного логического состояния (определение истинного логического уровня не гарантируется). Действительный порог переключения находится при значения близких к 7 В. Для исключения ложных срабатываний логической «1» необходимо исключить наличие напряжений на входе выше 6,5 В;
- участок «е» - напряжение от 9 до 30 В (ток от 2,3 до 3,1 мА). Значение входного тока мало зависит от напряжения, что позволяет избежать роста рассеиваемой мощности. В этом состоянии гарантированно обнаруживается состояние логической «1».

Каждый дискретный вход имеет индивидуальный импульсный фильтр (фильтр антидребезга), который позволяет пропускать дискретные сигналы, имеющие длительность больше заданного значения. Предельная длительность и шаг регулировки фильтра указаны в таблице 2.1 (при нулевом значении фильтр отключен).

Дискретный выход используется для коммутации электрических цепей постоянного тока с номинальным напряжением 24 В. Дискретный выход может использоваться для управления нагрузками с активным и реактивным характером сопротивления.

Дискретный выход реализован на базе N-канальных полевых транзисторов. Для данного режима работы используется встроенная цепь, обеспечивающая диагностику состояния выходного канала. При открывании ключа схема диагностики контролирует факт открывания ключа, при закрывании – соответственно то, что ключ закрыт.

Дискретные входы и выходы на модуле управляются непосредственно от ЦП, что обеспечивает высокую скорость обработки данных.

2.3.5 Индикация модуля

На лицевой панели модуля CPU расположены системные индикаторы «PWR» «Err», «Block», «Work», «Bus», «Bus1», «Bus2», «USER», «TX/RX1 – 4», «232/485_1 – 4», «output 1-8», «input 1-16», «wifi on/off», «wifi tx/rx», «tx/rx dCOM».

Индикатор «PWR» – цвет свечения зеленый, указывает на наличие питания крейта.

Индикатором «Err» управляет служба диагностики контроллера (т.е. суммарная ошибка по всему контроллеру). При наличии ошибки — мигает красным цветом, при отказе — горит красным цветом. Индицируются результаты тех компонентов диагностики, которые заданы при конфигурировании контроллера.

Индикатором «Block» управляет служба диагностики контроллера. Индицируются результаты перехода контроллера в режим блокировки. В этом режиме все входы выходы контроллера переводятся в заданное состояние. Цвет свечения красный – режим блокировка, не горит - режим «WORK».

Индикатором «Work» управляет служба диагностики контроллера (т.е. отсутствие ошибки по всему контроллеру). Совместно с индикатором «Err» определяет текущее состояние контроллера.

Индикаторы «Bus, Bus1, Bus2» индицируют наличие обмена контроллера по последовательным интерфейсам («Bus» – с модулями расширения в основном крейте, «Bus1» – обмен с дополнительным крейтом №1, «Bus2» – с дополнительным крейтом №2). Красный цвет индикатора передача данных, зеленый – прием.

Индикатор «USER» индицирует запрограммированное пользователем событие.

Индикаторы «TX/RX1 – 4» индицируют прием и передачу данных по последовательным портам COM1 – COM4 (красный – передача данных, зеленый – прием).

Индикаторы «232/485_1 – 4» индицируют режимы работы последовательных портов COM1 – COM4 (красный – RS-485, зеленый – RS-232).

Индикатор «output 1- 8» индицирует состояние цифрового выхода (ключ открыт (ON)-красный, ключ закрыт (OFF)-зеленый).

Индикатор «input 1 – 16» индицирует состояние цифрового входа (есть входное напряжение (ON)-красный, нет (OFF)-зеленый).

Индикатор «Wifi on/off» – индицирует включение/выключение порта.

Индикатор «Wi-Fi tx/rx» – индицирует обмен через Wi-Fi.

Индикатор «tx/rx dCOM» – индицирует обмен данными через последовательный отладочный интерфейс dCOM.

2.3.6 Настраиваемые параметры

Модуль центрального процессора имеет широкие возможности по настройке, можно изменять следующие параметры: количество крейтов в контроллере, IP адреса интерфейсов Ethernet, скорость обмена данными и режимы работы COM-портов и др.

Модуль центрального процессора обладает развитыми средствами для снижения собственного потребления и потребления контроллера в целом:

- экономия энергии за счет отключения питания незадействованной периферии: включение/отключение интерфейсного модуля, включение/отключение последовательных портов, включение/отключение Ethernet интерфейсов, включение/отключение интерфейса Wi-Fi, включение/отключение интерфейсов Bus1, Bus2, включение/отключение дискретных входов и выходов, включение/отключение световой индикации;

- экономия энергии за счет управления частотой ядра процессора. Три режима работы: максимальная производительность (частота ядра 454 МГц), средняя производительность (частота ядра 286 МГц), минимальная производительность (частота ядра 64 МГц);

- несколько режимов сна с пробуждением от: от RTC часов, от настроенного прерывания, от Fast Ethernet интерфейсов (magic packet wake up), с пробуждением от Wi-Fi.

Кроме того, возможно включение и отключение питания модулей расширения из программы модуля.

2.3.7 Диагностика

Модуль диагностирует свои ресурсы и общие ресурсы контроллера. Диагностируются следующие неисправности самого модуля:

- превышение времени выполнения программы;
- ошибки последовательных интерфейсов основного и дополнительных крейтов;
- обрыв интерфейсов Fast Ethernet;
- нештатное завершение работы запущенных программных служб;
- наличие соединения Wi-Fi;
- ошибки последовательных интерфейсов «COM1 – 4»;
- отказ элементов модуля «быстрых» дискретных вводов/выводов.

Диагностируются неисправности общих ресурсов контроллера:

- снижение уровней напряжения питания ниже 10 В и превышения уровня питания свыше 32 В;

- отказы и ошибки модулей.

Результаты диагностики записываются на SD носитель, отображаются индикатором «Err» на модуле.

2.3.8 Назначение контактов разъемов

Обозначение и назначение контактов разъема «COM1», «COM2» в режиме RS-232 приведено в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Контакт разъема	Обозначение сигнала	Назначение
4	RXD	Принимаемые данные. Вход
2	TXD	Передаваемые данные. Выход
6	GND	Земля

Обозначение и назначение контактов разъема «COM1», «COM2» в режиме RS-485 приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Контакт разъема	Обозначение сигнала	Назначение
1	B	Линия B. Вход/выход
3	A	Линия A. Вход/выход
5	GND	Земля

Обозначение и назначение контактов разъема «COM3», «COM4» в режиме RS-232 приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Контакт разъема	Обозначение сигнала	Назначение
1	DCD	Детектор несущей частоты. Вход
2	RXD	Принимаемые данные. Вход
3	TXD	Передаваемые данные. Выход
4	DTR	Готовность терминала. Выход
5	GND	Земля
6	DSR	Готовность модема. Вход
7	RTS	Запрос передачи. Выход
8	CTS	Сброс передачи. Вход
9	RI	Индикатор звонка. Вход

Обозначение и назначение контактов разъема «COM3», «COM4» в режиме RS-485 приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Контакт разъема	Обозначение сигнала	Назначение
1	A	Линия A. Вход/выход
2	B	Линия B. Вход/выход
5	GND	Земля

Назначение контактов разъемов Fast Ethernet приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7

Контакт разъема	Обозначение сигнала	Назначение
1	TXD +	Передаваемые данные. Плюс
2	TXD -	Передаваемые данные. Минус
3	RXD +	Принимаемые данные. Плюс
4-5	Не используются	
6	RXD -	Принимаемые данные. Минус
7-8	Не используются	

Назначение контактов разъемов портов каскадирования «BUS1», «BUS2» приведено в таблице 2.8.

Таблица 2.8

Контакт разъема	Обозначение сигнала	Назначение
1	TXD +	Передаваемые данные. Плюс
2	TXD -	Передаваемые данные. Минус
3	CLK_TX +	Передаваемая частота. Плюс
4	CLK_TX -	Передаваемая частота. Минус
5	RXD +	Принимаемые данные. Плюс
6	RXD -	Принимаемые данные. Минус
7	CLK_RX +	Принимаемая частота. Плюс
8	CLK_RX -	Принимаемая частота. Минус

Назначение контактов разъема «I/O», предназначенного для подключения дискретных входов и выходов, и соответствие их цветовой раскладке в подключаемом 25-парном кабеле приведено в таблице 2.9.

Таблица 2.9

Номер и тип канала	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
Вход 1	Линия «А»	26	1	Белый
	Линия «В»	1		Синий
Вход 2	Линия «А»	27	2	Белый
	Линия «В»	2		Оранжевый
Вход 3	Линия «А»	28	3	Белый
	Линия «В»	3		Зеленый
Вход 4	Линия «А»	29	4	Белый
	Линия «В»	4		Коричневый
Вход 5	Линия «А»	30	5	Белый
	Линия «В»	5		Серый
Вход 6	Линия «А»	31	6	Красный

Номер и тип канала	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
	Линия «В»	6		Синий
Вход 7	Линия «А»	32	7	Красный
	Линия «В»	7		Оранжевый
Вход 8	Линия «А»	33	8	Красный
	Линия «В»	8		Зеленый
Вход 9	Линия «А»	34	9	Красный
	Линия «В»	9		Коричневый
Вход 10	Линия «А»	35	10	Красный
	Линия «В»	10		Серый
Вход 11	Линия «А»	36	11	Черный
	Линия «В»	11		Синий
Вход 12	Линия «А»	37	12	Черный
	Линия «В»	12		Оранжевый
Вход 13	Линия «А»	38	13	Черный
	Линия «В»	13		Зеленый
Вход 14	Линия «А»	39	14	Черный
	Линия «В»	14		Коричневый
Вход 15	Линия «А»	40	15	Черный
	Линия «В»	15		Серый
Вход 16	Линия «А»	41	16	Желтый
	Линия «В»	16		Синий
Не используется		42	17	Желтый
		17		Оранжевый
Выход 8	Линия «А»	43	18	Желтый
	Линия «В»	18		Зеленый
Выход 7	Линия «А»	44	19	Желтый
	Линия «В»	19		Коричневый
Выход 6	Линия «А»	45	20	Желтый
	Линия «В»	20		Серый
Выход 5	Линия «А»	46	21	Фиолетовый
	Линия «В»	21		Синий
Выход 4	Линия «А»	47	22	Фиолетовый
	Линия «В»	22		Оранжевый
Выход 3	Линия «А»	48	23	Фиолетовый
	Линия «В»	23		Зеленый

Номер и тип канала	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
Выход 2	Линия «А»	49	24	Фиолетовый
	Линия «В»	24		Коричневый
Выход 1	Линия «А»	50	25	Фиолетовый
	Линия «В»	25		Серый

2.3.9 Использование по назначению

2.3.9.1 Эксплуатационные ограничения

Запрещается вставлять SD карту в разъем работающего модуля.

Запрещается эксплуатация последовательных портов в цепях с максимальным напряжением свыше 30 В для интерфейсов RS-232 и 12 В для интерфейсов RS-485. Превышение напряжения приведет к срабатываниям элементов защиты от превышения по напряжению и по току и может в критических случаях привести к выходу из строя канала связи. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются ошибки в передаваемых и принимаемых данных, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

Устойчивое функционирование канала связи по протоколу RS-232 на максимальной заявленной скорости достигается на длине кабеля не более 2,5 м, для RS-485 – не более 250 м.

Запрещается эксплуатация интерфейсов дискретных вводов/выводов в цепях с максимальным напряжением свыше 30 В и током, превышающим 100 мА (для дискретного выхода).

Превышение напряжения и тока приведет к срабатываниям элементов защиты от превышения по напряжению и по току и может в критических случаях привести к выходу из строя канала ввода-вывода. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются ложные срабатывания системы диагностики состояния каналов и контроля обрыва линии, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

2.3.9.2 Типовые схемы включения дискретных выходов и входов

На рисунке 2.3 приведена типовая схема включения одного канала в режиме дискретного входа с использованием проходных клеммных колодок, используемая при проектировании шкафа. В качестве входного воздействия используется датчик типа «сухой контакт» и источник ЭДС. Для дискретного входа допускается включение в противоположной полярности («+» к линии «В», «-» - к линии «А»).

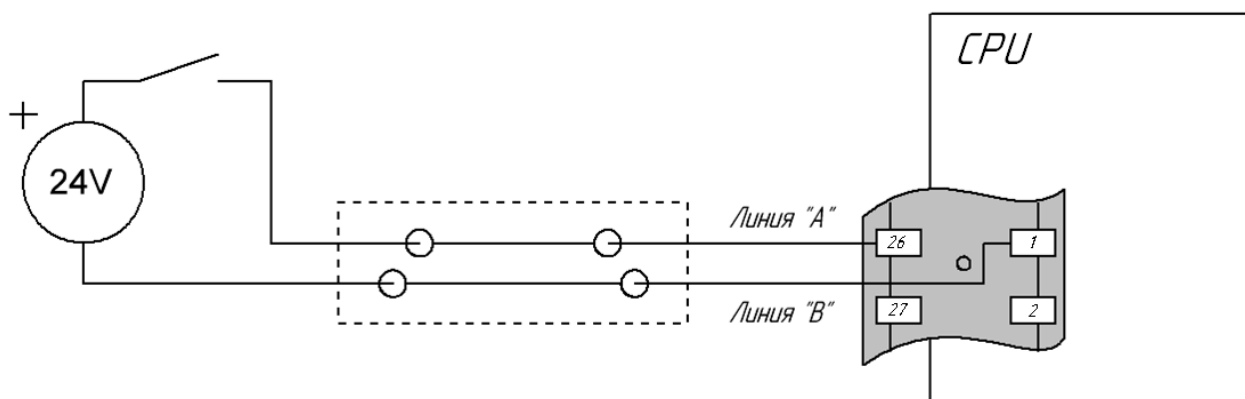


Рисунок 2.3

На рисунке 2.4 приведена схема включения одного дискретного выхода с контролем обрыва в цепи сигнала.

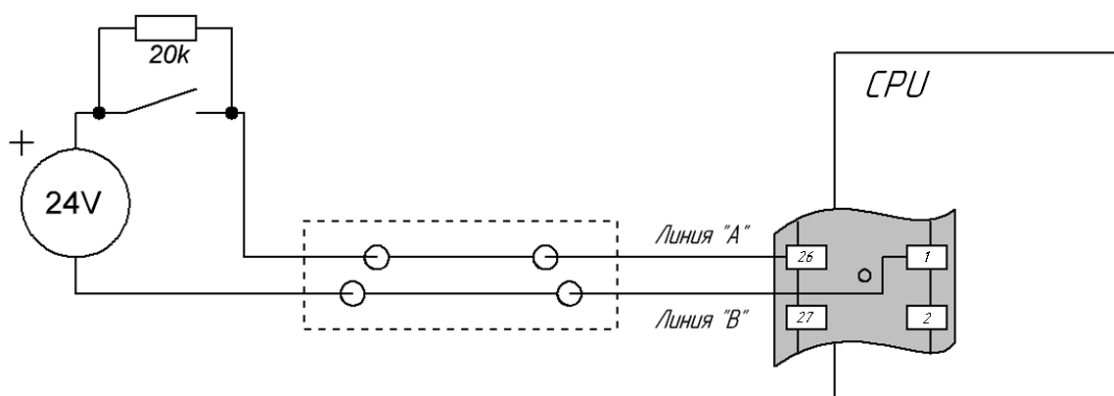


Рисунок 2.4

Модуль CPU имеет встроенные аппаратные средства для контроля обрыва в цепи входного сигнала. Для ее работы параллельно датчику необходимо подключить внешний резистор номиналом $20\text{K} \pm 5\%$.

На рисунке 2.5 показано подключение нагрузки к дискретному выходу. К выходу возможно подключение как резистивной, так и индуктивной нагрузки. Кроме того, в последнем случае необходимо параллельно индуктивным нагрузкам установить обратно включенные защитные диоды. Диоды устанавливаются как можно ближе к выводам нагрузки и поглощают выбросы напряжения при отключении нагрузки.

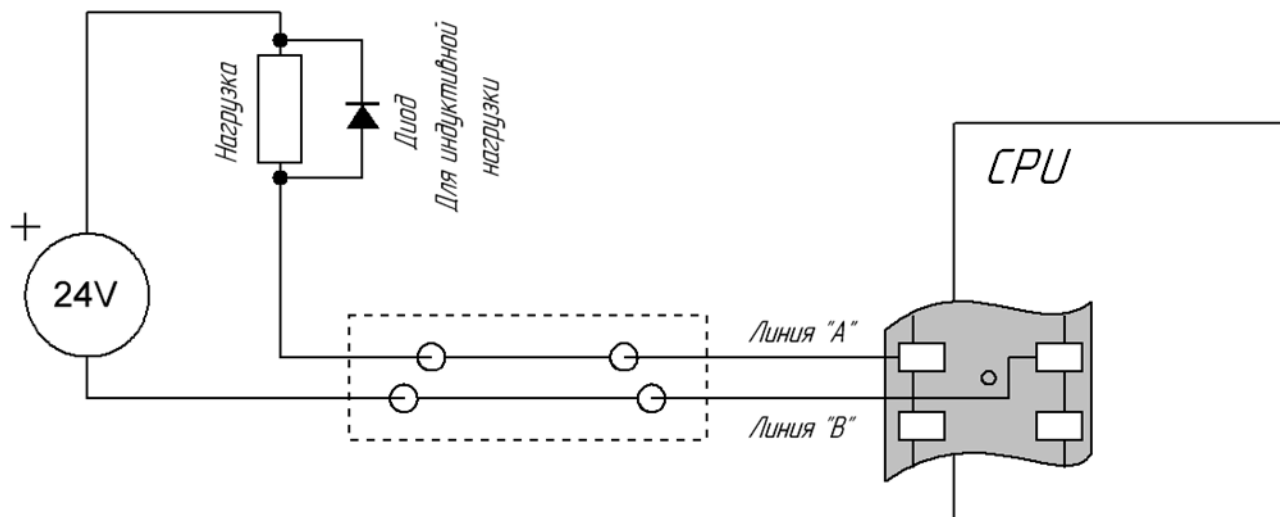


Рисунок 2.5

Каждый канал имеет встроенные аппаратные средства диагностики своего состояния, позволяющие контролировать исправность элементов на самом модуле, а также целостность цепи нагрузки.

2.4 Интерфейсный модуль ИМ (ИМ)

2.4.1 Назначение

Интерфейсный модуль предназначен для организации связи МЦП с модулями расширения в дополнительных крейтах.

Для обмена информацией с модулями расширения используется 12 независимых последовательных интерфейсов связи (по одному интерфейсу к каждому модулю расширения). В случае, когда интерфейсный модуль используется как самостоятельное устройство, служащее для организации расширения, для связи с ЦПУ используется последовательный интерфейс «BUS2».

Внешний вид модуля показан на рисунке Рисунок 2.6.

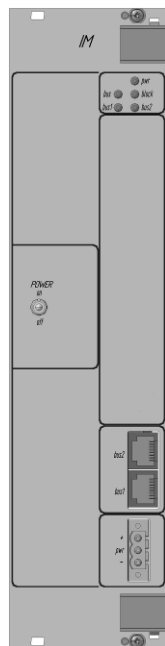


Рисунок 2.6

2.4.2 Состав модуля

Модуль ИМ занимает в крейте специализированное посадочное место и включает в себя следующие компоненты:

- схема супервизора питания, обеспечивающая защиту модулей в крейте от некорректного подключения полюсов напряжения питания и выхода амплитуды напряжения питания за рабочий диапазон;

- узел управления последовательными интерфейсами связи с платами расширения в крейте и с основным крейтом (модулем ЦП).

Для буферизации данных предназначенных для коммуникации с модулями расширения и с основным крейтом (крейт с установленным ЦПУ) на интерфейсном модуле установлена микропотребляющая память SRAM объемом 128 КБ.

2.4.3 Интерфейсы каскадирования

Модуль имеет два интерфейса «BUS1», «BUS2» для подключения к основному крейту – которые поддерживают необходимую скорость передачи данных на расстоянии до 10 м. В качестве физического стандарта связи используется дифференциальный стандарт M-LVDS, который обеспечивает более высокую скорость передачи данных и более низкое энергопо-

требление по сравнению с RS-485. Обмен по интерфейсу каскадирования осуществляется по внутреннему собственному протоколу контроллера.

При подключении к основному крейту следует использовать интерфейсный разъем «BUS2». Кабель расширения необходимо изготавливать из экранированной витой пары категории 5 или 5+.

2.4.4 Технические характеристики

Технические характеристики интерфейсного модуля ИМ приведены в таблице 2.10.

Таблица 2.10

Наименование параметра	Значение
Коммуникационные интерфейсы	Интерфейс связи с основным крейтом (порт каскадирования) – 2. Один активный
Протокол обмена	Внутренний протокол контроллера
Максимальное расстояние для передачи данных (длина кабеля), м	10
Тип памяти для буферизации данных	SRAM
Объем памяти для буферизации данных	128 КБ
Индикация	Состояние каждого порта связи, состояние модуля

2.4.5 Устройство и работа

Модуль центрального процессора инициирует процесс обмена информацией с модулями расширения в дополнительном крейте путем генерации пакета данных содержащего заголовков и данные, предназначенные модулям расширения. Интерфейсный модуль распознает этот пакет и буферизирует его в память SRAM. По окончании приема всего пакета ИМ начинает процесс передачи пакетов модулям расширения и по готовности модулей забирает данные от них, буферизирует в память, формируя пакет для МЦП. По окончании процесса подготовки пакета для МЦП формируется прерывание и МЦП инициирует забор собранных данных от модулей расширения.

Циклы обмена между интерфейсным модулем и модулями расширения в дополнительном крейте аналогичны описанным для основного крейта.

2.4.6 Индикация модуля

На лицевой панели модуля ИМ расположены системные индикаторы «PWR», «Block», «Bus», «Bus1», «Bus2».

Индикатор «PWR» – цвет свечения зеленый, указывает на наличие питания крейта.

Индикатором «Block» индицируются результаты перехода контроллера в режим блокировки. В этом режиме все входы/выходы контроллера переводятся в заданное состояние. Цвет свечения красный – режим блокировки «BLOCK», не горит - режим «WORK».

Индикаторы «Bus», «Bus1», «Bus2» индицируют наличие обмена данными модуля по последовательным интерфейсам («Bus» – обмен с модулями расширения в крейте, «Bus1» – резервный канала связи с МЦП, «Bus2» – основной канал связи с МЦП). Красный цвет индикатора - передача данных, зеленый – прием.

2.4.7 Назначение контактов разъемов

Назначение контактов разъемов «BUS1», «BUS2» приведено в таблице 2.11.

Таблица 2.11

Контакт разъема	Обозначение сигнала	Назначение
1	TXD +	Передаваемые данные. Плюс
2	TXD -	Передаваемые данные. Минус
3	CLK_TX +	Передаваемая частота. Плюс
4	CLK_TX -	Передаваемая частота. Минус
5	RXD +	Принимаемые данные. Плюс
6	RXD -	Принимаемые данные. Минус
7	CLK_RX +	Принимаемая частота. Плюс
8	CLK_RX -	Принимаемая частота. Минус

2.4.8 Эксплуатационные ограничения

Длина соединительного кабеля между интерфейсным модулем и модулем центрального процессора не должна превышать 10 м.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдается большое количество ошибок при обмене данными между крейтами, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

2.5 Модуль аналогового ввода - вывода АЮ-8

2.5.1 Назначение

Модуль АЮ-8 (МАВВ-8) предназначен для измерения и генерации токовых сигналов постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА. По умолчанию все каналы настроены в состояние «Выключено».

Основные особенности:

- восемь каналов с индивидуальной гальванической развязкой;
- каждый канал модуля включает в себя прецизионный токовый измеритель и прецизионный датчик тока;
- контроль обрыва линии для аналоговых входов и аналоговых выходов;
- режим автодиагностики для каждого канала;
- индикация состояния и результатов диагностики каждого канала;
- датчик температуры на плате модуля;
- ППЗУ на плате модуля для хранения конфигурации и калибровок.

Внешний вид модуля показан на рисунке 2.7.

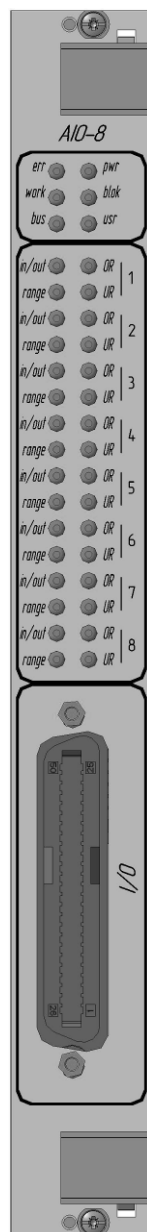


Рисунок 2.7

2.5.2 Состав модуля

Модуль АЮ-8 (МАВВ-8) содержит:

- управляющий 32-разрядный микропроцессор с внутренним ОЗУ и Flash-памятью для программ и данных;
- программируемая логическая матрица для преобразования данных;
- общий источник питания;
- восемь гальванически изолированных каналов ввода-вывода аналоговых сигналов.

Каждый измерительный канал содержит:

- индивидуальный гальванически изолированный источник питания;
- индивидуальный АЦП, с входным фильтром для защиты от электромагнитных помех и прецизионным источником опорного напряжения;
- индивидуальный ЦАП, с прецизионным источником опорного напряжения;
- индивидуальные схемы защиты аналогового входа и выхода от некорректной полярности сигнала в линии;
- встроенное устройство защиты от импульсных перенапряжений.

Модуль занимает в крейте одно посадочное место. На лицевой панели модуля располагается разъем для подключения аналоговых входов и выходов и светодиодные индикаторы состояния модуля и каждого канала.

2.5.3 Технические характеристики

Технические характеристики модуля приведены в таблице 2.12

Таблица 2.12

Наименование показателя	Значение
Количество каналов	8 каналов, состоящих из токового входа и токового выхода
Гальваническая развязка	между каналами – 1,5 кВ; между каналами и схемой модуля – 1,5 кВ ; между каналами и заземлением – 1,5 кВ
Индикация	Состояние каждого входа/выхода, состояние модуля
Режим автодиагностики	Да
Напряжение питания, В	от 10 до 30
Габаритные размеры, мм, не более	265x190x30
Масса, г, не более	350
Токовый выход	
Тип выхода	Токовый. С рабочим диапазоном от 4 до 20 мА. С функцией распознавания обрыва линии
Разрядность ЦАП, бит	16
Предел допускаемой основной приведенной погрешности, % от диапазона измерений	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, % от диапазона измерений	$\pm 0,00125 \text{ \%} / \text{ } ^\circ\text{C}$
Состояние выходов при отказе МЦП	Конфигурируется по каждому выходу отдельно: предустановленное или последнее значение
Напряжение питания выхода (в режиме обрыва линии), В	13 или 25 (переключается программно)
Защита от превышения по току	Да
Защита от попадания стороннего напряжения	Да
Токовый вход	
Тип входов	Токовый. С рабочим диапазоном от 4 до 20 мА. С функцией распознавания обрыва линии
Разрядность АЦП, бит	16

Наименование показателя	Значение
Время измерения	До 2 мс (при выключенном режекторном фильтре 50 или 60 Гц); до 102 мс при 60 Гц (уточняется по результатам предварительных испытаний); до 121 мс при 50 Гц (уточняется по результатам предварительных испытаний)
Усреднение	Настраиваемое количество выборок: 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128
Допустимое напряжение на входе, В	5
Входное сопротивление, Ом	200
Фильтрация	Выбирается 50 или 60 Гц. Подавление не менее 80 дБ.
Предел допускаемой основной приведенной погрешности, % от диапазона измерений	$\pm 0,1\%$ от полной шкалы при 25 °С
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, % от диапазона измерений	$\pm 0,00125\%$ / °С
Параметры встроенного устройства защиты от импульсных перенапряжений	
Допустимый тип тока в цепи канала	DC
Максимальный разрядный ток, I_{\max} (8/20 μ s), кА	5 (5 операций)
Ток срабатывания предохранителя, А	0,22
Максимальный рабочий ток, А	0,18
Номинальный рабочий ток I_L , А	0,18
Уровень напряжения защиты (цепь – заземление), $U_{P(W-PE)}$, В	47
Уровень напряжения защиты (цепь – цепь), $U_{P(W-W)}$, В	47
Номинальное рабочее напряжение, U_N	-
Номинальное рабочее напряжение для постоянного тока $U_{N(DC)}$, В	38
Максимальное рабочее напряжение, U_C , В	47
Вносимое сопротивление, Ом	16
Параметры схемы защиты аналогового входа и выхода	
Максимальное напряжение на входе, В	+5
Защита от превышения по току	Да
Защита от попадания стороннего напряжения	Да
Защита от некорректной полярности сигнала в линии	Да

2.5.4 Устройство и работа

2.5.4.1 Устройство модуля

В структуре модуля АЮ-8 можно выделить два основных типа функциональных узлов. Первый тип – это «общая» часть. Она содержит микроконтроллер со вспомогательными электронными компонентами для выполнения программы модуля, преобработки данных от каналов ввода-вывода, связи с модулем центрального процессора и т.п., источники питания, формирующие необходимые напряжения для функционирования модуля. Второй тип функциональных узлов – каналы ввода-вывода. В последние входят электронные компоненты для подключения внешних сигналов и их преобразования в вид, необходимый для обработки «общей» частью, электронные компоненты, обеспечивающие гальваническую изоляцию, и компоненты, формирующие питание «изолированной» части. Модуль содержит восемь каналов аналогового ввода-вывода, все они реализованы идентично.

Общая часть реализована на базе 32-разрядного микропроцессора с внутренним ОЗУ и Flash и программируемой логической матрицы CPLD для преобразования данных. Общая часть также содержит собственный источник питания +3.3 В, схему индикации с источником питания +3.3 В, и схему управления питанием каналов с общим источником питания каналов +5 В.

Каждый канал представляет собой законченную схему измерителя и датчика тока с гальванической изоляцией по цифровым интерфейсам и по питанию. Питание канала осуществляется от гальванически изолированного источника питания постоянным напряжением + 5 В.

Измеритель тока основан на прецизионном АЦП и источнике опорного напряжения. АЦП измеряет падение напряжения на прецизионном, высокостабильном шунте номиналом 200 Ом. В состав измерителя также входит входной RC фильтр и схема защиты от некорректной полярности сигнала в линии и превышения по току и напряжению. В АЦП интегрирован режекторный фильтр, способный работать в трёх режимах «ВЫКЛ», 50 и 60 Гц) и обеспечивающий до 80 дБ ослабления на указанных частотах.

Датчик тока включает в себя прецизионный ЦАП, источник опорного напряжения, термокомпенсированное токовое зеркало и схему контроля выходного тока. Также в состав датчика тока входит импульсный повышающий источник питания, способный осуществлять питание аналогового выхода напряжением 13 или 25 В (переключается программно), что позволяет подключать устройства и исполнительные механизмы на расстоянии до 2 км, входной RLC фильтр и схема защиты от некорректной полярности сигнала в линии и превышения по току и напряжению.

2.5.4.2 Работа модуля

После подачи питания модуль АЮ-8 находится в состоянии PowerDown.

Включение модуля происходит по команде от модуля центрального процессора, а именно: установкой сигнала «PwrOff» в состояние логической «1». По умолчанию после включения модуля все каналы находятся в состоянии «ВЫКЛ», источники питания каналов выключены, вспомогательные схемы отключены или находятся в энергосберегающем режиме, микроконтроллер находится в состоянии готовности к обмену с модулем центрального процессора.

Включение канала модуля происходит по команде от модуля центрального процессора. Процесс включения канала включает в себя запуск изолированного источника питания соответствующего канала, инициализацию ЦАП и АЦП.

Задание выходного тока канала происходит по команде от модуля центрального процессора. Значение тока может быть задано в диапазоне от 4 до 20 мА, с дискретностью 1 мкА. Максимальное время от момента поступления команды до установки требуемого значения тока на выходе не превышает 2 мс. Модуль самостоятельно диагностирует выход на предмет обрыва линии и в случае распознавания обрыва линии модуль информирует об этом аварийном событии модуль центрального процессора и отображает сигнал аварийной индикации

соответствующего канала на передней панели модуля (если индикация модуля включена). Попадание на линию стороннего напряжения свыше 30 В любой полярности приводит к срабатыванию схемы защиты.

Измерение значения тока на входе канала происходит в автоматическом режиме и считывается с периодом 2 мс модулем центрального процессора. Поскольку измерительным элементом токового входа является прецизионный шунт номиналом 200 Ом, следовательно, на вход может быть подано напряжение не более 5 В. Напряжение на входе, более 5 В, либо имеющее обратную полярность приводит к срабатыванию схемы защиты. Время измерения составляет не более 2 мс (при выключенном режекторном фильтре). При включенной фильтрации это время может быть более 120 мс. С настраиваемой периодичностью модуль самостоятельно может контролировать вход канала на предмет обрыва линии. Обрывом линии считается ток в линии менее 4 мА. При возникновении обрыва линии модуль информирует об этом аварийном событии модуль центрального процессора и отображает сигнал аварийной индикации соответствующего канала на передней панели модуля (если индикация модуля включена).

Автодиагностика канала проводится по команде от модуля центрального процессора. При этом вход канала и выход отключаются от линии (от разъёма) с помощью реле, входящих в состав схемы каждого канала, и переключаются друг на друга. Программа автоматически задаёт значения тока выхода от 4 до 20 мА, с дискретностью 2 мА и проводит измерение тока входа на каждом этапе. По завершении процедуры автодиагностики программа возвращает реле в нормальное состояние и выдает результат диагностики в виде таблицы расхождений заданных и измеренных значений на каждом этапе.

2.5.4.3 Назначение контактов разъема для подключения нагрузки

Линии для подключения внешних электрических цепей к каналам ввода-вывода выходят на разъем тип RJ-21, расположенный на лицевой части модуля.

Для подключения можно использовать уже готовые шнуры с необходимым разъемом и подключенным 25-парным кабелем. Кабель имеет стандартную цветовую раскладку (соответствие номеров контактов на разъеме цветам проводников). Назначение контактов разъема и их соответствие парам в 25-парном кабеле приведено в таблице 2.13.

Таблица 2.13

Номер и тип канала		Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
1	Вход «-»	Линия «А»	1	1	Синий
	Вход «+»	Линия «В»	26		Белый
	Выход «-»	Линия «А»	2	2	Оранжевый
	Выход «+»	Линия «В»	27		Белый
2	Вход «-»	Линия «А»	3	3	Зеленый
	Вход «+»	Линия «В»	28		Белый
	Выход «-»	Линия «А»	4	4	Коричневый
	Выход «+»	Линия «В»	29		Белый
3	Вход «-»	Линия «А»	5	5	Серый
	Вход «+»	Линия «В»	30		Белый
	Выход «-»	Линия «А»	6	6	Синий

Номер и тип канала		Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
	Выход «+»	Линия «В»	31		Красный
4	Вход «-»	Линия «А»	7	7	Оранжевый
	Вход «+»	Линия «В»	32		Красный
	Выход «-»	Линия «А»	8	8	Зеленый
	Выход «+»	Линия «В»	33		Красный
5	Вход «-»	Линия «А»	9	9	Коричневый
	Вход «+»	Линия «В»	34		Красный
	Выход «-»	Линия «А»	10	10	Серый
	Выход «+»	Линия «В»	35		Красный
6	Вход «-»	Линия «А»	11	11	Синий
	Вход «+»	Линия «В»	36		Черный
	Выход «-»	Линия «А»	12	12	Оранжевый
	Выход «+»	Линия «В»	37		Черный
7	Вход «-»	Линия «А»	13	13	Зеленый
	Вход «+»	Линия «В»	38		Черный
	Выход «-»	Линия «А»	14	14	Коричневый
	Выход «+»	Линия «В»	39		Черный
8	Вход «-»	Линия «А»	15	15	Серый
	Вход «+»	Линия «В»	40		Черный
	Выход «-»	Линия «А»	16	16	Синий
	Выход «+»	Линия «В»	41		Желтый

2.5.4.4 Индикация модуля

В таблице 2.14 приведено поведение светодиодных индикаторов, отражающих состояние модуля.

Таблица 2.14

Светодиод	Назначение
Светодиод "PWR". Зеленый	Питание: не горит – питание отключено; горит - питание включено

Светодиод	Назначение
Светодиод "ERR". Двухцветный	Ошибка: не горит – нет ошибки; красный – ошибка; зеленый – реакция на событие
Светодиод "WRK". Двухцветный	Режим работы: не горит – модуль не загружен; зеленый – работа; красный – низкое энергопотребление
Светодиод "BLK". Красный	Блокировка: не горит – режим блокировки не активен; горит – режим блокировки активен
Светодиод "BUS". Двухцветный	Связь с крейтом: не горит – связь отсутствует; красный – передача; зеленый – прием
Светодиод "USR". Двухцветный	Настраиваемый пользовательский диод

В таблице 2.15 приведено поведение индикаторов, отражающих состояние каналов ввода-вывода.

Таблица 2.15

Светодиод	Назначение
In/Out. Двухцветный	Указывает на режим индикации: зелёный – индицируется состояние входа; красный – индицируется состояние выхода
Range. Зелёный	Диапазон: горит – индицируемый вход/выход находится в рабочем диапазоне токов; не горит – см. совместно с «UR» и «OR»
UR. Красный	UnderRange – обрыв линии: горит – авария обрыв линии; не горит -- норма
OR. Красный	Перегрузка по току: горит – авария; не горит – норма

2.5.5 Использование по назначению

2.5.5.1 Эксплуатационные ограничения

ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация модуля АЮ-8 в цепях с максимальным напряжением более 30 В.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать на аналоговый вход ток более 20мА, прикладывать напряжение обратной полярности.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать на аналоговый выход стороннее напряжение.

Превышение напряжения и тока приведет к срабатываниям элементов защиты от превышения по напряжению и по току и может в критических случаях привести к выходу из строя канала ввода-вывода. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются ложные срабатывания системы диагностики состояния каналов и контроля обрыва линии, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

2.5.5.2 Типовые схемы включения

На рисунке 2.8 приведена типовая схема включения одного канала с использованием проходных клеммных колодок, используемая при проектировании шкафа. Это схема включения с отдельным использованием токового входа и токового выхода канала. В этом случае вход и выход работают независимо друг от друга и могут быть задействованы как оба так и отдельно вход или выход. Однако стоит помнить, что вход и выход одного канала связаны общим проводом «Линия «В»».

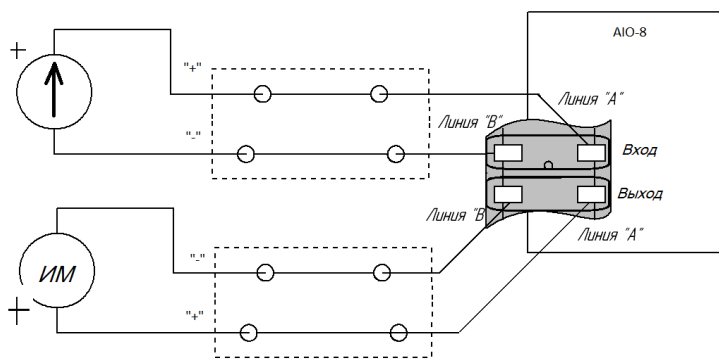


Рисунок 2.8

На рисунке 2.9 приведена схема включения одного канала с контролем тока. При такой схеме включения токовый вход и токовый выход работают вместе, организуя выходной токовый канал с контролем тока. Ток в исполнительном механизме (нагрузке) задается токовым выходом и контролируется токовым входом. Такая схема включения применяется для особо ответственных узлов проектируемой системы.

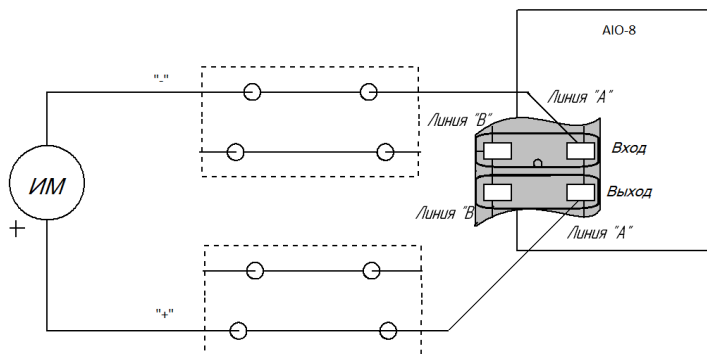


Рисунок 2.9

2.6 Модуль дискретного ввода - вывода DIO-16

2.6.1 Назначение

Модуль дискретного ввода-вывода предназначен для ввода дискретных сигналов постоянного тока и коммутации электрических цепей постоянного тока с номинальным напряжением 24 В.

Основные особенности:

- 16 каналов ввода-вывода, настраиваемых либо как дискретный вход (два режима работы) либо как дискретный выход («транзисторный ключ»);
- индивидуальная гальваническая изоляция каждого канала;
- возможность подключения электрических цепей любой полярности;
- контроль обрыва в цепи входного сигнала;
- контроль состояния ключа в цепи выходного сигнала;
- встроенное устройство защиты от импульсных перенапряжений.

2.6.2 Состав модуля

Модуль дискретного ввода-вывода содержит:

- управляющий 32-разрядный микроконтроллер с внутренней памятью программ и данных;
- источник питания;
- 16 изолированных перенастраиваемых каналов ввода-вывода.

Модуль может устанавливаться на произвольное универсальное место и занимает одно установочное место. На лицевой части модуля располагаются индикаторы, отображающие состояние модуля и каналов, а также разъем для подключения цепей дискретного ввода-вывода.

Изображение модуля приведено на рисунке 2.10.

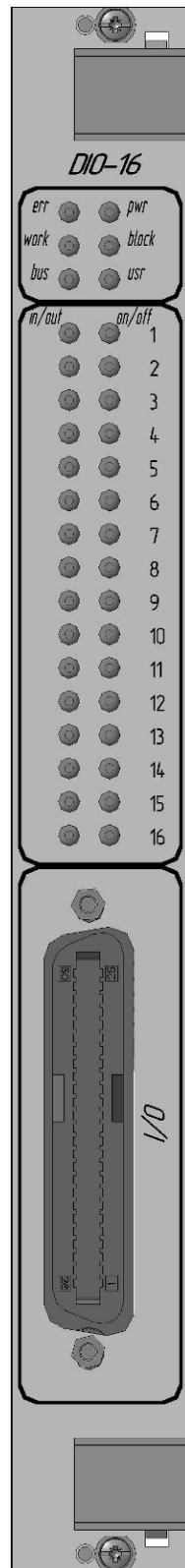


Рисунок 2.10

2.6.3 Технические характеристики

Технические характеристики приведены в таблице 2.16

Таблица 2.16

Наименование показателя	Значение
Количество каналов (настраиваемых как вход или выходов)	16
Режимы работы канала ввода-вывода	Три режима работы: а) «потенциальный» вход; б) вход типа «сухой контакт» с питанием от модуля; в) выход «транзисторный ключ»
Гальваническая развязка	1,5 кВ, каждый канал ввода-вывода отдельно
Индикация	Состояние каждого входа/выхода, состояние модуля
«Потенциальный» вход	
Максимальное входное напряжение, В	Постоянное 30
Гарантированное напряжение логической «1» (состояние «ВКЛ»), В	Постоянное от 9 до 30
Гарантированное напряжение логического «0» (состояние «ВЫКЛ»), В	Постоянное от 0 до 5
Максимальный входной ток, мА	2,7
Фильтр на входе	От 0 до 50,8 мс (постоянное, программируется с временным шагом 0,2 мс)
Вход «сухой контакт»	
Ток питания «концевиков» (при коротком замыкании линий входа), мА	От 2 до 3 или от 10 до 12
Входное сопротивление для гарантированного состояния «ОТКЛ» при 10 мА для входа «сухой контакт», кОм	≥ 50
Входное сопротивление для гарантированного состояния «ВКЛ» при 10 мА для входа «сухой контакт», кОм	От 0 до 4
Входное сопротивление для гарантированного состояния «ОТКЛ» при 2 мА для входа «сухой контакт», кОм	≥ 50
Входное сопротивление для гарантированного состояния «ВКЛ» при 2 мА для входа «сухой контакт», кОм	От 0 до 2
Фильтр на входе	От 0 до 50,8 мс (постоянное, программируется с временным шагом 0,2 мс)
Счетчики	
Количество счетчиков	2
Входная частота в режиме счетчика («потенциальный» вход)	От 0 до 12,5 кГц, минимальная длительность импульса 40 мкс

Наименование показателя	Значение
Фильтр на счетном входе	от 0 до 12,8 мс (программируется с шагом 0,04 мс для входов сконфигурированных как счетчик)
Тип выхода	Постоянное напряжение Выход: транзисторный ключ
Выход «Транзисторный ключ»	
Выходное напряжение, В	Постоянное от 5 до 30 (подается извне)
Выходной ток, мА	Нагрузка по току не более 500 (резистивная нагрузка)
Максимальная частота выхода, Гц	50
Состояние выходов при отказе МЦП	Конфигурируется по каждому выходу: «ВКЛ», «ВЫКЛ» или «последнее значение»
Параметры встроенного устройства защиты от импульсных перенапряжений	
Допустимый тип тока в цепи канала	AC/DC
Максимальный разрядный ток, I_{max} (8/20 μ s), кА	5 (5 операций)
Ток срабатывания предохранителя, А	0,05
Максимальный рабочий ток, А	0,045
Номинальный рабочий ток I_L , А	0,045
Уровень напряжения защиты (цепь – заземление), $U_{P(W-PE)}$, В	36,8
Уровень напряжения защиты (цепь – цепь), $U_{P(W-W)}$, В	36,8
Номинальное рабочее напряжение, U_N	30
Номинальное рабочее напряжение для постоянного тока $U_{N(DC)}$, В	30
Максимальное рабочее напряжение, U_C , В	33,3
Вносимое сопротивление, Ом	16,3

2.6.4 Устройство и работа

2.6.4.1 Устройство и работа модуля

В структуре модуля DIO-16 можно выделить два основных типа функциональных узлов. Первый тип – это «общая» часть. Она содержит микроконтроллер со вспомогательными электронными компонентами для выполнения программы модуля, предобработки данных от каналов ввода-вывода, связи с модулем центрального процессора и т.п., источники питания, формирующие необходимые напряжения для функционирования модуля. Второй тип функциональных узлов – каналы ввода-вывода. В последние входят электронные компоненты для подключения внешних сигналов и их преобразования в вид, необходимый для обработки «общей» части, электронные компоненты, обеспечивающие гальваническую изоляцию, и компоненты, формирующие питание «изолированной» части. Модуль содержит 16 каналов ввода-вывода, все они реализованы идентично.

Каждый канал ввода-вывода может работать в трех режимах: как дискретный вход, как дискретный вход типа «сухой контакт» с запиткой от модуля для подключения датчиков типа

«концевой выключатель» и дискретный выход типа «транзисторный ключ» на базе N-канальных полевых транзисторов.

В режиме работы дискретного входа («потенциальный» вход) канал ввода-вывода используется для ввода электрических сигналов постоянного тока с поддержкой функции контроля обрыва линии.

Контроль обрыва цепей, содержащих дискретные выходы (как правило, типа «сухой контакт») и дополнительный источник питания, основывается на применении резистора, включенного параллельно дискретному выходу (рисунок 2.13). Для работы с такой цепью канал дискретного ввода имеет электрические цепи для распознавания трех состояний входного сигнала:

- отсутствие какого-либо входного сигнала (обрыв линии);
- логический «0» (дискретный выход разомкнут, ток входного сигнала ограничивается сопротивлением включенного параллельно контактам резистора);
- логическая «1» (дискретный выход замкнут, ток входного сигнала не ограничен).

Вольтамперная характеристика (ВАХ) канала ввода-вывода в режиме работы дискретного входа для ввода сигналов постоянного тока изображена на рисунке 2.11. На ВАХ можно выделить пять участков: «а», «b», «с», «d», «е».

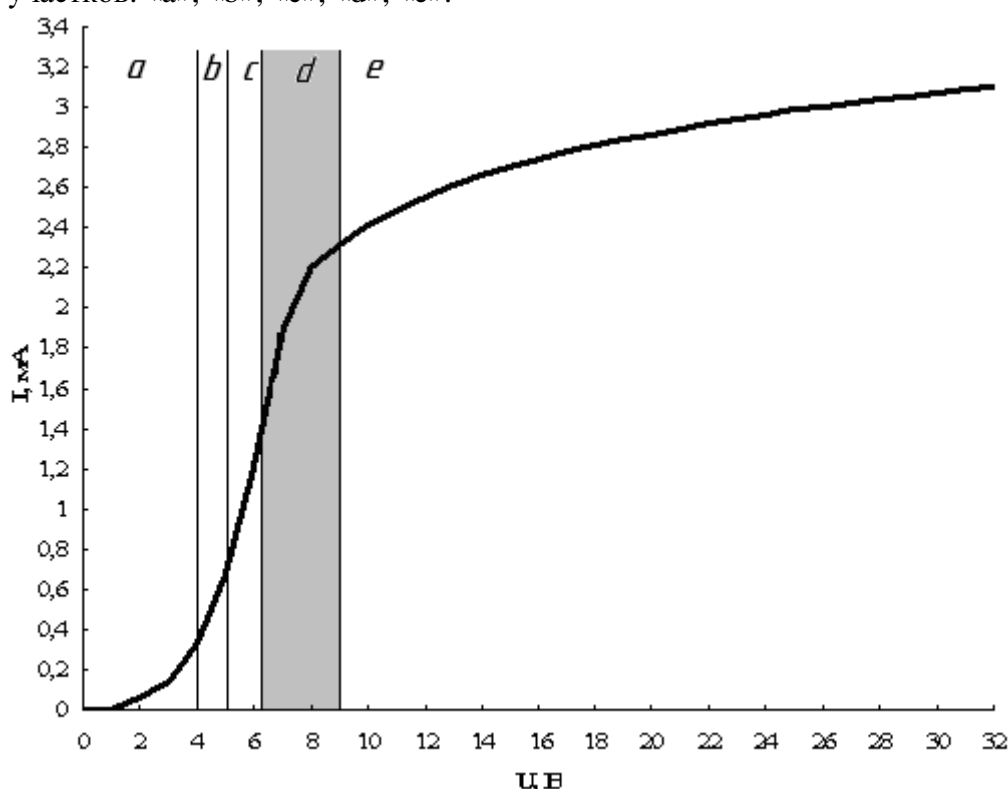


Рисунок 2.11

В случае работы без контроля обрыва линии устойчивое значение логического нуля определяется при значениях входного напряжения от 0 до 6,2 В (участки ВАХ «а», «b», «с»), устойчивое значение логической единицы – при значениях входного напряжения от 9 В до максимума (участок «е»). Участок ВАХ «d» - неопределенное состояние, в данном интервале определение состояния входа (логический «0» или «1» не гарантируется).

При использовании функции контроля обрыва линии каждому из участков ВАХ соответствует определенное логическое состояние входа:

- участок «а» - напряжение от 0 до 4 В (ток до 0,4 мА). В этом диапазоне гарантированно обнаруживается обрыв линии. Уровень наводимых на оборванную линию помех не должен превышать указанных выше значений;

- участок «b» - напряжение от 4 до 5 В (ток от 0,4 до 0,6 мА). Неопределенное состояние входа. В этом диапазоне не гарантируется обнаружение обрыва линии и возможно считы-

вание логического «0». При включенной функции контроля обрыва линии необходимо исключить появление входных сигналов такого уровня;

- участок «с» - напряжение от 5 до 6,2 В (ток от 0,6 до 1 мА). В этом диапазоне гарантированно обнаруживается состояние логического «0». При включенной функции контроля обрыва текущий по цепи ток должен лежать в данном диапазоне;

- участок «d» - напряжение от 6,2 до 9 В (ток от 1 до 2,3 мА).

Это участок неопределенного логического состояния (определение истинного логического уровня не гарантируется). Действительный порог переключения находится при значениях близких к 7 В. Для исключения ложных срабатываний в логическую «1» необходимо исключить наличие напряжений на входе выше 6,5 В;

- участок «е» - напряжение от 9 до 30 В (ток от 2,3 до 3,1 мА). Значение входного тока мало зависит от напряжения, что позволяет избежать роста рассеиваемой мощности. В этом состоянии гарантированно обнаруживается состояние логической «1».

Каждый дискретный вход имеет индивидуальный импульсный фильтр (фильтр антидребезга), который позволяет пропускать дискретные сигналы, имеющие длительность больше заданного значения. Предельная длительность и шаг регулировки фильтра указаны в таблице (при нулевом значении фильтр антидребезга отключен).

В режиме работы «дискретный выход» канал используется для коммутации электрических цепей постоянного тока с номинальным напряжением 24 В. Дискретный выход может использоваться для управления нагрузками с активным и реактивным характером сопротивления.

«Дискретный выход» реализован на базе N-канальных полевых транзисторов. Для данного режима работы используется встроенная цепь, обеспечивающая диагностику состояния выходного канала. Неисправность обнаруживается в двух ситуациях. При открывании ключа схема диагностики уровней выходных сигналов обнаруживает отсутствие напряжения на нагрузке. При закрывании ключа обнаруживается наличие напряжения на нагрузке. Кроме того, контролируется наличие внутреннего изолированного напряжения питания самого канала. Для достоверного срабатывания схемы диагностики наличия или отсутствия внешнего напряжения необходимо, чтобы его значение было не ниже 12 В.

В режиме работы дискретный вход типа «сухой контакт» с запиткой от модуля канал работает аналогично режиму дискретный вход. Питающее напряжение (нестабилизированное) подается на линию (пару) непосредственно с модуля, при этом один из проводов условно становится «земляным», второй имеет положительный потенциал относительно него. Напряжение на разомкнутой линии должно быть не менее 12 В.

Для канала можно выбрать направление протекания тока (в направлении линия «А» в линию «И» или наоборот). Также в этом режиме для каждого канала возможно использование индивидуального фильтра антидребезга.

Модуль дискретного ввода-вывода содержит два 32-разрядных счетчика импульсов. Каждый из счетчиков может быть настроен на любой из каналов ввода-вывода, настроенного как вход. У канала ввода-вывода, служащего источником сигнала для счетчиков, меняются параметры фильтра антидребезга. Они приведены в таблице 2.16 в части, описывающей параметры счетчиков.

2.6.4.2 Назначение контактов разъема для подключения нагрузки

Линии для подключения внешних электрических цепей к каналам ввода-вывода выходят на разъем тип RJ-21 (Telco, Amphenol), расположенный на лицевой части модуля. К каналу ввода-вывода можно подключать цепи в любой полярности, для определенности (например, для режима входа типа «сухой» контакт) первый провод линии можно назвать «А», второй «В».

Для подключения можно использовать уже готовые шнуры с необходимым разъемом и подключенным 25-парным кабелем. Кабель имеет стандартную цветовую раскладку (соответствие номеров контактов на разъеме цветам проводников). Назначение контактов разъема и их соответствие парам в 25-парном кабеле приведено в таблице 2.17.

Таблица 2.17

Тип и номер канала	Сигнал	Номер контак-та	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
Вход/Выход 1	Линия «А»	26	1	Белый
	Линия «В»	1		Синий
Вход/Выход 2	Линия «А»	27	2	Белый
	Линия «В»	2		Оранжевый
Вход/Выход 3	Линия «А»	28	3	Белый
	Линия «В»	3		Зеленый
Вход/Выход 4	Линия «А»	29	4	Белый
	Линия «В»	4		Коричневый
Вход/Выход 5	Линия «А»	30	5	Белый
	Линия «В»	5		Серый
Вход/Выход 6	Линия «А»	31	6	Красный
	Линия «В»	6		Синий
Вход/Выход 7	Линия «А»	32	7	Красный
	Линия «В»	7		Оранжевый
Вход/Выход 8	Линия «А»	33	8	Красный
	Линия «В»	8		Зеленый
Вход/Выход 9	Линия «А»	34	9	Красный
	Линия «В»	9		Коричневый
Вход/Выход 10	Линия «А»	35	10	Красный
	Линия «В»	10		Серый
Вход/Выход 11	Линия «А»	36	11	Черный
	Линия «В»	11		Синий
Вход/Выход 12	Линия «А»	37	12	Черный
	Линия «В»	12		Оранжевый
Вход/Выход 13	Линия «А»	38	13	Черный
	Линия «В»	13		Зеленый
Вход/Выход 14	Линия «А»	39	14	Черный
	Линия «В»	14		Коричневый
Вход/Выход 15	Линия «А»	40	15	Черный

Тип и номер канала	Сигнал	Номер контак-та	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
	Линия «В»	15		Серый
Вход/Выход 16	Линия «А»	41	16	Желтый
	Линия «В»	16		Синий

2.6.4.3 Индикация модуля

В таблице 2.18 приведено поведение светодиодных индикаторов, отражающих состояние модуля.

Таблица 2.18

Светодиод	Назначение
Светодиод “PWR”. Зеленый	Питание: не горит – питание отключено; горит - питание включено
Светодиод “ERR”. Двухцветный	Ошибка: не горит – нет ошибки; красный – ошибка; зеленый – реакция на событие
Светодиод “WRK”. Двухцветный	Режим работы: не горит – модуль не загружен; зеленый – работа; красный – низкое энергопотребление
Светодиод “BLK”. Красный	Блокировка: не горит – режим блокировки не активен; горит – режим блокировки активен
Светодиод “BUS”. Двухцветный	Связь с крейтом: не горит – связь отсутствует; красный – передача; зеленый – прием
Светодиод “USR”. Двухцветный	Настраиваемый пользовательский диод

В таблице 2.19 приведено поведение индикаторов, отражающих состояние каналов ввода-вывода.

Таблица 2.19

Светодиод	Назначение
Светодиоды “IN/OUT1” - “IN/OUT16”. Двухцветные	Режим работы канала: Не горит – канал не активирован; красный – выход; зеленый – вход
Светодиоды “ON/OFF1” - “IN/OFF16”. Двухцветные	Состояние канала: Не горит – канал не активирован; красный – наличие входного напряжения; замкнутый “концевик”, открытый ключ; зеленый – отсутствие входного напряжения, разомкнутый “концевик” (свободный вход), закрытый ключ

2.6.5 Использование по назначению

2.6.5.1 Эксплуатационные ограничения

ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация модуля дискретного ввода-вывода в цепях с максимальным напряжением свыше 30 В и протекающим током, превышающим 500 мА (для дискретного выхода).

Превышение напряжения и тока приведет к срабатываниям элементов защиты от превышения по напряжению и по току и может в критических случаях привести к выходу из строя канала ввода-вывода. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются ложные срабатывания системы диагностики состояния каналов и контроля обрыва линии, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

2.6.5.2 Типовые схемы включения

На рисунке 2.12 приведена типовая схема включения одного канала в режиме дискретного входа с использованием проходных клеммных колодок, используемая при проектировании шкафа. В качестве входного воздействия используется датчик типа «сухой контакт» и источник ЭДС. Для дискретного входа допускается включение в противоположной полярности («+» к линии «В», «-» - к линии «А»).

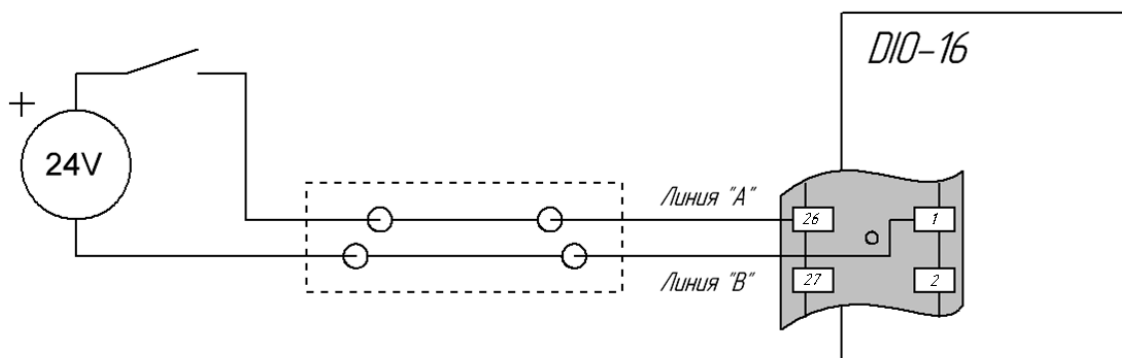


Рисунок 2.12

На рисунке 2.13 приведена схема включения одного канала с контролем обрыва в цепи сигнала.

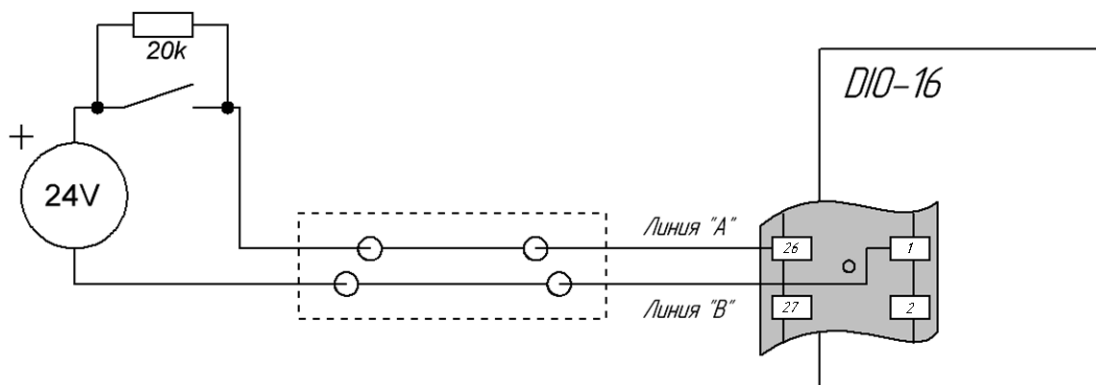


Рисунок 2.13

Модуль DIO-16 имеет встроенные аппаратные средства для контроля обрыва в цепи входного сигнала. Для ее работы параллельно датчику необходимо подключить внешний резистор номиналом $20\text{K} \pm 5\%$.

На рисунке 2.14 показано подключение датчика типа «сухой контакт» в случае запитки линии от модуля.

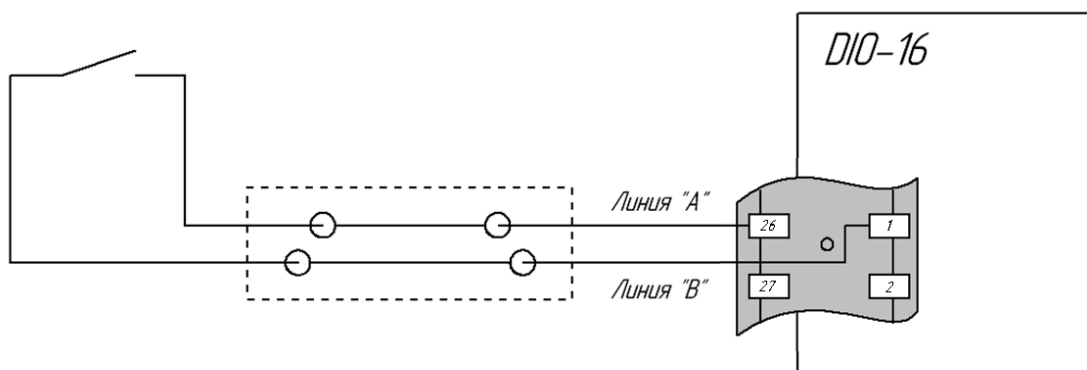
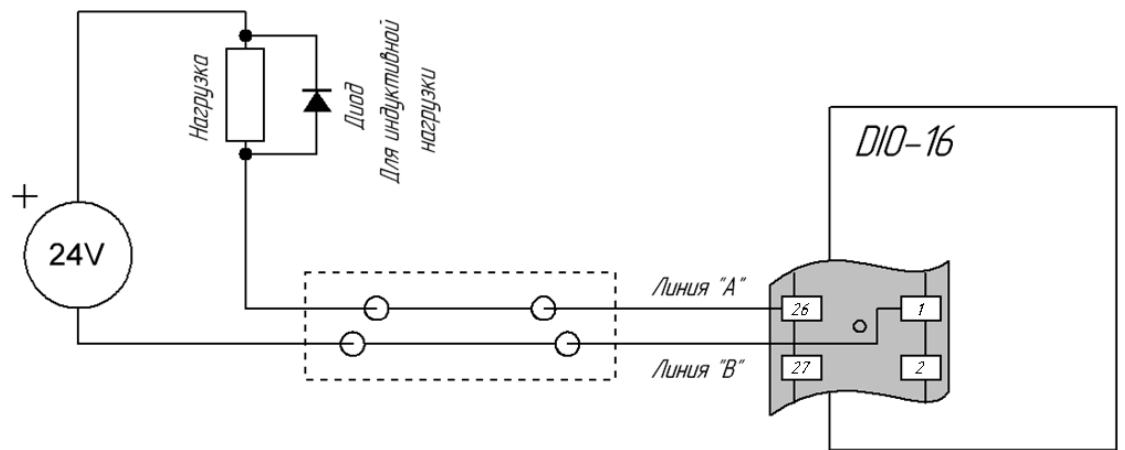


Рисунок 2.14

На рисунке 2.15 показано подключение нагрузки к каналу ввода-вывода, работающему в режиме дискретного выхода. К выходу возможно подключение как резистивной, так и индуктивной нагрузки. Кроме того, в последнем случае необходимо параллельно индуктивным нагрузкам установить обратно включенные защитные диоды. Диоды устанавливаются как можно ближе к выводам нагрузки и поглощают выбросы напряжения при отключении нагрузки.



ё

Рисунок 2.15

Каждый канал имеет встроенные аппаратные средства диагностики своего состояния, позволяющие контролировать исправность элементов на самом модуле, а также целостность цепи нагрузки.

Диагностика отказа «обрыв в нагрузке» (возникает в случае обрыва участка цепи нагрузки) может быть обнаружена только при закрытом транзисторе или при переходе из включенного состояния в выключенное. Также возможна диагностика состояния транзисторного ключа. Во включенном состоянии диагностируется открытие ключа, в выключенном – пробой ключа на короткое замыкание.

2.7 Модуль ввода частотных сигналов DI12-24-F

2.7.1 Назначение

Модуль DI12-24-F предназначен для определения частоты дискретных сигналов и подсчета импульсов постоянного тока с номинальным напряжением 24 В.

Основные особенности:

- 12 каналов ввода, независимо настраиваемых либо как счётчик импульсов, либо как измеритель частоты;
- 12 настраиваемых выходов сигнала тревоги (по одному на канал);
- один настраиваемый выход сигнала тревоги (для модуля);
- каждый вход имеет защиту по току и напряжению и гальванически развязан;
- настраиваемое время измерения частоты;
- функция обнаружения обрыва линии и короткого замыкания;
- возможность отключения индикации для снижения энергопотребления;
- отладочный порт RS-232.

Структурная схема модуля ввода частотных сигналов изображена на рисунке 2.16.

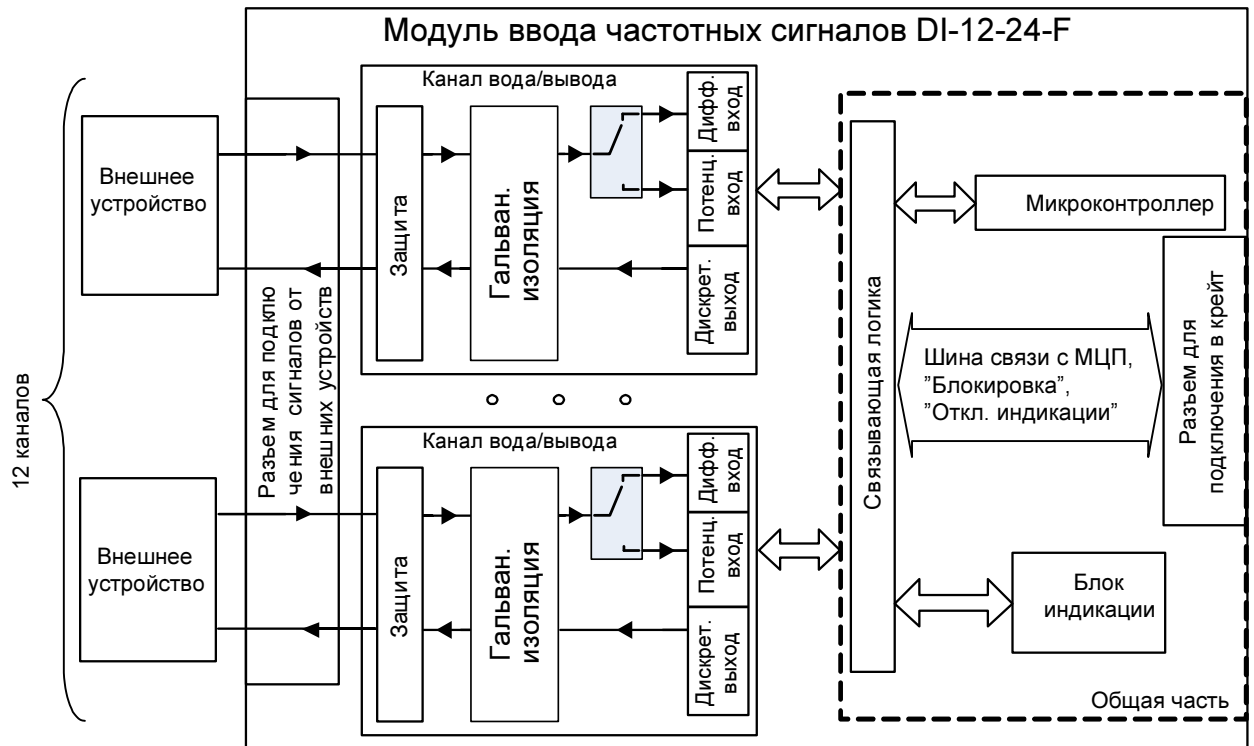


Рисунок 2.16

2.7.2 Состав модуля

Модуль дискретного ввода-вывода DI12-24-F содержит:

- управляющий 32-разрядный микроконтроллер с внутренней памятью программ и данных;
- стабилизированные источники питания;
- 12 изолированных перенастраиваемых каналов ввода.

Изображение модуля приведено на рисунке 2.17.



Рисунок 2.17

Модуль может устанавливаться на произвольное универсальное место и занимает одно установочное место. На лицевой части модуля располагаются индикаторы, отображающие состояние модуля и каналов, а также разъем для подключения входных цепей.

2.7.3 Технические характеристики

Технические характеристики приведены в таблице 2.20

Таблица 2.20

Наименование показателя	Значение
Количество каналов	12
Количество каналов тревог	– 12 настраиваемых выходов сигнала тревоги (по 1 на канал); – один настраиваемый выход сигнала тревоги (для модуля)
Режимы работы канала ввода-вывода	2 режима работы: – счётчик импульсов; – измеритель частоты
Гальваническая развязка	1,5 кВ, каждый канал ввода-вывода отдельно
Индикация	Состояние каждого входа, состояние модуля
Напряжение логического «0» (дифференциальный вход), В	От 0 до 1,5
Напряжение логической «1» (дифференциальный вход), В	От 3 до 6
Максимальное рабочее напряжение на входе (дифференциальный вход), В	6
Напряжение логического «0» (потенциальный вход), В	От 0 до 5
Напряжение логической «1» (потенциальный вход), В	От 9 до 30
Максимальное рабочее напряжение на входе (потенциальный вход), В	30
Максимально допустимое напряжение на входе, В	250
Диапазон измерения частоты, кГц	От 0,5 до 100
Время измерения частоты	От 4 мс до 2 с
Максимальная частота счета импульсов, кГц	100
Размерность счетчика, бит	32
Максимальное напряжение тревожного выхода, В	30
Предел допускаемой абсолютной погрешности счета импульсов, шт.	±1 на 10000 импульсов
Предел допускаемой дополнительной абсолютной погрешности в режиме счета импульсов, шт./1 °С	0
Предел допускаемой основной приведенной погрешности в режиме измерения частоты, % от диапазона измерений	± 0,005
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, %/1 °С	±0,0000625

Наименование показателя	Значение
Индикация	Состояние каждого входа, состояние модуля
Состояние входов при отказе МПЦ	Конфигурируется по каждому входу: предустановленное или последнее значение
Потребляемая мощность: с выключенными каналами, мВт	160
Потребляемая мощность: с выключенными каналами и выключенной индикацией, мВт	130
Потребляемая мощность в режиме “сна”, мВт	50
Максимальная потребляемая мощность модуля, Вт	4,5

2.7.4 Устройство и работа

2.7.4.1 Устройство и работа модуля

В структуре модуля можно выделить два основных типа функциональных узлов. Первый тип – это «общая» часть. Она содержит микроконтроллер со вспомогательными электронными компонентами для выполнения программы модуля, предобработки данных от каналов ввода-вывода, связи с модулем центрального процессора и т.п., источники питания, формирующие необходимые напряжения для функционирования модуля. Второй тип функциональных узлов – входные каналы. В последние входят электронные компоненты для подключения внешних сигналов и их преобразования в вид, необходимый для обработки «общей» частью, электронные компоненты, обеспечивающие гальваническую изоляцию, и компоненты, формирующие питание «изолированной» части. Модуль содержит 12 каналов ввода, все они реализованы идентично.

Каждый канал дискретного ввода настраивается из программы ПЛК как вход-счетчик длиной 32 бита (4 294 967 295 импульсов), либо как вход-частотомер, измеряющий частоту от 0,5 Гц до 100 кГц. Входной сигнал может быть дифференциальным либо потенциальным.

На каждый вход имеется настраиваемый выход тревоги.

Контроль обрыва цепей, содержащих дискретные выходы (как правило, типа «сухой контакт») и дополнительный источник питания, основывается на применении резистора, включенного параллельно дискретному выходу. Для работы с такой цепью канал дискретного ввода имеет электрические цепи для распознавания трех состояний входного сигнала:

- отсутствие какого-либо входного сигнала (обрыв линии);
- логический «0» (дискретный выход разомкнут, ток входного сигнала ограничивается сопротивлением включенного параллельно контактам резистора);
- логическая «1» (дискретный выход замкнут, ток входного сигнала не ограничен).

Индикаторный блок может переходить в неактивное состояние при поступлении внешнего сигнала от процессорного модуля или через заданный промежуток времени.

На модуль установлена память EEPROM для хранения редко изменяемых значений и констант (серийный номер устройства, версия модуля, внутреннюю конфигурацию).

Модуль обеспечивает режим низкого потребления. Переход в данный режим и выход из него происходит по команде от микропроцессорного модуля, либо по интегрированному таймеру модуля.

Модуль обеспечивает режим «БЛОКИРОВКА». Данный режим подразумевает переход выходов модуля в заранее определенное состояние в случае активации общего сигнала блокировки. Модуль обеспечивает формирование сигнала блокировки в случае возникновения аварийных событий. Перечень аварийных событий задается программно.

2.7.4.2 Назначение контактов разъема для подключения нагрузки

Линии для подключения внешних электрических цепей к каналам ввода-вывода выходят на разъем типа RJ-21, расположенный на лицевой части модуля. К каналу ввода-вывода можно подключать цепи в любой полярности, для определенности (например, для режима входа типа «сухой» контакт) первый провод линии можно назвать «А», второй «В».

Для подключения можно использовать готовые шнуры с необходимым разъемом и подключенным 25-парным кабелем. Кабель имеет стандартную цветовую раскладку (соответствие номеров контактов на разъеме цветам проводников). Назначение контактов разъема и их соответствие парам в 25-парном кабеле приведено в таблице 2.21.

Таблица 2.21

Тип и номер канала	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
Авария модуля	Линия «-»	26	1	Белый
	Линия «+»	1		Синий
Канал 1	Линия «+»	27	2	Белый
	Линия «-»	2		Оранжевый
Канал 7	Линия «-»	28	3	Белый
	Линия «+»	3		Зеленый
Авария канала 1	Линия «+»	29	4	Белый
	Линия «-»	4		Коричневый
Авария канала 7	Линия «-»	30	5	Белый
	Линия «+»	5		Серый
Канал 2	Линия «+»	31	6	Красный
	Линия «-»	6		Синий
Канал 8	Линия «-»	32	7	Красный
	Линия «+»	7		Оранжевый
Авария канала 2	Линия «+»	33	8	Красный
	Линия «-»	8		Зеленый
Авария канала 8	Линия «-»	34	9	Красный
	Линия «+»	9		Коричневый
Канал 3	Линия «+»	35	10	Красный
	Линия «-»	10		Серый
Канал 9	Линия «-»	36	11	Черный
	Линия «+»	11		Синий
Авария канала 3	Линия «+»	37	12	Черный

Тип и номер канала	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
	Линия «-»	12		Оранжевый
Авария канала 9	Линия «-»	38	13	Черный
	Линия «+»	13		Зеленый
Канал 4	Линия «+»	39	14	Черный
	Линия «-»	14		Коричневый
Канал 10	Линия «-»	40	15	Черный
	Линия «+»	15		Серый
Авария канала 4	Линия «+»	41	16	Желтый
	Линия «-»	16		Синий
Авария канала 10	Линия «-»	42	17	Желтый
	Линия «+»	17		Оранжевый
Канал 5	Линия «+»	43	18	Желтый
	Линия «-»	18		Зеленый
Канал 11	Линия «-»	44	19	Желтый
	Линия «+»	19		Коричневый
Авария канала 5	Линия «+»	45	20	Желтый
	Линия «-»	20		Серый
Авария канала 10	Линия «-»	46	21	Фиолетовый
	Линия «+»	21		Синий
Канал 6	Линия «+»	43	22	Фиолетовый
	Линия «-»	18		Оранжевый
Канал 12	Линия «-»	48	23	Фиолетовый
	Линия «+»	23		Зеленый
Авария канала 6	Линия «+»	49	24	Фиолетовый
	Линия «-»	24		Коричневый
Авария канала 10	Линия «-»	50	25	Фиолетовый
	Линия «+»	25		Серый

2.7.4.3 Индикация модуля

В таблице 2.22 приведено поведение светодиодных индикаторов, отражающих состояние модуля DI12-24-F.

Таблица 2.22

Светодиод	Назначение
Светодиод "PWR". Зеленый	Питание: не горит – питание отключено; горит - питание включено
Светодиод "ERR". Двухцветный	Ошибка: не горит – нет ошибки; красный – ошибка; зеленый – реакция на событие
Светодиод "WORK". Двухцветный	Режим работы: не горит – модуль не загружен; зеленый – работа; красный – низкое энергопотребление
Светодиод "BLK". Красный	Блокировка: не горит – режим блокировки не активен; горит – режим блокировки активен
Светодиод "BUS". Двухцветный	Связь с крейтом: не горит – связь отсутствует; красный – передача; зеленый – прием
Светодиод "USR". Двухцветный	Настраиваемый пользовательский диод

В таблице 2.23 приведено поведение индикаторов, отражающих состояние каналов ввода-вывода.

Таблица 2.23

Светодиод	Назначение
Светодиоды "IN". Зеленый	Режим работы канала: не горит – канал не активирован; зеленый – канал активирован
Светодиоды "STATUS". Двухцветный	Режим работы канала: не горит – канал не активирован; зеленый – канал работает без ошибок; красный – ошибка на канале

2.7.5 Использование по назначению

2.7.5.1 Эксплуатационные ограничения

ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация модуля дискретного ввода-вывода в цепях с максимальным напряжением свыше 30 В и протекающим током, превышающим 500 мА (для дискретного выхода).

Превышение напряжения и тока приведет к срабатываниям элементов защиты от превышения по напряжению и по току и может в критических случаях привести к выходу из строя канала ввода-вывода. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются ложные срабатывания системы диагностики состояния каналов и контроля обрыва линии, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

2.7.5.2 Типовые схемы включения

На рисунке 2.18 приведена типовая схема подключения одного канала в режиме потенциального входа с использованием проходных клеммных колодок, используемая при проектировании шкафа. В качестве входного воздействия используется датчик типа «сухой контакт» и источник ЭДС.

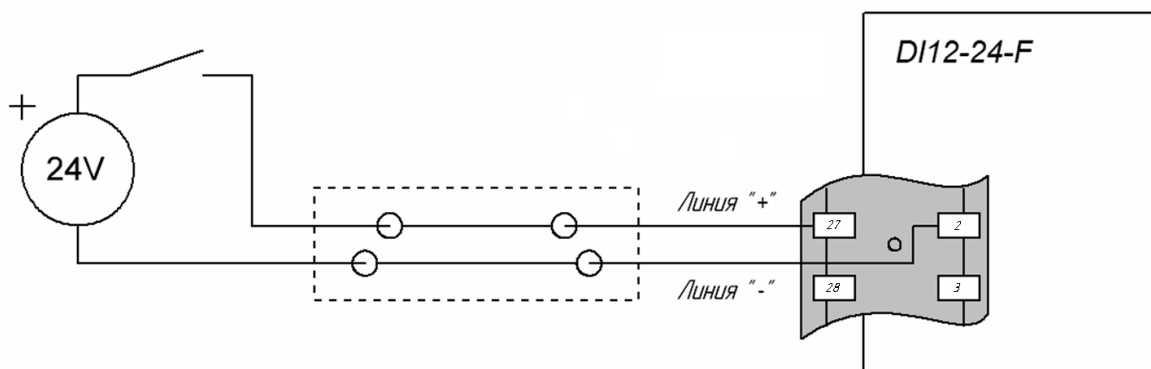


Рисунок 2.18

На рисунке 2.19 приведена типовая схема подключения канала в режиме потенциального входа с использованием функции контроля обрыва линии связи. Рекомендуется применение резистора с номинальным сопротивлением 20 кОм.

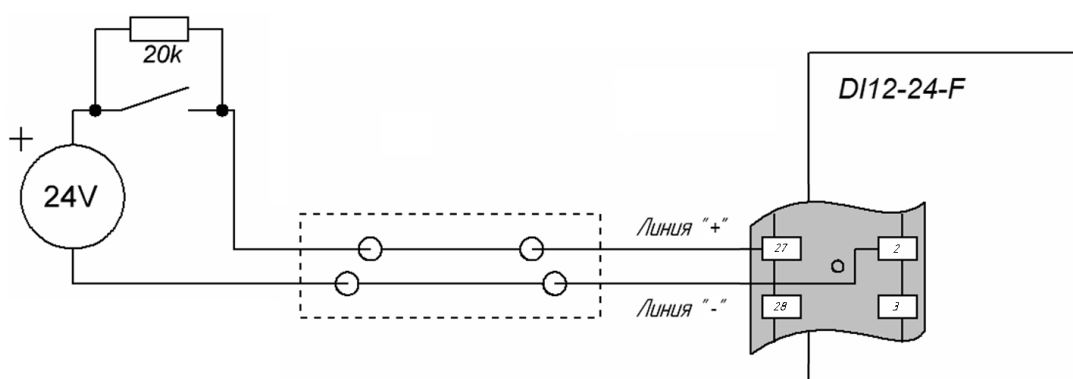


Рисунок 2.19

На рисунке 2.20 приведена схема подключения источника сигнала в режиме дифференциального входа. В качестве источника сигнала могут использоваться датчики частоты типа А5S фирмы "Braun GmbH Industrie-Elektronik" или аналогичные.

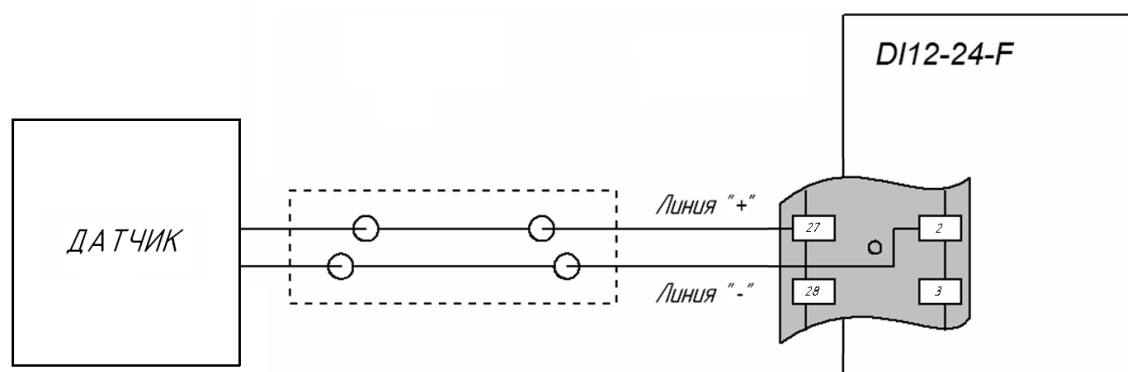


Рисунок 2.20

2.8 Модуль аналогового ввода АПТ-12

2.8.1 Назначение

Модуль АПТ-12 предназначен для измерения сигналов термопреобразователей сопротивления (согласно ГОСТ 6651-94), электрического сопротивления, термопар, источников напряжения постоянного тока, аналоговых сигналов постоянного тока. По умолчанию все каналы настроены в состояние «ВЫКЛЮЧЕНО».

Основные особенности:

- 12 каналов с индивидуальной гальванической развязкой 1500 В;
- каждый канал модуля имеет возможность индивидуальной настройки на работу с любым датчиком и на любом диапазоне;
- функция обнаружения обрыва линии и короткого замыкания;
- возможность усреднения;
- фильтр от входных помех (50 Гц или 60 Гц);
- контроль температуры на плате модуля;
- программируемый выход сигнала тревоги;
- индикация состояния и результатов диагностики каждого канала.

Внешний вид модуля показан на рисунке 2.21

2.8.2 Состав модуля

Модуль АПТ-12 содержит:

- управляющий 32-разрядный микропроцессор с внутренним ОЗУ и Flash памятью для программ и данных;
- программируемая логическая матрица для преобразования данных;
- общий источник питания;
- 12 гальванически изолированных каналов ввода аналоговых сигналов.

Каждый измерительный канал содержит:

- 1) индивидуальный гальванически изолированный источник питания;
 - 2) индивидуальный «сигма-дельта» АЦП (разрядность 16 бит) и прецизионный источник опорного напряжения;
 - 3) источник тока для питания термометров сопротивления;
 - 4) входной фильтр для защиты от электромагнитных помех;
 - 5) источник питания для датчиков с токовым выходом;
 - 6) индивидуальные схемы защиты аналогового входа от превышения по току и по напряжению.
- отладочный порт RS-232;
 - индикация:
 - 1) индикация статуса модуля;
 - 2) индикация статуса аналоговых входов;
 - 3) один пользовательский светодиод;
 - 4) возможность отключения индикации для снижения энергопотребления.

Модуль занимает в крейте одно посадочное место. На лицевой панели модуля располагается разъем для подключения аналоговых входов и светодиодные индикаторы состояния модуля каждого канала.

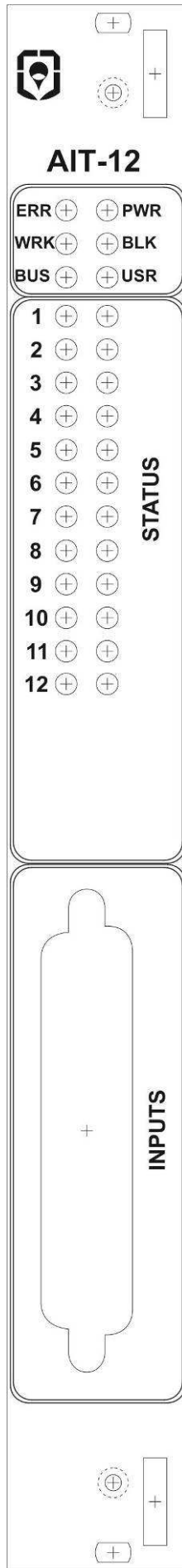


Рисунок 2.21

2.8.3 Технические характеристики

Технические характеристики модуля АИТ-12 приведены в таблице 2.24

Таблица 2.24

Наименование показателя	Значение
Количество каналов	12 аналоговых каналов
Гальваническая развязка	– между каналами 1,5 кВ; – между каналами и схемой модуля 1,5 кВ ; – между каналами и заземлением 1,5 кВ
Индикация	Состояние каждого входа, состояние модуля
Напряжение питания, В	От 10 до 30
Габаритные размеры, мм, не более	265x190x30
Масса, г, не более	350
Аналоговый вход	
Тип входов	– измерение сигналов постоянного тока; – измерение сигналов постоянного напряжения; – измерение электрического сопротивления; – измерение сигналов термометров сопротивления; – измерение сигналов термопар
Разрядность АЦП, бит	16
Время измерения	До 2 мс (при выключенном режекторном фильтре 50 или 60 Гц); до 102 мс при 60 Гц; до 121 мс при 50 Гц
Усреднение	Настраиваемое количество выборок: 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128
Входное сопротивление	250 Ом – для измерения сигналов постоянного тока; не менее 100 кОм – для измерения сигналов постоянного напряжения
Фильтрация	Выбирается 50 или 60 Гц. Подавление не менее 80 дБ
Допустимое напряжение на входе, В	± 10
Максимальное напряжение на входе, В	± 33
Защита от превышения по току	Да
Защита от попадания стороннего напряжения	Устойчивость к сетевому напряжению переменного тока 242 В

Основные метрологические характеристики модуля АГТ-12 приведены в таблице 2.25

Таблица 2.25

Диапазон входных сигналов	Диапазон выходных сигналов	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % от диапазона измерений	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, % от диапазона измерений
От 0 до 5 мА	16 бит	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,00125 \%/^{\circ}\text{C}$
От 0 до 20 мА			
От 0 до 5 мА			
От 0 до 10 мВ	16 бит	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,00125 \%/^{\circ}\text{C}$
От 0 до 50 мВ			
От 0 до 100 мВ			
От 0 до 500 мВ			
От минус 10 до плюс 10 мВ	16 бит	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,00125 \%/^{\circ}\text{C}$
От минус 50 до плюс 50 мВ			
От минус 100 до плюс 100 мВ			
От минус 500 до плюс 500 мВ			
От 0 до 5 В	16 бит	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,00125 \%/^{\circ}\text{C}$
От 0 до 10 В			
От минус 5 до плюс 5 В			
От минус 10 до плюс 10 В			
Сигналы от ТС по ГОСТ 6651-2009 ¹⁾ от 7,96 до 214,21 Ом	16 бит	$\pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,00625^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{C}$
Сигналы от термопар по ГОСТ Р 8.585-2013 ²⁾	16 бит	$\pm 0,1 \%$	$\pm 0,00125 \%/^{\circ}\text{C}$

¹⁾ Сигналы от термопреобразователей сопротивления стандартных градуировок (по ГОСТ 6651-94): ТСМ50М, $W_{100}=1,4260$; ТСМ50М, $W_{100}=1,4280$; ТСМ100М, $W_{100}=1,4260$; ТСМ100М, $W_{100}=1,4280$; ТСП50П, $W_{100}=1,3910$; ТСП50П, $W_{100}=1,3850$; ТСП100П, $W_{100}=1,3910$; ТСП100П, $W_{100}=1,3850$; ТСН 100Н, $W=1,6170$; (по ГОСТ 6651-78): ТСП46П, $W_{100}=1,3910$; ТСМ53М, $W_{100}=1,4260$.

²⁾ Сигналы от термопар ТВР (А-1), ТВР (А-2), ТВР (А-3), ТПР(В), ТПП(С), ТПП(Р), ТХА(К), ТХК(Л), ТХК(Е), ТМК(Т), ТЖК(Ј), ТНН(Н), ТМК(М)

2.8.4 Устройство и работа

2.8.4.1 Устройство модуля

В структуре модуля можно выделить два основных типа функциональных узлов. Первый тип – это «общая» часть. Она содержит микроконтроллер со вспомогательными электронными компонентами для выполнения программы модуля, предобработки данных от каналов ввода, связи с модулем центрального процессора и т.п., источники питания, формирующие необходимые напряжения для функционирования модуля. Второй тип функциональных узлов – каналы ввода. В последние входят электронные компоненты для подключения внешних сигналов и их преобразования в вид, необходимый для обработки «общей» частью, электронные компоненты, обеспечивающие гальваническую изоляцию, и компоненты, формирующие питание «изолированной» части. Модуль содержит 12 каналов аналогового ввода, все они реализованы идентично.

Общая часть реализована на базе 32-разрядного микропроцессора с внутренним ОЗУ и Flash и программируемой логической матрицы CPLD для преобразования данных. Общая часть также содержит собственный источник питания +3.3 В, схему индикации с источником питания +3.3 В, и схему управления питанием каналов с общим источником питания каналов +5 В.

На модуль установлена память EEPROM для хранения редко изменяемых значений и констант (серийный номер устройства, версия модуля, внутреннюю конфигурацию).

Каждый канал представляет собой законченную схему измерителя с гальванической изоляцией по цифровым интерфейсам и по питанию. Питание канала, а также гальваническая развязка по цифровым интерфейсам и управляющим сигналам реализована на базе специализированных микросхем, отдельные управляющие сигналы изолированы с помощью оптронной развязки.

Измеритель основан на прецизионном АЦП со встроенным источником опорного напряжения и источником тока (для питания термометров сопротивления). При измерении сигналов постоянного тока АЦП измеряет падение напряжения на прецизионном, высокостабильном шунте. При измерении сигналов напряжения высокого уровня к измерительному каналу АЦП подключается прецизионный высокостабильный делитель напряжения. При измерении сигналов напряжения низкого уровня делитель напряжения исключается из измерительной цепи. Коммутация каналов АЦП и подключение измерительных цепей осуществляется при помощи телекоммуникационных сигнальных реле с позолоченными контактами.

В состав измерителя также входит входной RC фильтр и схема защиты от превышения по току и напряжению. В АЦП интегрирован режекторный фильтр, способный работать в трёх режимах («ВЫКЛ», 50 и 60 Гц) и обеспечивающий до 80 дБ ослабления на указанных частотах.

2.8.4.2 Работа модуля

После подачи питания модуль АИТ-12 находится в состоянии PowerDown.

Включение модуля происходит по команде от модуля центрального процессора, а именно: установкой сигнала «PwrOff» в состояние логической «1». По умолчанию после включения модуля все каналы находятся в состоянии «ВЫКЛ», источники питания каналов выключены, вспомогательные схемы отключены или находятся в энергосберегающем режиме, микроконтроллер находится в состоянии готовности к обмену с модулем центрального процессора.

Включение канала модуля происходит по команде от модуля центрального процессора. Процесс включения канала включает в себя запуск изолированного источника питания соответствующего канала, инициализацию АЦП и конфигурирования измерительных цепей канала.

Измерение значения на входе канала происходит в автоматическом режиме и вычитывается с периодом 2 мс модулем центрального процессора. Время измерения не превышает 2 мс (при выключенном режекторном фильтре). При включенной фильтрации это время может

превышать 120 мс. С настраиваемой периодичностью модуль самостоятельно может контролировать вход канала на предмет обрыва линии. Обрывом линии считается ток в линии менее 4 мА. При возникновении обрыва линии модуль информирует об этом аварийном событии модуль центрального процессора и отображает сигнал аварийной индикации соответствующего канала на передней панели модуля (если индикация модуля включена).

2.8.4.3 Назначение контактов разъема для подключения нагрузки

Линии для подключения внешних электрических цепей к каналам ввода-вывода выходят на разъем тип RJ-21, расположенный на лицевой части модуля.

Для подключения можно использовать уже готовые шнуры с необходимым разъемом и подключенным 25-парным кабелем. Кабель имеет стандартную цветовую раскладку (соответствие номеров контактов на разъеме цветам проводников). Назначение контактов разъема и их соответствие парам в 25-парном кабеле приведено в таблице 2.26

Таблица 2.26

Тип и номер канала		Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
	Тревога –	Линия «В»	26	1	Белый
	Тревога +	Линия «А»	1		Синий
1	Вход +	Линия «А»	27	2	Белый
	Вход –	Линия «В»	2		Оранжевый
	Выход +	Линия «А»	28	3	Белый
	Выход –	Линия «В»	3		Зеленый
2	Вход +	Линия «А»	29	4	Белый
	Вход –	Линия «В»	4		Коричневый
	Выход +	Линия «А»	30	5	Белый
	Выход –	Линия «В»	5		Серый
3	Вход +	Линия «А»	31	6	Красный
	Вход –	Линия «В»	6		Синий
	Выход +	Линия «А»	32	7	Красный
	Выход –	Линия «В»	7		Оранжевый
7	Вход +	Линия «А»	33	8	Красный
	Вход –	Линия «В»	8		Зеленый
	Выход +	Линия «А»	34	9	Красный
	Выход –	Линия «В»	9		Коричневый
8	Вход +	Линия «А»	35	10	Красный
	Вход –	Линия «В»	10		Серый
	Выход +	Линия «А»	36	11	Черный
	Выход –	Линия «В»	11		Синий
9	Вход +	Линия «А»	37	12	Черный
	Вход –	Линия «В»	12		Оранжевый

Тип и номер канала		Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
	Выход +	Линия «А»	38	13	Черный
	Выход –	Линия «В»	13		Зеленый
4	Вход +	Линия «А»	39	14	Черный
	Вход –	Линия «В»	14		Коричневый
	Выход +	Линия «А»	40	15	Черный
	Выход –	Линия «В»	15		Серый
5	Вход +	Линия «А»	41	16	Желтый
	Вход –	Линия «В»	16		Синий
	Выход +	Линия «А»	42	17	Желтый
	Выход –	Линия «В»	17		Оранжевый
6	Вход +	Линия «А»	43	18	Желтый
	Вход –	Линия «В»	18		Зеленый
	Выход +	Линия «А»	44	19	Желтый
	Выход –	Линия «В»	19		Коричневый
10	Вход +	Линия «А»	45	20	Желтый
	Вход –	Линия «В»	20		Серый
	Выход +	Линия «А»	46	21	Фиолетовый
	Выход –	Линия «В»	21		Синий
11	Вход +	Линия «А»	47	22	Фиолетовый
	Вход –	Линия «В»	22		Оранжевый
	Выход +	Линия «А»	48	23	Фиолетовый
	Выход –	Линия «В»	23		Зеленый
12	Вход +	Линия «А»	49	24	Фиолетовый
	Вход –	Линия «В»	24		Коричневый
	Выход +	Линия «А»	50	25	Фиолетовый
	Выход –	Линия «В»	25		Серый

2.8.4.4 Индикация модуля

В таблице

Таблица 2.27 приведено поведение светодиодных индикаторов, отражающих состояние модуля.

Таблица 2.27

Светодиод	Назначение
Светодиод “PWR”. Зеленый	Питание: не горит – питание отключено; горит - питание включено
Светодиод “ERR”. Двухцветный	Ошибка: не горит – нет ошибки; красный – ошибка; зеленый – реакция на событие
Светодиод “WRK”. Двухцветный	Режим работы: не горит – модуль не загружен; зеленый – работа; красный – низкое энергопотребление
Светодиод “BLK”. Красный	Блокировка: не горит – режим блокировки не активен; горит – режим блокировки активен
Светодиод “BUS”. Двухцветный	Связь с крейтом: не горит – связь отсутствует; красный – передача; зеленый – прием
Светодиод “USR”. Двухцветный	Настраиваемый пользовательский диод
Светодиоды “STATUS”. Двухцветный	Режим работы канала. не горит – канал не активирован; зеленый – канал работает без ошибок; красный – ошибка на канале

Индикаторный блок может переходить в неактивное состояние при поступлении внешнего сигнала от процессорного модуля или через заданный промежуток времени.

2.8.5 Использование по назначению

2.8.5.1 Эксплуатационные ограничения

ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация модуля в цепях с максимальным напряжением свыше 30 В.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать на аналоговый вход ток свыше 20 мА.

Превышение напряжения и тока приведет к срабатываниям элементов защиты от превышения по напряжению и по току и может в критических случаях привести к выходу из строя канала. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются ложные срабатывания системы диагностики состояния каналов и контроля обрыва линии, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

2.8.5.2 Типовые схемы включения

Схема подключения при измерении сигнала постоянного тока с питанием датчиков от внутреннего источника питания модуля приведена на рисунке 2.22.

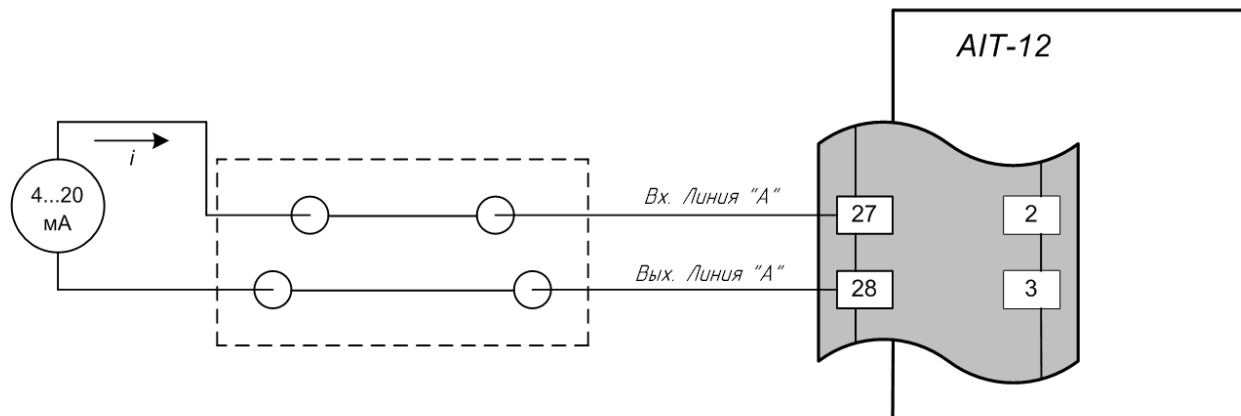


Рисунок 2.22

Схема подключения при измерении сигнала постоянного тока с питанием датчиков от внешнего источника питания приведена на рисунке 2.23.

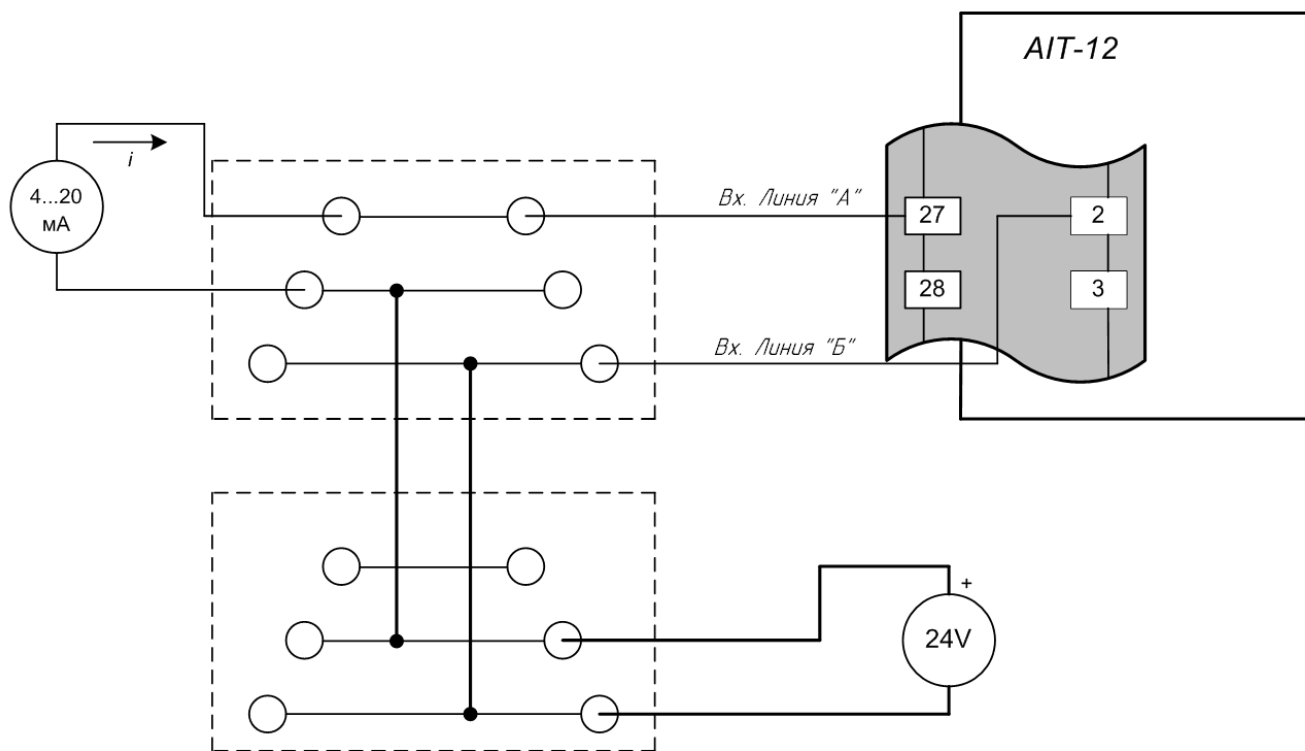


Рисунок 2.23

Схема подключения при измерении сигнала постоянного напряжения приведена на рисунке 2.25.

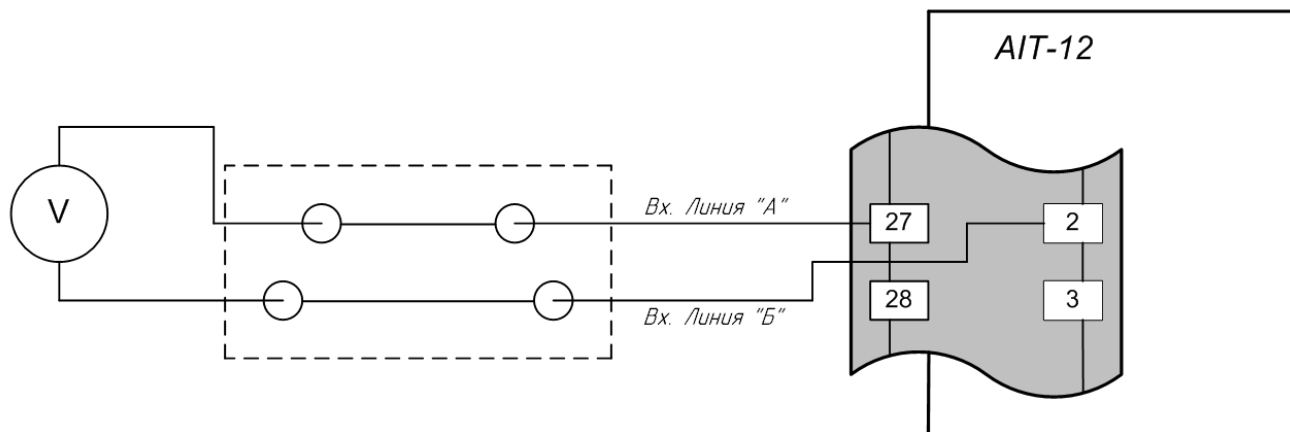


Рисунок 2.24

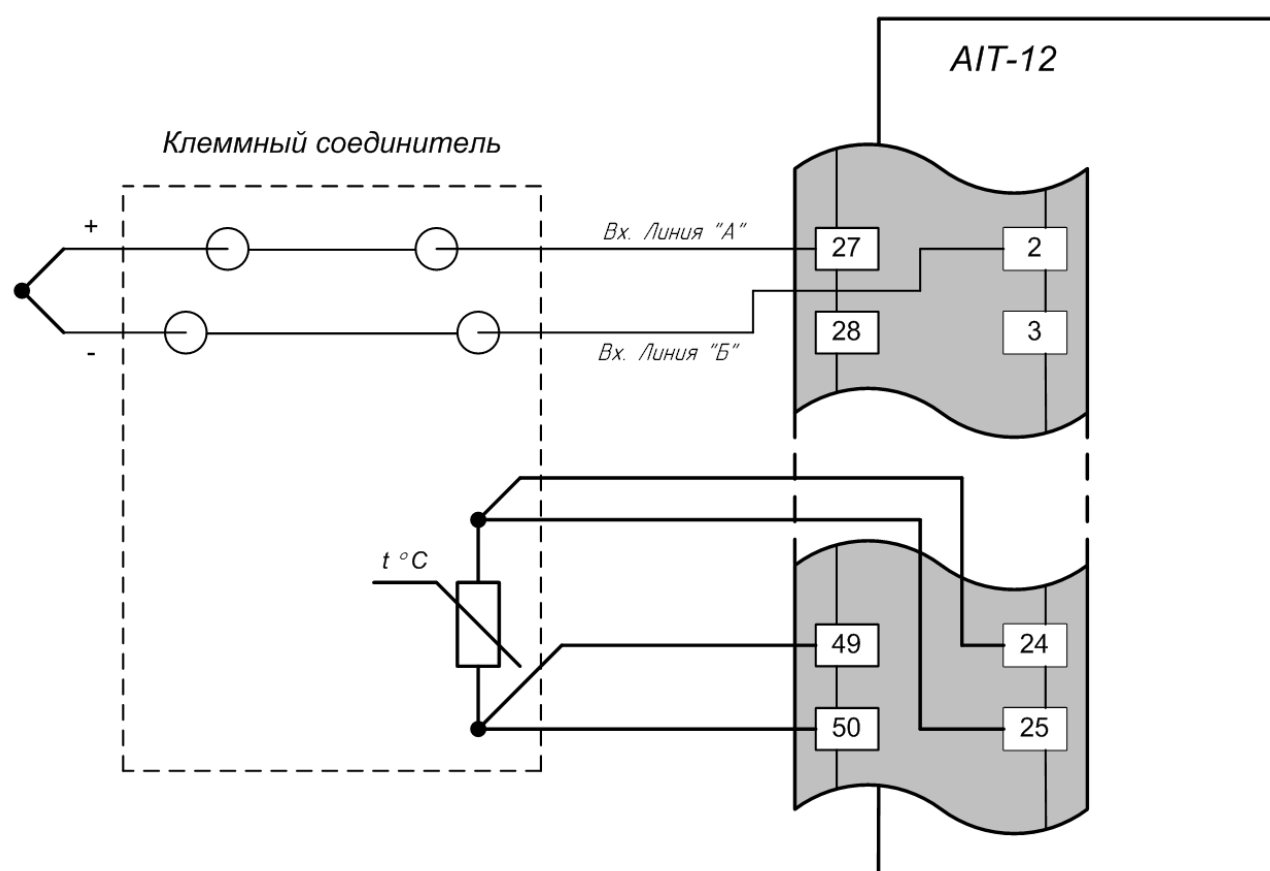


Рисунок 2.25

Схема подключения при измерении сигнала термопары с компенсацией температуры холодного спая приведена на рисунке 2.26.

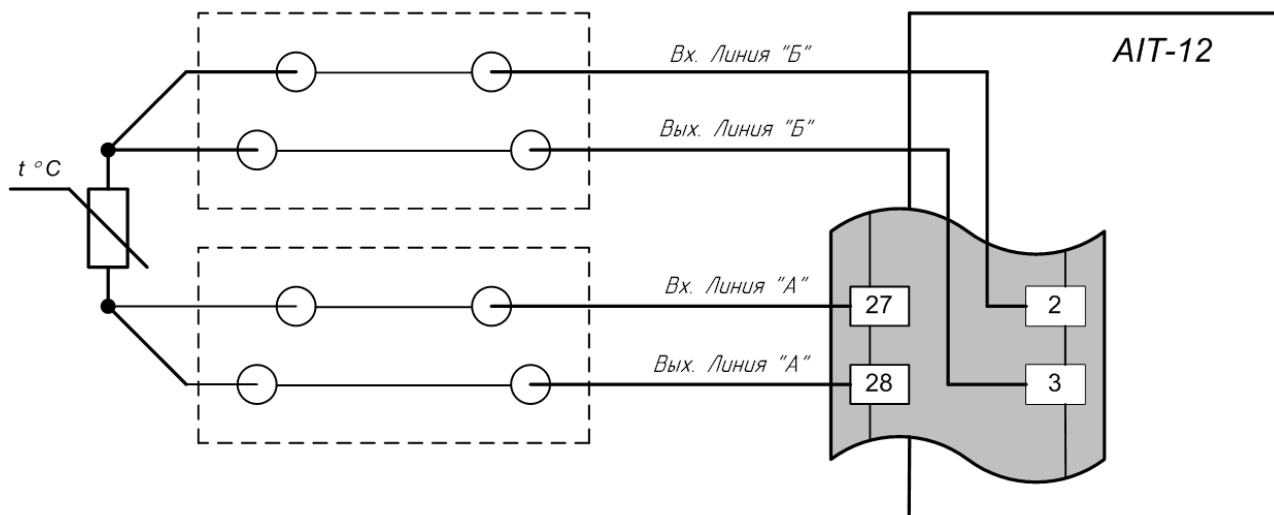


Рисунок 2.26

Схема подключения для измерения температуры с помощью термометра сопротивления по четырехпроводной схеме приведена на рисунке 2.26.

2.9 Модуль аналогового ввода AI32-24

2.9.1 Назначение

Модуль AI32-24 предназначен для измерения токовых сигналов постоянного тока.

Основные особенности:

- четыре канала (по восемь входов) с индивидуальной гальванической развязкой;
- каждый канал содержит:
 - два «сигма-дельта» АЦП;
 - индивидуальный прецизионный источник опорного напряжения;
 - гальванически развязанный источник питания для датчиков;
 - входной фильтр для защиты от электромагнитных помех;
 - сигнал тревоги.
- контроль обрыва линии;
- индикация состояния каждого канала.

Внешний вид модуля показан на рисунке Рисунок 2.27. Состав модуля

Модуль AI32-24 содержит:

- управляющий 32-разрядный микропроцессор с внутренним ОЗУ и Flash памятью для программ и данных;
- программируемая логическая матрица для преобразования данных;
- общий источник питания;
- датчик температуры на плате модуля;
- ППЗУ на плате модуля для хранения конфигурации и калибровок;
- четыре канала (по восемь входов) с индивидуальной гальванической развязкой.

Каждый измерительный канал содержит:

- 1) восемь аналоговых входов с фильтром для защиты от электромагнитных помех;
- 2) два «сигма-дельта» АЦП (разрядность 16 бит);
- 3) прецизионный источник опорного напряжения;
- 4) гальванически развязанный источник питания для датчиков;

5) индивидуальные схемы защиты аналоговых входов от превышения по току и по напряжению;

– индикация статуса модуля.

Индикация:

- 1) индикация статуса модуля;
- 2) индикация статуса аналоговых входов;
- 3) один пользовательский светодиод;
- 4) возможность отключения индикации для снижения энергопотребления.

Модуль занимает в крейте одно посадочное место. На лицевой панели модуля располагается разъем для подключения аналоговых входов и светодиодные индикаторы состояния модуля и каждого канала.

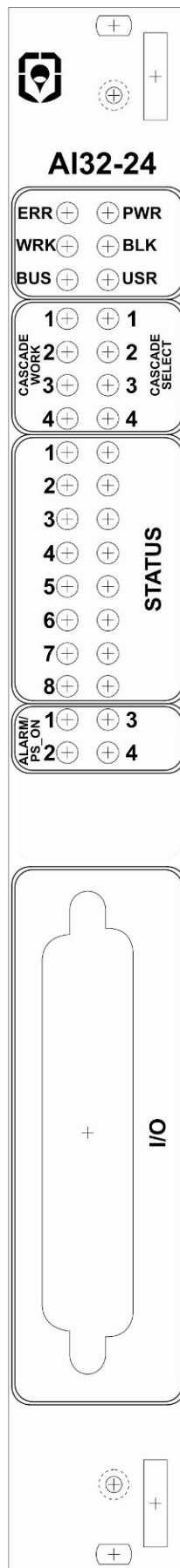


Рисунок 2.27

2.9.3 Технические характеристики

Технические характеристики модуля приведены в таблице 2.28.

Таблица 2.28

Наименование показателя	Значение
Количество каналов	4 канала, состоящие из 8 токовых входов и выхода питания датчиков
Гальваническая развязка	– между каналами – 1,5 кВ; – между каналами и схемой модуля 1,5 кВ; – между каналами и заземлением 1,5 кВ
Индикация	Состояние каждого канала и входа, состояние модуля
Напряжение питания, В	от 10 до 30
Габаритные размеры, не более	265x190x30
Масса, г, не более	350
Токовый вход	
Тип входов	Токовый. С функцией распознавания обрыва линии
Рабочие диапазоны	От 0 до 5 мА От 0 до 20 мА От 4 до 20 мА
Разрядность АЦП, бит	16
Время измерения, мс, не более	2
Допустимое напряжение на входе, В	30
Максимальное напряжение на входе, В	+30
Защита от превышения по току	Да
Защита от попадания стороннего напряжения	Устойчивость к сетевому напряжению переменного тока 242 В
Выход питания датчиков	
Напряжение питания выхода, В	24
Максимальный ток выхода, мА	180
Защита от превышения по току	Да
Защита от попадания стороннего напряжения	Да

2.9.3.1 Метрологические характеристики

Метрологические характеристики модуля AI32-24 приведены в таблице 2.29.

Таблица 2.29

Диапазон входных сигналов	Диапазон выходных сигналов	Пределы допускаемой основной погрешности, % от диапазона измерений	Пределы допускаемой дополнительной погрешности, % от диапазона измерений
От 0 до 5 мА	16 бит	±0,1%	±0,00125 %/°С
От 0 до 20 мА			
От 4 до 20 мА		±0,05%	±0,000625 %/°С

2.9.4 Устройство и работа

2.9.4.1 Устройство модуля

В структуре модуля можно выделить два основных типа функциональных узлов. Первый тип – это «общая» часть. Она содержит микроконтроллер со вспомогательными электронными компонентами для выполнения программы модуля, предобработки данных от каналов ввода, связи с модулем центрального процессора и т.п., источники питания, формирующие необходимые напряжения для функционирования модуля. Второй тип функциональных узлов – каналы ввода. В последние входят электронные компоненты для подключения внешних сигналов и их преобразования в вид, необходимый для обработки «общей» частью, электронные компоненты, обеспечивающие гальваническую изоляцию, и компоненты, формирующие питание «изолированной» части. Модуль содержит четыре канала все они реализованы идентично.

Общая часть реализована на базе 32-разрядного микропроцессора с внутренним ОЗУ и Flash и программируемой логической матрице CPLD для преобразования данных. Общая часть также содержит собственный источник питания +3.3 В, схему индикации с источником питания +3.3 В, память EEPROM для хранения редко изменяемых значений и констант (серийный номер устройства, версия модуля, внутреннюю конфигурацию).

Каждый канал представляет собой законченную схему восьми измерителей тока с гальванической изоляцией по цифровым интерфейсам и по питанию и одного гальванически изолированного выхода питания датчиков. Питание канала осуществляется от гальванически изолированного источника питания постоянным напряжением +3.3 В.

Измеритель тока основан на прецизионном АЦП и прецизионном источнике опорного напряжения. АЦП измеряет падение напряжения на прецизионном, высокостабильном резисторе номиналом 100 Ом. В состав измерителя также входит схема защиты от превышения по току и напряжению.

Выход питания датчиков реализован на модульном DC-DC преобразователе и содержит схему защиты от превышения по току и напряжению.

2.9.4.2 Работа модуля

После подачи питания модуль находится в состоянии PowerDown.

Включение модуля происходит по команде от модуля центрального процессора, а именно:

установкой сигнала «PwrOff» в состояние логической «1». По умолчанию после включения модуля все каналы находятся в состоянии «ВЫКЛ», источники питания каналов выключены, вспомогательные схемы отключены или находятся в энергосберегающем режиме, микроконтроллер находится в состоянии готовности к обмену с модулем центрального процессора.

Включение канала модуля происходит по команде от модуля центрального процессора. Процесс включения канала включает в себя запуск изолированного источника питания соответствующего канала, инициализацию АЦП.

Измерение значения тока на входе канала происходит в автоматическом режиме и вычитывается с периодом 2 мс модулем центрального процессора. Время измерения не превышает 2 мс. С настраиваемой периодичностью модуль самостоятельно может контролировать вход канала на предмет обрыва линии. Обрывом линии считается ток в линии менее 4 мА. При возникновении обрыва линии модуль информирует об этом аварийном событии модуль центрального процессора и отображает сигнал аварийной индикации соответствующего канала на передней панели модуля (если индикация модуля включена).

2.9.4.3 Назначение контактов разъема для подключения нагрузки

Линии для подключения внешних электрических цепей к каналам ввода-вывода выходят на разъем тип RJ-21, расположенный на лицевой части модуля.

Для подключения можно использовать уже готовые шнуры с необходимым разъемом и подключенным 25-парным кабелем. Кабель имеет стандартную цветовую раскладку (соответствие номеров контактов на разъеме цветам проводников). Назначение контактов разъема и их соответствие парам в 25-парном кабеле приведено в таблице 2.30.

Таблица 2.30

Тип и номер канала		Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
Выход сигнализации	Авар 3 «+»	Линия «А»	26	1	Белый
	Авар 2 «-»	Линия «В»	1		Синий
	Авар 3 «-»	Линия «А»	27	2	Белый
	Авар 2 «+»	Линия «В»	2		Оранжевый
	Авар 4 «+»	Линия «А»	28	3	Белый
	Авар 1 «-»	Линия «В»	3		Зеленый
	Авар 4 «-»	Линия «А»	29	4	Белый
	Авар 1 «+»	Линия «В»	4		Коричневый
Не используется		Линия «А»	30	5	Белый
		Линия «В»	5		Серый
Канал 4	+ Вход 31	Линия «А»	31	6	Красный
	+ Вход 32	Линия «В»	6		Синий
	+ Вход 29	Линия «А»	32	7	Красный
	+ Вход 30	Линия «В»	7		Оранжевый
	+ Вход 27	Линия «А»	33	8	Красный
	+ Вход 28	Линия «В»	8		Зеленый
	+ Вход 25	Линия «А»	34	9	Красный
	+ Вход 26	Линия «В»	9		Коричневый

Тип и номер канала		Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
	+ 24 В 4	Линия «А»	35	10	Красный
	- 24 В 4	Линия «В»	10		Серый
Канал 3	+ Вход 23	Линия «А»	36	11	Черный
	+ Вход 24	Линия «В»	11		Синий
	+ Вход 21	Линия «А»	37	12	Черный
Канал 3	+ Вход 22	Линия «В»	12		13
	+ Вход 19	Линия «А»	38	Черный	
	+ Вход 20	Линия «В»	13	14	Зеленый
	+ Вход 17	Линия «А»	39		Черный
	+ Вход 18	Линия «В»	14		Коричневый
	+ 24 В 3	Линия «А»	40	15	Черный
	- 24 В 3	Линия «В»	15		Серый
Канал 2	+ Вход 15	Линия «А»	41	16	Желтый
	+ Вход 16	Линия «В»	16		Синий
	+ Вход 13	Линия «А»	42	17	Желтый
	+ Вход 14	Линия «В»	17		Оранжевый
	+ Вход 11	Линия «А»	43	18	Желтый
	+ Вход 12	Линия «В»	18		Зеленый
	+ Вход 9	Линия «А»	44	19	Желтый
	+ Вход 10	Линия «В»	19		Коричневый
	+ 24 В 2	Линия «А»	45	20	Желтый
	- 24 В 2	Линия «В»	20		Серый
Канал 1	+ Вход 7	Линия «А»	46	21	Фиолетовый
	+ Вход 8	Линия «В»	21		Синий
	+ Вход 5	Линия «А»	47	22	Фиолетовый
	+ Вход 6	Линия «В»	22		Оранжевый
	+ Вход 3	Линия «А»	48	23	Фиолетовый
	+ Вход 4	Линия «В»	23		Зеленый
	+ Вход 1	Линия «А»	49	24	Фиолетовый
	+ Вход 2	Линия «В»	24		Коричневый

Тип и номер канала		Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
	+ 24 В 1	Линия «А»	50	25	Фиолетовый
	- 24 В 1	Линия «В»	25		Серый

2.9.4.4 Индикация модуля

В таблице 2.31 приведено поведение светодиодных индикаторов, отражающих состояние модуля.

Таблица 2.31

Светодиод	Назначение
Светодиод “PWR”. Зеленый	Питание: не горит – питание отключено; горит - питание включено
Светодиод “ERR”. Двухцветный	Ошибка: не горит – нет ошибки; красный – ошибка; зеленый – реакция на событие
Светодиод “WRK”. Двухцветный	Режим работы: не горит – модуль не загружен; зеленый – работа; красный – низкое энергопотребление
Светодиод “BLK”. Красный	Блокировка: не горит – режим блокировки не активен; горит – режим блокировки активен
Светодиод “BUS”. Двухцветный	Связь с крейтом: не горит – связь отсутствует; красный – передача; зеленый – прием
Светодиод “USR”. Двухцветный	Настраиваемый пользовательский диод

В таблице 2.32 приведено поведение индикаторов, отражающих состояние каналов ввода, выходов питания датчиков и выходов сигнализации.

Таблица 2.32

Светодиод	Назначение
Светодиоды «CASCADE WORK» (1– 4) Зеленый	Указывает на режим работы канала: горит – канал активирован; не горит – канал не активирован
Светодиоды «CASCADE SELECT»(1 – 4) Зеленый	Текущий отображаемый блок. горит – каналы блока отображаются; не горит – каналы блока не отображаются
Светодиоды «STATUS». Двухцветный	Диапазон: зеленый – индицируемый вход находится в рабочем диапазоне токов; красный – вход находится не в диапазоне рабочих токов
Светодиоды «ALARM/PS_ON» (1 – 4) Двухцветный	Выход сигнализации и выход питания датчиков (индикация попеременная): зеленый – выход питания активирован; красный – сигнализация активирована; не горит – выход питания не активирован / сигнализация не активирована

2.9.5 Использование по назначению

2.9.5.1 Эксплуатационные ограничения

ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация модуля в цепях с максимальным напряжением свыше 30 В.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать на аналоговый вход ток свыше 20 мА, прикладывая напряжение обратной полярности.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать на выход питания датчиков стороннее напряжение.

Превышение напряжения и тока приведет к срабатываниям элементов защиты, что предотвратит выход из строя канала ввода. Однако в критических случаях превышение напряжения и тока может привести к выходу из строя канала ввода. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются ложные срабатывания системы диагностики состояния каналов и контроля обрыва линии, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

2.9.5.2 Типовые схемы включения

На рисунке 2.28 приведена типовая схема включения канала с питанием датчиков по трехпроводной схеме от внешнего источника питания, которая используется для датчиков с

собственным током потребления существенно выше 20 мА. На канале могут быть задействованы от одного до восьми входов.

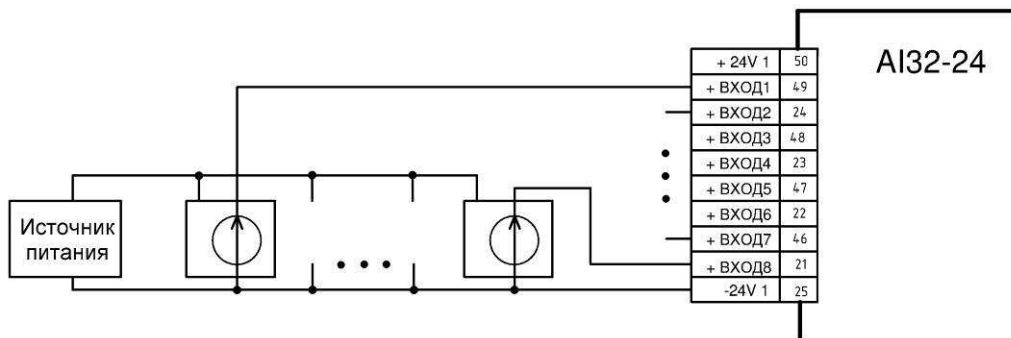


Рисунок 2.28

На рисунке 2.29 приведена схема включения одного канала с питанием датчиков по двухпроводной схеме от модуля AI32-24, используется выход питания датчиков +24 В. Количество используемых датчиков ограничено суммарным потребляемым током 180 мА.

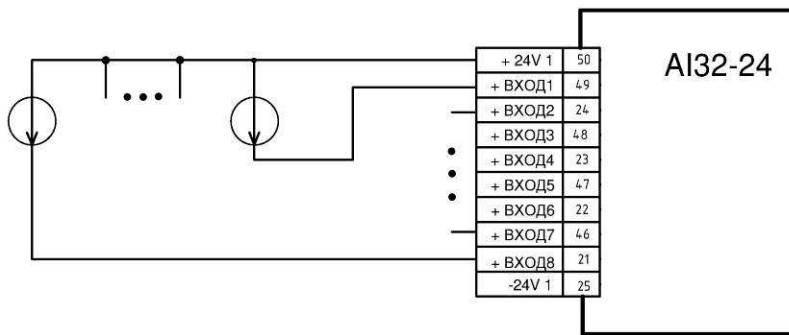


Рисунок 2.29

Допускается подключать датчики с собственным потреблением существенно выше 20 мА по трехпроводной схеме к выходу питания датчиков модуля AI32-24. На рисунке 2.30 приведена комбинированная схема включения одного канала с подключением датчиков по трехпроводной схеме и датчиков по двухпроводной схеме. В этом случае необходимо учитывать собственный потребляемый ток всех подключаемых датчиков. Количество датчиков с питанием от модуля ограничено суммарным потребляемым током 180 мА.

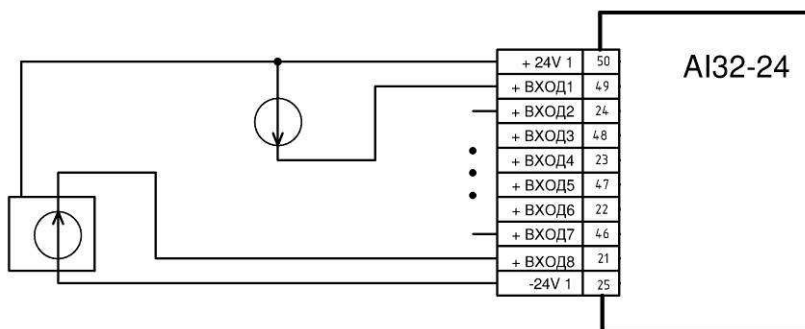


Рисунок 2.30

2.10 Модуль коммутации последовательных портов RS-232/RS-485 RSSW-8

2.10.1 Назначение

Модуль коммутации последовательных портов RS-232/RS-485 RSSW-8 дискретного ввода-вывода предназначен для расширения коммуникационных возможностей контроллера и подключения к нему единичных устройств или сетей датчиков по интерфейсам RS-232 или RS-485.

Основные особенности:

- восемь каналов связи, перенастраиваемых или как RS-232, или RS-485;
- каждый канал имеет независимые контакты для подключения по стандарту RS-485 и RS-232, что позволяет использовать один канал для работы по каждому из стандартов поочередно;
- индивидуальная гальваническая изоляция каждого канала связи;
- встроенное устройство защиты от импульсных перенапряжений на каждом канале связи.

2.10.2 Состав модуля

Модуль коммутации последовательных портов RS-232/RS-485 содержит:

- два управляющих 32-разрядных микроконтроллера с внутренней памятью программ и данных с четырьмя универсальными асинхронными приемопередатчиками (UART)-ми на каждом;
- источник питания;
- восемь изолированных перенастраиваемых каналов связи.

Модуль может устанавливаться на произвольное универсальное место и занимает одно установочное место. На лицевой части модуля располагаются индикаторы, отображающие состояние модуля и каналов, а также разъем для подключения интерфейсов связи. Изображение модуля приведено на рисунке 2.31.

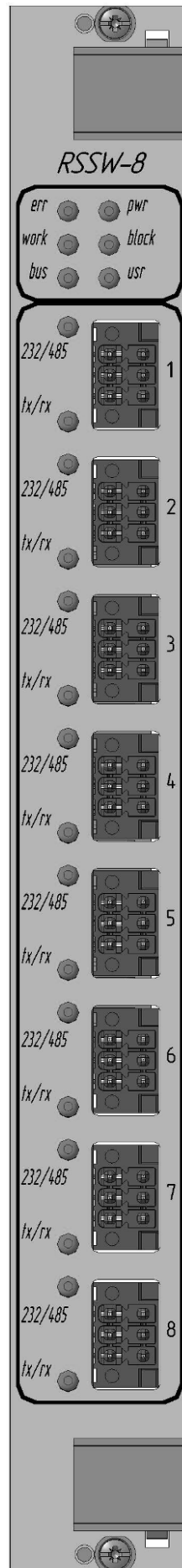


Рисунок 2.31

2.10.3 Технические характеристики

Технические характеристики приведены в таблице 2.33.

Таблица 2.33

Наименование показателя	Значение
Количество интерфейсных портов RS-485/RS-232	8 (набор сигналов RS-232: RXD, TXD, GND; набор сигналов RS-485(полудуплекс):A,B,GND) режим работы задается индивидуально для каждого порта
Гальваническая развязка порта связи, кВ	1,5
Интерфейс RS-485	
Чувствительность приемника RS-485 изолированного порта связи, мВ	От минус 200 до минус 30
Минимальное входное сопротивление приемника RS-485 изолированного порта связи, кОм	96
Минимальное выходное дифференциальное напряжение (между линиями А и В) передатчика RS-485 изолированного порта связи, В	1,5
Максимальное выходное напряжение передатчика RS-485 изолированного порта связи относительно общего провода (при сопротивлении нагрузки 54 Ом), В	3
Максимальный ток КЗ выхода RS-485 изолированного порта связи, мА	250
Сопротивление согласования линии	120 Ом, интегрированное
Интерфейс RS-232	
Диапазон входного напряжения изолированного порта связи RS-232, В	±30
Минимальное пороговое напряжение перехода в логический «0» для входных сигналов RS-232 изолированного порта связи, В	0,6
Максимальное пороговое напряжение перехода в логический «1» для входных сигналов RS-232 изолированного порта связи, В	2,4
Максимальное входное сопротивление входа RS-232 изолированного порта связи, кОм	7
Минимальный размах напряжения выходного сигнала RS-232 изолированного порта связи, В	±5
Максимальный ток КЗ выходного сигнала RS-232 неизолированного порта связи, мА Индикация	±12 Состояние модуля, состояние порта

Наименование показателя	Значение
Параметры встроенного устройства защиты от импульсных перенапряжений	
Допустимый тип тока в цепи канала	AC/DC
Максимальный разрядный ток, I_{max} (8/20 μ s), кА	1 кА (2 операции)
Ток срабатывания предохранителя, А	0,3
Максимальный рабочий ток, А	0,29
Номинальный рабочий ток I_L , А	0,29
Уровень напряжения защиты (цепь – заземление), $U_{P(W-PE)}$ в режиме RS-485, В	13,3
Уровень напряжения защиты (цепь – заземление), $U_{P(W-PE)}$ в режиме RS-232, В	31,9
Уровень напряжения защиты (цепь – цепь), $U_{P(W-W)}$ в режиме RS-485, В	13,3
Уровень напряжения защиты (цепь – цепь), $U_{P(W-W)}$ в режиме RS-232, В	31,9
Номинальное рабочее напряжение, U_N в режиме RS-485, В	7
Номинальное рабочее напряжение, U_N в режиме RS-232, В	26
Номинальное рабочее напряжение для постоянного тока $U_{N(DC)}$ в режиме RS-485, В	7
Номинальное рабочее напряжение для постоянного тока $U_{N(DC)}$ в режиме RS-232, В	26
Максимальное рабочее напряжение, U_C в режиме RS-485, В	7,5
Максимальное рабочее напряжение, U_C в режиме RS-232, В	28,9
Вносимое сопротивление, Ом	8,8

2.10.4 Устройство и работа

2.10.4.1 Устройство и работа модуля

Модуль коммутации состоит из двух микроконтроллеров с интегрированными последовательными асинхронными приемо-передатчиками (UART). К каждому из UART подключены электронные компоненты, образующие канал связи и выполняющие функцию преобразования электрических уровней цифровых сигналов в уровни, необходимые для работы с интерфейсами RS-232 и RS-485, и обратно. На плате установлено восемь каналов связи, реализованных идентично. Каждый из микроконтроллеров занимается обработкой данных от четырех каналов (задействовано четыре интегрированных UART). Микроконтроллеры связаны между собой и подключены к интерфейсу связи с МЦП.

При приеме данных контроллером от внешних устройств по подключенным каналам связи, они накапливаются, к ним добавляется служебная информация внутреннего протокола и, при запросе от МЦП, данные передаются центральному процессору для обработки.

При передаче данных внешнему устройству выполняется обратная операция – данные, поступившие по внутреннему интерфейсу связи, обрабатываются на основе служебной информации внутреннего протокола, а затем отправляются по соответствующему каналу связи.

Каждый канал связи включает в себя отдельную интегральную микросхему изолированного драйвера интерфейса RS-232 и отдельную интегральную микросхему изолированного

драйвера интерфейса RS-485. Программа микроконтроллера может управлять включением питания на каждой из микросхем. При работе по одному типу интерфейсов, питание включено только на соответствующем драйвере. Когда канал не используется, питание на обоих драйверах отключено полностью.

Благодаря тому, что используются отдельные драйверы для каждого из интерфейсов и в разьеме имеются отдельные контакты для подключения каждого из них, возможен сценарий использования канала, при котором он один осуществляет поочередный обмен данными с двумя устройствами, одно из которых подключено по интерфейсу RS-232, а второе – по интерфейсу RS-485.

2.10.4.2 Назначение контактов разъема для подключения внешних устройств

Для подключения линий связи к каналам ввода-вывода на модуле установлены двухрядные разъемы серии DMC компании Phoenix Contact. Ответная часть – кабельные разъемы DFMC 1,5/3-STF-3,5, обеспечивающие удобство монтажа. Назначение контактов приведено в таблице 2.34.

Таблица 2.34

Контакт разъема	Обозначение сигнала	Назначение
RS-485		
1	RS-485_POS	Неинвертированные данные. Вход-выход
3	RS-485_NEG	Неинвертированные данные. Вход-выход
5	RS-485_COM	Общий провод (Земля)
RS-232		
2	RS-232_TX	Передаваемые данные. Выход
4	RS-232_RX	Принимаемые данные. Вход
6	RS-232_COM	Общий провод (Земля)

Пример подключения показан на рисунке 2.32.

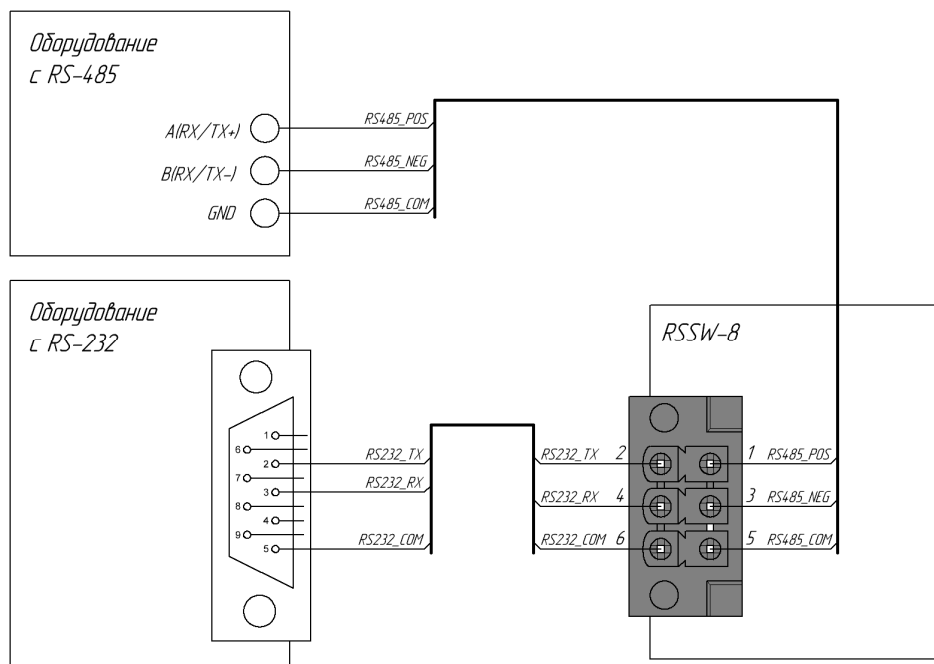


Рисунок 2.32

2.10.4.3 Индикация модуля

В таблице 2.35 приведено поведение светодиодных индикаторов, отражающих состояние модуля коммутации.

Таблица 2.35

Светодиод	Назначение
Светодиод "PWR". Зеленый	Питание: не горит – питание отключено; горит - питание включено
Светодиод "ERR". Двухцветный	Ошибка: не горит – нет ошибки; красный – ошибка; зеленый – реакция на событие
Светодиод "WRK". Двухцветный	Режим работы: не горит – модуль не загружен; зеленый – работа; красный – низкое энергопотребление
Светодиод "BLK". Красный	Блокировка: не горит – режим блокировки не активен; горит – режим блокировки активен
Светодиод "BUS". Двухцветный	Связь с крейтом: не горит – связь отсутствует; красный – передача; зеленый – прием
Светодиод "USR". Двухцветный	Настраиваемый пользовательский диод

Состояние каждого канала индицируется двумя светодиодами, расположенными рядом с разъемом для подключения линии связи. Значение светодиодов приведено в таблице 2.36

Таблица 2.36

Светодиод	Назначение
Светодиоды “RS232/485-1” - “RS232/485-8” .Двухцветные	Состояние коммуникационного порта: не горит – порт отключен; красный – порт в режиме RS-485; зеленый – порт в режиме RS-232
Светодиоды “RS232/485-1 Rx/Tx” - “RS232/485-8 Rx/Tx”. Двухцветные	Обмен по коммуникационному порту: не горит – связь отсутствует; красный – передача; зеленый – прием

2.10.5 Эксплуатационные ограничения

ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация модуля коммутации последовательных портов в цепях с максимальным напряжением свыше 30 В для интерфейсов RS-232 и 12 В для интерфейсов RS-485. Превышение напряжения приведет к срабатываниям элементов защиты от превышения по напряжению и по току и может в критических случаях привести к выходу из строя канала связи. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются ошибки в передаваемых и принимаемых данных, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

Устойчивое функционирование канала связи по протоколу RS-232 на максимальной заявленной скорости достигается на длине кабеля не более 2,5 м, для RS-485 – не более 250 м.

2.11 Модуль FAST ETHERNET коммутатора ESW-6C2F

2.11.1 Назначение

Модуль FAST ETHERNET коммутатора предназначен для коммутации пакетных данных стандарта IEEE 802.3u 100BASE-TX; IEEE 802.3u 100BASE-FX; IEEE 802.3i 10BASE-T; IEEE 802.1d STP; IEEE 802.1q VLAN; IEEE 802.1p между портами. Основным направлением применения модуля является предоставление доступа любого Fast Ethernet совместимого оборудования, подключенного к портам модуля, к сети передачи данных, основанной на оптоволоконной технологии с поддержкой стандарта IEEE 802.3u 100BASE-FX. Модуль является управляемым коммутатором как по сети, непосредственно через собственный MAC адрес, так и с помощью модуля центрального процессора.

Основные особенности:

- шесть «медных» портов стандарта IEEE 802.3u 100BASE-TX и IEEE 802.3i 10BASE-T;
- два «оптических» порта стандарта IEEE 802.3u 100BASE-FX с физическим интерфейсом стандарта SFP;
- гибкая политика управления энергопотреблением;
- датчик температуры на плате модуля;
- ППЗУ на плате модуля для хранения конфигурации.

2.11.2 Состав модуля

Модуль Fast Ethernet коммутатора содержит:

- управляющий 32-разрядный микропроцессор с внешними ОЗУ и Flash памятью для программ и данных, содержащий интегрированный коммутатор;

- два промышленных Ethernet-коммутатора, объединённых коммутатором, реализованным за счёт аппаратно-программных средств управляющего процессора;
- общий источник питания;
- модуль занимает в крейте одно посадочное место;
- на лицевой панели модуля располагаются разъёмы для подключения «медных» портов стандарта RJ45 и «оптических» портов стандарта SFP;
- на лицевой панели модуля располагаются светодиодные индикаторы состояния модуля и состояний каждого порта.

Внешний вид модуля показан на рисунке 2.33.

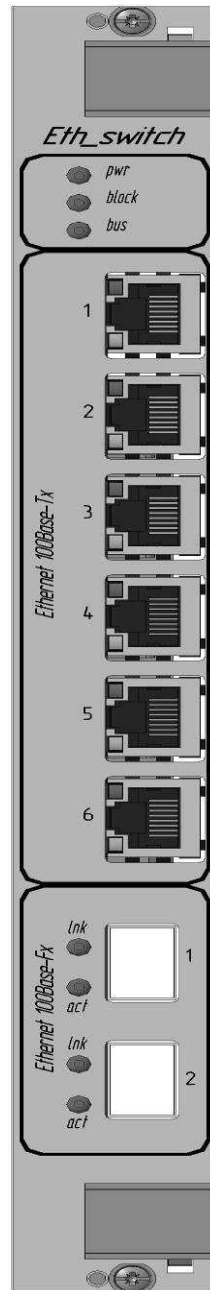


Рисунок 2.33

2.11.3 Технические характеристики

Основные технические характеристики модуля Fast Ethernet приведены в таблице 2.37.

Таблица 2.37

Наименование показателя	Значение
Поддерживаемые стандарты	IEEE 802.3u 100BASE-TX; IEEE 802.3u 100BASE-FX; IEEE 802.3i 10BASE-T; IEEE 802.1d STP; IEEE 802.1q VLAN; IEEE 802.1p
Количество медных портов	6
Количество оптических портов	2
Индикация	Состояние каждого порта, состояние модуля
Напряжение питания, В	От 10 до 30
Максимальная потребляемая мощность, Вт, не более	9
Габаритные размеры, мм, не более	265x190x30
Масса, г, не более	350

2.11.4 Устройство и работа

2.11.4.1 Устройство модуля

В состав модуля входят: управляющий 32-разрядный микропроцессор с внешней ОЗУ и Flash памятью для программ и данных, два промышленных Ethernet коммутатора, объединённых коммутатором, реализованным за счёт аппаратно-программных средств управляющего процессора.

На рисунке 2.34 изображена структурная блок-схема модуля.

В состав управляющего процессора входит двухпортовый аппаратный Ethernet коммутатор. Модуль способен работать в двух основных режимах:

- с использованием аппаратного коммутатора внутри процессора (общий вариант построения топологии сети). При этом процессор может находиться в режиме сна и потребляет значительно меньше мощности;
- с использованием программного коммутатора на процессоре - типовые решения для кольцевых топологий сети с использованием стандарта IEEE 802.1d STP. При этом менеджер управления питанием отслеживает сетевую нагрузку и управляет тактовой частотой процессора для снижения потребляемой мощности.

Микросхемы Ethernet коммутаторов представляют собой комплекс из неблокируемого коммутатора, пяти MAC и PHY контроллеров расположенных на одном кристалле в одном корпусе. Они поддерживают следующие стандарты: IEEE 802.3u 100BASE-TX; IEEE 802.3u 100BASE-FX; IEEE 802.3i 10BASE-T; IEEE 802.1q VLAN; IEEE 802.1p; IEEE 802.1d STP – на уровне аппаратной фильтрации STP пакетов.

Система управления питанием включает в себя алгоритмы и аппаратные средства, способные при неиспользовании отдельных портов отключать или снижать потребление как отдельных портов, так и всей микросхемы коммутатора, а также, алгоритмы, способные управлять тактовой частотой процессора в зависимости от аппаратно-программной нагрузки.

Индикация модуля расположена на передней панели модуля и отображает как текущее состояние модуля, так текущее состояние каждого порта.

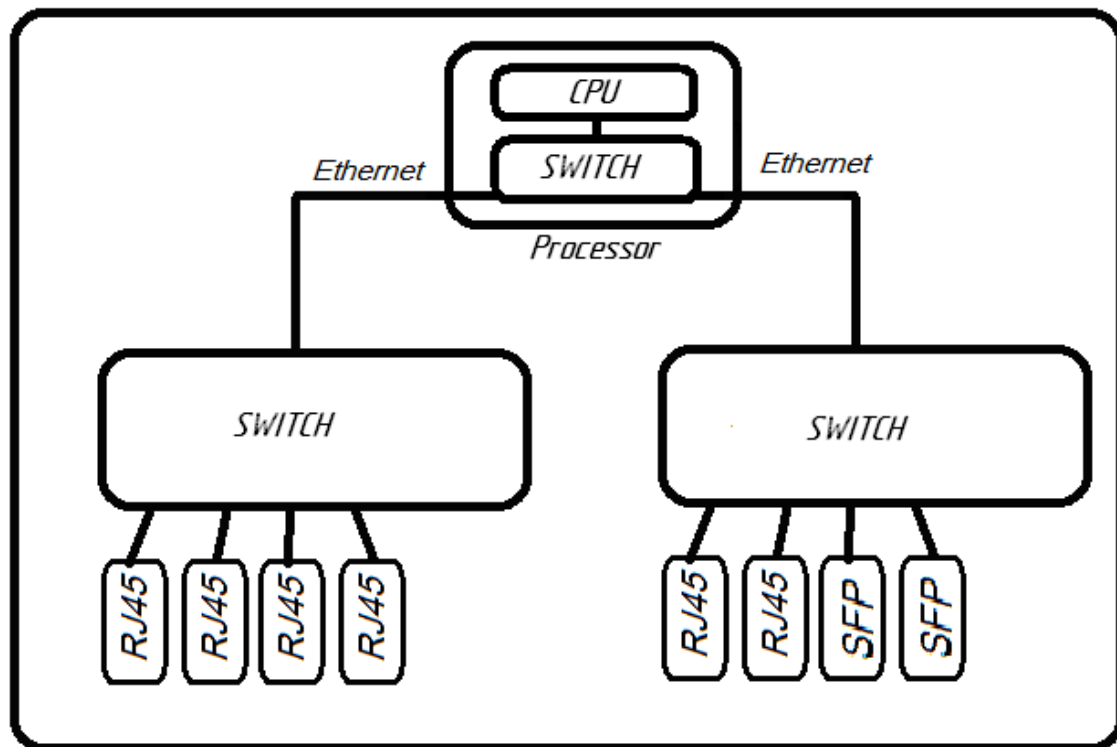


Рисунок 2.34

2.11.4.2 Работа модуля

После подачи питания модуль Fast Ethernet находится в состоянии PowerDown.

Включение модуля происходит по команде от модуля центрального процессора, а именно установкой сигнала «PwrOff» в состояние логической «1». По умолчанию, после включения модуля микросхемы коммутаторов проинициализированы, все порты находятся в состоянии «вкл», микроконтроллер находится в состоянии готовности к обмену с модулем центрального процессора.

Отключение или перевод канала в режим энергосбережения производится либо по команде от модуля центрального процессора, либо в соответствии с настроенной политикой энергосбережения.

Индикация каждого порта включает в себя индицирование состояния наличия линка, а также индицирование активности порта.

2.11.5 Назначение контактов разъема

Назначение контактов разъемов для подключения Fast Ethernet портов 10/100Base-T приведено в таблице 2.38.

Таблица 2.38

Контакт разъема	Обозначение сигнала	Назначение
1	TXD +	Передаваемые данные. Плюс
2	TXD -	Передаваемые данные. Минус
3	RXD +	Принимаемые данные. Плюс
4-5	Не используются	
6	RXD -	Принимаемые данные. Минус
7-8	Не используются	

2.11.6 Индикация модуля

В таблице 2.39 приведено поведение светодиодных индикаторов, отражающих состояние модуля.

Таблица 2.39

Светодиод	Назначение
Светодиод "PWR". Зеленый	Питание: не горит – питание отключено; горит - питание включено
Светодиод "BLK". Красный	Блокировка: не горит – режим блокировки не активен; горит – режим блокировки активен
Светодиод "BUS". Двухцветный	Связь с крейтом: не горит – связь отсутствует; красный – передача; зеленый – прием

В таблице 2.40 приведено поведение индикаторов, отражающих состояние Ethernet портов.

Таблица 2.40

Светодиод	Назначение
Link. Зелёный	Связь порта с Ethernet оборудованием: горит – связь установлена; не горит – связь отсутствует
Act. Жёлтый	Активность порта: горит - пакеты проходят через порт; не горит – пакеты через порт не идут

2.11.7 Эксплуатационные ограничения

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать на контакты разъёмов RJ45 стороннее напряжение, не соответствующее стандартам 100-Base Tx и 10-Base T.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать на контакты разъёма салазок SFP любое напряжение и устанавливать устройства, не совместимые со стандартом SFP.

Несоблюдение требований эксплуатации может вывести из строя отдельные порты или модуль целиком. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются высокий уровень ошибок в передаваемых данных, следует принять меры по снижению уровня помех.

2.12 Модуль дискретного ввода DI32-24

2.12.1 Назначение

Модуль DI32-24 предназначен для ввода дискретных сигналов постоянного тока с номинальным напряжением 24 В.

Основные особенности:

- 32 канала дискретного ввода, объединенных в восемь групп по четыре канала;
 - гальваническая изоляция групп каналов;
 - защита цепей каждого канала по току и напряжению;
 - встроенный УЗИП по каждому входу;
 - возможность подключения электрических цепей любой полярности;
- два режима работы каналов:
 - 1) «потенциальный» вход;
 - 2) вход типа «сухой контакт» с питанием от модуля;
 - контроль обрыва в цепи входного сигнала;
- контроль короткого замыкания в цепи входного сигнала;
- возможность работы входа в режиме счётчика импульсов;
- контроль температуры модуля;
- индикация:
 - 1) индикация питания модуля;
 - 2) индикация статуса модуля;
 - 3) индикация статуса входов;
 - 4) возможность отключения индикации для снижения энергопотребления;
- один выход для программируемого сигнала тревоги.

2.12.2 Состав модуля

Модуль дискретного ввода-вывода содержит:

- управляющий 32-разрядный микроконтроллер с внутренней памятью программ и данных;
- источник питания;
- 32 перенастраиваемых канала дискретного ввода, сгруппированных в восемь групп по четыре канала.

Модуль может устанавливаться на произвольное универсальное место и занимает одно установочное место. На лицевой части модуля располагаются индикаторы, отображающие состояние модуля и каналов, а также разъем для подключения цепей дискретного ввода.

Изображение модуля приведено на рисунке 2.35.

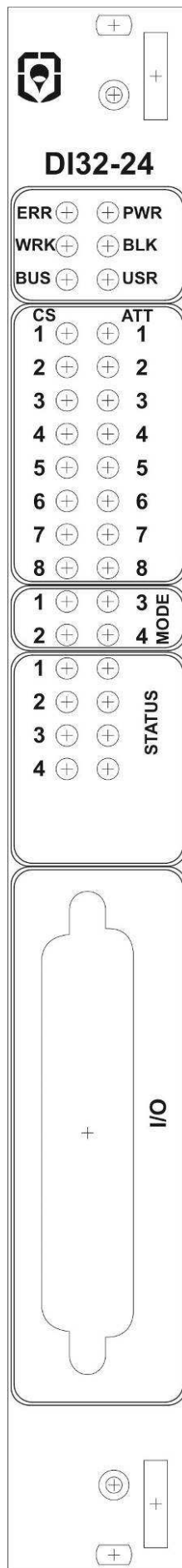


Рисунок 2.35

2.12.3 Технические характеристики

Технические характеристики модуля DI32-24 приведены в таблице 2.41

Таблица 2.41

Наименование показателя	Значение
Количество каналов	32
Режимы работы канала ввода	Два режима работы: – «потенциальный» вход; – вход типа «сухой контакт» с питанием от модуля;
Гальваническая развязка	1,5 кВ, 8 групп по 4 канала (см. таблицу 2.45)
Индикация	Состояние каждого входа, состояние модуля
«Потенциальный» вход	
Максимальное входное напряжение, В	Постоянное 30
Гарантированное напряжение логической «1» (состояние «ВКЛ»), В	Постоянное от 9 до 30 *
Гарантированное напряжение логического «0» (состояние «ВЫКЛ»), В	Постоянное от 0 до 6,2 *
Максимальный входной ток, мА	2,7
Фильтр на входе	от 0 до 50,8 мс (постоянное, программируется с временным шагом 0,2 мс)
Вход «сухой контакт»	
Ток питания датчиков типа «сухой контакт» (при коротком замыкании линий входа), мА	От 2 до 3 или от 10 до 12
Сопротивление цепи для гарантированного определения состояния «РАЗМКНУТ» при 10 мА для входа «сухой контакт», кОм	≥ 50 **
Сопротивление цепи для гарантированного определения состояния «ЗАМКНУТ» при 10 мА для входа «сухой контакт», кОм	От 0 до 4 **
Сопротивление цепи для гарантированного определения состояния «РАЗМКНУТ» при 2 мА для входа «сухой контакт», кОм	≥ 50
Сопротивление цепи для гарантированного определения состояния «ЗАМКНУТ» при 2 мА для входа «сухой контакт», кОм	От 0 до 2
Фильтр на входе	От 0 до 50,8 мс (постоянное, программируется с временным шагом 0,2 мс)
Счетчики	
Количество счетчиков	8
Каналы ввода, имеющие функциональность счетчика импульсов	Канал 1, канал 5, канал 9, канал 13, канал 17, канал 21, канал 25, канал 29
Входная частота в режиме счетчика («потенциальный» вход)	От 0 до 12,5 кГц, минимальная длительность импульса 40 мкс

Наименование показателя	Значение
Фильтр на счетном входе	От 0 до 12,8 мс (программируется с шагом 0,04 мс для входов сконфигурированных как счетчик)
* Значения параметров в режиме с контролем обрыва и короткого замыкания линии см. в таблице 2.43	
** Значения параметров в режиме с контролем обрыва и короткого замыкания линии см. в таблице 2.44	

2.12.4 Устройство и работа

2.12.4.1 Устройство и работа модуля

В структуре модуля DI32-24 можно выделить два основных типа функциональных узлов. Первый тип – это «общая» часть. Она содержит микроконтроллер со вспомогательными электронными компонентами для выполнения программы модуля, предобработки данных от каналов ввода, связи с модулем центрального процессора и т.п., источники питания, формирующие необходимые напряжения для функционирования модуля. Второй тип функциональных узлов – каналы ввода. В их состав входят электронные компоненты для подключения внешних сигналов и их преобразования в вид, необходимый для обработки «общей» частью, электронные компоненты, обеспечивающие гальваническую изоляцию, и компоненты, формирующие питание «изолированной» части. Модуль содержит 32 канала дискретного ввода. Все каналы модуля имеют одинаковую аппаратную реализацию.

Каждый канал ввода может работать в двух режимах: как дискретный «потенциальный» вход и как дискретный вход типа «сухой контакт» с питанием от модуля для подключения датчиков типа «концевой выключатель».

В режиме работы дискретный вход типа «сухой контакт» с питанием от модуля питающее напряжение (нестабилизированное) подается на линию ввода непосредственно с модуля, при этом общий вывод группы условно становится «земляным», а линия ввода относительно него имеет положительный потенциал. Номинальное напряжение на разомкнутой линии составляет 24 В.

2.12.4.2 Функции контроля целостности линии

Каналы ввода в зависимости от режима работы поддерживают функции диагностики линии подключения датчика, приведенные в таблице 2.42.

Таблица 2.42

Режим работы канала	Функция диагностики
«Потенциальный вход»	Диагностика обрыва и короткого замыкания
«Сухой контакт» с питанием концевых датчиков током 2 мА	Нет
«Сухой контакт» с питанием концевых датчиков током 10 мА	Диагностика обрыва и короткого замыкания

В режиме работы канала «Потенциальный вход» контроль обрыва цепей, содержащих дискретные выходы (как правило, типа «сухой контакт») и дополнительный источник питания, основывается на применении резистора, включенного параллельно дискретному выходу (рисунок 2.37). Для работы с такой цепью канал дискретного ввода имеет электрические цепи для распознавания четырех состояний входного сигнала:

- обрыв линии;

- логический «0» (дискретный выход разомкнут, ток входного сигнала ограничивается сопротивлением включенного параллельно контактам резистора);

- логическая «1» (дискретный выход замкнут, ток входного сигнала не ограничен);

- короткое замыкание линии.

Зависимость состояния входа от значений напряжения и тока на входе приведена в таблице 2.43

Таблица 2.43

Напряже- ние, В	Ток, мА	Состояние входа	Примечание
0	От минус 2,5 до минус 1,1	Гарантированное обнару- жение короткого замыкания линии	Ток в цепи образуется встроенным в канал источ- ником тока
0	От минус 1,1 до 0	Неопределенное состояние. В этом диапазоне возможно обнаружение обрыва линии или короткого замыкания	
От 0 до 4	От 0 до 1,2	Гарантированное обнару- жение обрыва линии	Уровень наводимых на обо- рванную линию помех не должен превышать указан- ных выше значений
От 4 до 5	От 1,2 до 2,7	Неопределенное состояние. В этом диапазоне не гаран- тируется обнаружение об- рыва линии и возможно считывание логического «0»	При включенной функции контроля обрыва линии необходимо исключить по- явление входных сигналов такого уровня
От 5 до 6,2	От 2,7 до 5,3	Гарантированное обнару- жение логического «0»	При включенной функции контроля обрыва, текущий по цепи ток должен лежать в данном диапазоне
От 6,2 до 9	От 1 до 2,3	Неопределенное логическое состояние (определение ист- инного логического уров- ня не гарантируется)	Действительный порог пе- рекращения находится на значениях напряжения близких к 7 В. Для исклю- чения ложных срабатыва- ний в логическую «1» необ- ходимо исключить наличие напряжений на входе выше 6,5 В
От 9 до 30	Более 6,8	Гарантированное обнару- жение логической «1»	Значение входного тока ма- ло зависит от напряжения, что позволяет избежать ро- ста рассеиваемой мощности

В режиме работы канала «сухой контакт» с питанием цепи током 10 мА контроль обрыва и короткого замыкания цепей, содержащих дискретные выходы типа «сухой контакт», основывается на применении резисторов, включенных параллельно и последовательно с дискретным выходом.

Для определения состояния линии в данном режиме работы канал дискретного ввода имеет электрические цепи для распознавания четырех состояний входного сигнала:

- отсутствие какого-либо входного сигнала (обрыв линии);

- логический «0» (дискретный выход разомкнут, ток входного сигнала ограничивается сопротивлениями, включенными последовательно и параллельно с «сухим контактом»);
 - логическая «1» (дискретный выход замкнут, ток входного сигнала ограничивается сопротивлением включенным последовательно с «сухим контактом»);
 - короткое замыкание линии (ток входного сигнала ничем не ограничен);
- Зависимость состояния входа от значения тока, протекающего в цепи приведена в таблице 2.44.

Таблица 2.44

Ток в цепи, мА	Сопротивление цепи, Ом	Состояние
От 0 до 0,5	более 16	Гарантированное определение обрыва линии
От 0,5 до 1,5	От 2,8 до 16	Неопределенное состояние. В этом диапазоне не гарантируется обнаружение обрыва линии и возможно считывание логического «0»
От 1,5 до 3,3	От 1,6 до 2,8	Гарантированное обнаружение логического «0»
От 3,3 до 5,2	От 0,9 до 1,6	Неопределенное логическое состояние (определение истинного логического уровня не гарантируется)
От 5,2 до 6,8	От 0,7 до 0,9	Гарантированное обнаружение логической «1»
От 6,8 до 9	От 0,5 до 0,7	Неопределенное состояние. В этом диапазоне не гарантируется обнаружение обрыва линии и возможно считывание логической «1»
От 9 до 17	От 0 до 0,5	Гарантированное определение короткого замыкания линии

2.12.4.3 Импульсный фильтр

Каждый дискретный вход имеет индивидуальный импульсный фильтр (фильтр антидребезга), который позволяет пропускать дискретные сигналы, имеющие длительность больше заданного значения. Предельная длительность и шаг регулировки фильтра указаны в таблице 2.41 (при нулевом значении фильтр антидребезга отключен).

2.12.4.4 Использование входов в качестве счетчиков

Модуль дискретного ввода содержит восемь 32-разрядных счетчиков импульсов. Перечень каналов ввода, имеющих функциональность счетчика приведен в таблице 2.41. У канала ввода, служащего источником сигнала для счетчика, меняются параметры фильтра антидребезга. Они приведены в таблице 2.41 в части, описывающей параметры счетчиков.

2.12.4.5 Назначение контактов разъема для подключения нагрузки

Линии для подключения внешних электрических цепей к каналам ввода-вывода выходят на разъем типа RJ-21, расположенный на лицевой части модуля. К каналу ввода можно подключать цепи в любой полярности, для определенности (например, для режима входа типа «сухой» контакт) первый провод линии можно назвать «А», второй «В».

Для подключения можно использовать уже готовые шнуры с необходимым разъемом и подключенным 25-парным кабелем. Кабель имеет стандартную цветовую раскладку (соответствие номеров контактов на разъеме цветам проводников). Назначение контактов разъема и их соответствие парам в 25-парном кабеле приведено в таблице 2.45.

Таблица 2.45

Группа	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
Тревожный ВЫХОД	Авария –	26	1	Белый
	Авария +	1		Синий
Группа 1	Вход 1	27	2	Белый
	Вход 2	2		Оранжевый
	Вход 3	28	3	Белый
	Общий 1-4	3		Зеленый
	Вход 4	29	4	Белый
	Общий 1-4	4		Коричневый
Группа 2	Вход 5	30	5	Белый
	Общий 5-8	5		Серый
	Вход 6	31	6	Красный
	Общий 5-8	6		Синий
	Вход 7	32	7	Красный
	Вход 8	7		Оранжевый
Группа 3	Вход 9	33	8	Красный
	Вход 10	8		Зеленый
	Вход 11	34	9	Красный
	Общий 9-12	9		Коричневый
	Вход 12	35	10	Красный
	Общий 9-12	10		Серый
Группа 4	Вход 13	36	11	Черный
	Общий 13-16	11		Синий
	Вход 14	37	12	Черный
	Общий 13-16	12		Оранжевый
	Вход 15	38	13	Черный
	Вход 16	13		Зеленый
Группа 5	Вход 17	39	14	Черный
	Вход 18	14		Коричневый
	Вход 19	40	15	Черный
	Общий 17-20	15		Серый

Группа	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
	Вход 20	41	16	Желтый
	Общий 17-20	16		Синий
Группа 6	Вход 21	42	17	Желтый
	Общий 21-24	17		Оранжевый
	Вход 22	43	18	Желтый
	Общий 21-24	18		Зеленый
	Вход 23	44	19	Желтый
	Вход 24	19		Коричневый
Группа 7	Вход 25	45	20	Желтый
	Вход 26	20		Серый
	Вход 27	46	21	Фиолетовый
	Общий 25-28	21		Синий
	Вход 28	47	22	Фиолетовый
	Общий 25-28	22		Оранжевый
Группа 8	Вход 29	48	23	Фиолетовый
	Общий 29-32	23		Зеленый
	Вход 30	49	24	Фиолетовый
	Общий 29-32	24		Коричневый
	Вход 31	50	25	Фиолетовый
	Вход 32	25		Серый

2.12.4.6 Индикация модуля

В таблице 2.46 приведено поведение светодиодных индикаторов, отражающих состояние модуля DI32-24.

Таблица 2.46

Светодиод	Назначение
Светодиод "PWR". Зеленый	Питание: не горит – питание отключено; горит - питание включено
Светодиод "ERR". Двухцветный	Ошибка: не горит – нет ошибки; красный – ошибка; зеленый – реакция на событие
Светодиод "WRK". Двухцветный	Режим работы: не горит – модуль не загружен; зеленый – работа; красный – низкое энергопотребление
Светодиод "BLK". Красный	Блокировка: не горит – режим блокировки не активен; горит – режим блокировки активен
Светодиод "BUS". Двухцветный	Связь с крейтом: не горит – связь отсутствует; красный – передача; зеленый – прием
Светодиод "USR". Двухцветный	Настраиваемый пользовательский диод

В таблице 2.47 приведено поведение индикаторов, отражающих состояние каналов ввода-вывода.

Таблица 2.47

Светодиод	Назначение
Светодиоды 1-8 группы CS	Светодиоды включаются поочередно и демонстрируют номер группы для которой в настоящее время производится индикация с помощью светодиодов групп STATUS и MODE
Светодиоды 1-8 группы АТТ	Светодиоды индицируют состояние целостности линии для каждой из групп: не горит – ошибки; красный – в соответствующей группе выявлены линии имеющие обрыв или короткое замыкание
Светодиоды 1-4 группы MODE	Режим работы канала: не горит – канал не активирован; зеленый – канал активирован
Светодиоды 1-4 группы STATUS Двухцветные	Состояние канала: не горит – канал не активирован; красный – наличие входного напряжения, замкнутый датчик типа «сухой контакт»; зеленый – отсутствие входного напряжения, разомкнутый датчик типа «сухой контакт»

2.12.5 Использование по назначению

2.12.5.1 Эксплуатационные ограничения

ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация модуля DI32-24 дискретного ввода-вывода в цепях с максимальным напряжением свыше 30 В и протекающим током, превышающим 500 мА (для дискретного выхода).

Превышение напряжения и тока приведет к срабатываниям элементов защиты от превышения по напряжению и по току и может в критических случаях привести к выходу из строя канала ввода-вывода. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются ложные срабатывания системы диагностики состояния каналов и контроля обрыва линии, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

2.12.5.2 Типовые схемы включения

На рисунке 2.36 приведена типовая схема включения одного канала в режиме дискретного входа с использованием проходных клеммных колодок, используемая при проектировании шкафа. В качестве входного воздействия используется датчик типа «сухой контакт» и источник ЭДС. Для дискретного входа допускается включение в противоположной полярности («+» к линии «В», «-» - к линии «А»).

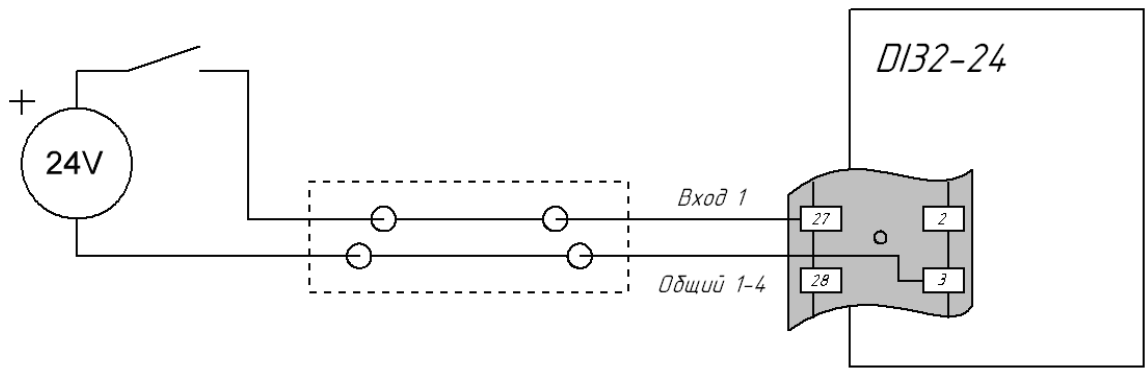


Рисунок 2.36

На рисунке 2.37 приведена схема включения одного канала с контролем обрыва и короткого замыкания в цепи сигнала.

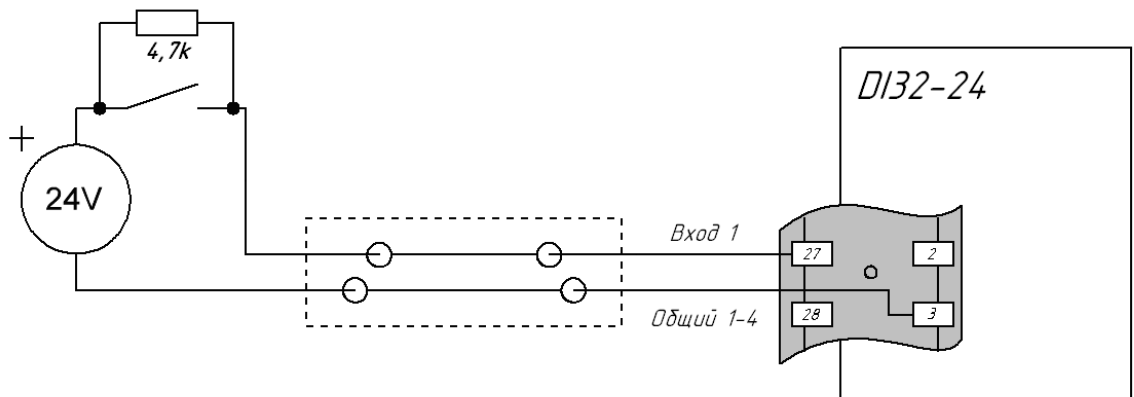


Рисунок 2.37

Модуль DI32-24 имеет встроенные аппаратные средства для контроля обрыва в цепи входного сигнала. Для ее работы параллельно датчику необходимо подключить внешний резистор номиналом $4,7\text{K} \pm 5\%$.

На рисунке 2.38 показано подключение датчика типа «сухой контакт» в случае запитки линии от модуля.

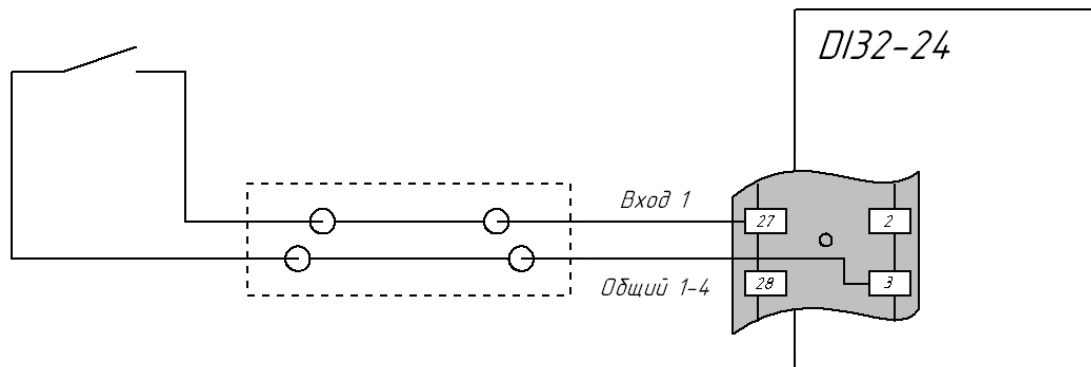


Рисунок 2.38

На рисунке 2.39 показано подключение датчика типа «сухой контакт» для проверки работы средств контроля обрыва в цепи входного сигнала.

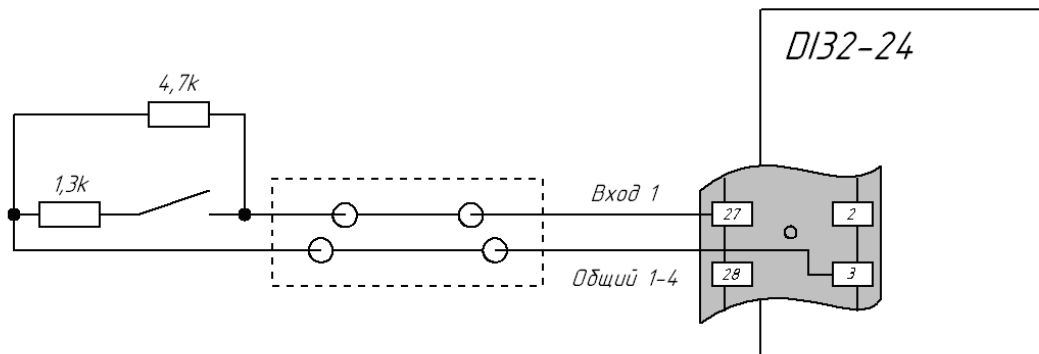


Рисунок 2.39

Каждый канал имеет встроенные аппаратные средства диагностики своего состояния, позволяющие контролировать исправность элементов на самом модуле, а также целостность цепи нагрузки.

2.13 Модуль дискретного ввода DI48-24

2.13.1 Назначение

Модуль дискретного ввода предназначен для ввода дискретных сигналов постоянного тока с номинальным напряжением 24 В.

Основные особенности:

- 48 каналов дискретного ввода, объединенных в две группы по 24 канала;
 - гальваническая изоляция каналов от цепей питания контроллера;
 - защита цепей каждого канала по току и напряжению;
 - встроенный УЗИП по каждому входу;
 - возможность подключения электрических цепей любой полярности;
- два режима работы каналов:
 - 1) «потенциальный» вход;
 - 2) вход типа «сухой контакт» с питанием от модуля;
- контроль обрыва в цепи входного сигнала;
- контроль короткого замыкания в цепи входного сигнала;
- возможность работы входа в режиме счётчика импульсов;
- контроль температуры модуля;
- индикация:
 - 1) индикация питания модуля;
 - 2) индикация статуса модуля;
 - 3) индикация статуса входов;
 - 4) возможность отключения индикации для снижения энергопотребления;
- один выход для программируемого сигнала тревоги.

2.13.2 Состав модуля

Модуль дискретного ввода-вывода содержит:

- управляющий 32-разрядный микроконтроллер с внутренней памятью программ и данных;
- источник питания;
- 48 перенастраиваемых каналов дискретного ввода, объединенных в две группы по 24 канала.

Модуль может устанавливаться на произвольное универсальное место и занимает одно установочное место. На лицевой части модуля располагаются индикаторы, отображающие состояние модуля и каналов, а также разъем для подключения цепей дискретного ввода.

Изображение модуля приведено на рисунке 2.40.

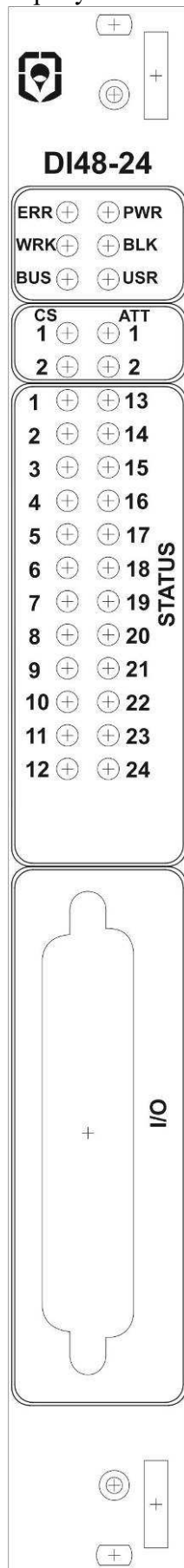


Рисунок 2.40

2.13.3 Технические характеристики

Технические характеристики модуля DI48-24 приведены в таблице 2.48

Таблица 2.48

Наименование показателя	Значение
Количество каналов	48
Режимы работы канала ввода	Два режима работы: – «потенциальный» вход; – вход типа «сухой контакт» с питанием от модуля
Гальваническая развязка входов	1,5 кВ, от цепей питания контроллера
Индикация	Состояние каждого входа, состояние модуля
«Потенциальный» вход	
Максимальное входное напряжение, В	Постоянное 30
Гарантированное напряжение логической “1” (состояние “ВКЛ”), В	Постоянное от 9 до 30 *
Гарантированное напряжение логического “0” (состояние “ВЫКЛ”), В	Постоянное от 0 до 6,2 *
Максимальный входной ток, мА	2,7
Фильтр на входе	От 0 до 50,8 мс (постоянное, программируется с временным шагом 0,2 мс)
Вход «сухой контакт»	
Ток питания датчиков типа «сухой контакт» (при коротком замыкании линий входа), мА	От 2 до 3 или от 10 до 12
Входное сопротивление для гарантированного определения состояния “РАЗОМКНУТ” при 10 мА для входа «сухой контакт», кОм	≥ 50 **
Входное сопротивление для гарантированного определения состояния “ЗАМКНУТ” при 10 мА для входа «сухой контакт», кОм	От 0 до 4**
Входное сопротивление для гарантированного определения состояния “РАЗОМКНУТ” при 2 мА для входа «сухой контакт», кОм	≥ 50
Входное сопротивление для гарантированного определения состояния “ЗАМКНУТ” при 2 мА для входа «сухой контакт», кОм	От 0 до 2
Фильтр на входе	от 0 до 50,8 мс (постоянное, программируется с временным шагом 0,2 мс)
Счетчики	
Количество счетчиков	2
Каналы ввода, имеющие функциональность счетчика импульсов	Канал 1, канал 2

Наименование показателя	Значение
Входная частота в режиме счетчика («потенциальный» вход)	От 0 до 12,5 кГц, минимальная длительность импульса 40 мкс
Фильтр на счетном входе	От 0 до 12,8 мс (программируется с шагом 0,04 мс для входов сконфигурированных как счетчик)
* Значения параметров в режиме с контролем обрыва и короткого замыкания линии см. в таблице 2.50	
** Значения параметров в режиме с контролем обрыва и короткого замыкания линии см. в таблице 2.51	

2.13.4 Устройство и работа

2.13.4.1 Устройство и работа модуля

В структуре модуля можно выделить два основных типа функциональных узлов. Первый тип – это «общая» часть. Она содержит микроконтроллер со вспомогательными электронными компонентами для выполнения программы модуля, предобработки данных от каналов ввода, связи с модулем центрального процессора и т.п., источники питания, формирующие необходимые напряжения для функционирования модуля. Второй тип функциональных узлов – каналы ввода. В их состав входят электронные компоненты для подключения внешних сигналов и их преобразования в вид, необходимый для обработки «общей» частью, электронные компоненты, обеспечивающие гальваническую изоляцию, и компоненты, формирующие питание «изолированной» части. Все каналы модуля имеют одинаковую аппаратную реализацию.

Каждый канал ввода может работать в двух режимах: как дискретный «потенциальный» вход и как дискретный вход типа «сухой контакт» с питанием от модуля для подключения датчиков типа «концевой выключатель».

В режиме работы дискретный вход типа «сухой контакт» с питанием от модуля питающее напряжение (нестабилизированное) подается на линию ввода непосредственно с модуля, при этом общий вывод группы условно становится «земляным», а линия ввода относительно него имеет положительный потенциал. Номинальное напряжение на разомкнутой линии составляет 24 В.

2.13.4.2 Функции контроля целостности линии

Каналы ввода в зависимости от режима работы поддерживают функции диагностики линии подключения датчика, приведенные в таблице 2.49.

Таблица 2.49

Режим работы канала	Функции диагностики
«Потенциальный вход»	Диагностика обрыва и короткого замыкания
«Сухой контакт» с питанием концевых датчиков током 2 мА	Нет
«Сухой контакт» с питанием концевых датчиков током 10 мА	Диагностика обрыва и короткого замыкания

В режиме работы канала «Потенциальный вход» контроль обрыва цепей, содержащих дискретные выходы (как правило, типа «сухой контакт») и дополнительный источник питания, основывается на применении резистора, включенного параллельно дискретному выходу (рисунок 2.42). Для работы с такой цепью канал дискретного ввода имеет электрические цепи для распознавания четырех состояний входного сигнала:

- обрыв линии;
- логический «0» (дискретный выход разомкнут, ток входного сигнала ограничивается сопротивлением включенного параллельно контактам резистора);
- логическая «1» (дискретный выход замкнут, ток входного сигнала не ограничен);
- короткое замыкание линии.

Зависимость состояния входа от значений напряжения и тока на входе приведена в таблице 2.50

Таблица 2.50

Напряжение, В	Ток, мА	Состояние входа	Примечание
0	От минус 2,5 до минус 1,1	Гарантированное обнаружение короткого замыкания линии	Ток в цепи образуется встроенным в канал источником тока
0	От минус 1,1 до 0	Неопределенное состояние. В этом диапазоне возможно обнаружение обрыва линии или короткого замыкания	
От 0 до 4	От 0 до 1,2	Гарантированное обнаружение обрыва линии	Уровень наводимых на оборванную линию помех не должен превышать указанных выше значений
От 4 до 5	От 1,2 до 2,7	Неопределенное состояние. В этом диапазоне не гарантируется обнаружение обрыва линии и возможно считывание логического «0»	При включенной функции контроля обрыва линии необходимо исключить появление входных сигналов такого уровня
От 5 до 6,2	От 2,7 до 5,3	Гарантированное обнаружение логического «0»	При включенной функции контроля обрыва, текущий по цепи ток должен лежать в данном диапазоне.
От 6,2 до 9	От 1 до 2,3	Неопределенное логическое состояние (определение истинного логического уровня не гарантируется)	Действительный порог переключения находится на значениях напряжения близких к 7 В. Для исключения ложных срабатываний в логическую «1» необходимо исключить наличие напряжений на входе выше 6,5 В
От 9 до 30	Более 6,8	Гарантированное обнаружение логической «1»	Значение входного тока мало зависит от напряжения, что позволяет избежать роста рассеиваемой мощности

В режиме работы канала «сухой контакт» с питанием цепи током 10 мА контроль обрыва и короткого замыкания цепей, содержащих дискретные выходы типа «сухой контакт», основывается на применении резисторов, включенных параллельно и последовательно с дискретным выходом.

Для определения состояния линии в данном режиме работы канал дискретного ввода имеет электрические цепи для распознавания четырех состояний входного сигнала:

- отсутствие какого-либо входного сигнала (обрыв линии);

- логический «0» (дискретный выход разомкнут, ток входного сигнала ограничивается сопротивлениями, включенными последовательно и параллельно с «сухим контактом»);
 - логическая «1» (дискретный выход замкнут, ток входного сигнала ограничивается сопротивлением включенным последовательно с «сухим контактом»);
 - короткое замыкание линии (ток входного сигнала ничем не ограничен);
- Зависимость состояния входа от значения тока, протекающего в цепи приведена в таблице 2.51.

Таблица 2.51

Ток в цепи, мА	Сопротивление цепи, Ом	Состояние
От 0 до 0,5	более 16	Гарантированное определение обрыва линии
От 0,5 до 1,5	От 2,8 до 16	Неопределенное состояние. В этом диапазоне не гарантируется обнаружение обрыва линии и возможно считывание логического «0»
От 1,5 до 3,3	От 1,6 до 2,8	Гарантированное обнаружение логического «0»
От 3,3 до 5,2	От 0,9 до 1,6	Неопределенное логическое состояние (определение истинного логического уровня не гарантируется)
От 5,2 до 6,8	От 0,7 до 0,9	Гарантированное обнаружение логической «1»
От 6,8 до 9	От 0,5 до 0,7	Неопределенное состояние. В этом диапазоне не гарантируется обнаружение обрыва линии и возможно считывание логической «1»
От 9 до 17	От 0 до 0,5	Гарантированное определение короткого замыкания линии

2.13.4.3 Импульсный фильтр

Каждый дискретный вход имеет индивидуальный импульсный фильтр (фильтр антидребезга), который позволяет пропускать дискретные сигналы, имеющие длительность больше заданной величины. Предельная длительность и шаг регулировки фильтра указаны в таблице 2.48 (при нулевом значении фильтр антидребезга отключен).

2.13.4.4 Использование входов в качестве счетчиков

Модуль дискретного ввода содержит два 32-разрядных счетчика импульсов. Перечень каналов ввода, имеющих функциональность счетчика, приведен в таблице 2.48. У канала ввода, служащего источником сигнала для счетчика, меняются параметры фильтра антидребезга. Они приведены в таблице 2.48 в части, описывающей параметры счетчиков.

2.13.4.5 Назначение контактов разъема для подключения нагрузки

Линии для подключения внешних электрических цепей к каналам ввода-вывода выйдут на разъем типа RJ-21, расположенный на лицевой части модуля. К каналу ввода можно подключать цепи в любой полярности.

Для подключения можно использовать уже готовые шнуры с необходимым разъемом и подключенным 25-парным кабелем. Кабель имеет стандартную цветовую раскладку (соответствие номеров контактов на разъеме цветам проводников). Назначение контактов разъема и их соответствие парам в 25-парном кабеле приведено в таблице 2.52.

Таблица 2.52

Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
Вход 1	1	1	Синий
Вход 2	26		Белый
Вход 3	2	2	Оранжевый
Вход 4	27		Белый
Вход 5	3	3	Зеленый
Вход 6	28		Белый
Вход 7	4	4	Коричневый
Вход 8	29		Белый
Вход 9	5	5	Серый
Вход 10	30		Белый
Вход 11	6	6	Синий
Вход 12	31		Красный
Вход 13	7	7	Оранжевый
Вход 14	32		Красный
Вход 15	8	8	Зеленый
Вход 16	33		Красный
Вход 17	9	9	Коричневый
Вход 18	34		Красный
Вход 19	10	10	Серый
Вход 20	35		Красный
Вход 21	11	11	Синий
Вход 22	36		Черный
Вход 23	12	12	Оранжевый
Вход 24	37		Черный
Вход 25	13	13	Зеленый
Вход 26	38		Черный
Вход 27	14	14	Коричневый
Вход 28	39		Черный
Вход 29	15	15	Серый
Вход 30	40		Черный
Вход 31	16	16	Синий

Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
Вход 32	41		Желтый
Вход 33	17	17	Оранжевый
Вход 34	42		Желтый
Вход 35	18	18	Зеленый
Вход 36	43		Желтый
Вход 37	19	19	Коричневый
Вход 38	44		Желтый
Вход 39	20	20	Серый
Вход 40	45		Желтый
Вход 41	21	21	Синий
Вход 42	46		Фиолетовый
Вход 43	22	22	Оранжевый
Вход 44	47		Фиолетовый
Вход 45	23	23	Зеленый
Вход 46	48		Фиолетовый
Вход 47	24	24	Коричневый
Вход 48	49		Фиолетовый
Внеш +24	25	25	Серый
Внеш -24	50		Фиолетовый

2.5.4.3 Индикация модуля

В таблице 2.53 приведено поведение светодиодных индикаторов, отражающих состояние модуля.

Таблица 2.53

Светодиод	Назначение
Светодиод "PWR". Зеленый	Питание: не горит – питание отключено; горит - питание включено
Светодиод "ERR". Двухцветный	Ошибка: не горит – нет ошибки; красный – ошибка; зеленый – реакция на событие
Светодиод "WRK". Двухцветный	Режим работы: не горит – модуль не загружен; зеленый – работа; красный – низкое энергопотребление

Светодиод	Назначение
Светодиод “BLK”. Красный	Блокировка: не горит – режим блокировки не активен; горит – режим блокировки активен
Светодиод “BUS”. Двухцветный	Связь с крейтом: не горит – связь отсутствует; красный – передача; зеленый – прием
Светодиод “USR”. Двухцветный	Настраиваемый пользовательский диод

В таблице 2.54 приведено поведение индикаторов, отражающих состояние каналов ввода-вывода.

Таблица 2.54

Светодиод	Назначение
Светодиоды 1, 2 группы CS	Светодиоды включаются поочередно и демонстрируют номер группы для которой в настоящее время производится индикация с помощью светодиодов групп STATUS и MODE
Светодиоды 1, 2 группы АТТ	Светодиоды индицируют состояние целостности линии для каждой из групп каналов: не горит – ошибки; красный – в соответствующей группе выявлены линии имеющие обрыв или короткое замыкание
Светодиоды 1 ... 24 группы STATUS Двухцветные	Состояние канала: не горит – канал не активирован; красный – наличие входного напряжения, замкнутый датчик типа «сухой контакт»; зеленый – отсутствие входного напряжения, разомкнутый датчик типа «сухой контакт»

2.13.5 Использование по назначению

2.13.5.1 Эксплуатационные ограничения

ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация модуля дискретного ввода-вывода в цепях с максимальным напряжением свыше 30 В и протекающим током, превышающим 500 мА (для дискретного выхода).

Превышение напряжения и тока приведет к срабатываниям элементов защиты от превышения по напряжению и по току и может в критических случаях привести к выходу из строя канала ввода-вывода. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются ложные срабатывания системы диагностики состояния каналов и контроля обрыва линии, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

2.13.5.2 Типовые схемы включения

На рисунке 2.41 приведена типовая схема включения одного канала в режиме дискретного входа с использованием проходных клеммных колодок, используемая при проектировании шкафа. В качестве входного воздействия используется датчик типа «сухой контакт» и источник ЭДС. Для дискретного входа допускается включение в противоположной полярности («+» к линии «В», «-» - к линии «А»).

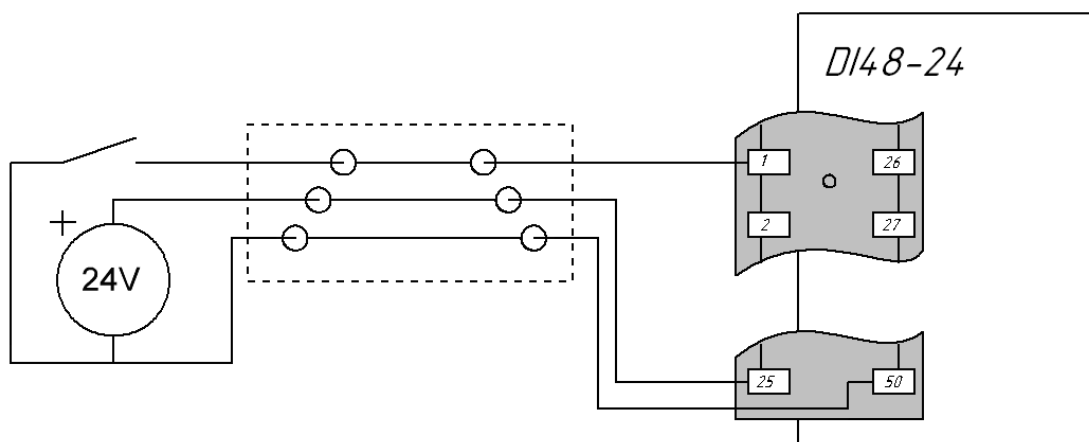


Рисунок 2.41

На рисунке 2.42 приведена схема включения одного канала с контролем обрыва и короткого замыкания в цепи сигнала.

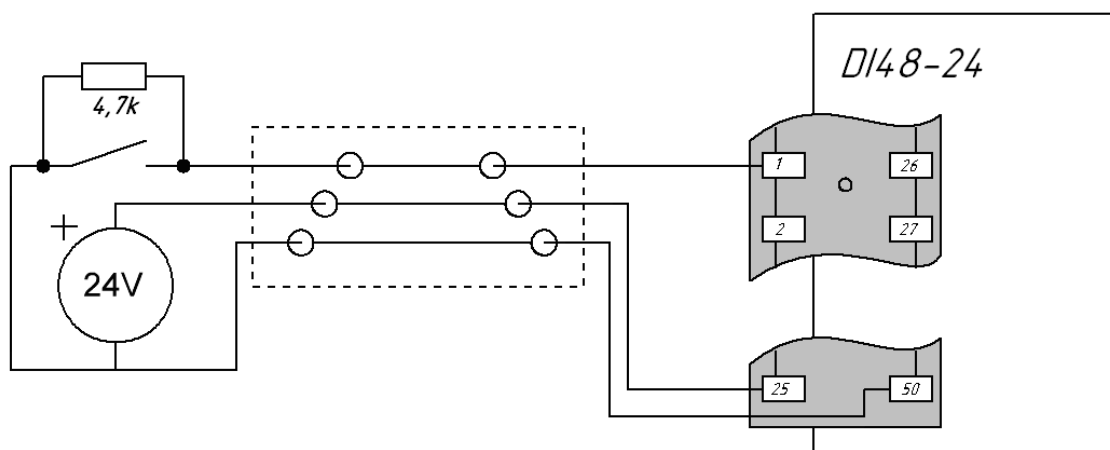


Рисунок 2.42

Модуль DI48-24 имеет встроенные аппаратные средства для контроля обрыва в цепи входного сигнала. Для ее работы параллельно датчику необходимо подключить внешний резистор номиналом $4,7\text{K} \pm 5\%$.

На рисунке 2.43 показано подключение датчика типа «сухой контакт» для проверки работы средств контроля обрыва в цепи входного сигнала.

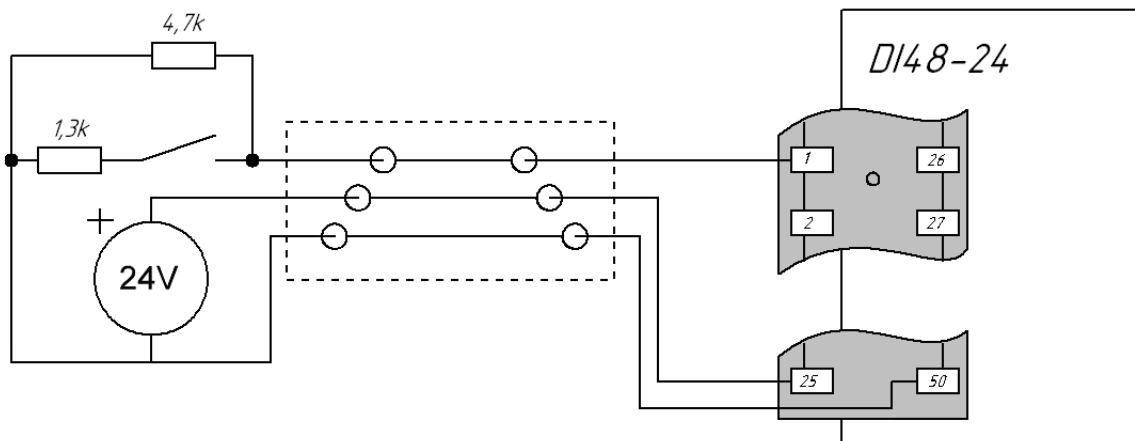


Рисунок 2.43

Каждый канал имеет встроенные аппаратные средства диагностики своего состояния, позволяющие контролировать исправность элементов на самом модуле, а также целостность цепи нагрузки.

2.14 Модуль аналогового ввода АИ16-ІU

2.14.1 Назначение

Модуль АИ16-ІU предназначен для измерения аналоговых сигналов источников напряжения постоянного тока и аналоговых сигналов постоянного тока.

Основные особенности:

- 16 групп, содержащих канал измерения тока и канал измерения напряжения;
- гальваническая развязка между группами 1500 В;
- каждый канал модуля имеет возможность индивидуальной настройки на работу в любом диапазоне. Каждый канал содержит:

1) индивидуальный «сигма-дельта» АЦП (разрядность 16 бит);

2) входной фильтр для защиты от электромагнитных помех;

– функция обнаружения обрыва линии и короткого замыкания;

– возможность усреднения;

– фильтр от входных помех (50 Гц или 60 Гц);

– контроль температуры на плате модуля;

– программируемый выход сигнала тревоги.

Индикация:

1) индикация статуса модуля;

2) индикация статуса аналоговых входов;

3) один пользовательский светодиод;

4) возможность отключения индикации для снижения энергопотребления.

Внешний вид модуля показан на рисунке 2.44.

2.14.2 Состав модуля

Модуль АИ16-ІU содержит:

- управляющий 32-разрядный микропроцессор с внутренним ОЗУ и Flash-памятью для программ и данных;
- программируемая логическая матрица для преобразования данных;
- общий источник питания;

– 16 гальванически изолированных групп, содержащих канал измерения тока и канал измерения напряжения.

– схемы индикации состояния модуля и каждого канала. Каждый измерительный канал содержит:

- 1) индивидуальный гальванически изолированный источник питания;
- 2) индивидуальный «сигма-дельта» АЦП (разрядность 16 бит) и прецизионный источник опорного напряжения;
- 3) входной фильтр для защиты от электромагнитных помех;
- 4) индивидуальные схемы защиты аналогового входа от превышения по току и по напряжению.

Модуль занимает в крейте одно посадочное место. На лицевой панели модуля располагается разъем для подключения аналоговых входов и светодиодные индикаторы состояния модуля каждого канала.

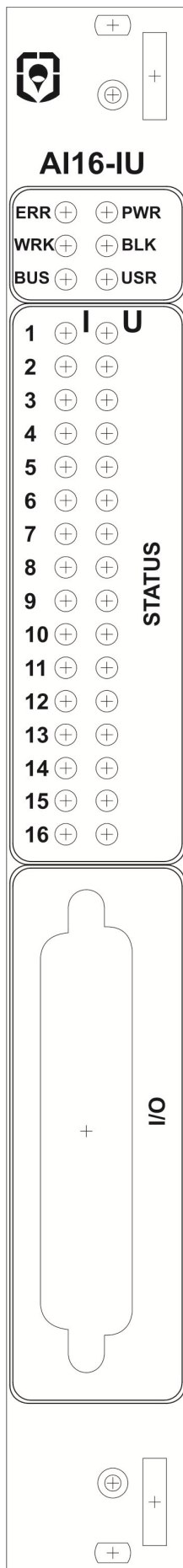


Рисунок 2.44

2.14.3 Технические характеристики

Технические характеристики модуля AI16-IU приведены в таблице 2.55

Таблица 2.55

Наименование показателя	Значение
Количество каналов	16 аналоговых каналов
Гальваническая развязка	– между группами каналов 1,5 кВ; – между группами каналов и схемой модуля 1,5 кВ; – между группами каналов и заземлением 1,5 кВ
Индикация	Состояние каждого входа, состояние модуля
Напряжение питания, В	От 10 до 30
Габаритные размеры, мм, не более	265x190x30
Масса, г, не более	350
Аналоговый вход	
Тип входов	– измерение сигналов постоянного тока; – измерение сигналов постоянного напряжения
Разрядность АЦП, бит	16
Время измерения	До 2 мс (при выключенном режекторном фильтре 50 или 60 Гц); до 102 мс при 60 Гц до 121 мс при 50 Гц
Усреднение	Настраиваемое количество выборок: 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128
Входное сопротивление	250 Ом – для измерения сигналов постоянного тока; не менее 100 кОм – для измерения сигналов постоянного напряжения
Фильтрация	Выбирается 50 или 60 Гц. Подавление не менее 80 дБ
Допустимое напряжение на входе, В	± 10
Максимальное напряжение на входе, В	± 33
Защита от превышения по току	Да
Защита от попадания стороннего напряжения	Устойчивость к сетевому напряжению переменного тока 242 В

Основные метрологические характеристики модуля АП6-ІІ приведены в таблице 2.56.

Таблица 2.56

Диапазон входных сигналов	Диапазон выходных сигналов	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % от диапазона измерений	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, % от диапазона измерений	Примечание
От 0 до 5 мА	16 бит	±0,1	±0,00125 %/°С	$R_{вх} = 250 \text{ Ом}$
От 0 до 20 мА				
От 4 до 20 мА				
От 0 до 5 В		±0,05	±0,000625 %/°С	$R_{вх} \geq 100 \text{ кОм}$
От 0 до 10 В				
От минус 5 до плюс 5 В				
От минус 10 до плюс 10 В				

2.14.4 Устройство и работа

2.14.4.1 Устройство модуля

В структуре модуля АП6-ІІ можно выделить два основных типа функциональных узлов. Первый тип – это «общая» часть. Она содержит микроконтроллер со вспомогательными электронными компонентами для выполнения программы модуля, предобработки данных от каналов ввода, связи с модулем центрального процессора и т.п., источники питания, формирующие необходимые напряжения для функционирования модуля. Второй тип функциональных узлов – каналы ввода. В них входят электронные компоненты для подключения внешних сигналов и их преобразования в вид, необходимый для обработки «общей» частью, электронные компоненты, обеспечивающие гальваническую изоляцию, и компоненты, формирующие питание «изолированной» части.

Общая часть реализована на базе 32-разрядного микропроцессора с внутренним ОЗУ и Flash и программируемой логической матрице CPLD для преобразования данных. Общая часть также содержит собственный источник питания +3.3 В, схему индикации с источником питания +3.3 В, и схему управления питанием каналов с общим источником питания каналов +5 В.

На модуль установлена память EEPROM для хранения редко изменяемых значений и констант (серийный номер устройства, версия модуля, внутреннюю конфигурацию).

Каждый канал представляет собой схему, содержащую измеритель аналоговых сигналов источников напряжения постоянного тока и измеритель аналоговых сигналов постоянного тока. Схема имеет гальваническую изоляцию по цифровым интерфейсам и по питанию. Питание канала, а также гальваническая развязка по цифровым интерфейсам и управляющим сигналам реализована на базе специализированных микросхем, отдельные управляющие сигналы изолированы с помощью оптронной развязки.

Измерители основаны на прецизионных АЦП со встроенным источником опорного напряжения. При измерении сигналов постоянного тока АЦП измеряет падение напряжения на прецизионном, высокостабильном шунте.

В состав измерителей также входит входной RC фильтр и схема защиты от превышения по току и напряжению. В АЦП интегрирован режекторный фильтр, способный работать в трёх режимах (ВЫКЛ, 50 и 60 Гц) и обеспечивающий до 80 дБ ослабления на указанных частотах.

2.14.4.2 Работа модуля

После подачи питания модуль АП6-П находится в состоянии PowerDown.

Включение модуля происходит по команде от модуля центрального процессора, а именно: установкой сигнала «PwrOff» в состояние логической «1». По умолчанию после включения модуля все каналы находятся в состоянии «ВЫКЛ», источники питания каналов выключены, вспомогательные схемы отключены или находятся в энергосберегающем режиме, микроконтроллер находится в состоянии готовности к обмену с модулем центрального процессора.

Включение канала модуля происходит по команде от модуля центрального процессора. Процесс включения канала включает в себя запуск изолированного источника питания соответствующего канала, инициализацию АЦП и конфигурирования измерительных цепей канала.

Измерение значения на входе канала происходит в автоматическом режиме и вычитывается с периодом 2 мс модулем центрального процессора. Время измерения не превышает 2 мс (при выключенном режекторном фильтре). При включенной фильтрации это время может превышать 120 мс. С настраиваемой периодичностью модуль самостоятельно может контролировать вход канала на предмет обрыва линии. Обрывом линии считается ток в линии менее 4 мА. При возникновении обрыва линии модуль информирует об этом аварийном событии модуль центрального процессора и отображает сигнал аварийной индикации соответствующего канала на передней панели модуля (если индикация модуля включена).

2.14.4.3 Назначение контактов разъема для подключения нагрузки

Линии для подключения внешних электрических цепей к каналам ввода-вывода выходят на разъем тип RJ-21, расположенный на лицевой части модуля.

Для подключения можно использовать уже готовые шнуры с необходимым разъемом и подключенным 25-парным кабелем. Кабель имеет стандартную цветовую раскладку (соответствие номеров контактов на разъеме цветам проводников). Назначение контактов разъема и их соответствие парам в 25-парном кабеле приведено в таблице 2.57.

Таблица 2.57

Группа	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
Тревожный выход	Авария +	1	1	Синий
	Авария –	26		Белый
Вход 1	Вход I 1	2	2	Оранжевый
	Вход U 1	27		Белый
	Общий 1	3		3
Вход 2	Общий 2	28	Белый	
	Вход I 2	4	4	Коричневый
	Вход U 2	29		Белый
Вход 3	Вход I 3	5	5	Серый

Группа	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
	Вход U 3	30	6	Белый
	Общий 3	6		Синий
Вход 4	Общий 4	31	7	Красный
	Вход I 4	7		Оранжевый
	Вход U 4	32		Красный
Вход 5	Вход I 5	8	8	Зеленый
	Вход U 5	33		Красный
	Общий 5	9		9
Вход 6	Общий 6	34	Красный	
	Вход I 6	10	10	Серый
	Вход U 6	35		Красный
Вход 7	Вход I 7	11	11	Синий
	Вход U 7	36		Черный
	Вход 8	Общий 7	12	12
Общий 8		37	Черный	
Вход 9		Вход I 8	13	13
	Вход U 8	38	Черный	
	Вход 10	Вход I 9	14	
Вход U 9		39	Черный	
Вход 11		Общий 9	15	15
	Общий 10	40	Черный	
	Вход 12	Вход I 10	16	16
Вход U 10		41	Желтый	
Вход 13		Вход I 11	17	17
	Вход U 11	42	Желтый	
	Вход 14	Общий 11	18	18
Общий 12		43	Желтый	
Вход 15		Вход I 12	19	19
	Вход U 12	44	Желтый	
	Вход 16	Вход I 13	20	20

Группа	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет	
	Вход U 13	45	21	Желтый	
	Общий 13	21		Синий	
Вход 14	Общий 14	46	22	Фиолетовый	
	Вход I 14	22		Оранжевый	
	Вход U 14	47		Фиолетовый	
Вход 15	Вход I 15	23	23	Зеленый	
	Вход U 15	48		Фиолетовый	
	Общий 15	24		Коричневый	
Вход 16	Общий 16	49	24	Фиолетовый	
	Вход I 16	25		25	Серый
	Вход U 16	50			Фиолетовый

2.14.4.4 Индикация модуля

В таблице 2.58 приведено поведение светодиодных индикаторов, отражающих состояние модуля АП6-IU.

Таблица 2.58

Индикатор	Назначение, описание работы
Светодиод "PWR". Зеленый	Питание: не горит – питание отключено; горит – питание включено
Светодиод "ERR". Двухцветный	Ошибка: не горит – нет ошибки; красный – ошибка; зеленый – реакция на событие
Светодиод "WRK". Двухцветный	Режим работы: не горит – модуль не загружен; зеленый – работа; красный – низкое энергопотребление
Светодиод "BLK". Красный	Блокировка: не горит – режим блокировки не активен; горит – режим блокировки активен
Светодиод "BUS". Двухцветный	Связь с крейтом: не горит – связь отсутствует; красный – передача; зеленый – прием
Светодиод "USR". Двухцветный	Настраиваемый пользовательский диод
Светодиоды "STATUS". I 1-16, U 1-16. Двухцветный	Режим работы канала: не горит – канал не активирован;

зеленый – канал работает без ошибок;
красный – ошибка на канале

Индикаторный блок может переходить в неактивное состояние при поступлении внешнего сигнала от процессорного модуля или через заданный промежуток времени.

2.14.5 Использование по назначению

2.14.5.1 Эксплуатационные ограничения

ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация модуля в цепях с максимальным напряжением свыше 30 В.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать на аналоговый вход ток свыше 20 мА.

Превышение напряжения и тока приведет к срабатываниям элементов защиты от превышения по напряжению и по току и может в критических случаях привести к выходу из строя канала. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются ложные срабатывания системы диагностики состояния каналов и контроля обрыва линии, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

2.14.5.2 Типовые схемы включения

Схема подключения при измерении сигнала постоянного тока с питанием датчиков от внешнего источника питания приведена на рисунке 2.45.

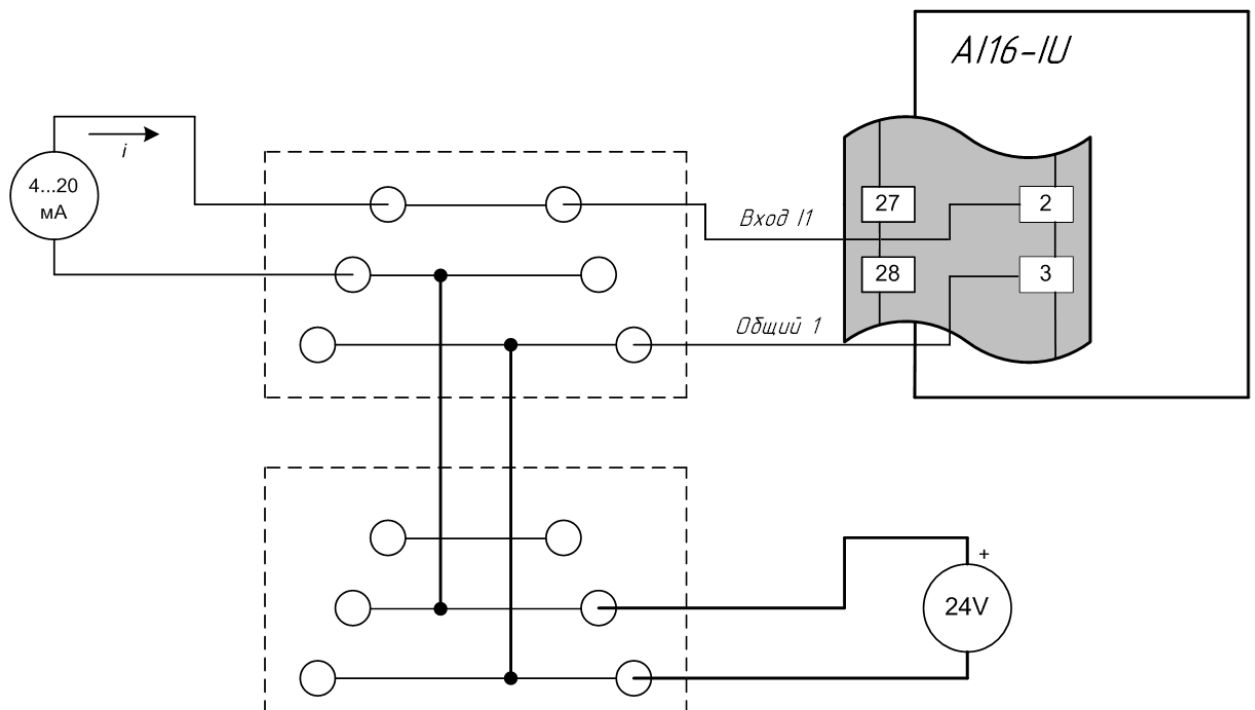


Рисунок 2.45

Схема подключения при измерении сигнала постоянного напряжения приведена на рисунке 2.46.

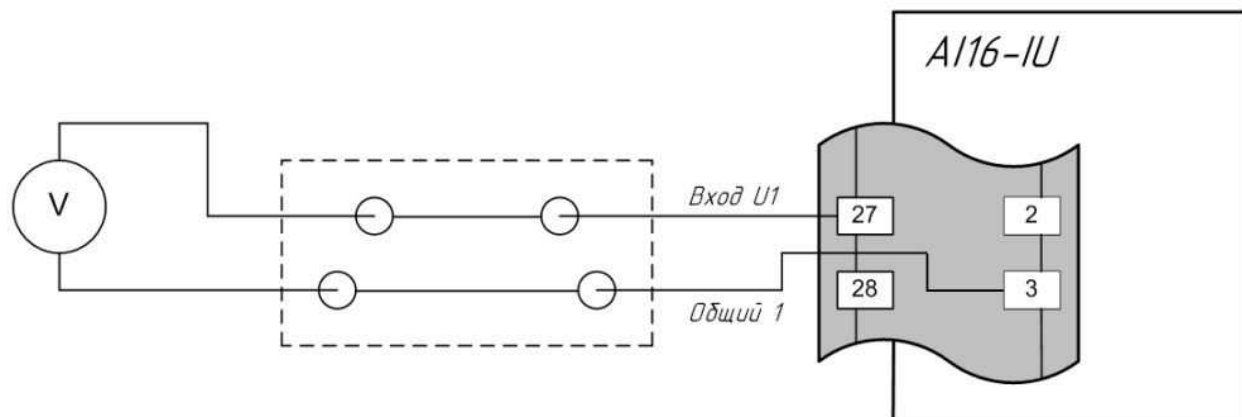


Рисунок 2.46

Схема подключения при одновременном измерении сигналов постоянного напряжения и постоянного тока с питанием от внешнего источника приведена на рисунке 2.47.

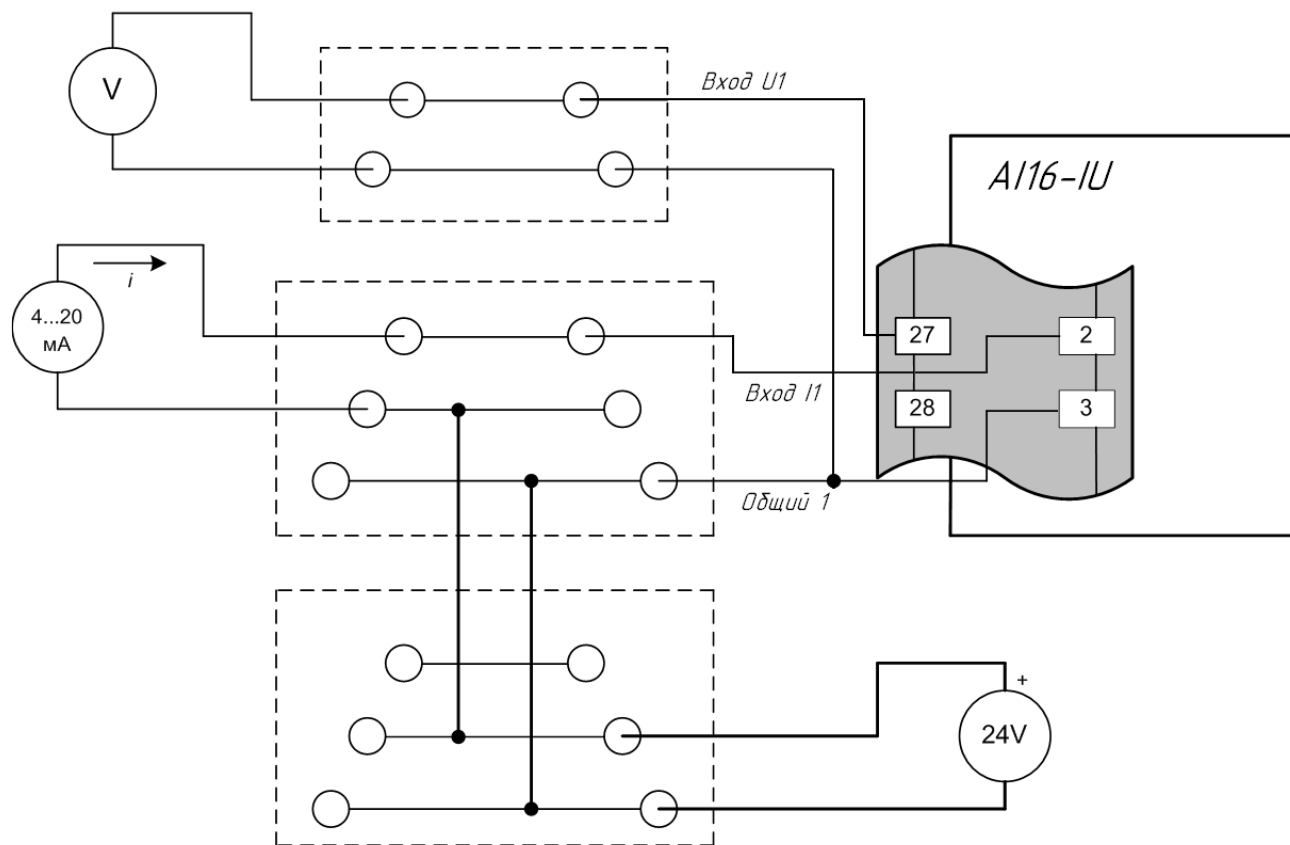


Рисунок 2.47

2.15 Модуль аналогового вывода АО12-IU

2.15.1 Назначение

Модуль предназначен для вывода аналоговых сигналов постоянного тока и постоянного напряжения.

Основные особенности:

- 12 каналов с индивидуальной гальванической развязкой 1500 В;
- каждый канал модуля имеет возможность индивидуальной настройки на работу в любом диапазоне;
- каждый канал модуля содержит индивидуальный прецизионный ЦАП (разрядность 16 бит);
- контроль температуры на плате модуля;
- функция обнаружения обрыва линии и короткого замыкания;
- защита выходов от перегрузки и внешних перенапряжений;
- программируемый выход сигнала тревоги;
- индикация:
 - 1) индикация статуса модуля;
 - 2) индикация статуса аналоговых выходов;
 - 3) один пользовательский светодиод;
 - 4) возможность отключения индикации для снижения энергопотребления.

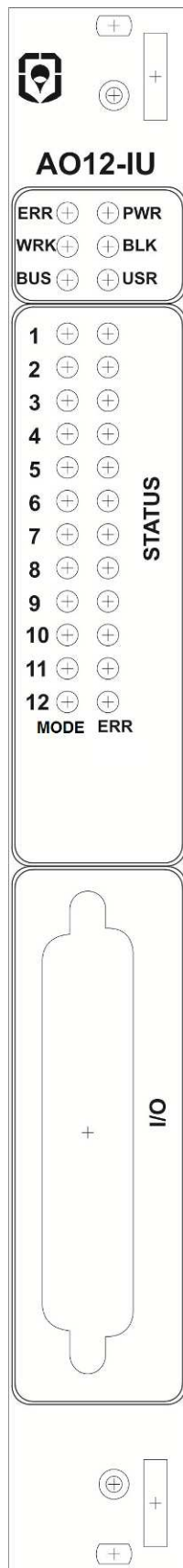


Рисунок 2.48

2.15.2 Состав модуля

Модуль АО12-IU содержит:

- управляющий 32-разрядный микропроцессор с внутренним ОЗУ и Flash-памятью для программ и данных;
- программируемая логическая матрица для преобразования данных;
- общий источник питания;
- 12 гальванически изолированных каналов вывода аналоговых сигналов.

Каждый канал вывода содержит:

- 1) индивидуальный гальванически изолированный источник питания;
- 2) индивидуальный ЦАП, с прецизионным источником опорного напряжения;
- 3) индивидуальные схемы защиты аналогового входа и выхода от некорректной полярности сигнала в линии, превышения по току и по напряжению.

Модуль занимает в крейте одно посадочное место. На лицевой панели модуля располагается разъем для подключения аналоговых входов и выходов и светодиодные индикаторы состояния модуля и каждого канала.

2.15.3 Технические характеристики

Технические характеристики модуля АО12-IU приведены в таблице 2.59.

Таблица 2.59

Наименование показателя	Значение
Количество каналов, шт.	12
Гальваническая развязка	– между каналами 1,5 кВ; – между каналами и схемой модуля 1,5 кВ; – между каналами и заземлением 1,5 кВ
Индикация	Состояние каждого входа/выхода, состояние модуля
Напряжение питания, В	от 10 до 30
Габаритные размеры, мм, не более	265x190x30
Масса, г, не более	350
Тип выходов	Программно управляемые выходы аналоговых сигналов постоянного тока и постоянного напряжения
Рабочие диапазоны выходных сигналов	От 0 до 5 мА; от 0 до 20 мА; от 4 до 20 мА; от 0 до 25 мА; от минус 5 до плюс 5 В; от минус 10 до плюс 10 В
Разрядность ЦАП, бит	16
Состояние выходов при отказе МЦП	Конфигурируется по каждому выходу отдельно: предустановленное или последнее значение

Наименование показателя	Значение
Напряжение питания выхода (в режиме формирования сигналов постоянного тока при обрыва линии), В	13 или 25 (переключается программно)
Распознавание обрыва и короткого замыкания линии	Да
Защита от превышения по току	Да
Защита от попадания стороннего напряжения	Да

Основные метрологические характеристики модуля АО12-ІU приведены в таблице 2.60.

Таблица 2.60

Диапазоны входных сигналов	Диапазоны выходных сигналов	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности γ , %	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды, $\%/1^{\circ}\text{C}$	Примечание
16 бит	От 0 до 5 мА от 0 до 20 мА от 4 до 20 мА от 0 до 25 мА	$\pm 0,1$	$\pm 0,00125$	$R_{\text{вх}} = 250 \text{ Ом}$
16 бит	От минус 5 до плюс 5 В, от минус 10 до плюс 10 В	$\pm 0,05$	$\pm 0,000625$	Не менее 100 кОм

2.15.4 Устройство и работа

2.15.4.1 Устройство модуля

В структуре модуля АО12-ІU можно выделить два основных типа функциональных узлов. Первый тип – это «общая» часть. Она содержит микроконтроллер со вспомогательными электронными компонентами для выполнения программы модуля, предобработки данных от каналов аналогового вывода, связи с модулем центрального процессора и т.п., источники питания, формирующие необходимые напряжения для функционирования модуля. Второй тип функциональных узлов – каналы аналогового вывода. В них входят электронные компоненты для подключения внешних цепей, электронные компоненты, обеспечивающие гальваническую изоляцию, и компоненты, формирующие питание «изолированной» части. Модуль содержит 12 каналов аналогового вывода, все они реализованы идентично.

Общая часть реализована на базе 32-разрядного микропроцессора с внутренним ОЗУ и Flash и программируемой логической матрицы CPLD для преобразования данных. Общая часть также содержит собственный источник питания +3.3 В, схему индикации с источником питания +3.3 В, и схему управления питанием каналов с общим источником питания каналов +5 В.

Каждый канал представляет собой законченную схему задатчика тока и напряжения с гальванической изоляцией по цифровым интерфейсам и по питанию. Задатчик тока и напряжения включает в себя прецизионный ЦАП, источник опорного напряжения, термокомпенсированное токовое зеркало и схему контроля выходного тока. Также в состав задатчика тока входит импульсный повышающий источник питания, способный осуществлять питание аналогового выхода напряжением 13 или 25 В (переключается программно), что позволяет подключать устройства и исполнительные механизмы на расстоянии до 2 км.

2.15.4.2 Работа модуля

После подачи питания модуль АО12-IU находится в состоянии PowerDown.

Включение модуля происходит по команде от модуля центрального процессора, а именно: установкой сигнала «PwrOff» в состояние логической «1». По умолчанию после включения модуля все каналы находятся в состоянии «ВЫКЛ», источники питания каналов выключены, вспомогательные схемы отключены или находятся в энергосберегающем режиме, микроконтроллер находится в состоянии готовности к обмену с модулем центрального процессора.

Включение канала модуля происходит по команде от модуля центрального процессора. Процесс включения канала включает в себя запуск изолированного источника питания соответствующего канала и инициализацию ЦАП.

Задание выходного значения канала происходит по команде от модуля центрального процессора. Максимальное время от момента поступления команды до установки требуемого значения на выходе не превышает 2 мс. Модуль самостоятельно диагностирует выход на предмет обрыва линии и короткого замыкания, информирует об этом аварийном событии модуль центрального процессора и отображает сигнал аварийной индикации соответствующего канала на передней панели модуля (если индикация модуля включена). Попадание на линию стороннего напряжения свыше 30 В любой полярности приводит к срабатыванию схемы защиты.

2.15.4.3 Назначение контактов разъема для подключения внешних цепей

Линии для подключения внешних электрических цепей к каналам вывода выходят на разъем типа RJ-21, расположенный на лицевой части модуля.

Для подключения можно использовать уже готовые шнуры с необходимым разъемом и подключенным 25-парным кабелем. Кабель имеет стандартную цветовую раскладку (соответствие номеров контактов на разъеме цветам проводников). Назначение контактов разъема и их соответствие парам в 25-парном кабеле приведено в таблице 2.61.

Таблица 2.61

Группа	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
Тревожный выход	Авария –	26	1	Белый
	Авария +	1		Синий
Канал 1	Выход I 1	27	2	Белый
	Общий 1	2		Оранжевый
	Выход U 1	28	3	Белый
	Общий 1	3		Зеленый
Канал 2	Выход I 2	29	4	Белый
	Общий 2	4		Коричневый

Группа	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
	Выход U 2	30	5	Белый
	Общий 2	5		Серый
Канал 3	Выход I 3	31	6	Красный
	Общий 3	6		Синий
	Выход U 3	32	7	Красный
	Общий 3	7		Оранжевый
Канал 4	Выход I 4	33	8	Красный
	Общий 4	8		Зеленый
	Выход U 4	34	9	Красный
	Общий 4	9		Коричневый
Канал 5	Выход I 5	35	10	Красный
	Общий 5	10		Серый
	Выход U 5	36	11	Черный
	Общий 5	11		Синий
Канал 6	Выход I 6	37	12	Черный
	Общий 6	12		Оранжевый
	Выход U 6	38	13	Черный
	Общий 6	13		Зеленый
Канал 7	Выход I 7	39	14	Черный
	Общий 7	14		Коричневый
	Выход U 7	40	15	Черный
	Общий 7	15		Серый
Канал 8	Выход I 8	41	16	Желтый
	Общий 8	16		Синий
	Выход U 8	42	17	Желтый
	Общий 8	17		Оранжевый
Канал 9	Выход I 9	43	18	Желтый
	Общий 9	18		Зеленый
	Выход U 9	44	19	Желтый
	Общий 9	19		Коричневый
Канал 10	Выход I 10	45	20	Желтый

Группа	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
	Общий 10	20	21	Серый
	Выход U 10	46		Фиолетовый
	Общий 10	21		Синий
Канал 11	Выход I 11	47	22	Фиолетовый
	Общий 11	22		Оранжевый
	Выход U 11	48	23	Фиолетовый
	Общий 11	23		Зеленый
Канал 12	Выход I 12	49	24	Фиолетовый
	Общий 12	24		Коричневый
	Выход U 12	50	25	Фиолетовый
	Общий 12	25		Серый

2.15.4.4 Индикация модуля

В таблице 2.62 приведено поведение светодиодных индикаторов, отражающих состояние модуля.

Таблица 2.62

Индикатор	Назначение
Светодиод "PWR". Зеленый	Питание: не горит – питание отключено; горит – питание включено
Светодиод "ERR". Двухцветный	Ошибка: не горит – нет ошибки; красный – ошибка; зеленый – реакция на событие
Светодиод "WRK". Двухцветный	Режим работы: не горит – модуль не загружен; зеленый – работа; красный – низкое энергопотребление
Светодиод "BLK". Красный	Блокировка: не горит – режим блокировки не активен; горит – режим блокировки активен
Светодиод "BUS". Двухцветный	Связь с крейтом: не горит – связь отсутствует; красный – передача; зеленый – прием
Светодиод "USER". Двухцветный	Настраиваемый пользовательский диод

В таблице 2.63 приведено поведение индикаторов группы STATUS, отражающих состояние каналов аналогового вывода.

Таблица 2.63

Светодиод	Назначение
MODE 1-12. Двухцветный	Указывает на режим работы канала: не горит – канал не активирован; зелёный – канал работает в режиме вывода аналогового сигнала постоянного тока; красный – канал работает в режиме вывода аналогового сигнала постоянного напряжения
ERR 1-12. Красный	Ошибка: горит – детектирован обрыв или короткое замыкание линии; не горит – норма

2.15.5 Использование по назначению

2.15.5.1 Эксплуатационные ограничения

ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация модуля в цепях с максимальным напряжением свыше 30 В.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать на аналоговый выход стороннее напряжение.

Превышение напряжения и тока приведет к срабатываниям элементов защиты от превышения по напряжению и по току и может в критических случаях привести к выходу из строя канала аналогового вывода. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются ложные срабатывания системы диагностики состояния каналов и контроля обрыва линии, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

2.15.5.2 Типовые схемы включения

На рисунке 2.49 приведена типовая схема включения одного канала в режиме вывода аналогового сигнала постоянного тока с использованием проходных клеммных колодок, используемая при проектировании шкафа.

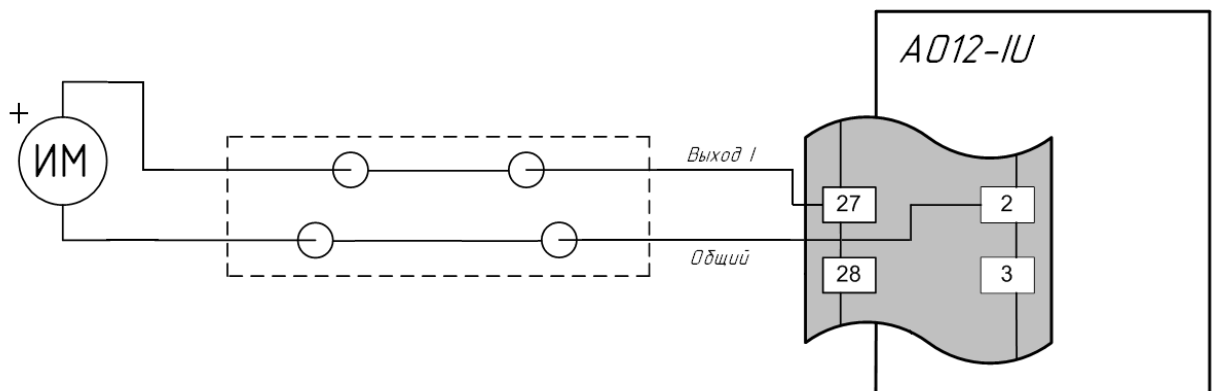


Рисунок 2.49

На рисунке 2.50 приведена типовая схема включения одного канала в режиме вывода аналогового сигнала постоянного напряжения.

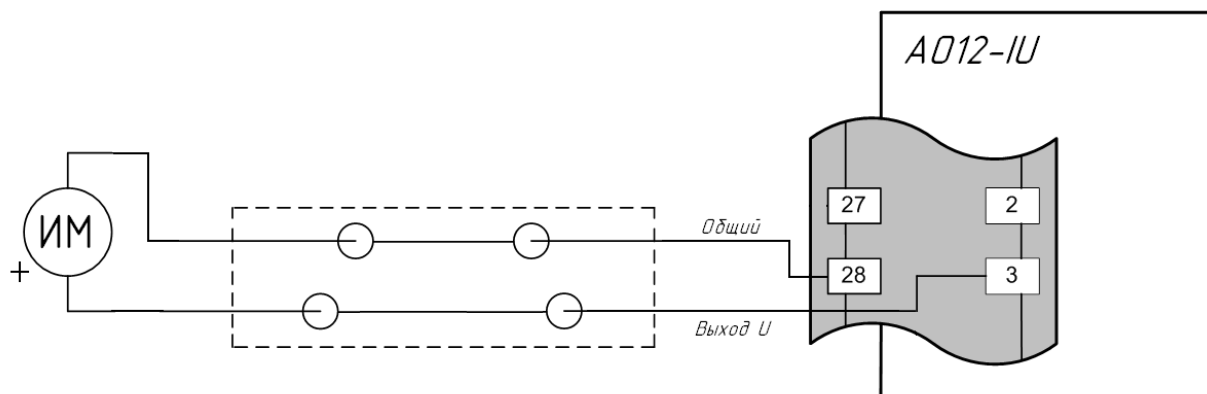


Рисунок 2.50

2.16 Модуль аналогового ввода AI6-SOU

2.16.1 Назначение

Модуль AI6-SOU предназначен для измерения аналоговых токовых сигналов от 4 до 20 мА с датчиков давления и обнаружения утечек в трубопроводах по волне давления.

Основные особенности:

- шесть каналов аналогового ввода, сгруппированные в три группы по два канала;
- каждый вход содержит:
 - 1) индивидуальный «сигма-дельта» АЦП (разрядность 24 бита);
 - 2) индивидуальный прецизионный источник опорного напряжения;
 - 3) источник питания для датчика;
 - 4) входной фильтр для защиты от электромагнитных помех;
 - 5) индивидуальную гальваническую развязку 1000 В;
- защита по току и напряжению для каждого входа;
- три подчиненных микропроцессора для обработки данных (по одному на группу);
- обнаружение обрыва линии и короткого замыкания;
- сохранение статистических данных на SD карту;
- интерфейс Ethernet 10/100;
- порт для подключения модуля ГЛОНАСС/GPS;
- индикация:
 - 1) индикация статуса модуля;
 - 2) индикация статуса аналоговых входов;
 - 3) один пользовательский светодиод;
 - 4) возможность отключения индикации для снижения энергопотребления.
- контроль температуры платы модуля.

Внешний вид модуля показан на рисунке 2.51

2.16.2 Состав модуля

Модуль AI6-SOU содержит:

- управляющий 32-разрядный микропроцессор с внутренним ОЗУ и Flash-памятью для программ и данных, используемый для предоставления данных внешним системам;
- три подчиненных 32-разрядных микропроцессора с внутренним ОЗУ и Flash-памятью для программ и данных используемых для числовой обработки данных;
- программируемую логическую матрицу для преобразования данных;
- общий источник питания;
- шесть гальванически изолированных каналов ввода аналоговых сигналов.

Каждый измерительный канал содержит:

- 1) индивидуальный «сигма-дельта» АЦП (разрядность 24 бита);
 - 2) индивидуальный прецизионный источник опорного напряжения;
 - 3) источник питания для датчика;
 - 4) входной фильтр для защиты от электромагнитных помех;
 - 5) индивидуальную гальваническую развязку 1000 В;
- отладочный порт RS-232;
 - индикация:
 - 1) индикация статуса модуля;
 - 2) индикация статуса аналоговых входов;
 - 3) один пользовательский светодиод;
 - 4) возможность отключения индикации для снижения энергопотребления.

Модуль занимает в крейте одно посадочное место. На лицевой панели модуля располагаются разъемы для подключения аналоговых входов, датчика ГЛОНАСС/GPS, разъемы для подключения оборудования по каналам Ethernet и RS-232, светодиодные индикаторы состояния модуля и каждого канала.

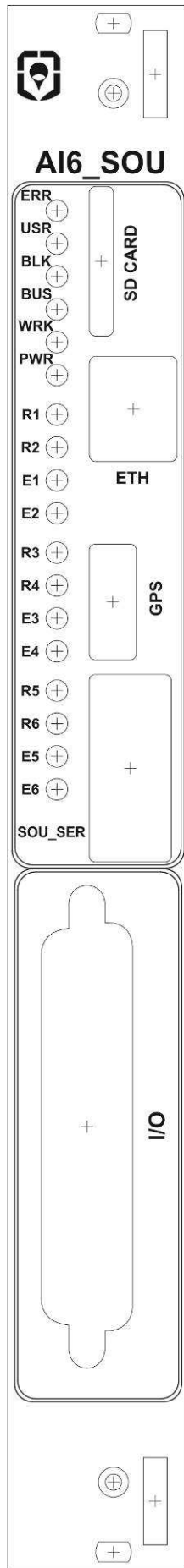


Рисунок 2.51

2.16.3 Технические характеристики

Технические характеристики модуля AI6-SOU приведены в таблице 2.64.

Таблица 2.64

Наименование показателя	Значение
Количество каналов	6 аналоговых каналов
Гальваническая развязка	– между каналами 1 кВ; – между каналами и схемой модуля 1,5 кВ; – между каналами и заземлением 1,5 кВ
Индикация	Состояние каждого входа, состояние модуля; один пользовательский светодиод
Напряжение питания, В	От 10 до 30
Габаритные размеры, мм, не более	265x190x30
Масса, г, не более	400
Аналоговый вход	
Тип входов	Измерение сигналов постоянного тока
Разрядность АЦП, бит	24
Период измерения, мс	10
Входное сопротивление, Ом	250
Допустимое напряжение на входе, В	30
Максимальное напряжение на входе, В	300
Защита от превышения по току	Да
Защита от попадания стороннего напряжения	Устойчивость к сетевому напряжению переменного тока 242 В

Основные метрологические характеристики модуля AI6-SOU приведены в таблице 2.65.

Таблица 2.65

Диапазоны входных сигналов	Диапазоны выходных сигналов	Пределы допустимой основной приведенной погрешности γ , %	Пределы допустимой дополнительной приведенной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды, %/1 °C	Примечание
От 4 до 20 мА	24 бит	$\pm 0,1$	$\pm 0,00125$	$R_{вх} = 250 \text{ Ом}$

2.16.4 Устройство и работа

2.16.4.1 Устройство модуля

В структуре модуля AI6-SOU можно выделить два основных типа функциональных узлов. Первый тип – это «общая» часть, включающая компоненты для выполнения программы модуля, предобработки данных от каналов ввода, связи с модулем центрального процессора и т.п., источники питания, формирующие необходимые напряжения для функционирования модуля. Второй тип функциональных узлов – каналы ввода. В них входят электронные компоненты для подключения внешних сигналов и их преобразования в вид, необходимый для обработки «общей» частью, электронные компоненты, обеспечивающие гальваническую изоляцию, и компоненты, формирующие питание «изолированной» части. Модуль содержит шесть каналов аналогового ввода, имеющих идентичную аппаратную реализацию.

Общая часть реализована на базе четырех 32-разрядных микропроцессоров с внутренним ОЗУ и Flash и программируемой логической матрицы CPLD для преобразования данных. Один из процессоров является управляющим и выполняет функции взаимодействия с внешними устройствами. Три остальных являются подчиненными и производят числовую обработку данных, регистрируемых на каналах ввода. Общая часть также содержит собственный источник питания +3.3 В, схему индикации с источником питания +3.3 В, и схему управления питанием каналов с общим источником питания каналов +5 В.

На модуль установлена память EEPROM для хранения редко изменяемых значений и констант (серийный номер устройства, версия модуля, внутреннюю конфигурацию).

Каждый канал представляет собой законченную схему измерителя с гальванической изоляцией по цифровым интерфейсам и по питанию. Питание канала, а также гальваническая развязка по цифровым интерфейсам и управляющим сигналам реализована на базе специализированных микросхем, отдельные управляющие сигналы изолированы с помощью оптронной развязки. В состав измерителя также входит схема защиты от превышения по току и напряжению.

2.16.4.2 Работа модуля

После подачи питания модуль находится в состоянии PowerDown.

Включение модуля происходит по команде от модуля центрального процессора, а именно: установкой сигнала «PwrOff» в состояние логической «1». По умолчанию после включения модуля все каналы находятся в состоянии «ВЫКЛ», источники питания каналов выключены, вспомогательные схемы отключены или находятся в энергосберегающем режиме, микроконтроллер находится в состоянии готовности к обмену с модулем центрального процессора.

Включение канала модуля происходит по команде от модуля центрального процессора. Процесс включения канала включает в себя запуск изолированного источника питания соответствующего канала, инициализацию АЦП и конфигурирования измерительных цепей канала.

Измерение значения на входе канала происходит в автоматическом режиме с периодом 10 мс. При измерении проводится контроль обрыва и короткого замыкания линии. Обрывом линии считается ток в линии менее 3,8 мА. Коротким замыканием считается ток более 20,2 мА. При возникновении обрыва линии модуль информирует об этом аварийном событии модуль центрального процессора и отображает сигнал аварийной индикации соответствующего канала на передней панели модуля (если индикация модуля включена).

Модуль обеспечивает обнаружение волн давления, возникающих в трубопроводе, с определением их направления и амплитуды и присвоением метки времени. Модуль обеспечивает передачу информации об обнаруженных волнах вышестоящей системе.

2.16.4.3 Назначение контактов разъема для подключения аналоговых входов

Линии для подключения цепей каналов аналогового ввода выходят на разъем типа RJ-21, расположенный на лицевой части модуля.

Для подключения можно использовать уже готовые шнуры с необходимым разъемом и подключенным 25-парным кабелем. Кабель имеет стандартную цветовую раскладку (соответствие номеров контактов на разъеме цветам проводников). Назначение контактов разъема и их соответствие парам в 25-парном кабеле приведено в таблице 2.66

Таблица 2.66

Номер и тип канала		Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
1	Питание +	Линия «А»	1	1	Синий
	Питание –	Линия «В»	26		Белый
	Вход +	Линия «А»	2	2	Оранжевый
	Вход –	Линия «В»	27		Белый
2	Питание +	Линия «А»	3	3	Зеленый
	Питание –	Линия «В»	28		Белый
	Вход +	Линия «А»	4	4	Коричневый
	Вход –	Линия «В»	29		Белый
3	Питание +	Линия «А»	5	5	Серый
	Питание –	Линия «В»	30		Красный
	Вход +	Линия «А»	6	6	Синий
	Вход –	Линия «В»	31		Красный
4	Питание +	Линия «А»	7	7	Оранжевый
	Питание –	Линия «В»	32		Красный
	Вход +	Линия «А»	8	8	Зеленый
	Вход –	Линия «В»	33		Красный
5	Питание +	Линия «А»	9	9	Коричневый
	Питание –	Линия «В»	34		Красный
	Вход +	Линия «А»	10	10	Серый
	Вход –	Линия «В»	35		Черный
6	Питание +	Линия «А»	11	11	Синий
	Питание –	Линия «В»	36		Черный
	Вход +	Линия «А»	12	12	Оранжевый
	Вход –	Линия «В»	37		Черный

2.16.4.4 Индикация модуля

В таблице 2.67 приведено поведение светодиодных индикаторов, отражающих состояние модуля.

Таблица 2.67

Индикатор	Назначение, описание работы
Светодиод "PWR". Зеленый	Питание: не горит – питание отключено; горит – питание включено
Светодиод "ERR". Двухцветный	Ошибка: не горит – нет ошибки; красный – ошибка; зеленый – реакция на событие
Светодиод "WRK". Двухцветный	Режим работы: не горит – модуль не загружен; зеленый – работа; красный – низкое энергопотребление
Светодиод "BLK". Красный	Блокировка: не горит – режим блокировки не активен; горит – режим блокировки активен
Светодиод "BUS". Двухцветный	Связь с крейтом: не горит – связь отсутствует; красный – передача; зеленый – прием
Светодиод "USER". Двухцветный	Настраиваемый пользовательский диод
Светодиоды "RX", где X – номер канала. Зеленый	Состояние входа: значение в допустимом диапазоне
Светодиоды "EX", где X – номер канала. Красный	Ошибка входного сигнала: значение входного сигнала вне допустимого диапазона

Индикаторный блок может переходить в неактивное состояние при поступлении внешнего сигнала от процессорного модуля или через заданный промежуток времени.

2.16.5 Использование по назначению

2.16.5.1 Эксплуатационные ограничения

ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация модуля в цепях с максимальным напряжением свыше 300 В.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать на аналоговый вход ток свыше 20 мА.

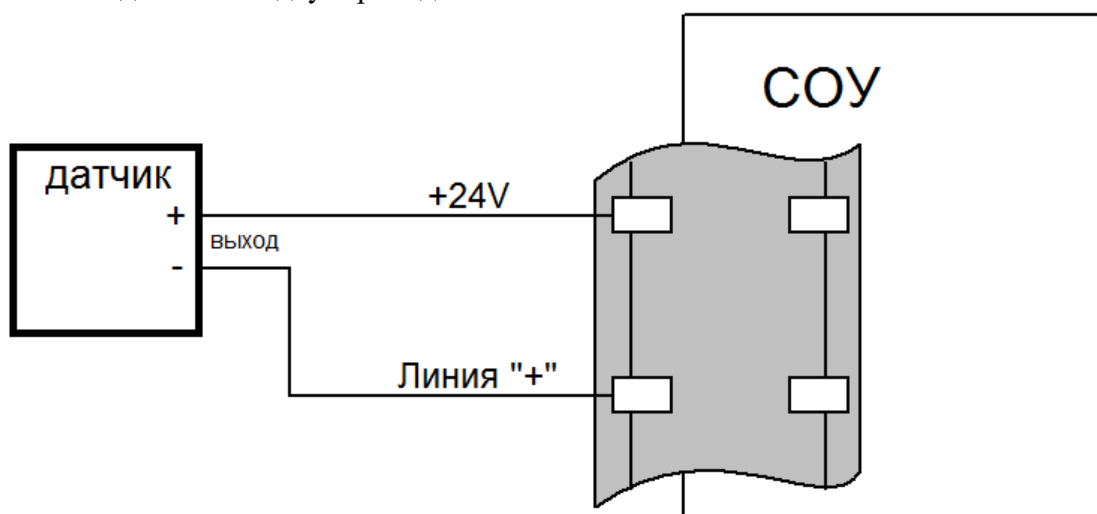
Превышение напряжению и тока приведет к срабатываниям элементов защиты от превышения по напряжению и по току и может в критических случаях привести к выходу из строя канала. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются ложные срабатывания системы диагностики состояния каналов и контроля обрыва линии, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

2.16.5.2 Типовые схемы включения

Схема подключения при измерении сигнала постоянного тока с питанием датчиков от внутреннего источника питания модуля приведена на рисунке 2.52.

Подключение датчика по двухпроводной схеме



Подключение датчика по четырехпроводной схеме

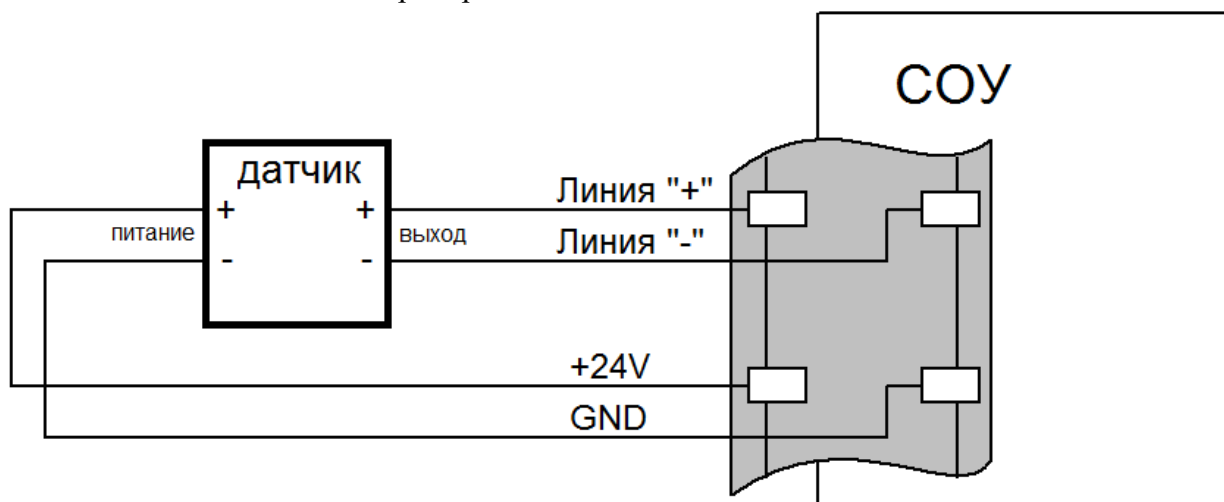


Рисунок 2.52

2.17 Модуль аналогового ввода - вывода AI606-IU-Hart

2.17.1 Назначение

Модуль AI606-IU-Hart предназначен для приема и передачи аналоговых сигналов постоянного тока и постоянного напряжения.

Основные особенности:

- шесть каналов с индивидуальной гальванической развязкой;
- каждый канал модуля имеет возможность индивидуальной настройки на работу в любом диапазоне;
- каждый канал модуля содержит:
 - 1) аналоговый вход и аналоговый выход;
 - 2) индивидуальный «сигма-дельта» АЦП (разрядность 16 бит);

- 3) входной фильтр для защиты от электромагнитных помех;
- 4) индивидуальный прецизионный ЦАП (разрядность 16 бит);
- поддержка протокола передачи данных Hart по всем шести каналам;
- возможность усреднения;
- фильтр от входных помех (50 или 60 Гц);
- контроль температуры на плате модуля;
- функция обнаружения обрыва линии и короткого замыкания;
- функция самодиагностики измерительного канала;
- защита выходов от перегрузки и внешних перенапряжений;
- программируемый выход сигнала тревоги;
- ППЗУ на плате модуля для хранения конфигурации и калибровок;
- индикация:
 - 1) индикация статуса модуля;
 - 2) индикация статуса аналоговых входов и выходов;
 - 3) один пользовательский светодиод;
 - 4) возможность отключения индикации для снижения энергопотребления.

Внешний вид модуля показан на рисунке 2.53.

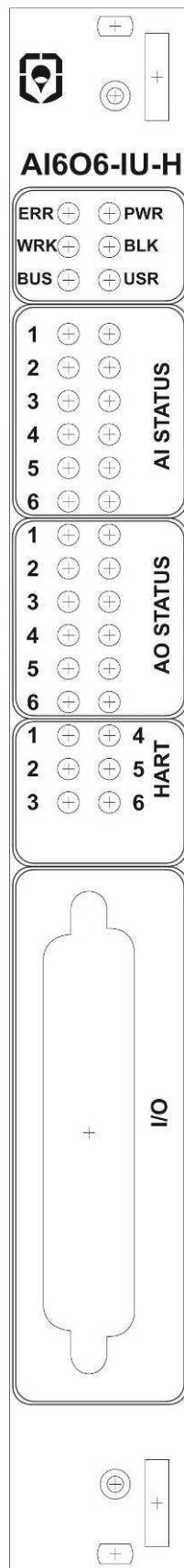


Рисунок 2.53

2.17.2 Состав модуля

Модуль AI606-IU-Hart содержит:

- управляющий 32-разрядный микропроцессор с внутренним ОЗУ и Flash памятью для программ и данных;
- программируемую логическую матрицу для преобразования данных;
- общий источник питания;
- шесть гальванически изолированных каналов ввода-вывода аналоговых сигналов, каждый измерительный канал содержит:
 - 1) индивидуальный гальванически изолированный источник питания;
 - 2) индивидуальный АЦП, с входным фильтром для защиты от электромагнитных помех и прецизионным источником опорного напряжения;
 - 3) индивидуальный ЦАП, с прецизионным источником опорного напряжения;
 - 4) индивидуальные схемы защиты аналогового входа и выхода от некорректной полярности сигнала в линии, превышения по току и по напряжению.

Модуль занимает в крейте одно посадочное место. На лицевой панели модуля располагается разъем для подключения аналоговых входов и выходов и светодиодные индикаторы состояния модуля и каждого канала.

2.17.3 Технические характеристики

Технические характеристики модуля AI606-IU-Hart приведены в таблице 2.68.

Таблица 2.68

Наименование показателя	Значение
Количество каналов	6 каналов, состоящих из токового входа и токового выхода
Гальваническая развязка	– между каналами 1,5 кВ; – между каналами и схемой модуля 1,5 кВ; – между каналами и заземлением 1,5 кВ
Индикация	Состояние каждого входа/выхода, состояние модуля
Режим самодиагностики	Да
Напряжение питания, В	От 10 до 30
Габаритные размеры, мм, не более	265x190x30
Масса, г, не более	350

Наименование показателя	Значение
Аналоговые выходы	
Тип выходов	Программно управляемые выходы аналоговых сигналов постоянного тока и постоянного напряжения
Рабочие диапазоны выходных сигналов	От 0 до 5 мА, от 0 до 20 мА, от 4 до 20 мА, от 0 до 25 мА, от минус 5 до плюс 5 В, от минус 10 до плюс 10 В
Разрядность ЦАП, бит	16
Состояние выходов при отказе МЦП	Конфигурируется по каждому выходу отдельно: предустановленное или последнее значение
Напряжение питания выхода (в режиме формирования сигналов постоянного тока при обрыве линии), В	13 или 25 (переключается программно)
Защита от превышения по току	Да
Защита от попадания стороннего напряжения	Да
Аналоговые входы	
Тип входов	Программно управляемые входы аналоговых сигналов постоянного тока и постоянного напряжения
Рабочие диапазоны входных сигналов	От 0 до 5 мА; от 0 до 20 мА; от 4 до 20 мА; от 0 до 25 мА; от минус 5 до плюс 5 В; от минус 10 до плюс 10 В
Разрядность АЦП, бит	16
Время измерения	До 2 мс (при выключенном режекторном фильтре 50 или 60 Гц); до 102 мс при 60 Гц (уточняется по результатам предварительных испытаний); до 121 мс при 50 Гц (уточняется по результатам предварительных испытаний)
Усреднение	Настраиваемое количество выборок: 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128
Входное сопротивление, Ом	200
Фильтрация	Выбирается 50 или 60 Гц. Подавление не менее 80 дБ
Защита от превышения по току	Да
Защита от попадания стороннего напряжения	Да
Защита от переплюсовки	Да

Основные метрологические характеристики модуля АІ606-ІU-Hart приведены в таблице 2.69.

Таблица 2.69

Диапазоны входных сигналов	Диапазоны выходных сигналов	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности γ , %	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды, %/1 °С	Примечание
От 0 до 5 мА От 0 до 20 мА От 4 до 20 мА От 0 до 25 мА	16 бит	$\pm 0,1$	$\pm 0,00125$	$R_{вх} = 250 \text{ Ом}$
От минус 5 до плюс 5 В От минус 10 до плюс 10 В	16 бит	$\pm 0,05$	$\pm 0,000625$	Не менее 100 кОм
16 бит	От 0 до 5 мА, от 0 до 20 мА, от 4 до 20 мА, от 0 до 25 мА	$\pm 0,1$	$\pm 0,00125$	
16 бит	От минус 5 до плюс 5 В, от минус 10 до плюс 10 В	$\pm 0,05$	$\pm 0,000625$	

2.17.4 Устройство и работа

2.17.4.1 Устройство модуля

В структуре модуля АІ606-ІU-Hart можно выделить два основных типа функциональных узлов. Первый тип – это «общая» часть. Она содержит микроконтроллер со вспомогательными электронными компонентами для выполнения программы модуля, преобразования данных от каналов ввода-вывода, связи с модулем центрального процессора и т.п., источники питания, формирующие необходимые напряжения для функционирования модуля. Второй тип функциональных узлов – каналы ввода-вывода. В них входят электронные компоненты для подключения цепей внешних сигналов, электронные компоненты, обеспечивающие гальваническую изоляцию, и компоненты, формирующие питание «изолированной» части. Модуль содержит шесть каналов аналогового ввода-вывода, все они реализованы идентично.

Общая часть реализована на базе 32-разрядного микропроцессора с внутренним ОЗУ и Flash и программируемой логической матрицы CPLD для преобразования данных. Общая часть также содержит собственный источник питания +3.3 В, схему индикации с источником питания +3.3 В, и схему управления питанием каналов с общим источником питания каналов +5 В.

Каждый канал представляет собой законченную схему измерителя и датчика тока и напряжения с гальванической изоляцией по цифровым интерфейсам и по питанию. Питание канала осуществляется от гальванически изолированного источника питания постоянным напряжением + 5 В.

В состав измерителя входит входной RC фильтр и схема защиты от переплюсовки и превышения по току и напряжению. В АЦП интегрирован режекторный фильтр, способный

работать в трёх режимах (ВЫКЛ, 50 и 60 Гц) и обеспечивающий до 80 дБ ослабления на указанных частотах.

Задатчик тока и напряжения включает в себя прецизионный ЦАП, источник опорного напряжения, термокомпенсированное токовое зеркало и схему контроля выходного параметра. Также в состав задатчика тока входит импульсный повышающий источник питания, способный осуществлять питание аналогового выхода напряжением 13 или 25 В (переключается программно), что позволяет подключать устройства и исполнительные механизмы на расстоянии до 2 км, входной RLC-фильтр и схема защиты от переполюсовки и превышения по току и напряжению.

2.17.4.2 Работа модуля

После подачи питания модуль AI606-IU-Hart находится в состоянии PowerDown.

Включение модуля происходит по команде от модуля центрального процессора, а именно:

установкой сигнала «PwrOff» в состояние логической «1». По умолчанию после включения модуля все каналы находятся в состоянии «ВЫКЛ», источники питания каналов выключены, вспомогательные схемы отключены или находятся в энергосберегающем режиме, микроконтроллер находится в состоянии готовности к обмену с модулем центрального процессора.

Включение канала модуля происходит по команде от модуля центрального процессора. Процесс включения канала включает в себя запуск изолированного источника питания соответствующего канала, инициализацию ЦАП и АЦП.

Задание выходного значения канала происходит по команде от модуля центрального процессора. Максимальное время от момента поступления команды до установки требуемого значения тока на выходе не превышает 2 мс. Модуль самостоятельно диагностирует выход на предмет обрыва линии и в случае распознавания обрыва линии модуль информирует об этом аварийном событии модуль центрального процессора и отображает сигнал аварийной индикации соответствующего канала на передней панели модуля (если индикация модуля включена). Попадание на линию стороннего напряжения свыше 30 В любой полярности приводит к срабатыванию схемы защиты.

Измерение значения тока на входе канала происходит в автоматическом режиме и считывается с периодом 2 мс модулем центрального процессора. Продолжительность измерения не превышает 2 мс (при выключенном режекторном фильтре). При включенной фильтрации это время может превышать 120 мс. При измерении производится контроль обрыва и короткого замыкания линии. При возникновении обрыва или короткого замыкания линии модуль информирует об этом аварийном событии модуль центрального процессора и отображает сигнал аварийной индикации для соответствующего канала на передней панели модуля (если индикация модуля включена).

Самодиагностика канала проводится по команде от модуля центрального процессора. При этом вход канала и выход отключаются от линии (от разъёма) с помощью реле, входящих в состав схемы каждого канала, и переключаются друг на друга. Программа автоматически задаёт значения тока выхода от 4 до 20 мА, с дискретностью 2 мА и проводит измерение тока входа на каждом этапе. По завершении процедуры самодиагностики программа возвращает реле в нормальное состояние и выдает результат диагностики в виде таблицы расхождений заданных и измеренных значений на каждом этапе.

2.17.4.3 Назначение контактов разъема для подключения внешних цепей

Линии для подключения внешних электрических цепей к каналам ввода-вывода выходят на разъем типа RJ-21, расположенный на лицевой части модуля.

Для подключения можно использовать уже готовые шнуры с необходимым разъемом и подключенным 25-парным кабелем. Кабель имеет стандартную цветовую раскладку (соответствие номеров контактов на разъеме цветам проводников). Назначение контактов разъема и их соответствие парам в 25-парном кабеле приведено в таблице 2.70. Таблица 2.70

Группа	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
Тревожный выход	Авария +	1	1	Синий
	Авария –	26		Белый
Группа 1	Общий 1	2	2	Оранжевый
	Выход I/U 1	27		Белый
	–V изм 1	3	3	Зеленый
	+V изм 1	28		Белый
	Общий 1	4	4	Коричневый
	Вход U 1	29		Белый
	Общий 1	5	5	Серый
	Вход I 1	30		Белый
Группа 2	Общий 2	6	6	Синий
	Выход I/U 2	31		Красный
	–V изм 2	7	7	Оранжевый
	+V изм 2	32		Красный
	Общий 2	8	8	Зеленый
	Вход U 2	33		Красный
	Общий 2	9	9	Коричневый
	Вход I 2	34		Красный
Группа 3	Общий 3	10	10	Серый
	Выход I/U 3	35		Красный
	–V изм 3	11	11	Синий
	+V изм 3	36		Черный
	Общий 3	12	12	Оранжевый
	Вход U 3	37		Черный
	Общий 3	13	13	Зеленый
	Вход I 3	38		Черный
Группа 4	Общий 4	14	14	Коричневый
	Выход I/U 4	39		Черный
	–V изм 4	15	15	Серый
	+V изм 4	40		Черный

Группа	Сигнал	Номер контакта	Номер пары кабеля RJ-21	Цвет
	Общий 4	16	16	Синий
	Вход U 4	41		Желтый
	Общий 4	17	17	Оранжевый
	Вход I 4	42		Желтый
Группа 5	Общий 5	18	18	Зеленый
	Выход I/U 5	43		Желтый
	-V изм 5	19	19	Коричневый
	+V изм 5	44		Желтый
	Общий 5	20	20	Серый
	Вход U 5	45		Желтый
	Общий 5	21	21	Синий
	Вход I 5	46		Фиолетовый
Группа 6	Общий 6	22	22	Оранжевый
	Выход I/U 6	47		Фиолетовый
	-V изм 6	23	23	Зеленый
	+V изм 6	48		Фиолетовый
	Общий 6	24	24	Коричневый
	Вход U 6	49		Фиолетовый
	Общий 6	25	25	Серый
	Вход I 1	50		Фиолетовый

2.17.4.4 Индикация модуля

В таблице 2.71 приведено поведение светодиодных индикаторов, отражающих состояние модуля.

Таблица 2.71

Светодиод	Назначение
Светодиод "PWR". Зеленый	Питание: не горит – питание отключено; горит – питание включено
Светодиод "ERR". Двухцветный	Ошибка: не горит – нет ошибки; красный – ошибка; зеленый – реакция на событие

Светодиод	Назначение
Светодиод “WRK”. Двухцветный	Режим работы: не горит – модуль не загружен; зеленый – работа; красный – низкое энергопотребление
Светодиод “BLK”. Красный	Блокировка: не горит – режим блокировки не активен; горит – режим блокировки активен
Светодиод “BUS”. Двухцветный	Связь с крейтом: не горит – связь отсутствует; красный – передача; зеленый – прием
Светодиод “USR”. Двухцветный	Настраиваемый пользовательский диод

В таблице 2.72 приведено поведение индикаторов, отражающих состояние каналов ввода-вывода.

Таблица 2.72

Светодиод	Назначение
AI STATUS 1-6, левая группа. Двухцветный	Отображает режим работы аналогового входа: не горит – аналоговый вход не активен; зелёный – канал работает в режиме ввода сигналов постоянного тока; красный – канал работает в режиме ввода сигналов постоянного напряжения
AI STATUS 1-6, правая группа. Красный	Индицирует обрыв или короткое замыкание линии: не горит – норма; горит – обнаружен обрыв или короткое замыкание линии
AO STATUS 1-6, левая группа. Двухцветный	Отображает режим работы аналогового выхода: не горит – аналоговый выход не активен; зелёный – канал работает в режиме вывода сигналов постоянного тока; красный – канал работает в режиме вывода сигналов постоянного напряжения
AO STATUS 1-6, правая группа. Красный	Индицирует обрыв или короткое замыкание линии: не горит – норма; горит – обнаружен обрыв или короткое замыкание линии
HART 1-6	Индицирует наличие информационного обмена по протоколу Hart: горит – идет информационный обмен; не горит – информационный обмен отсутствует

2.17.5 Использование по назначению

2.17.5.1 Эксплуатационные ограничения

ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация модуля в цепях с максимальным напряжением свыше 30 В.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать на аналоговый вход ток свыше 25 мА, прикладывать напряжение обратной полярности.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ подавать на аналоговый выход стороннее напряжение.

Превышение напряжению и тока приведет к срабатываниям элементов защиты от превышения по напряжению и по току и может в критических случаях привести к выходу из строя канала ввода-вывода. Такой модуль будет считаться вышедшим из строя по вине потребителя и гарантийные обязательства на этот случай не распространяются.

Если под воздействием интенсивных помех наблюдаются ложные срабатывания системы диагностики состояния каналов и контроля обрыва линии, необходимо принять меры по снижению наводок в кабелях внешней цепи.

2.17.5.2 Типовые схемы включения

На рисунке 2.54 приведена типовая схема включения одного канала с использованием проходных клеммных колодок, используемая при проектировании шкафа. Это схема включения с отдельным использованием токового входа и токового выхода канала. В этом случае вход и выход работают независимо друг от друга и могут быть задействованы как оба так и отдельно вход или выход. Однако стоит помнить, что вход и выход одного канала связаны общим проводом «Линия «В»».

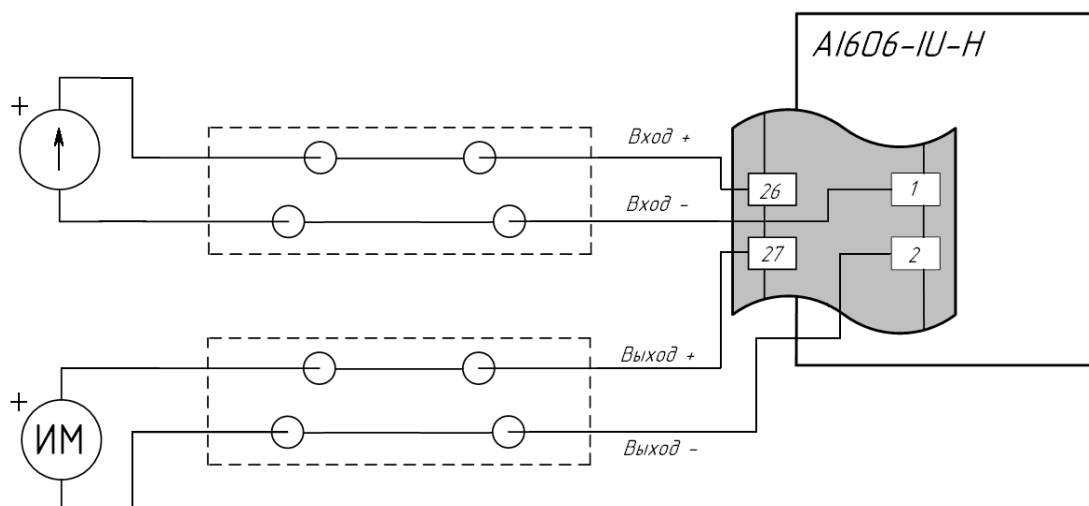


Рисунок 2.54

На рисунке 2.55 приведена схема включения одного канала с контролем тока. При такой схеме включения токовый вход и токовый выход работают вместе, организуя выходной токовый канал с контролем тока. Ток в исполнительном механизме (нагрузке) задается токовым выходом и контролируется токовым входом. Такая схема включения применяется для особо ответственных узлов проектируемой системы.

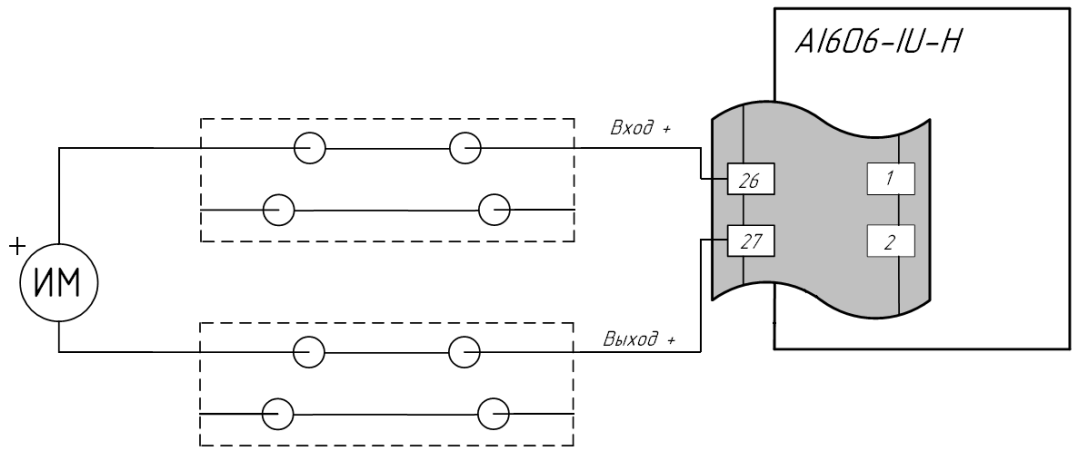


Рисунок 2.55

3 Использование по назначению

3.1 Эксплуатационные ограничения

3.1.1 К работе с контроллером ПЛК3000 и модулями допускается персонал, прошедший обучения и имеющий допуск для работы на электроустановках с напряжением до 1000 В.

Перед установкой модулей в крейты контроллера ПЛК3000 необходимо проверить их внешний вид на предмет отсутствия механических повреждений.

«Горячее включение» всех модулей, т.е. установка их в крейты контроллера ПЛК3000 при включенном питании, не допускается.

Установленные в контроллер модули обязательно следует закрепить фиксирующими винтами, расположенными по краям лицевой панели.

Монтаж проводов, подходящих к ответной части разъема для подключения внешних устройств контроллера ПЛК3000, проводится при отключенном электропитании.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ при эксплуатации контроллера ПЛК3000 перекрывать поток воздуха снизу и сверху крейта. При размещении контроллера ПЛК3000 в шкафу минимальное расстояние над крейтом должно быть не менее 2U.

Модули содержат электронные компоненты, чувствительные к электростатическому разряду. При работе с модулями необходимо соблюдать соответствующие меры предосторожности.

3.2 Использование изделия

3.2.1 Основной способ использования контроллера

Контроллер – это проектно компонируемое изделие. Можно проектными способами создавать различные контроллеры для разнообразных задач, повышать надежность контроллера и т.д.

Основной способ создания контроллера: одиночный контроллер с нерезервированными модулями.

3.2.2 Питание контроллера

3.2.2.1 Диапазон входного напряжения контроллера от 10 до 32 В. Рекомендуется использовать источники с номинальным напряжением 24 В. Питание контроллера возможно от аккумуляторных батарей либо от внешнего источника питания от сети АС 220 В, 50 Гц входящего в комплект поставки.

Питание подключается к каждому крейту отдельно. Питание в основном крейте подключается к разъему, расположенному на лицевой панели модуля центрального процессора и обозначенному как «PWR» поз. 1 (рисунок 3.1). В дополнительном крейте питание подключается к аналогичному разъему на интерфейсном модуле поз. 1 (рисунок 3.1). Для подключения питания на кабель идущий от источника питания, крепится разъем типа 796858-3 компании Tuso Electronics.

Каждый крейт, как правило, запитывается от отдельного источника. Если потребляемая мощность нескольких крейтов меньше мощности источника питания и крейты контроллера размещены в одном шкафу, то допускается выполнять их питание от одного источника.

Подача питания на крейт осуществляется тумблером «POWER» или на МЦП или на ИМ. Верхнее положение тумблера – питание включено, нижнее положение – выключено.

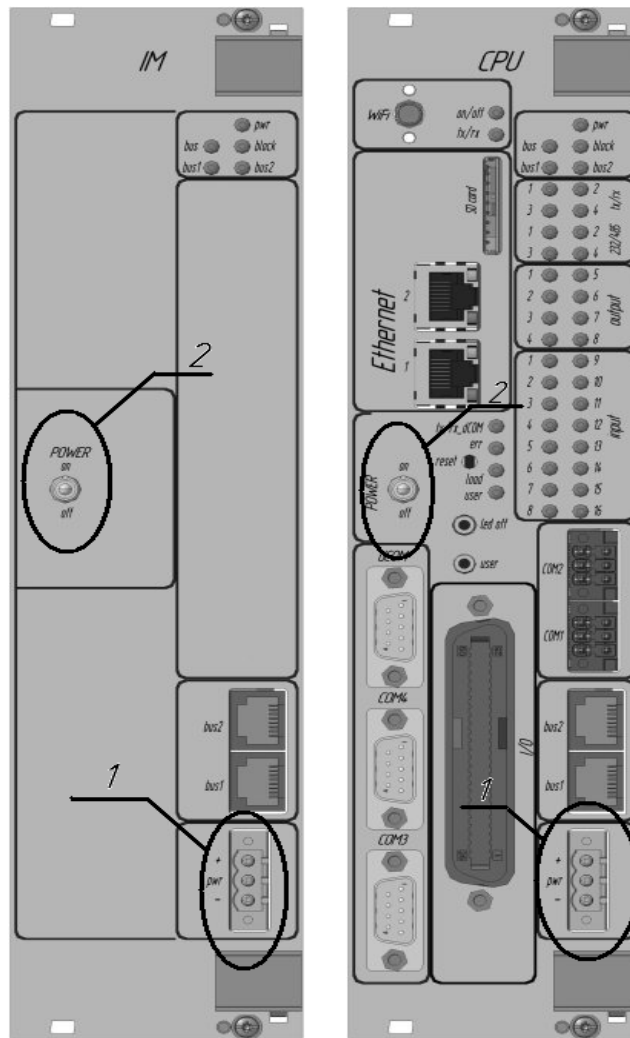


Рисунок 3.1

3.2.2.2 Потребляемая мощность контроллера

Потребляемую контроллером мощность необходимо рассчитывать отдельно для каждого крейта. Значение потребляемой мощности крейта сильно зависит от состава модулей, их функционала и решаемой задачи (используемого типа каналов ввода-вывода, длительности цикла технологической задачи и допустимо ли отключение модулей при ее выполнении, частоты ЦП и т.п.). Потребляемая мощность крейта может быть рассчитана на основании данных, приведенных в таблице 3.1.

Максимальный потребляемый ток крейта должен быть не более 10 А.

Таблица 3.1 Потребление модулей (наиболее характерные)

Наименование показателя	Значение
Модуль центрального процессора CPU	
Потребляемая мощность в режиме глубокого сна (процессор отключен. Периферия отключена. Пробуждение только от RTC) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	50
Потребляемая мощность в режиме полного сна (процессор в режиме сна. Периферия отключена. Пробуждение от RTC или любого прерывания) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	80
Потребление вычислительной части модуля при минимальной производительности (процессор загружен, частота ядра 64 МГц, нет активности по коммуникационным интерфейсам) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	310
Потребление вычислительной части модуля при средней производительности (процессор загружен, частота ядра 261 МГц, нет активности по коммуникационным интерфейсам) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	470
Потребление вычислительной части модуля при максимальной производительности (процессор загружен, частота ядра 454 МГц, нет активности по коммуникационным интерфейсам) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	780
Потребление канала Fast Ethernet в режиме сна при напряжении питания 24 В	10
Потребление канала Fast Ethernet в режиме ожидания при напряжении питания 24 В, мВт, не более	120
Потребление канала Fast Ethernet (медный) в рабочем режиме при напряжении питания 24 В, мВт, не более	500
Потребление отладочного порта RS-232 в режиме непрерывного обмена на скорости 115,2 Кбит/с при напряжении питания 24 В, мВт, не более	110
Потребление одного изолированного канала RS-232 в рабочем режиме при непрерывном обмене на скорости 115,2 Кбит/с при напряжении питания 24 В, мВт, не более	650
Потребление одного изолированного канала RS-485 в рабочем режиме при непрерывном обмене на скорости 57.6 кбит/с при напряжении питания 24 В, мВт, не более	525

Наименование показателя	Значение
Потребление одного изолированного канала RS-485 в рабочем режиме при непрерывном обмене на скорости 115,2 кбит/с при напряжении питания 24 В, мВт, не более	525
Потребление одного неизолированного канала RS-232 в рабочем режиме при максимальной нагрузке при напряжении питания 24 В, мВт, не более	110
Потребление одного неизолированного канала RS-485 в рабочем режиме при максимальной нагрузке при напряжении питания 24 В, мВт, не более	300
Потребление канала Wi-Fi в режиме полного сна при напряжении питания 24 В, мВт, не более	13
Потребление канала Wi-Fi в режиме ожидания при напряжении питания 24 В, мВт, не более	50
Потребление канала Wi-Fi в рабочем режиме при приеме данных при напряжении питания 24 В, мВт, не более	142
Потребление канала Wi-Fi в рабочем режиме при передаче данных на максимальной мощности передатчика при напряжении питания 24 В, мВт, не более	627
Потребление общей схмотехнической части (ПЛИС и обвязка) ввода-вывода при напряжении питания 24 В, мВт, не более	100
Потребление дискретного выхода (управление ключами) при напряжении питания 24 В, мВт	28,2
Потребление дискретного входа (потенциальный вход) при напряжении питания 24 В, мВт	6,6

Интерфейсный модуль ИМ

Потребляемая мощность в режиме полного сна (все каналы модуля отключены, цифровая часть в режиме сна, модуль пробуждается при инициации процедуры обмена с МЦП, по появлению активного уровня на коммуникационном канале или от внутренних RTC часов) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	50
Максимальная потребляемая мощность в рабочем режиме без учета потребления портов каскадирования при напряжении питания 24 В, мВт, не более	150
Потребление одного канала управления и обмена данными с модулем расширения в одном крейте в рабочем режиме, мВт, не более	60

Наименование показателя	Значение
Потребление одного порта каскадирования в рабочем режиме (непрерывный обмен) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	550
Модуль дискретного ввода-вывода DIO-16	
Потребляемая мощность в режиме полного сна (все каналы модуля отключены, цифровая часть в режиме сна, модуль пробуждается при инициации процедуры обмена с МЦП или от внутренних RTC часов) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	50
Потребляемая мощность в рабочем режиме без учета мощности, потребляемой каждым каналом при напряжении питания 24 В, мВт, не более	160
Потребляемая мощность одного канала ввода-вывода в режиме выхода (управление ключами) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	28,2
Потребляемая мощность одного канала ввода-вывода в режиме входа (потенциальный вход) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	6,6
Потребляемая мощность одного канала ввода-вывода в режиме входа «сухой контакт» (ток 10 мА) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	270
Потребляемая мощность одного канала ввода-вывода в режиме входа «сухой контакт» (ток 2 мА) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	96
Модуль аналогового ввода-вывода AIO-8	
Потребление модуля в режиме полного сна (Все каналы модуля AIO отключены, МК в режиме сна, модуль пробуждается при инициации процедуры обмена процессорным модулем или от внутренних RTC часов) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	50
Потребление модуля в рабочем режиме (работа с активными каналами, обмен с процессорным модулем) без учета потребления канала при напряжении питания 24 В, мВт, не более	100
Потребление активного канала с подключенными внешними устройствами (без учета мощности, потребляемой подключаемым устройством) при подключении с отдельным входом и выходом при напряжении питания 24 В, мВт, не более	Токовый вход 5, Токовый выход 20 мА 70, Токовый выход 4 мА 14

Наименование показателя	Значение
Потребление активного канала с подключенными внешними устройствами (без учета мощности, потребляемой подключаемым устройством) при подключении по схеме с контролем тока (объединенный вход и выход) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	Токовый выход 20 мА 150, Токовый выход 4 мА 18, Токовый вход 5
Модуль коммутации последовательных портов RSSW-8	
Потребляемая мощность модуля в режиме полного сна (все каналы модуля отключены, микроконтроллеры в режиме сна, модуль пробуждается при инициации процедуры обмена с МЦП, или от внутренних RTC часов) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	24
Потребляемая мощность модуля в рабочем режиме при напряжении питания 24 В, мВт, не более	100
Потребление одного канала RS-232 в режиме работы при непрерывном обмене на скорости 9,6 Кбит/с при напряжении питания 24 В, мВт, не более	570
Потребление одного канала RS-232 в режиме работы при непрерывном обмене на скорости 115,2 Кбит/с при напряжении питания 24 В, мВт, не более	625
Потребление одного канала RS-485 в режиме работы при непрерывном обмене на скорости 57,6 Кбит/с при напряжении питания 24 В, мВт, не более	525
Потребление одного канала RS-485 в режиме работы при непрерывном обмене на скорости 115,2 Кбит/с при напряжении питания 24 В, мВт, не более	525
Модуль Fast Ethernet коммутатора ESW-6C2F	
Потребляемая мощность модуля в режиме полного сна (все каналы модуля отключены, МК в режиме сна, модуль пробуждается при инициации процедуры обмена процессорным модулем или от внутренних RTC часов) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	24
Потребляемая мощность модуля в режиме работы с активными каналами первой группы (все каналы первой группы : два медных порта и два оптических – активны и нагружены трафиком на 100 % при напряжении питания 24 В, мВт, не более	600
Потребляемая мощность модуля в режиме работы с активными каналами обеих групп (все каналы активны и нагружены трафиком на 100 %) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	1200

Наименование показателя	Значение
Потребляемая мощность модуля при работе каналов первой группы в режиме сохранения энергии (каналы второй группы отключены, каналы первой группы в режиме ожидания соединения) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	300
Работа каналов первой и второй группы в режиме сохранения энергии, мВт, не более	610
Потребляемая мощность затрачиваемая на обмен с процессорным модулем без учета потребления остальных функциональных узлов при напряжении питания 24 В, мВт, не более	60
Потребление одного активного Fast Ethernet канала (“медного”) при непрерывном обмене данными при напряжении питания 24 В, мВт, не более	500
Потребление одного активного Fast Ethernet канала (“оптического”) при непрерывном обмене данными (для типового потребления SFP-модуля) при напряжении питания 24 В, мВт, не более	1000

3.2.3 Подключение кабелей к контроллеру

Для подключения внешних цепей в контроллере применяется несколько типов разъемов.

Для подключения каналов ввода-вывода на модуле центрального процессора CPU, модуле дискретного ввода-вывода DIO-16, модуле аналогового ввода-вывода AIO-8 используются жгуты с подключенным разъемом типа RJ-21 (другие распространенные обозначения Telco, Amphenol). На плате установлен разъем типа «вилка», на жгут устанавливается разъем типа «розетка» (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2

В жгуте обычно используется 25-парный кабель типа UTP категории 5 или 3 с цветовой разводкой, соответствующей стандарту T568B Color Code. Для специальных применений возможно изготовление жгута с кабелем другого типа.

Назначение контактов разъема и соответствие их контактам разъема приведено в описании на соответствующие модули.

Подключение каналов ввода-вывода рекомендуется осуществлять через проходные клеммы (например, серия CLIPLINE компании Phoenix Contact).

Для подключения кабелей к изолированным последовательным портам RS-232/RS-485 на модуле центрального процессора CPU и модуля расширения последовательных портов RSSW-8 используются кабельные разъемы DFMC 1,5/3-STF-3,5 (рисунок 3.3) производимые компанией Phoenix Contact.



Рисунок 3.3

Назначение контактов разъема приведено в пунктах, описывающих соответствующие модули. Назначение контактов для последовательных интерфейсов идентична на обоих модулях.

Для подключения устройств с интерфейсами Fast Ethernet 10/100Base-TX («медный» порт) используются жгуты из кабеля категории 5 или 5+ с разъемами RJ-45 (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4

Длина кабеля должна быть не более 100 м.

Для подключения контроллера к оптическим сетям Fast Ethernet, работающим по стандарту 100BASE-FX, необходимо использовать оптические интерфейсы Fast Ethernet коммутатора ESW-6C2F. Оптические кабели подключаются к оптическим модулям типа SFP (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5

Производитель и тип модуля выбирается в зависимости от типа оптического кабеля, расстояния, на которое необходимо передать данные и т.п.

3.2.4 Размещение контроллера в шкафу

Контроллер предназначен для размещения в электротехническом шкафу. Крейты контроллера выполнены на базе стандарта Евромеханика 19'' (крейт с максимальным количеством имеет габаритные размеры соответствующие 19'' крейту).

Способы размещения крейтов контроллера в шкафах зависят от размеров шкафа, способа обслуживания шкафа, количества и сечения физических и сигнальных проводов, подключаемых к одному шкафу, тепловыделения в контроллере. Основное место размещения крейтов – на стене шкафа.

Для рассеивания выделяемой мощности контроллером необходимо оставлять расстояние не менее 2U между крейтами и от крейта до верха шкафа.

4 Техническое обслуживание

4.1 Общие указания

Техническое обслуживание контроллера ПЛК3000 состоит в профилактическом осмотре контроллера, модулей, состояния разъемов и периодической проверке измерительных каналов и каналов преобразования.

Периодичность профилактических осмотров при техническом обслуживании — не реже одного раза в год. При осмотре контроллера проверяется надежность контактов соединителей, при необходимости удаляется пыль методом продувки сжатым воздухом.

Аналоговые каналы контроллера подлежат периодической проверке. Периодичность проверки — раз в три года. Методика проверки описана в документе «Измерительный модуль программируемого логического контроллера ПЛК3000. Методика проверки. КРАУ3.035.004 МИ».

Контроллер рассчитан на круглосуточную работу. Время хранения информации во Flash-памяти контроллера при отключенном питании неограниченно. Для работы часов реального времени на плате CPU и на модулях расширения установлены литиевые батареи. Замена батарей производится один раз в 5 лет. Тип батарейки — CR2450.

4.2 Меры безопасности

К работе с контроллером допускается обученный персонал, имеющий допуск для работы на электроустановках с напряжением до 1000 В.

По способу защиты человека от поражения электрическим током контроллер соответствует классу I (ГОСТ 12.2.007.0-75).

Перед эксплуатацией контроллера необходимо убедиться в исправности заземления контроллера.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ включать питание контроллера без подключения защитного заземления с помощью заземляющего контакта корпуса.

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ эксплуатация контроллера без подключенного защитного заземления к контроллеру и источникам питания.

4.3 Регулирование и испытание

Контроллер и модули поставляются предприятием-изготовителем сконфигурированными в соответствии с Договором.

Пользователю необходимо выполнить конфигурирование контроллера и модулей в соответствие с проектной документацией на конкретную АСУ ТП.

Контроллер и модули не требуют аппаратного регулирования и подстроек.

Измерительные каналы и каналы преобразования (вывода) аналоговых сигналов подвергаются как первичной, так и периодической проверке в соответствии с документом «Измерительный модуль программируемого логического контроллера ПЛК3000. Методика проверки. КРАУ3.035.004 МИ».

5 Текущий ремонт

5.1 Восстановление отказавших контроллеров на месте их установки осуществляется только заменой типовых элементов замены (ТЭЗ). ТЭЗ в контроллере — модуль. Замена ТЭЗ осуществляется при отключенном питании. Среднее время восстановления контроллера при замене ТЭЗ не более 0,5 часа.

При необходимости замены модуля необходимо выполнить следующие действия:

- отключить питание контроллера;
- отсоединить подключенные разъемы;
- открутить два невыпадающих винта и вынуть модуль из крейта, держась за оба экстрактора;
- установить новый модуль;
- прикрутить винты для удержания модуля, подсоединить разъемы;
- включить питание контроллера.

Текущий ремонт контроллера ПЛК3000 и его составных частей при эксплуатации производится только предприятием-изготовителем.

6 Транспортирование и хранение

6.1 Устройство в транспортной упаковке предприятия-изготовителя допускается транспортировать автомобильным, железнодорожным и воздушным транспортом в следующих климатических и механических условиях:

- температура окружающей среды от минус 61 до плюс 60 °С,
- относительная влажность воздуха до 98 % при температуре +25 °С,
- атмосферное давление от 20 до 108 кПа (от 150 до 810 мм рт. ст.),
- ударные нагрузки: максимальное ускорение 30 м/с²,
- число ударов в минуту от 8 до 120.

Транспортная тара должна быть закреплена в транспортном средстве, а при использовании открытого транспортного средства защищена от атмосферных осадков и брызг воды. Размещение и крепление в транспортном средстве транспортной тары должно обеспечивать ее устойчивое положение, исключать возможность ударов о другую тару, а также о стенки транспортного средства.

Устройство должно храниться в упаковке предприятия-изготовителя в закрытых или других помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха существенно меньше, чем на открытом воздухе, расположенные в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом.

Условия хранения 2(С) по ГОСТ 15150-69 при воздействии климатических факторов: температура окружающей среды от минус 50 до плюс 40 °С и относительная влажность 98 % (при температуре окружающей среды +25 °С),

Приложение А

(Обязательное)

Карта заказа

Исполнение ПЛК3000		
Рабочий диапазон температур* (стандартный или расширенный)		
Исполнение по резервированию (выбрать из списка):		
<ul style="list-style-type: none"> – без резервирования; – резервирование процессорного модуля; – полное резервирование модулей контроллера. 		
Крейты для исполнения без резервирования и с полным резервированием модулей контроллера		
Крейт на одно посадочное место для базовых модулей и 12 посадочных мест для модулей расширения. CR-2012	КРАУ5.422.007	
Номера крейтов		
Крейт на одно посадочное место для базовых модулей и девять посадочных мест для модулей расширения. CR-2009	КРАУ5.422.008	
Номера крейтов		
Крейт на одно посадочное место для базовых модулей и семь посадочных мест для модулей расширения. CR-2007	КРАУ5.422.009	
Номера крейтов		
Крейт на одно посадочное место для базовых модулей и пять посадочных мест для модулей расширения. CR-2005	КРАУ5.422.010	
Номера крейтов		
Крейт на одно посадочное место для базовых модулей и три посадочных места для модулей расширения. CR-2003	КРАУ5.422.011	
Номера крейтов		
Крейты для исполнения с резервированием процессорного модуля		
Крейт на два посадочное место для базовых модулей и 10 посадочных мест для модулей расширения. CR-2010-D	КРАУ5.422.107	

Номера крейтов			
Крейт на два посадочных места для базовых модулей и семь посадочных мест для модулей расширения. CR-2007-D		КРАУ5.422.108	
Номера крейтов			
Крейт на два посадочных места для базовых модулей и пять посадочных мест для модулей расширения. CR-2005-D		КРАУ5.422.109	
Номера крейтов			
Крейт на два посадочных места для базовых модулей и три посадочных мест для модулей расширения. CR-2003-D		КРАУ5.422.110	
Номера крейтов			
Модули			
Наименование модуля		Обозначение	Наличие и количество
Базовые модули**			
Модуль центрального процессора.*** CPU		КРАУ5.103.052	
Интерфейсный модуль. IM		КРАУ4.883.309	

Наименование модуля		Обозначение	Наличие и количество
Модуль вывода дискретных сигналов. DO32-24AD		КРАУ4.883.384	
Позиции в контроллере			
Модуль ввода дискретных сигналов. DO48-24AD		КРАУ4.883.385	
Позиции в контроллере			
Модуль вывода дискретных сигналов. DO8-110DC-PWR		КРАУ4.883.386	
Позиции в контроллере			
Модуль вывода дискретных сигналов. DO16-220AD		КРАУ4.883.387	
Позиции в контроллере			
Модуль вывода дискретных сигналов. DO16-220AC		КРАУ4.883.388	
Позиции в контроллере			
Модуль вывода дискретных сигналов. DO16-220DC		КРАУ4.883.389	
Позиции в контроллере			
Модуль ввода дискретных сигналов DI32-24		КРАУ4.883.375	
Позиции в контроллере			
Модуль ввода дискретных сигналов. DI48-24		КРАУ4.883.390	
Позиции в контроллере			
Модуль ввода частотных сигналов. DI12-24-F		КРАУ4.883.368	
Позиции в контроллере			
Модуль ввода частотных сигналов. DI24-220		КРАУ4.883.391	
Позиции в контроллере			

Наименование модуля	Обозначение	Наличие и количество
Модуль ввода аналоговых сигналов. AI16-IU	КРАУ4.883.392	
Позиции в контроллере		
Модуль вывода аналоговых сигналов. AO12-IU	КРАУ4.883.393	
Позиции в контроллере		
Модуль вывода аналоговых сигналов. AI32-24	КРАУ4.883.364	
Позиции в контроллере		
Модуль ввода-вывода аналоговых сигналов. AI6O6-IU-Hart	КРАУ4.883.394	
Позиции в контроллере		
Модуль ввода аналоговых сигналов. AIT-12	КРАУ5.103.060	
Позиции в контроллере		
Контроллер системы обнаружения утечек, модель COU. AI6-SOU	КРАУ4.883.436	
Позиции в контроллере		
Дополнительные устройства		
Источник питания 125 Вт	LWN2660-6E	
Источник питания 250 Вт	LWN1601-6E	
Источник питания 240 Вт	DPP240-24-1	
Источник питания 240 Вт	DRA240-24A	
Источник питания 240 Вт	WDR-240-24	
<p>*Стандартный (от минус 40 до плюс 60 °С), расширенный (от минус 61 до плюс 60 °С) **Устанавливаются на специализированные места в крейте. ***Устанавливаются только в основной крейт. ***Здесь и далее позиция в контроллере формируется из номера крейта и номера посадочного места для модулей расширения в крейте. (Пример: заказ двух одинаковых модулей, установленных в основном крейте в третьем и седьмом посадочных местах, – посадочные места 1.3, 1.7).</p>		

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

DDR	Double Data Rate - удвоенная скорость передачи. Обозначение синхронного типа памяти с произвольным доступом и удвоенной скоростью передачи
F-RAM	Ferroelectric RAM -сигнетоэлектрическая оперативная память. Энергонезависимая память, предлагающая ту же функциональность, что и Flash.
IEC	International Electrotechnical Comission - Международная электротехническая комиссия
RTC	Real-time clock – часы реального времени
RTOS	Real time operation system – операционная система реального времени
TCP/IP	Transmission control protocol / internet protocol — протокол управления передачей (RFC 793) / межсетевой протокол (RFC 791)
UART	Universal asynchronous receiver and transmitter — универсальный асинхронный приемопередатчик
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическими процессами
АРМ	Автоматизированное рабочее место
АЦП	Аналого-цифровой преобразователь
ВАХ	Вольтамперная характеристика
ЗИП	Запасные части, инструмент, приспособления и средства измерения
ИМ	Интерфейсный модуль
КЗ	Короткое замыкание
МЦП	Модуль центрального процессора
ОЗУ	Оперативное запоминающее устройство
ОС	Операционная система
ПЗУ	Постоянное запоминающее устройство
ПО	Программное обеспечение
ПК	Персональный компьютер
ППЗУ	Программируемое постоянное запоминающие устройство
СВУ	Система верхнего уровня
СПО	Системное программное обеспечение
ТЭЗ	Типовой элемент замены
УЗИП	Устройство защиты от импульсных перенапряжений
УСО	Устройство связи с объектом

ЦАП	Цифро-аналоговый преобразователь
ЦП	Центральный процессор
ЦПУ	Центральный процессор управления
ЭДС	Электродвижущая сила
ЭСР	Электростатический разряд

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					