

Искробезопасные разделительные и измерительные преобразователи

Приборы измерения или контроля для жестких условий эксплуатации

Серия SLA

**SLA-2TI-4-20-M,
SLA-2RTD-4-20-M,
SLA-UT-4-20-M,
SLA-UT-4-20-1R-M,
SLA-UT-4-20-2R-M**

(изготовлено по ТУ 26.20.30-001-24171143-2017)

Совместно с настоящим руководством следует использовать Ex приложение
к сертификату соответствия № ЕАЭС RU C-RU.НА65.В.01727/23



НПКГ.426431.002 РЭ

Руководство по эксплуатации

© НИЛ АП, 2023

Версия от 16 января 2024 г.

Одной проблемой стало меньше!

Уважаемый покупатель!

Научно-исследовательская лаборатория автоматизации проектирования (НИЛ АП, ООО) благодарит Вас за покупку и просит сообщать нам свои пожелания по улучшению этого руководства или описанной в нем продукции. Направляйте Ваши пожелания по адресу или телефону:

НИЛ АП, пер. Биржевой спуск, 8, Таганрог, 347900,

Тел. (495) 26-66-700

e-mail: info@reallab.ru • <http://www.reallab.ru>.

Вы можете также получить консультации по применению нашей продукции, воспользовавшись указанными выше координатами.

Пожалуйста, внимательно изучите настоящее руководство. Это позволит вам быстро и эффективно приступить к использованию приобретенного изделия.

Авторские права на изделия и настоящее руководство принадлежат НИЛ АП.
--

Оглавление

1. Вводная часть	5
1.1. Состав серии SLA	6
1.2. Назначение преобразователей	6
1.3. Состав и конструкция	8
1.4. Маркировка и пломбирование	9
1.5. Упаковка.....	9
1.6. Комплект поставки.....	9
2. Технические характеристики.....	10
2.1. Эксплуатационные свойства	10
2.2. Электрические характеристики.....	12
2.3. Метрологические характеристики	18
3. Структура преобразователей.....	23
4. Метрологическое обслуживание	29
4.1. Условия юстировки	29
4.2. Средства юстировки.....	30
4.3. Юстировка модуля SLA-2RTD-4-20-M.....	30
4.4. Юстировка модуля SLA-2TI-4-20-M	33
4.5. Юстировка модуля SLA-UT-4-20-M, SLA-UT-4-20-1R-M, SLA-UT-4-20-2R-M.....	34
5. Руководство по применению	34
5.1. Органы индикации преобразователей	34
5.2. Особенности работы с термопарами	35
5.3. Особенности работы с термосопротивлениями.....	36
5.4. Особенности работы с датчиками DS18B20.....	37
5.5. Вывод сигналов 4-20 мА.....	37
5.6. Режим работы «Init».....	38

5.7. Контроль качества и порядок замены преобразователя	39
5.8. Программное конфигурирование преобразователей	39
5.9. Пересчет данных, получаемых от модулей, в режиме MODBUS RTU 40	
5.10. Эксплуатационные ограничения	40
5.11. Действия при отказе преобразователя	41
6. Программное обеспечение.....	41
6.1. Состав программного обеспечения	41
7. Обеспечение искробезопасности	41
8. Техническое обслуживание	42
8.1. Обеспечение взрывозащищенности при эксплуатации	42
8.2. Профилактический осмотр.....	42
9. Техника безопасности.....	43
10. Хранение, транспортировка и утилизация	43
11. Гарантия изготовителя	43
12. Сведения о сертификации	43
13. Список стандартов, на которые даны ссылки.....	45
Приложение А	46
Приложение Б	47
Приложение В	50
Лист регистрации изменений.....	58

1. Вводная часть

Настоящее руководство по эксплуатации НПКГ.426431.002 РЭ (в дальнейшем — РЭ) содержит сведения, необходимые для ознакомления с принципами действия и особенностями работы искробезопасных разделительных преобразователей (в дальнейшем — преобразователей). В РЭ приведены сведения о функциях и характеристиках преобразователей, а также описаны технические решения и средства, использованные при их разработке. Эксплуатация преобразователей должна осуществляться специально обученным обслуживающим персоналом, изучившим настоящее РЭ.

Эксплуатация должна производиться согласно требованиям главы 7.3 ПУЭ, главы 3.4 ПТЭ и других нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

Преобразователи имеют гальваническую развязку между входами и выходами и относятся к классу искробезопасных преобразователей с гальванической изоляцией, что позволяет не заземлять цепи, находящиеся в искроопасной зоне.

По способу защиты человека от поражения электрическим током преобразователи относятся к классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Преобразователи обеспечивают искробезопасность при подключении неискробезопасного оборудования с напряжением питания до 250 В.

Преобразователи выполнены в соответствии с требованиями предъявляемыми ГОСТ 31610.11-2014 к взрывозащищенному электрооборудованию подгрупп ПС, ПВ и I, имеют маркировку по взрывозащите [Ex ia] ПС/ПВ/I.

Преобразователи являются связанным электрооборудованием по ГОСТ 31610.11-2014 и предназначены для установки за пределами взрывоопасных зон помещений и наружных установок.

ВНИМАНИЕ! Преобразователи предназначены для размещения вне взрывоопасной зоны. Ремонт преобразователей осуществляет только предприятие-изготовитель, имеющее сертификат соответствия преобразователей требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» и разрешение на их выпуск.

Монтаж преобразователей необходимо производить согласно схемам подключения, приведенным в настоящем руководстве.

1.1. Состав серии SLA

- SLA-2TI-4-20-M – 2-х канальный преобразователь, предназначенный для преобразования сигналов от термопар расположенных в искроопасной зоне в унифицированные токовые сигналы 4-20 мА в искробезопасной зоне. Также возможен обмен данными и настройка (конфигурирование) преобразователя по интерфейсу RS-485 с протоколом обмена Modbus RTU;
- SLA-2RTD-4-20-M – 2-х канальный преобразователь, предназначенный для преобразования сигналов от термопреобразователей сопротивления расположенных в искроопасной зоне в унифицированные токовые сигналы 4-20 мА в искробезопасной зоне. Также возможен обмен данными и настройка (конфигурирование) преобразователя по интерфейсу RS-485 с протоколом обмена Modbus RTU;
- SLA-UT-4-20-2R-M – 1-но канальный преобразователь, предназначенный для преобразования сигналов от термопар, термопреобразователей сопротивления и от датчика DS18B20, расположенных в искроопасной зоне, в унифицированный токовый сигнал 4-20 мА и двумя контрольными релейными выходами в искробезопасной зоне. Также возможен обмен данными и настройка (конфигурирование) преобразователя по интерфейсу RS-485 с протоколом обмена Modbus RTU.

Имеет упрощенные варианты исполнения:

- SLA-UT-4-20-1R-M – с одним контрольным релейным выходом в искробезопасной зоне;
- SLA-UT-4-20-M – без контрольных релейных выходов.

1.2. Назначение преобразователей

Искробезопасные преобразователи серии SLA являются приборами измерения или контроля и предназначены для обеспечения искробезопасности электрических цепей первичных преобразователей, устанавливаемых во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок.

Преобразователи с искробезопасными электрическими цепями уровня «ia» выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 31610.11-2014, имеют маркировку взрывозащиты [Ex ia] IIС/IIВ/І и предназначены для установки вне взрывоопасных зон помещений и наружных установок.

К преобразователям серии SLA могут подключаться первичные преобразователи, удовлетворяющие требованиям п. 7.3.72 ПУЭ, устанавливаемые во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок согласно гл. 7.3

Вводная часть

ПУЭ и другим нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных зонах.

Преобразователи могут применяться на объектах нефтедобычи, нефтепереработки, химического производства, энергетики, металлургии и машиностроения и других отраслях промышленности, связанных с получением, переработкой, использованием и хранением взрывоопасных и пожароопасных веществ и продуктов.

Преобразователи имеют вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» и выполнены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к взрывозащищенному электрооборудованию подгрупп ПС, ПВ, и подгруппы I по ГОСТ 31610.0-2014 и ГОСТ 31610.11-2014.

Основные типы сигналов (датчиков), рекомендуемые для них схемы подключения и исполнения преобразователей указаны в табл. 1.

Табл. 1 Основные типы сигналов (датчиков), рекомендуемые для них схемы подключения и исполнения преобразователей

Тип сигнала/ датчик	Диапазон сигнала	Параметры сигнала или способ подключения	Маркировка взрывозащиты датчика	Наименование преобразователя	Кол. подкл. датчиков	Номер схемы подключения
Термопары	от -2,5 до +2,5 В	Напряжение постоянное	[Ex ia] ПС\ПВ\I	SLA-2TI-4-20-M	2	Рис. В.1
Термометры сопротивления	от 0 до 4000 Ом, ток опроса не более 2 мА	4х-, 3х- или 2х-проводная схема подключения	[Ex ia] ПС\ПВ\I	SLA-2RTD-4-20-M	2	Рис. В.2, Рис. В.3, Рис. В.4
Термопары	от -2,5 до +2,5 В	Напряжение постоянное	[Ex ia] ПС\ПВ\I	SLA-UT-4-20-2R-M*	1	*Рис. В.5 **Рис. В.9 ***Рис. В.13
Термометры сопротивления	От 0 до 4000 Ом, ток опроса не более 2 мА	4х- или 3х-проводная схема подключения	[Ex ia] ПС\ПВ\I	SLA-UT-4-20-1R-M**	1	*Рис. В.6, *Рис. В.7 **Рис. В.10, **Рис. В.11 ***Рис. В.14, ***Рис. В.15
Датчик температуры DS18B20	от 0 до +3,3 В	1-Wire	[Ex ia] ПС\ПВ\I	SLA-UT-4-20-M***	1	*Рис. В.8 **Рис. В.12 ***Рис. В.16

1.3. Состав и конструкция

Преобразователь состоит из печатного узла со съёмными клеммными колодками, помещенного в корпус, предназначенный для его крепления на DIN-рейку, см. рис. 1.1.



Рис. 1.1. Расположение преобразователей серии SLA на DIN-рейке, на примере модулей серии NLS

Съёмные клеммные колодки позволяют выполнить быструю замену преобразователя без отсоединения подведенных к нему проводов. Для отсоединения клеммной колодки нужно поддеть ее в верхней части тонкой отверткой. *Шинный разъем*, располагающийся на DIN-рейке, дублирует шину питания и интерфейсную шину RS-485, которые выведены на клеммный разъем, что позволяет подключать преобразователи к питанию и интерфейсу RS-485 непосредственно после их установки на DIN-рейку без внешних проводников.

Для крепления на DIN-рейку используют пружинящую защелку, которую оттягивают в сторону от корпуса с помощью отвертки, затем надевают преобразователь на 35-мм DIN-рейку и защелку отпускают. Для исключения передвижения преобразователей вдоль DIN-рейки по краям преобразователей можно устанавливать стандартные (покупные) зажимы.

1.4. Маркировка и пломбирование

На боковой панели каждого преобразователя имеется маркировка, содержащая:

- логотип предприятия;
- наименование и условное обозначение преобразователя;
- маркировку взрывозащиты;
- температурный диапазон;
- уровень защищенности от внешних воздействий;
- обозначения и номера контактов – где NC=Not Connected (не подключен).;
- наименование или знак центра по сертификации и номер сертификата.

На противоположной боковой панели каждого преобразователя имеется этикетка, содержащая:

- наименование и реквизиты предприятия-изготовителя;
- заводской номер;
- дату изготовления;
- гарантийный срок.

Предприятие-изготовитель оставляет за собой право пломбировать изделия. В случае, если изделие было опломбировано, а пломба впоследствии повреждена, изделие утрачивает гарантию.

1.5. Упаковка

Преобразователь упаковывается в специально изготовленную картонную коробку. Упаковка защищает преобразователь от повреждений во время транспортировки.

1.6. Комплект поставки

В комплект поставки входит:

- преобразователь;
- шинный разъем;
- паспорт.

2. Технические характеристики

2.1. Эксплуатационные свойства

Преобразователи характеризуются следующими основными свойствами:

- линеаризация номинальных статических характеристик (НСХ) термодпар, термосопротивлений;
- линейная зависимость выходного токового сигнала от измеряемого параметра;
- обнаружение аварийных ситуаций: обрыва и короткого замыкания датчика, обрыва токовой петли. Сигнализация аварийных ситуаций: индикация, формирование аварийного уровня выходного токового сигнала, срабатывание контрольного релейного выхода (только для преобразователей SLA-UT-4-20-2R-M, SLA-UT-4-20-1R-M);
- конфигурирование по интерфейсу RS-485 с помощью конфигулятора [NLconfig v2](#). Пользователь может сконфигурировать следующие характеристики преобразователя:
 - тип преобразования - выбирается из фиксированного набора, указанного в табл. 8 (см. п. 2.3);
 - границы диапазона преобразования - выбираются произвольные в пределах допустимых значений, указанных в табл. 8;
 - вкл/выкл функции компенсации «холодного» спая термодпары (в преобразователях SLA-UT-4-20-2R-M, SLA-UT-4-20-1R-M, SLA-UT-4-20-M значение температуры холодного спая задается программно);
 - схема подключения датчика (2-х, 3-х, 4-х проводная) (только для преобразователей SLA-2RTD-4-20-M. В преобразователях SLA-UT-4-20-2R-M, SLA-UT-4-20-1R-M, SLA-UT-4-20-M установка типа схемы подключения не требуется);
 - функция преобразования (прямая/обратная);
 - настройки интерфейса RS-485 (адрес преобразователя, скорость обмена и т.д.);
- имеют температурный диапазон работоспособности от минус 40 до плюс 70 °С;
- имеют гальваническую изоляцию (групповую) входов, (поканальную) выходов - 2500 В;

Технические характеристики

- напряжение питания от +10 до +30 В.

Время установления рабочего режима (предварительный прогрев) преобразователей после включения напряжения питания составляет не более 15 минут.

Габаритные размеры преобразователей приведены в [Приложении А](#).

Масса преобразователя не превышает 300 г.

Степень защиты корпусов преобразователей – IP20 по ГОСТ 14254-2015.

Преобразователи являются устойчивыми к воздействию синусоидальных вибраций частотой от 10 до 55 Гц и амплитудой смещения 0,15 мм (группа N1 по ГОСТ Р 52931-2008).

Преобразователи в упаковке для транспортирования выдерживают:

- температуру от минус 40 до плюс 70 °С;
- воздействие относительной влажности $(95 \pm 3) \%$ при температуре 35 °С.

Средняя наработка на отказ преобразователей с учетом технического обслуживания – 100 000 час.

Средняя наработка на отказ устанавливается для следующих условий и режимов:

- температура окружающего воздуха $(25 \pm 10) \text{ }^\circ\text{C}$;
- относительная влажность от 45 до 80 % без конденсации влаги;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- внешние электрические и магнитные поля (кроме земного), влияющие на работу преобразователей, отсутствуют;
- вибрация, удары, влияющие на работу преобразователей, практически отсутствуют.

Критерием отказа преобразователей является несоответствие электрическим параметрам и характеристикам, приведенным в табл. 1...табл. 8.

Средний срок службы преобразователей — не менее 12 лет.

Интервал между поверками составляет 2 года.

По устойчивости к воздействию атмосферного давления преобразователи относятся к группе P1 по ГОСТ Р 52931-2008.

По устойчивости к воздействию температуры и влажности окружающего воздуха: исполнение С2 по ГОСТ Р 52931-2008 (диапазон температуры окружающего воздуха от минус 40 до плюс 70 °С, верхнее значение относительной влажности 100 % при 30 °С и более низких температурах с конденсацией влаги).

По степени защищенности от воздействия окружающей среды — исполнение пылевлагозащищенное со степенью защиты IP20 по ГОСТ 14254-2015.

Отказавшие преобразователи подлежат ремонту на предприятии-изготовителе.

2.2. Электрические характеристики

В табл. 2 и табл. 3 приведены электрические характеристики измерительных преобразователей:

SLA-2TI-4-20-M, SLA-2RTD-4-20-M, SLA-UT-4-20-M, SLA-UT-4-20-1R-M, SLA-UT-4-20-2R-M.

В табл. 4 приведены параметры линий связи преобразователей с термопреобразователями сопротивления.

В табл. 5 приведены электрические характеристики интерфейса RS-485 для преобразователей:

SLA-2TI-4-20-M, SLA-2RTD-4-20-M, SLA-UT-4-20-M, SLA-UT-4-20-1R-M, SLA-UT-4-20-2R-M.

В табл. 6 приведены значения потребляемой мощности по цепи питания.

Табл. 2 Параметры измерительных преобразователей SLA-2TI-4-20-M, SLA-2RTD-4-20-M

Параметр	Значение параметра	Примечание
<i>Параметры аналоговых входов</i>		
Разрядность АЦП, не менее	16 бит	
Коэффициент ослабления помехи нормального вида	98 дБ	На частоте 50 Гц
Коэффициент ослабления помехи общего вида	120 дБ	На частоте 50 Гц
Погрешность датчика температуры холодного спая	± 1 °C	Не более
Нелинейность датчика температуры холодного спая	$\pm 0,5$ °C	Не более
Ток возбуждения термопреобразователей сопротивления	100 мкА	Не более
Рассогласование токов возбуждения	0,5 %	Типовое значение. Компенсируется при юстировке

Технические характеристики

Параметр	Значение параметра	Примечание
Температурный дрейф разности токов возбуждения	0,0005 %/град.	Типовое значение
Входное сопротивление, не менее	2 МОм	
Входная емкость	100 нФ	Ограничивает динамическую точность при большом сопротивлении источника сигнала
Полоса пропускания по входу	9,2 Гц	По уровню -3 дБ
<i>Параметры аналоговых выходов</i>		
Разрядность ЦАП, не менее	12 бит	
Диапазон нормированного выходного токового сигнала	4...20 мА	
Выходной токовый сигнал при аварии	23 мА	
Сопротивление нагрузки тока, не более	1000 Ом	
Время установления выходного сигнала после скачкообразного изменения входного, не более	0,4 с	Для модуля SLA-2RTD-4-20-M
Время установления выходного сигнала после скачкообразного изменения входного, не более	0,6 с	Для модуля SLA-2TI-4-20-M
<i>Параметры внешнего питания</i>		
Напряжение питания	10...30 В	
Потребляемая мощность	3,3 Вт	См. табл. 6
Защита от неправильного подключения полярности источника питания	есть	

Технические характеристики

Табл. 3 Параметры измерительных преобразователей SLA-UT-4-20-M, SLA-UT-4-20-1R-M, SLA-UT-4-20-2R-M

Параметр	Значение параметра	Примечание
<i>Параметры аналоговых входов</i>		
Разрядность АЦП, не менее	16 бит	
Коэффициент ослабления помехи нормального вида	100 дБ	На частоте 50 Гц
Коэффициент ослабления помехи общего вида	120 дБ	На частоте 50 Гц
Ток возбуждения термопреобразователей сопротивления	100 мкА	
Рассогласование токов возбуждения	0,25 %	Типовое значение. Компенсируется при юстировке
Температурный дрейф разности токов возбуждения	0,0015 %/град.	Типовое значение
Входное сопротивление, не менее	2 МОм	
Входная емкость	1 нФ	Ограничивает динамическую точность при большом сопротивлении источника сигнала
Полоса пропускания по входу	13,1 Гц	По уровню -3 дБ
<i>Параметры порта I-Wire</i>		
Питание устройств I-Wire	+3,3 В	
Максимальное количество подключаемых устройств к шине I-Wire	1	
Максимальная длина линии I-Wire	30 м	
Максимальная длина транслируемой посылки по шине I-Wire	32 байта	
<i>Параметры аналоговых выходов</i>		
Разрядность ЦАП, не менее	12 бит	

Технические характеристики

Параметр	Значение параметра	Примечание
Диапазон нормированного выходного токового сигнала	4...20 мА	
Выходной токовый сигнал при аварии	23 мА	
Сопротивление нагрузки тока, не более	1000 Ом	
Время установления выходного сигнала после скачкообразного изменения входного, не более	0,2 с	
<i>Параметры релейных выходов</i>		
Макс. ток выхода	4 А/30 В, 0,5 А/250 В, 1 А/120 В, 124 В*А	
Гальваническая изоляция (групповая)	3 кВ (реле)	
<i>Параметры внешнего питания</i>		
Напряжение питания	10...30 В	
Потребляемая мощность	Вт	См. табл. 6
Защита от неправильного подключения полярности источника питания	есть	

Табл. 4 Параметры линий связи преобразователей с термопреобразователями сопротивления

R_{линии}, Ом, не более	Исполнение линий
0,03	2х-проводная
15	3х-проводная, провода равной длины и сечения
50	4х-проводная, провода произвольной длины и сечения

Примечание:

R_{линии} – допустимое сопротивление каждого провода без внесения дополнительной погрешности.

Технические характеристики

Табл. 5 Параметры интерфейса RS-485 для преобразователей

Параметр	Значение параметра	Примечание
<i>Параметры порта RS-485</i>		
Защита от перегрева выходных каскадов порта RS-485: - температура срабатывания защиты - температура перехода в рабочее состояние	150 °C 140 °C	Предохраняет выходные каскады от перегрева в случае продолжительного короткого замыкания в шине RS-485. Выходные каскады передатчика порта RS-485 переводятся в высокоомное состояние, пока температура выходного каскада не понизится до 140 °C
Защита от короткого замыкания клемм порта RS-485	Есть	
Защита от электростатического разряда и выбросов на клеммах порта RS-485	Есть	
Нагрузочная способность	32	32 аналогичных преобразователя могут быть подсоединены в качестве нагрузки порта RS-485
Дифференциальное выходное напряжение	от 1,5 до 5 В	При сопротивлении нагрузки от 27 Ом до бесконечности
Синфазное напряжение на зажимах в режиме передачи	от -7 до +12 В	
Ток короткого замыкания выходов	от 35 до 250 мА	При напряжении на зажимах порта от -7 В до +12 В
<i>Параметры приемника порта RS-485</i>		
Уровень логического нуля порта в режиме приема	от -0,2 до +0,2 В	Дифференциальное входное напряжение. При синфазном напряжении от -7 В до +12 В
Гистерезис по входу	70 мВ	
Входное сопротивление	12 кОм	Типовое значение
Входной ток	1 мА	Максимальное значение

Технические характеристики

Табл. 6 Потребление преобразователей по цепям питания

Обозначение	P_{\max} в установленном режиме, Вт	Режим функционирования
SLA-2TI-4-20-M	3,3	На всех входах уровень напряжения 54,5 мВ (установлен тип термопары К), на выходах ток 20 мА, по интерфейсу RS-485 – опросы всех каналов с максимально допустимой частотой
SLA-2RTD-4-20-M	3,3	На всех входах подключены резисторы 390 Ом (установлен тип термосопротивления Pt100), на выходах ток 20 мА, по интерфейсу RS-485 – опросы всех каналов с максимально допустимой частотой
SLA-UT-4-20-2R-M SLA-UT-4-20-1R-M SLA-UT-4-20-M	2,7 2,6 2,5	На входе для подключения термопары установлен уровень напряжения 54,5 мВ (установлен тип термопары К) или на входе для подключения термосопротивления подключен резистор 390 Ом (установлен тип термосопротивления Pt100), на выходе ток 20 мА, по интерфейсу RS-485 – опрос канала с максимально допустимой частотой

Примечания:

Максимальная потребляемая мощность приведена для напряжения питания 24 В.

Максимальные значения входного напряжения U_m искробезопасных цепей, выходных напряжения U_o , тока I_o , мощности P_o искробезопасных цепей, а также предельные параметры внешних искробезопасных цепей для преобразователей приведены в табл. 7.

Табл. 7 Параметры искробезопасных цепей

Обозначение	Каналы	Ex-маркировка	Um, В	Uo, В	Io, мА	Po, Вт	Co, мкФ	Lo, мГн	Область применения
SLA-2TI-4-20-M	2	[Ex ia] IIC	250	18	6	0,03	0,309	200	Подключение терморпар, передача сигналов постоянно-го тока и напряжения
		[Ex ia] IIB	250	18	6	0,03	1,78	800	
		[Ex ia] I	250	18	6	0,03	10	1000	
SLA-2RTD-4-20-M	2	[Ex ia] IIC	250	18	6	0,03	0,309	200	Подключение термометров сопротивления по 4-х, 3-х или 2-х проводной схеме
		[Ex ia] IIB	250	18	6	0,03	1,78	800	
		[Ex ia] I	250	18	6	0,03	10	1000	
SLA-UT-4-20-2R-M (SLA-UT-4-20-1R-M) (SLA-UT-4-20- M)	1	[Ex ia] IIC	250	18	6	0,03	0,309	200	Подключение терморпар, передача сигналов постоянно-го тока и напряжения
		[Ex ia] IIB	250	18	6	0,03	1,78	800	
		[Ex ia] I	250	18	6	0,03	10	1000	
	1	[Ex ia] IIC	250	18	6	0,03	0,309	200	Подключение термометров сопротивления по 4-х или 3-х проводной схеме
		[Ex ia] IIB	250	18	6	0,03	1,78	800	
		[Ex ia] I	250	18	6	0,03	10	1000	

2.3. Метрологические характеристики

Пределы допускаемой основной и дополнительных погрешностей измерительных преобразователей: SLA-2TI-4-20-M, SLA-2RTD-4-20-M, SLA-UT-4-20-2R-M, SLA-UT-4-20-1R-M, SLA-UT-4-20-M приведены в табл. 8.

Условия, при которых нормируется основная погрешность:

- температура окружающего воздуха плюс (20 ± 2) °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа;
- отсутствие вибрации, тряски и ударов, влияющих на работу преобразователей.

Технические характеристики

Табл. 8 Метрологические характеристики искробезопасных измерительных преобразователей

Наименование характеристики	Значение
Искробезопасный измерительный преобразователь SLA-2TI-4-20-M	
<p>Диапазоны преобразования входных сигналов от термодпар типа, °С:</p> <ul style="list-style-type: none"> - J - K - B - L - E - S - R - N - T - A1 - A2 - A3 	<ul style="list-style-type: none"> от -210 до +1200 от -200 до +1372 от +250 до +1820 от -200 до +800 от -200 до +1000 от -50 до +1768 от -50 до +1768 от -200 до +1300 от -200 до +400 от 0 до +2500 от 0 до +1800 от 0 до +1800
<p>Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> - J - K - B - L - E - S - R - N - T - A1 - A2 - A3 	<ul style="list-style-type: none"> ±0,1% ±0,1% ±0,15% ±0,1% ±0,1% ±0,15% ±0,15% ±0,1% ±0,1% ±0,15% ±0,15% ±0,15%
<p>Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °С от нормальной температуры (20±2) °С в пределах рабочего диапазона прибора, не более</p>	<p>0,5 предела основной погрешности</p>

Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванные изменением сопротивления нагрузки токового выхода от его номинального значения до любого значения в пределах допустимого диапазона сопротивлений нагрузки, не более	$\pm 0,02\%$
Допускаемая дополнительная погрешность, вызванная изменением напряжения питания преобразователя во всем допустимом диапазоне питающих напряжений	отсутствует
Искробезопасный измерительный преобразователь SLA-2RTD-4-20-M	
<p>Диапазоны преобразования входных сигналов от термопреобразователей сопротивления, °C:</p> <p>Pt50, Pt100, Pt500, Pt1000 с температурным коэффициентом $\alpha=0.00385 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$</p> <p>50П, 100П, 500П, 1000П с температурным коэффициентом $\alpha=0.00391 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$</p> <p>100Н, 500Н, 1000Н с температурным коэффициентом $\alpha=0.00617 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$</p> <p>Cu50, Cu100, Cu500, Cu1000 с температурным коэффициентом $\alpha=0.00426 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$</p> <p>50М, 100М, 500М, 1000М с температурным коэффициентом $\alpha=0.00428 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$</p>	<p>от -200 до +850</p> <p>от -200 до +850</p> <p>от -60 до +180</p> <p>от -50 до +200</p> <p>от -180 до +200</p>
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования, не более	$\pm 0,1\%$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °C от нормальной температуры (20±2) °C в пределах рабочего диапазона прибора, не более	$\pm 0,02\%$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванные изменением сопротивления нагрузки токового выхода от его номинального значения до любого значения в пределах допустимого диапазона сопротивлений нагрузки, не более	$\pm 0,02\%$
Допускаемая дополнительная погрешность, вызванная изменением напряжения питания преобразователя во всем допустимом диапазоне питающих напряжений	отсутствует

Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Искробезопасный измерительный преобразователь SLA-UT-4-20-M (SLA-UT-4-20-1R-M, SLA-UT-4-20-2R-M)	
<p>Диапазоны преобразования входных сигналов от термопар типа, °C:</p> <ul style="list-style-type: none"> - J - K - B - L - E - S - R - N - T - A1 - A2 - A3 	<ul style="list-style-type: none"> от -210 до +1200 от -200 до +1372 от +250 до +1820 от -200 до +800 от -200 до +1000 от -50 до +1768 от -50 до +1768 от -200 до +1300 от -200 до +400 от 0 до +2500 от 0 до +1800 от 0 до +1800
<p>Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования сигналов от термопар, не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> - J - K - B - L - E - S - R - N - T - A1 - A2 - A3 	<ul style="list-style-type: none"> ±0,1% ±0,1% ±0,15% ±0,1% ±0,1% ±0,15% ±0,15% ±0,1% ±0,1% ±0,15% ±0,15% ±0,15%
<p>Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °C от нормальной температуры (20±2) °C в пределах рабочего диапазона прибора при работе с термопарами, не более</p>	<p>0,5 предела основной погрешности</p>

Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны преобразования входных сигналов от термопреобразователей сопротивления, °C: Pt50, Pt100, Pt500, Pt1000 с температурным коэффициентом $\alpha=0.00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 50П, 100П, 500П, 1000П с температурным коэффициентом $\alpha=0.00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 100Н, 500Н, 1000Н с температурным коэффициентом $\alpha=0.00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ Cu50, Cu100, Cu500, Cu1000 с температурным коэффициентом $\alpha=0.00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 50М, 100М, 500М, 1000М с температурным коэффициентом $\alpha=0.00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	от -200 до +850 от -200 до +850 от -60 до +100 от -50 до +200 от -180 до +200
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования сигналов от термопреобразователей сопротивления, не более	±0,2%
Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °C от норм. температуры (20±2) °C в пределах рабочего диапазона прибора при работе с термопреобразователями сопротивления, не более	±0,1%
Диапазоны преобразования входных сигналов от датчика DS18B20, °C	от -55 до +125
Пределы допускаемой осн. приведенной погрешности преобразования сигналов от датчика DS18B20, не более	±0,25%
Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °C от нормальной температуры (20±2) °C в пределах рабочего диапазона прибора при работе с датчиком DS18B20, не более	±0,05%
Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванные изменением сопротивления нагрузки токового выхода от его номинального значения до любого значения в пределах допустимого диапазона сопротивлений нагрузки, не более	±0,02%
Допускаемая дополнительная погрешность, вызванная изменением напряжения питания преобразователя во всем допустимом диапазоне питающих напряжений	отсутствует

Примечание:

Пользователь может задать произвольный диапазон преобразования в пределах максимального диапазона, указанного в табл. 8. Следует иметь в виду, что с уменьшением диапазона преобразования увеличивается относительная погрешность преобразования, при этом сохраняется абсолютная.

3. Структура преобразователей

Структурные схемы преобразователей SLA-2TI-4-20-M, SLA-2RTD-4-20-M, SLA-UT-4-20-M, SLA-UT-4-20-1R-M, SLA-UT-4-20-2R-M приведены на рис. 3.1-рис. 3.5.

Преобразователи обеспечивают взрывозащищенность благодаря ограничению электрической мощности, подаваемой во взрывоопасную зону по цепям связи с электрооборудованием.

Мощностные характеристики всех резисторов в преобразователях выбраны с учетом регламентируемого запаса по мощности, принятого в искробезопасных цепях.

Для повышения надежности преобразователей цепочки стабилитронов выполнены с троированием.

Преобразователи содержат следующие однотипные функциональные элементы и узлы:

- гальванические изоляторы для передачи между входом и выходом дискретных сигналов;
- DC/DC преобразователи питания для обеспечения гальванической развязки входных и выходных цепей по питанию;
- АЦП для преобразования сигналов от термопреобразователей сопротивления и терморпар в цифровой код;
- программируемые микроконтроллеры для настройки и обработки данных АЦП, формирования сигнала для ЦАП, реализации протокола обмена через интерфейс RS-485 и формирования сигналов управления релейными выходами;
- ЦАП для формирования токового сигнала 4...20 мА;
- ограничительные резисторы, определяющие ток короткого замыкания;
- группу ограничительных стабилитронов и диодов, определяющих максимальное значение напряжения холостого хода в искробезопасной цепи;
- диодно-резистивные или резистивные цепочки, содержащие последовательно включенный плавкий предохранитель, служат для отключения искробезопасной цепи при возникновении аварийных напряжений на искроопасном входе или выходе соответствующего типа преобразователя.

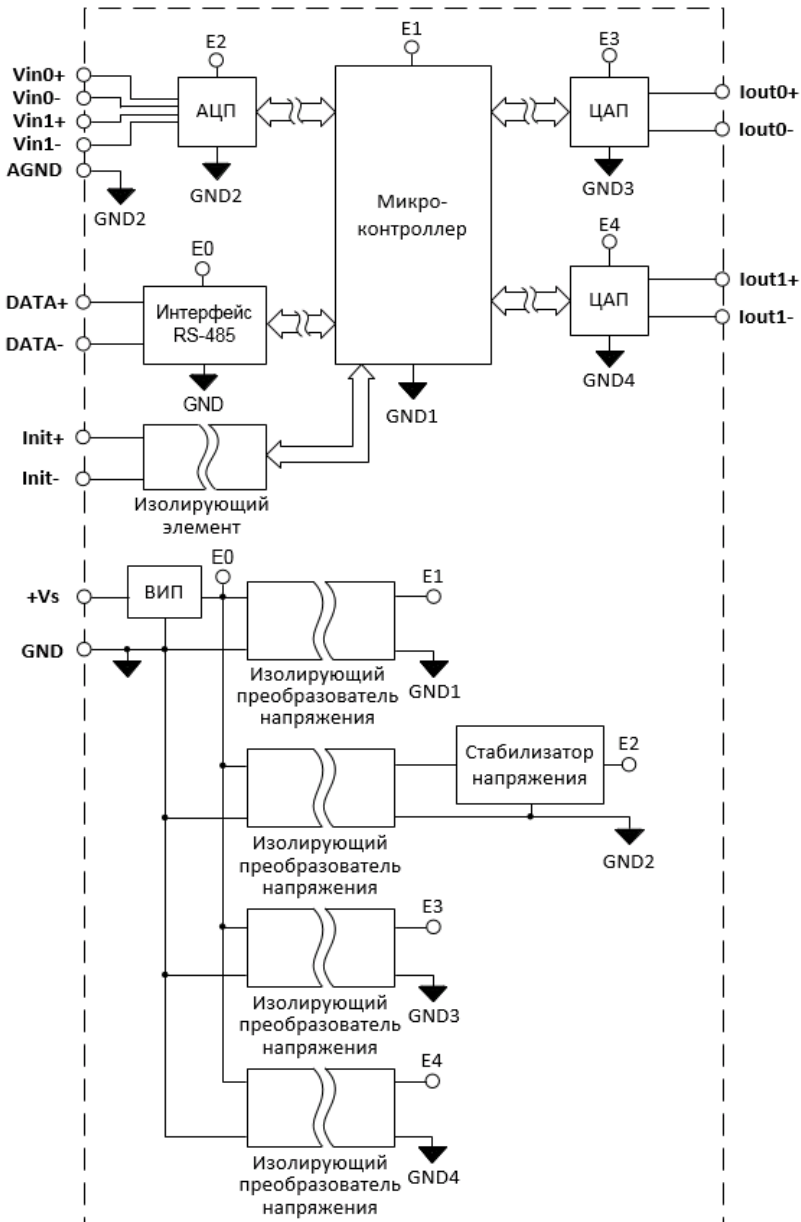


Рис. 3.1. Структурная схема преобразователя SLA-2TI-4-20-M

Структура преобразователей

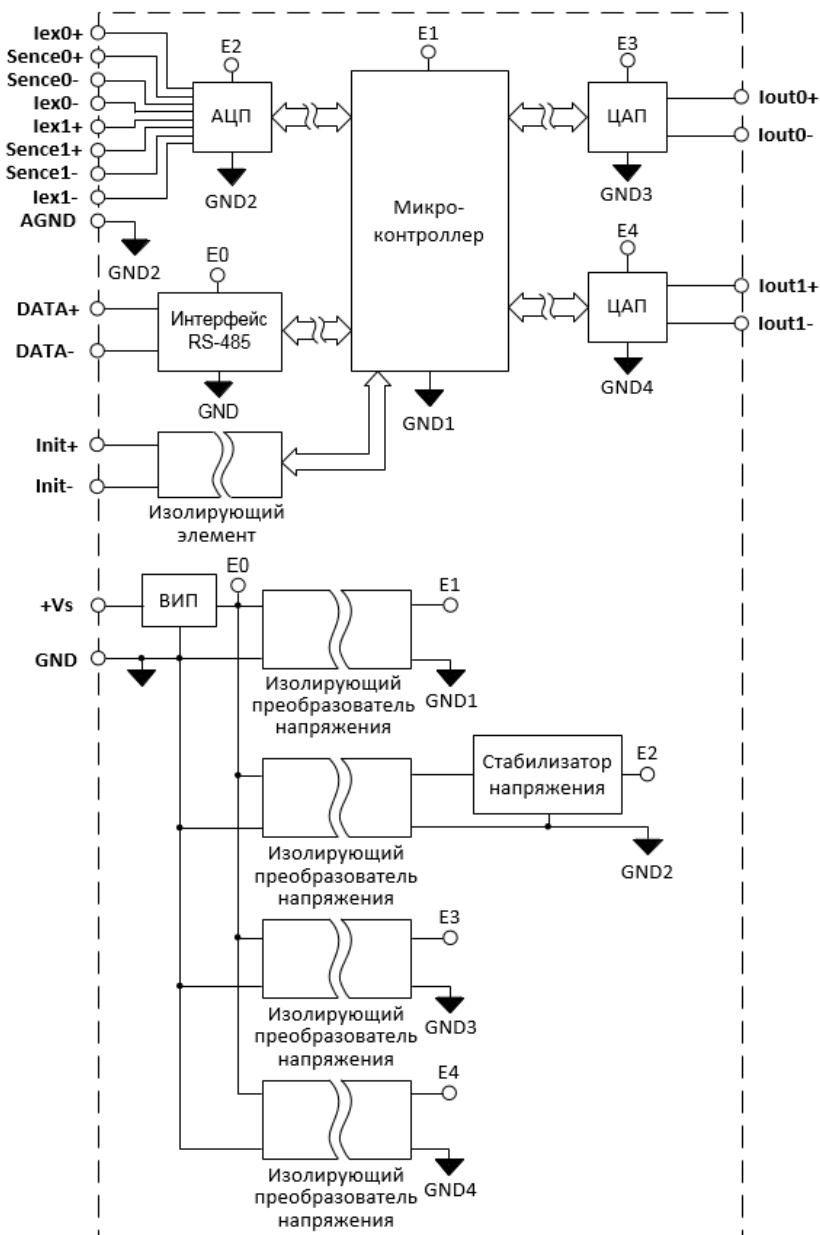


Рис. 3.2. Структурная схема преобразователя SLA-2RTD-4-20-M

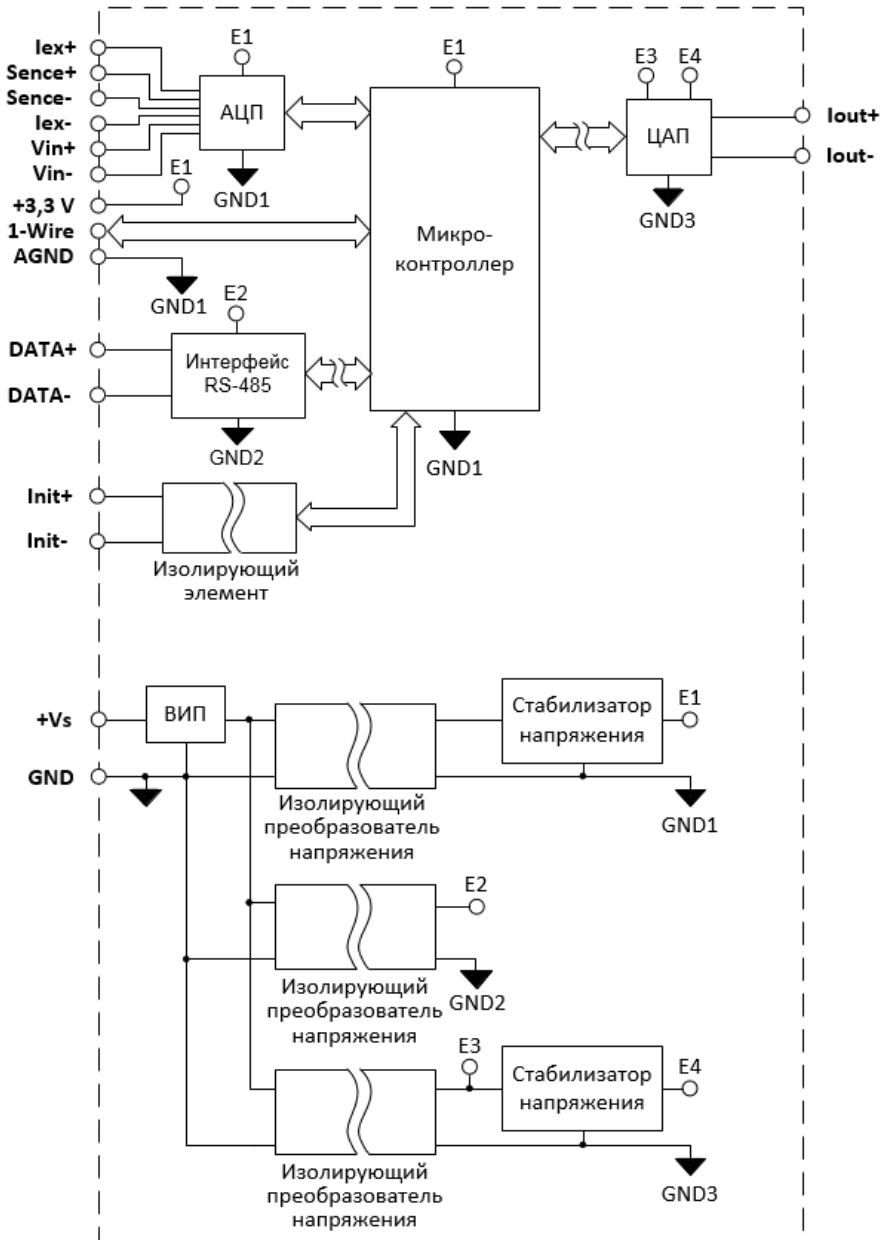


Рис. 3.3. Структурная схема преобразователя SLA-UT-4-20-M

Структура преобразователей

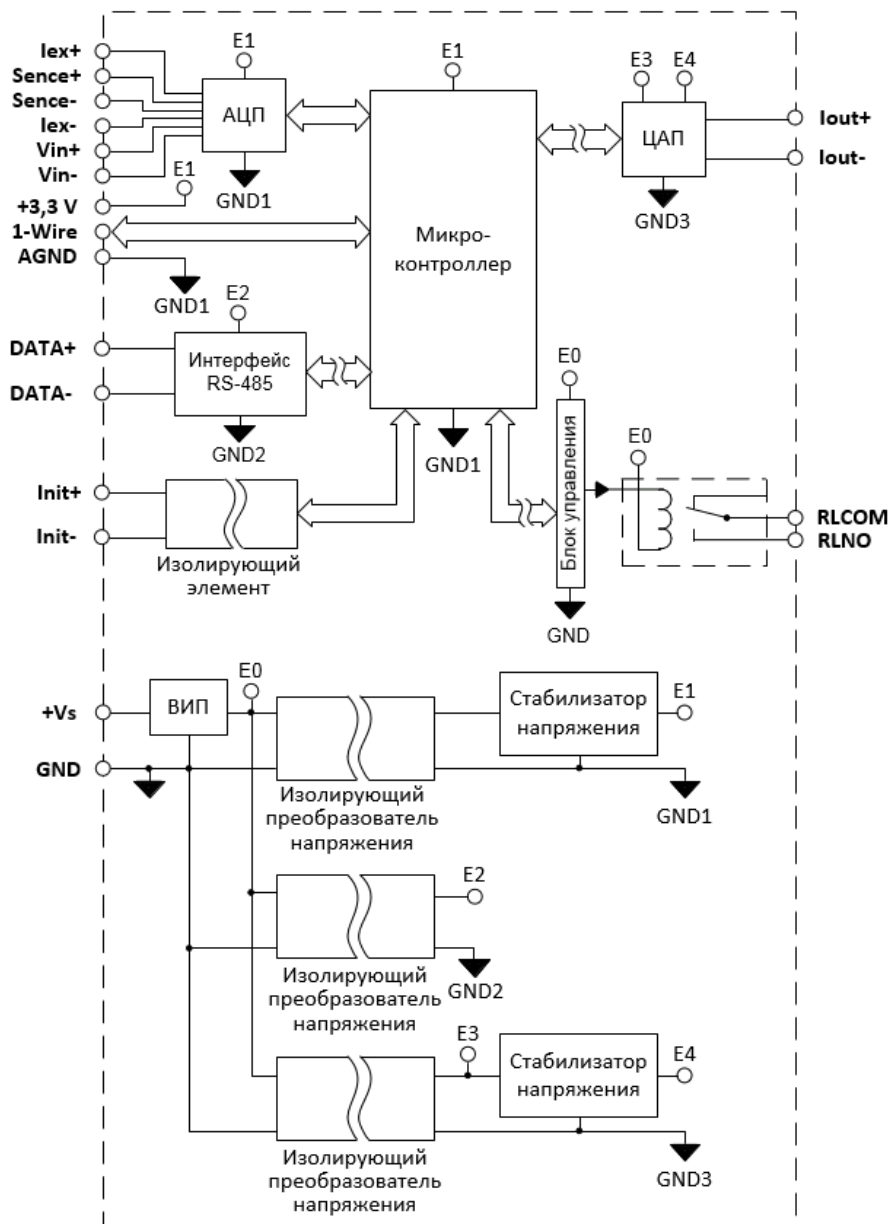


Рис. 3.4. Структурная схема преобразователя SLA-UT-1R-4-20-M

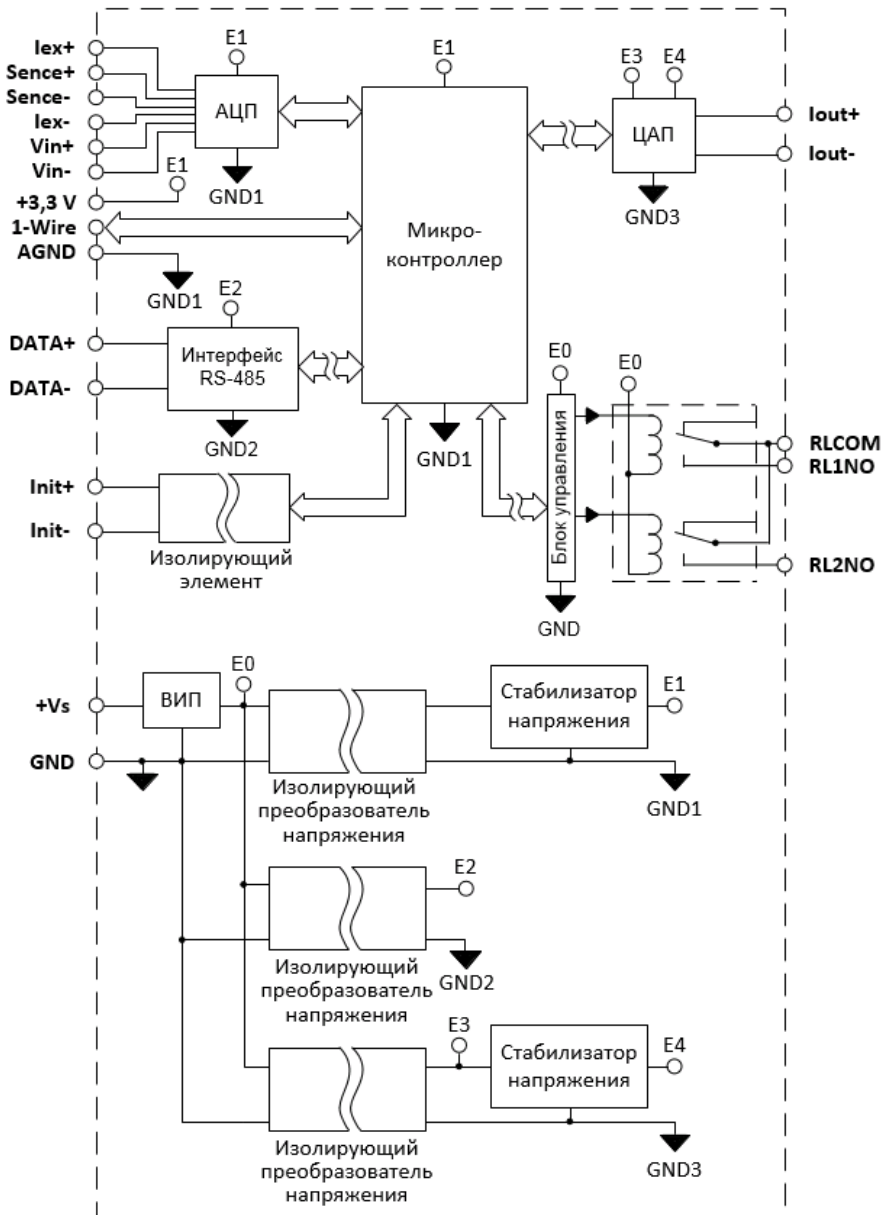


Рис. 3.5. Структурная схема преобразователя SLA-UT-2R-4-20-M

4. Метрологическое обслуживание

Согласно ст.18, п.1 Закона №102-ФЗ от 26 июня 2008 г. "Об обеспечении единства измерений" средства измерения, не подлежащие поверке, могут подвергаться калибровке. Отличие калибровки от поверки в том, что поверку выполняют органы государственной метрологической службы, а калибровку может выполнять любое заинтересованное лицо. Калибровка выполняется для средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю.

Поверка и калибровка модуля выполняются методом сличения с эталоном, когда одна и та же физическая величина измеряется сначала образцовым прибором, затем - модулем серии SLA. Абсолютная погрешность измерений оценивается как разность показаний этих приборов. Модули серии SLA юстируются (т.е. подстраиваются, градуируются) изготовителем перед их поставкой. Однако периодическую юстировку может выполнять пользователь, если прибор не используется в сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений. Для этого не нужно вскрывать корпус прибора, вся процедура выполняется программным способом. Поправки, полученные при юстировке, сохраняются в ЭПЗУ модуля и учитываются встроенным контроллером. Поверку прибора следует выполнять после его юстировки.

4.1. Условия юстировки

При проведении юстировки соблюдайте следующие условия (ГОСТ Р 52931):

- температура окружающего воздуха 20 ± 5 °С;
- относительная влажность от 45 до 75 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа;
- напряжение питания - постоянное напряжение в диапазоне от 10 до 30 В.

Перед юстировкой модуль выдерживают при указанной температуре не менее 15 мин.

4.2. Средства юстировки

Перечень приборов, используемых при юстировке, приведён в табл. 9.

Табл. 9. Перечень приборов, используемых при юстировке

Наименование и тип прибора, используемого при юстировке	Основные технические характеристики прибора
Гигрометр психрометрический ВИТ-2	Относительная влажность до 95 % Основная погрешность ± 7 %
Калибратор электрических сигналов АКИП-7302	Основная погрешность $\pm 0,02$ %
Магазин сопротивлений Р4381	Основная погрешность $\pm 0,03$ %
Источник питания постоянного напряжения НУ5002 (24 В)	

Примечания к таблице:

1. Вместо указанных в табл. 9 средств измерения и калибровки разрешается применять другие аналогичные приборы, обеспечивающие измерение и формирование выходных электрических сигналов соответствующих параметров с требуемой погрешностью.
2. Вместо указанного в табл. 9 источника питания постоянного напряжения/тока разрешается применять другие аналогичные приборы.

4.3. Юстировка модуля SLA-2RTD-4-20-M

Для юстировки модуля SLA-2RTD-4-20-M, необходим калибратор или образцовый магазин сопротивлений указанный в табл. 9.

Юстировка производится для каждого канала модуля отдельно. Юстировку следует производить в той схеме подключения, в которой будет использоваться датчик. При использовании 2-х или 3-х проводной схемы подключения датчика юстировку следует проводить с проводами реальной длины (как в условиях эксплуатации). Это позволит скомпенсировать в процессе юстировки паразитное падение напряжения на проводах.

Процедура юстировки измерительного канала состоит из следующих этапов:

- собрать необходимую схему подключения калибратора к калибруемому каналу модулю (рис. 4.1 - рис. 4.3);
- установить тип калибруемого датчика записью соответствующего значения в регистр «Диапазон входного канала»;

Метрологическое обслуживание

- установить тип собранной схемы подключения калибратора к модулю записью в регистр «Схема подключения датчика входного канала»;
- установить на калибраторе сопротивление, равное 0 Ом;
- выполнить калибровку смещения записав значение 00h в регистр «Калибровка 0 канала»;
- установить на калибраторе юстировочное сопротивление в соответствии с калибруемым типом датчика (см. табл. 10);
- выполнить калибровку усиления записав значение 00h в регистр «Калибровка max канала».

Табл. 10. Сопротивление необходимое для юстировки усиления

Тип датчика RTD	Юстировочное сопротивление, Ом
Pt 50 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	200
50 П ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	
Cu 50 ($\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	
50 М ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	
Pt 100 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	400
100 П ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	
Cu 100 ($\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	
100 М ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	
Н 100 ($\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	2000
Pt 500 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	
500 П ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	
Cu 500 ($\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	
500 М ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	4000
Н 500 ($\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	
Pt 1000 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	
1000 П ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	
Cu 1000 ($\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	
1000 М ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	
Н 1000 ($\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	

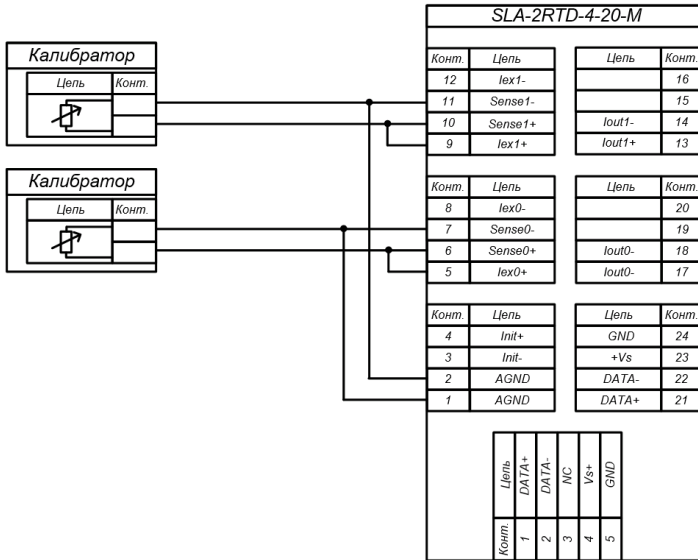


Рис. 4.1. Двухпроводная схема подключения калибратора к модулю SLA-2RTD-4-20-M

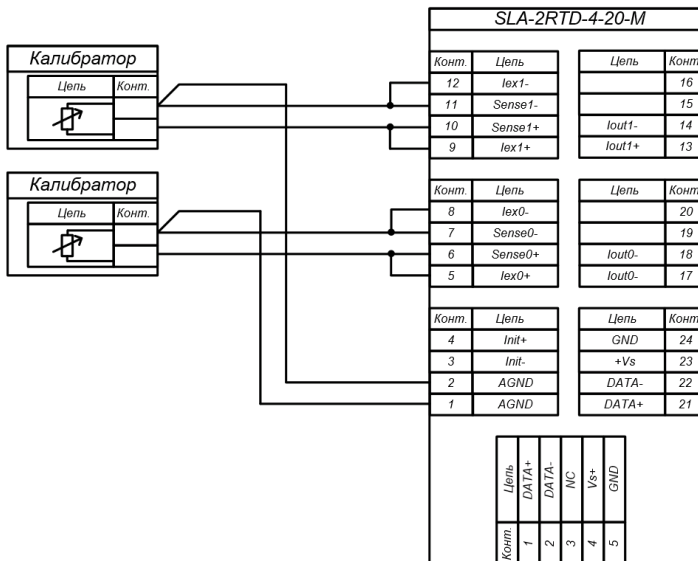


Рис. 4.2. Трехпроводная схема подключения калибратора к модулю SLA-2RTD-4-20-M

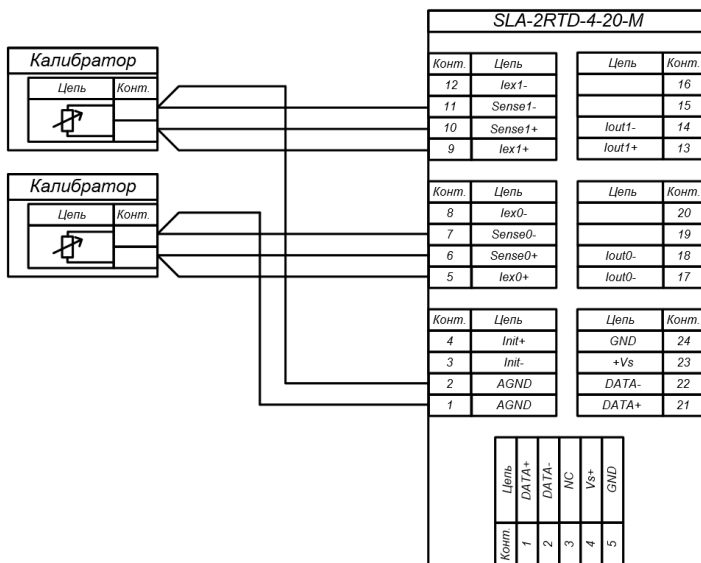


Рис. 4.3. Четырехпроводная схема подключения калибратора к модулю SLA-2RTD-4-20-M

4.4. Юстировка модуля SLA-2TI-4-20-M

Для юстировки модуля SLA-2TI-4-20-M необходим калибратор, указанный в табл. 9. Юстировка производится для каждого канала модуля отдельно.

Процедура юстировки состоит из следующих этапов:

- подключить калибратор к калибруемому каналу модуля (см. Рис. Б.1);
- установить тип калибруемого датчика записью соответствующего значения в регистр «Диапазон входного канала»;
- установить на калибраторе значение 0 В;
- выполнить калибровку смещения записав значение 00h в регистр «Калибровка 0 канала»;
- установить на калибраторе юстировочное значение напряжения калибруемого типа TI в соответствии с выполнить калибровку усиления записав значение 00h в регистр «калибровка max канала».
- табл. 11;
- выполнить калибровку усиления записав значение 00h в регистр «Калибровка max канала».

Табл. 11. Юстировки усиления диапазонов ТI для SLA-2TI-4-20-M

Тип ТI	Юстировочное напряжение, мВ
J, K, E, N, L	77 мВ
T, R, A1, A2, A3	34 мВ
S, B	19 мВ

4.5. Юстировка модуля SLA-UT-4-20-M, SLA-UT-4-20-1R-M, SLA-UT-4-20-2R-M

Процедура юстировки модулей SLA-UT-4-20-M, SLA-UT-4-20-1R-M, SLA-UT-4-20-2R-M в диапазонах RTD совпадает с Процедурой юстировки модуля SLA-2RTD-4-20-M для нулевого канала (пункт 4.3). Схема подключения калибратора к калибруемому каналу модулю осуществлять согласно Рис. Б.4.

Процедура юстировки модулей SLA-UT-4-20-M, SLA-UT-4-20-1R-M, SLA-UT-4-20-2R-M в диапазонах TI совпадает с юстировкой модуля SLA-2TI-4-20-M для нулевого канала (пункт 4.4), но используются юстировки усиления диапазонов TI из табл. 12. Схема подключения калибратора к калибруемому каналу модулю осуществлять согласно Рис. Б.3.

Табл. 12. Значения для юстировки усиления диапазонов TI для SLA-UT-4-20-M

Тип TI	Юстировочное напряжение, мВ
J, K, E, N, L	50 мВ
T, R, A1, A2, A3, S, B	15 мВ

5. Руководство по применению

5.1. Органы индикации преобразователей

На лицевой панели расположены следующие индикаторы (рис. 5.1):

- зеленый светодиодный индикатор «Работа», постоянное свечение которого свидетельствует о работоспособности преобразователя;
- красный светодиодный индикатор «Отказ», свечение которого свидетельствуют об инициализации и записи настроек в преобразователь;
- красные светодиодные индикаторы «Авария датчика», свечение которых свидетельствуют о к.з или обрыве датчиков;

Руководство по применению

- красные светодиодные индикаторы «Обрыв токовой петли», свечение которых свидетельствуют о повреждении целостности выходной токовой петли.

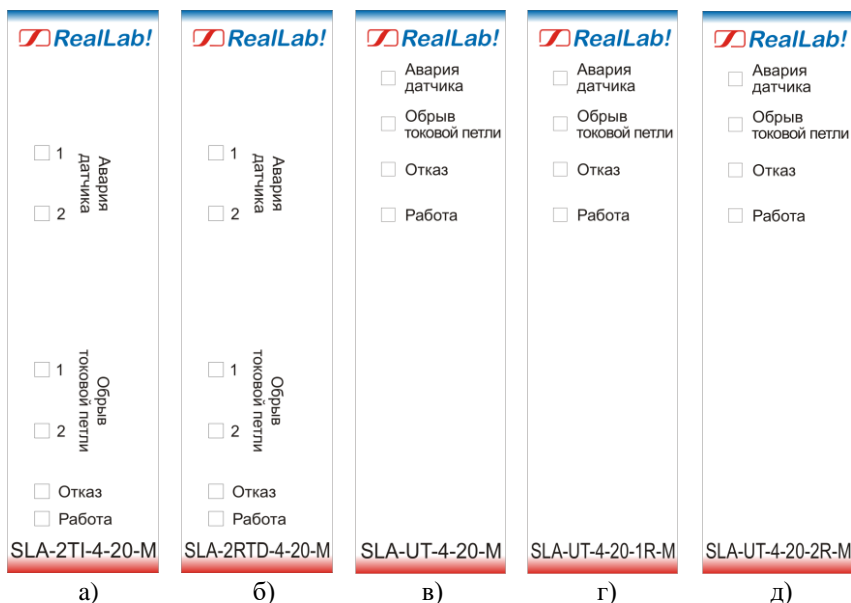


Рис. 5.1. Расположение органов индикации на лицевых панелях преобразователей а) SLA-2TI-4-20-M, б) SLA-2RTD-4-20-M, в) SLA-UT-4-20-M, г) SLA-UT-4-20-1R-M, д) SLA-UT-4-20-2R-M

5.2. Особенности работы с термопарами

Термопара является нелинейным преобразователем температуры в напряжении. Для реализации компенсации нелинейности в преобразователях используются аппроксимируемые полиномы, взятые из ГОСТ Р 8.585-2001 для всех типов термопар представленных в табл. 8. Схемы подключения термопар к преобразователям представлены в [Приложении В](#).

Напряжение на зажимах термопары зависит не от абсолютного значения температуры, а от разности температур горячего и холодного спая. Температура холодного спая в преобразователе SLA-2TI-4-20-M измеряется встроенными датчиками температуры, а компенсация ненулевой температурой холодного спая, рассчитывается программно, в контроллере преобразователя. Преобразователи SLA-2TI-4-20-M оборудованы двумя независимыми датчи-

ками температуры (по одному на канал), расположенными в непосредственной близости от контактов подключения внешних цепей. Встроенная компенсация температуры холодного спая по датчикам может быть отключена при конфигурировании.

В преобразователе SLA-UT-4-20-M датчик холодного спая отсутствует. Для компенсации ненулевой температуры холодного спая используется специальный параметр, в котором указывается температура окружающей среды в °C, задаваемый по интерфейсу RS-485. Значение данного параметра пересчитывается и используется для компенсации холодного спая при расчётах.

5.3. Особенности работы с термосопротивлениями

Резистивные медные, платиновые или никелевые термопреобразователи сопротивления подключаются к преобразователям по одному из трех вариантов схем подключений представленных в [Приложении В](#).

Для измерения сопротивления от преобразователя в термосопротивление задается ток от источников тока I_{ex+} и I_{ex-} и измеряется величина падения напряжения на датчике с помощью аналоговых входов преобразователя Sense+ и Sense-. При фиксированном токе падение напряжения прямо пропорционально сопротивлению датчика, которое затем пересчитывается в значения температуры с помощью уравнения для расчёта, взятых из ГОСТ 6651-2009.

При выборе термосопротивлений необходимо учитывать расстояние от местоположения датчика до преобразователя, а именно сопротивление линий связи (см. табл. 4). Так для двухпроводной схемы подключения необходимо, чтобы длина проводов не превышала нескольких метров. Для увеличения расстояния используют трехпроводную или четырехпроводную схему включения.

Особенность трехпроводной схемы состоит в том, что она основана на принципе взаимной компенсации падений напряжений на проводах, по которым текут одинаковые токи в противоположных направлениях. Поэтому она компенсирует только среднее значение сопротивлений проводов, но не могут компенсировать их разность. По этой причине к трехпроводной схеме подключения предъявляется требование, чтобы провода были равной длины и сечения. Кроме того, в погрешность измерения добавляется погрешность рассогласования токов источников тока I_{ex+} и I_{ex-} .

Четырехпроводная схема использует только один источник тока. Поэтому исключается погрешность рассогласования токов I_{ex0+} и I_{ex0-} . Четырехпроводная схема не использует принцип компенсации сопротивлений и поэтому

Руководство по применению

позволяет исключить влияние проводов независимо от величины рассогласования их сопротивлений. Для этого напряжение измеряется непосредственно на выводах датчика. Эта схема измерения является наиболее точной.

5.4. Особенности работы с датчиками DS18B20

Цифровой датчик температуры DS18B20 определяет температуру окружающей среды в диапазоне от $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ и передаёт данные в виде цифрового сигнала по протоколу 1-Wire. Схемы подключения к преобразователям представлены в [Приложении В](#). В данном режиме работы границы диапазона преобразования фиксированные, значение $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответствует 20 мА , а $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 4 мА .

5.5. Вывод сигналов 4-20 мА

Преобразователи имеют линейно возрастающую или линейно убывающую характеристику выходного токового сигнала в зависимости от величины измеренного параметра (температура, сопротивление). Функция преобразования (прямая/обратная) для каждого канала выбирается при конфигурировании преобразователя.

Для линейно возрастающей характеристики зависимость между выходным токовым сигналом и величиной входного сигнала определяется формулой (1):

$$I_{\text{вых}} = I_{\text{мин}} + (I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}) \times (X - X_{\text{мин}}) / (X_{\text{макс}} - X_{\text{мин}}), \quad (1)$$

Для линейно убывающей характеристики зависимость между выходным токовым сигналом и величиной входного сигнала определяется формулой (2):

$$I_{\text{вых}} = I_{\text{макс}} - (I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}) \times (X - X_{\text{мин}}) / (X_{\text{макс}} - X_{\text{мин}}), \quad (2)$$

где: X – значение входного сигнала (температура);

$X_{\text{мин}}$ – нижняя граница диапазона преобразования входного сигнала;

$X_{\text{макс}}$ – верхняя граница диапазона преобразования входного сигнала;

$I_{\text{макс}}$, $I_{\text{мин}}$ – верхняя и нижняя границы диапазона выходного токового сигнала, $I_{\text{макс}} = 20\text{ мА}$, $I_{\text{мин}} = 4\text{ мА}$;

$I_{\text{вых}}$ – значение выходного токового сигнала, мА.

Схемы подключения нагрузки к токовому выходу преобразователей представлены в [Приложении В](#).

Верхняя и нижняя граница диапазона могут быть настроены пользователем. В случае если полученное значение от источника входного сигнала будет

выше верхней (ниже нижней) *пользовательской границы диапазона преобразования*, то значение выходного токового сигнала будет равно 20 мА (4 мА). В случае если полученное значение от источника входного сигнала выходит за полный диапазон преобразования, представленный в табл. 8, значение выходного токового сигнала будет равно 23 мА.

При аварии (обрыве или коротком замыкании) датчика значение выходного токового сигнала будет равно 23 мА.

5.6. Режим работы «Init»

Преобразователи SLA-2TI-4-20-M, SLA-2RTD-4-20-M, SLA-UT-4-20-M, SLA-UT-4-20-1R-M, SLA-UT-4-20-2R-M имеют режим инициализации «Init». Этот режим позволяет обратиться к преобразователю по заводским настройкам, если по каким-либо причинам пользователь не может связаться с преобразователем по сети RS-485 (не знает сетевой адрес, или настройку скорости передачи данных).

Заводские настройки:

- протокол обмена: Modbus RTU;
- сетевой адрес: 01h;
- настройки сети RS-485: 9600 бит/с 8N1.

Чтобы перейти в режим «Init» необходимо:

- 1) обесточить преобразователь;
- 2) установить переключку между клеммами «Init+» и «Init-»;
- 3) подать питание на преобразователь;
- 4) выждать 1-2 сек;
- 5) произвести запрос на чтение или запись регистра скорости, адреса и настроек RS-485 по протоколу Modbus RTU;
- 6) обесточить преобразователь;
- 7) убрать переключку между клеммами «Init+» и «Init-».

После подачи питания на преобразователь без переключки «Init», произведет запуск с настройками, установленными пользователем.

5.7. Контроль качества и порядок замены преобразователя

Неисправные преобразователи до наступления гарантийного срока могут быть заменены на новые у изготовителя.

Преобразователи относятся к электрооборудованию общего исполнения и устанавливаются вне взрывоопасных зон, в помещениях, достаточно защищенных от влаги, пыли, грязи, вибраций, механических повреждений, несанкционированного доступа и чрезмерных колебаний температуры.

Перед монтажом преобразователи следует осмотреть, проверить маркировку по взрывозащите, целостность корпуса и гарантийных табличек.

Подключение преобразователей должно производиться в соответствии со схемами внешних подключений, приведенными в [Приложении В](#).

Линия связи между преобразователями и взрывозащищенным электрооборудованием может быть выполнена любым типом кабеля с медными проводниками сечением не менее 0,35 кв.мм, согласно ПУЭ-85.

Сопротивление изоляции проводов искробезопасной цепи должно быть не менее 30 МОм.

Кабели опасной зоны должны быть надежно закреплены и удалены от всех остальных кабелей. Они должны подводиться к оборудованию опасной зоны через гибкую изоляционную трубку, кабелепровод или кабельный желоб, проложенный в опасной зоне.

Кабели безопасной зоны должны выводиться из оборудования безопасной зоны через гибкую изоляционную трубку, кабелепровод или кабельный желоб, проложенный в безопасной зоне.

При монтаже преобразователя необходимо руководствоваться настоящим РЭ, главой 3.4 ПТЭ, главой 7.3 ПУЭ и другими документами, действующими в данной отрасли промышленности.

5.8. Программное конфигурирование преобразователей

Прежде чем подключить преобразователь к сети, его необходимо сконфигурировать, т.е. задать скорость и настройки сети обмена данными и адрес устройства. Для настройки рекомендуется подключать к ведущему устройству в формате «точка-точка».

5.9. Пересчет данных, получаемых от модулей, в режиме MODBUS RTU

Информация об измеряемом параметре передается модулем в режиме MODBUS RTU в двоичном виде (2байта, отрицательные значения в дополнительном коде), нормированная к верхнему пределу диапазона измерения.

Обратный пересчет производится по нижеприведенным соотношениям.

Если полученные данные (X) удовлетворяют условию $X \leq 32767$ в десятичном коде, то вычисление температуры производится по соотношению:

$$T = X * P / 32767 \quad (1),$$

иначе – по соотношению:

$$T = (X - 65535) * P / 32767 \quad (2),$$

где:

T – значение измеряемого параметра в инженерных единицах, в десятичном коде;

X – полученное в ответе значение в десятичном коде;

P – максимальное положительное значение измеряемого параметра

Например, полученное в ответе от модуля значение **температуры** в десятичном коде

$$X = 16383$$

Поскольку $X \leq 32767$, расчет выполняется по соотношению (1)

$$T = X * P / 32767 = 16383 * 600 / 32767 = 299,99 \text{ } ^\circ\text{C},$$

Или, например, полученное в ответе от модуля значение в десятичном коде $X = 62804$.

Поскольку $X > 32767$, расчет выполняется по соотношению (2)

$$T = (X - 65535) * P / 32767 = (62804 - 65535) * 600 / 32767 = -50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

5.10. Эксплуатационные ограничения

Место установки преобразователей должно быть удобно для проведения монтажа, демонтажа и обслуживания.

Обеспечение искробезопасности

При монтаже преобразователей, работающих в комплекте с термопарами, необходимо соблюдать следующие условия:

- линия связи от датчика до преобразователя и от преобразователя до прибора выполняется однопроводными компенсационными проводами с диаметром не более 2,5 кв.мм;
- температура входных и выходных клемм преобразователя должна быть одинаковой для уменьшения погрешности измерения.

Суммарное значение сопротивления линии связи преобразователя с датчиком не должно превышать допустимого сопротивления линии связи вторичного прибора или устройства.

Измерения выполняются методом прямых измерений.

5.11. Действия при отказе преобразователя

При отказе преобразователя в системе его следует заменить на новый. Для замены преобразователя из него вынимают клеммные колодки, не отсоединяя от них провода, и вместо отказавшего преобразователя устанавливают новый.

6. Программное обеспечение

6.1. Состав программного обеспечения

Устройства поддерживают протокол обмена данными Modbus RTU в соответствии со спецификацией: MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION V1.1b3. Полный перечень возможных команд для работы с модулями представлен в карте Modbus RTU ([доступен для скачивания на сайте](#)).

7. Обеспечение искробезопасности

Преобразователи с искробезопасными электрическими цепями уровня «ia» выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ 31610.11-2014, имеет маркировку взрывозащиты «[Ex ia] IIC/IIA/I» и предназначены для установки вне взрывоопасных зон.

При попадании высокого напряжения в искроопасную цепь преобразователь обеспечивает перегорание встроенного предохранителя и тем самым отключает защищаемую цепь от опасного напряжения. Дальнейшее использование «сработавшего» преобразователя возможно только после его ремонта на предприятии-изготовителе.

Искробезопасность выходных электрических цепей преобразователей достигается за счет ограничения напряжения и тока до безопасных значений, схемных и конструктивных решений, соответствующих ГОСТ 31610.11-2014 и гальванической развязки между искроопасными и искробезопасными цепями.

В преобразователях выходное напряжение ограничивается стабилитронами. Ток через стабилитроны ограничивается предохранителями. Ограничение тока в искробезопасных цепях обеспечивается резисторами.

8. Техническое обслуживание

8.1. Обеспечение взрывозащищенности при эксплуатации

При эксплуатации преобразователей необходимо выполнять все мероприятия в полном соответствии с разделами 5.2 – 5.10 настоящего РЭ. Кроме того, необходимо выполнять местные инструкции, действующие в данной отрасли промышленности, а также другие нормативные документы, определяющие эксплуатацию взрывозащищенного электрооборудования.

К эксплуатации искробезопасных преобразователей допускаются лица, изучившие настоящее РЭ и прошедшие необходимый инструктаж.

8.2. Профилактический осмотр

Периодичность профилактических осмотров преобразователей устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже, чем два раза в год. В процессе профилактического осмотра должны быть выполнены мероприятия согласно п. «Контроль качества и порядок замены преобразователя», а также проведена проверка крепления и изоляции проводов объемного монтажа.

9. Техника безопасности

Согласно ГОСТ 25861-83 (СТ СЭВ 3743-82) преобразователи относятся к приборам, которые питаются безопасным сверхнизким напряжением и не требует специальной защиты персонала от случайного соприкосновения с токоведущими частями.

10. Хранение, транспортировка и утилизация

Хранить преобразователи следует в таре изготовителя. При ее отсутствии надо принять меры для предохранения преобразователей от попадания внутрь и на поверхность пыли, влаги, конденсата, инородных тел. Преобразователи должны храниться по условиям хранения 1 по ГОСТ 15150-69. Срок хранения преобразователей составляет 10 лет.

Транспортировать преобразователи допускается любыми видами транспорта в таре изготовителя. Срок пребывания преобразователей в условиях транспортирования – не более трех месяцев.

Преобразователи не содержат вредных для здоровья веществ, и их утилизация не требует принятия особых мер.

11. Гарантия изготовителя

НИЛ АП гарантирует бесплатную замену или ремонт неисправных приборов в течение 18 месяцев со дня продажи при условии отсутствия видимых механических повреждений и не нарушении условий эксплуатации.

Покупателю запрещается открывать корпус преобразователя. На преобразователи, которые были открыты пользователем, гарантия не распространяется.

Доставка преобразователей для замены выполняется по почте или курьером. При пересылке почтой преобразователи должны быть помещены в упаковку изготовителя или эквивалентную ей по стойкости к механическим воздействиям, имеющим место во время пересылки. К преобразователю необходимо приложить описание дефекта и условия, при которых преобразователь вышел из строя.

12. Сведения о сертификации

Искробезопасные преобразователи серии SLA сертифицированы на соответствие техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности обору-

дования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС 012/2011), **сертификат соответствия № ЕАЭС RU С-RU.НА65.В.01727/23**

Искробезопасные преобразователи удовлетворяет требованиям следующих стандартов:

- ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011) Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования.
- ГОСТ 31610.11-2014 «Взрывоопасные среды. Часть 11. Оборудование с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь «i»».

13. Список стандартов, на которые даны ссылки

ГОСТ 12.2.007.0-75	Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
ГОСТ 31610.11-2014	Взрывоопасные среды. Часть 11. Оборудование с видом взрывозащиты "искробезопасная электрическая цепь "i"
ГОСТ Р 52931-2008	Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия
ГОСТ 31610.0-2014	Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования
ГОСТ 14254-2015	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды
ГОСТ 12.2.091-2002	Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования
ГОСТ Р 8.585-2001	Государственная система обеспечения единства измерений. ТЕРМОПАРЫ. Номинальные статические характеристики преобразования
ГОСТ 6651-2009	Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний
ГОСТ 25861-83	Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования по электрической и механической безопасности и методы испытаний
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

Приложение А

(справочное)

Габаритные и присоединительные размеры преобразователей

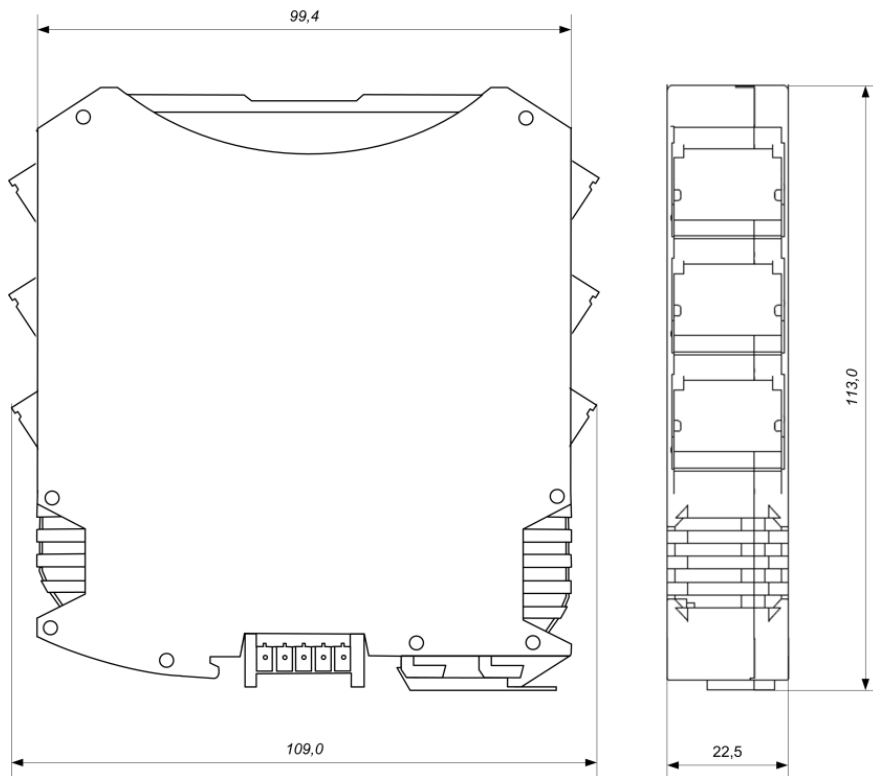


Рис. А.1. Габаритные размеры преобразователей

Приложение Б

(обязательное)

Схемы подключений для поверки измерительных преобразователей

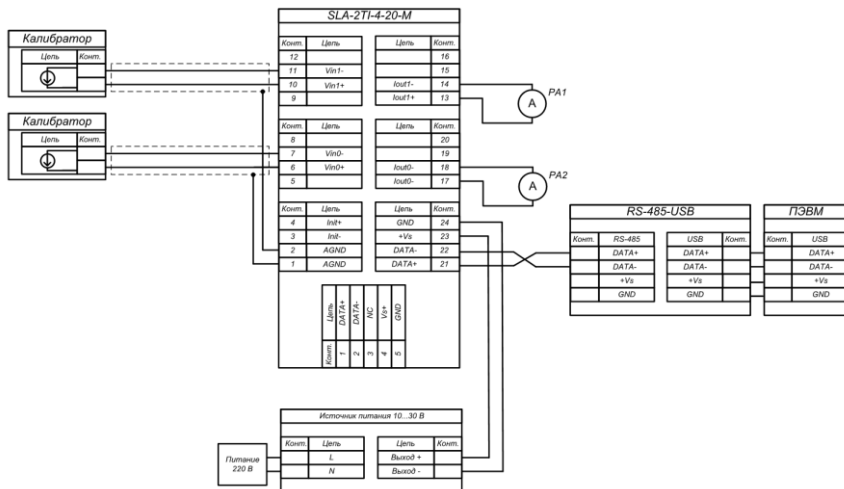


Рис. Б.1. Схема подключения преобразователя SLA-2TI-4-20-M для проведения поверки преобразования напряжения в выходной ток

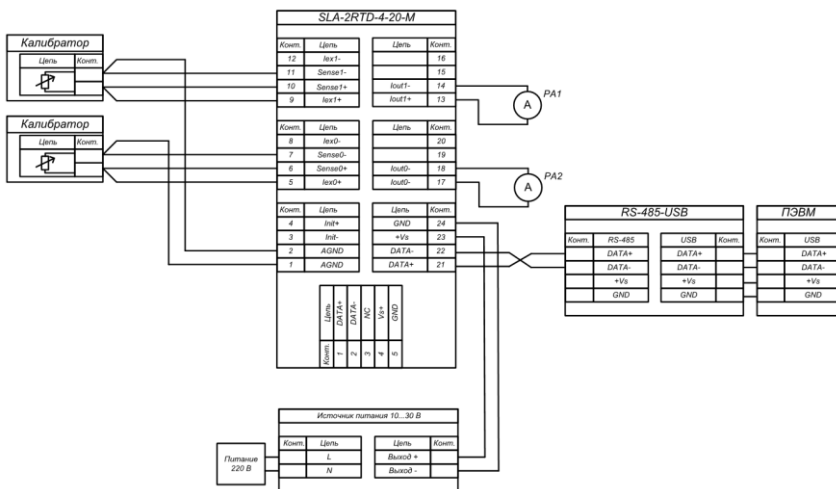


Рис. Б.2. Схема подключения преобразователя SLA-2RTD-4-20-M для проведения поверки преобразования сопротивления в выходной ток

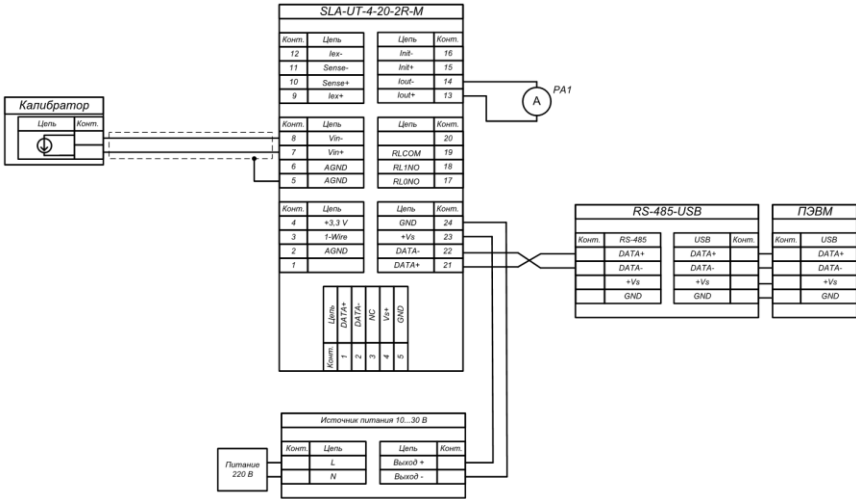


Рис. Б.3. Схема подключения преобразователя SLA-UT-4-20-2R-M для проведения поверки преобразования напряжения в выходной токовый сигнал

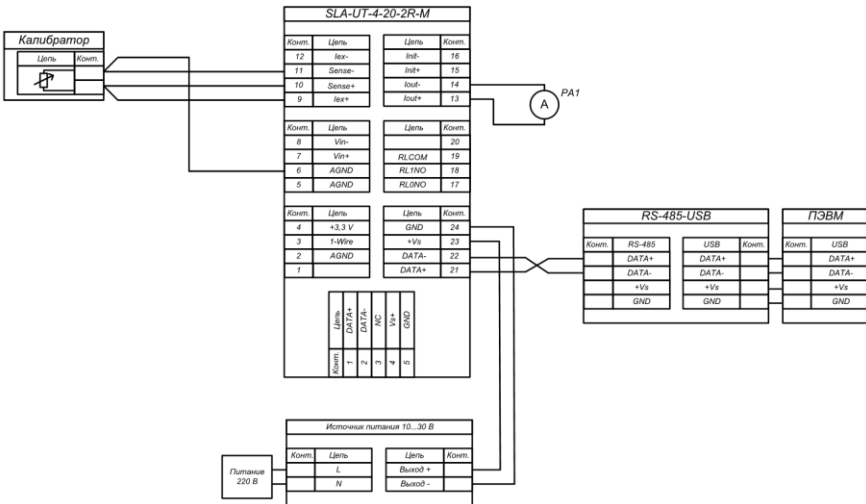


Рис. Б.4. Схема подключения преобразователя SLA-UT-4-20-2R-M для проведения поверки преобразования сопротивления в выходной токовый сигнал

Приложение Б

Табл. Б. 1 Средства поверки

Наименование	Основные характеристики, необходимые для поверки	Рекомендуемый тип
Калибратор универсальный	Воспроизведение силы постоянного тока $\Delta = \pm (0,004 \% \text{ от } I + 0,0004 \% \text{ от } III)$, воспроизведение напряжения постоянного тока $\Delta = \pm (0,002 \% \text{ от } U + 0,00015 \% \text{ от } UП)$;	H4-7
Магазин сопротивлений	кл. т. 0,02.	MCP-60M
Мультиметр цифровой прецизионный	Измерение силы постоянного тока от 0 до 20 мА $\Delta = \pm (0,0014 \% \text{ от } I + 0,0002 \% \text{ от } III)$, измерение напряжения постоянного тока от 0 до 10 В $\Delta = \pm (0,00035 \% \text{ от } U + 0,00002 \% \text{ от } UП)$	Fluke 8508A
Термометр		
Барометр		
Примечания: 1. Возможно применение средств измерений и оборудования других типов, основные характеристики которых не хуже приведенных. 2. В качестве вспомогательных устройств при проведении поверки используется преобразователь интерфейса USB/RS-485 «NL-485-USB» (или аналог) и IBM совместимый компьютер с операционной системой Windows, коммутационные устройства. В качестве инструментального ПО для проведения работ по поверке используется программа для настройки и тестирования преобразователей NLConfig v2 .		

Приложение В

(обязательное)

Схемы подключений преобразователей

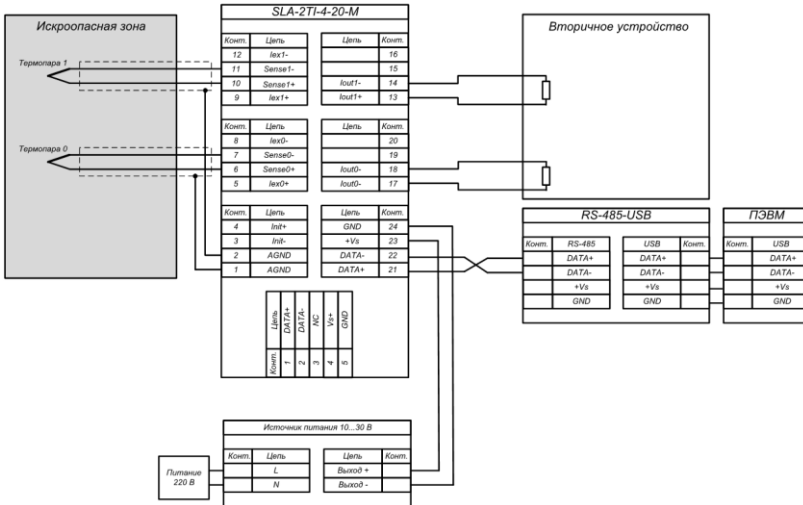


Рис. В.1. Схема подключения термодпар к 2-х каналному преобразователю SLA-2TI-4-20-M

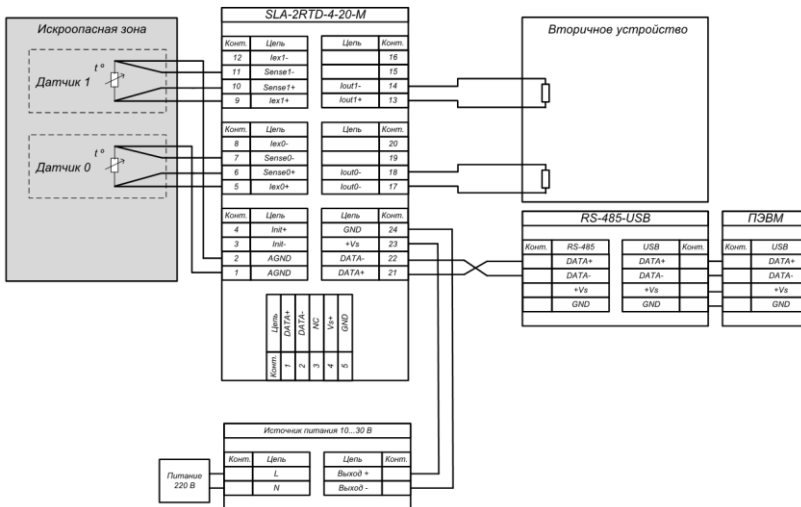


Рис. В.2. 4-х проводная схема подключения резистивных датчиков к 2-х каналному преобразователю SLA-2RTD-4-20-M

Приложение В

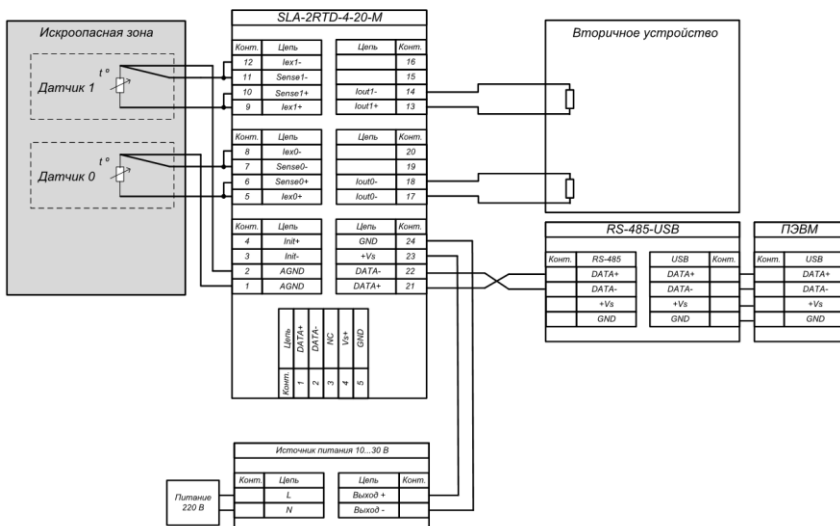


Рис. В.3. 3-х проводная схема подключения резистивных датчиков к 2-х канальному преобразователю SLA-2RTD-4-20-M

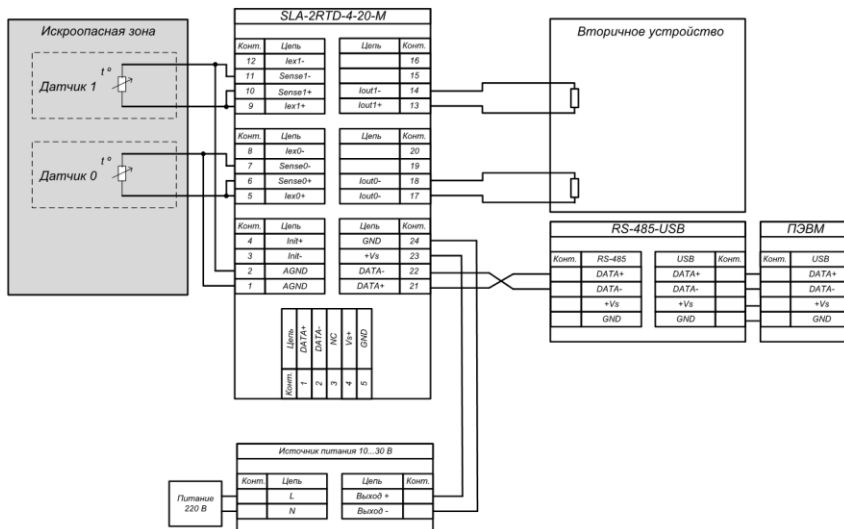


Рис. В.4. 2-х проводная схема подключения резистивных датчиков к 2-х канальному преобразователю SLA-2RTD-4-20-M

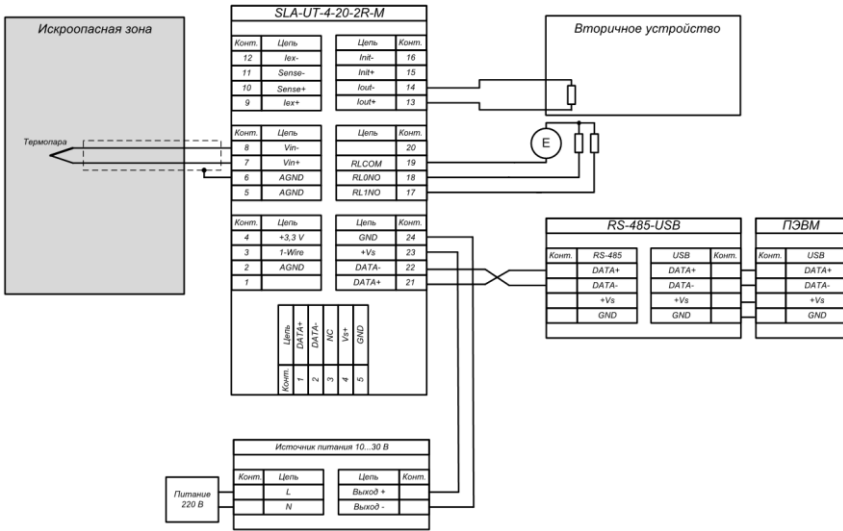


Рис. В.5. Схема подключения термопары к 1-канальному преобразователю SLA-UT-4-20-2R-M

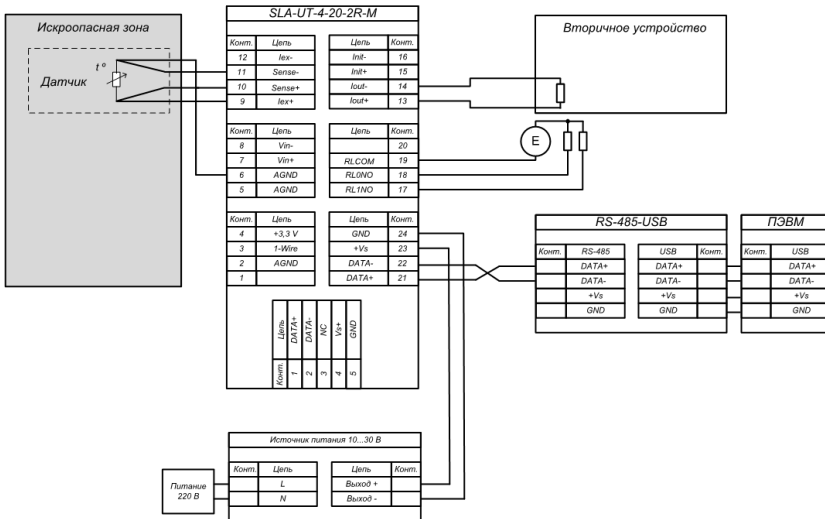


Рис. В.6. 4-х проводная схема подключения резистивного датчика к 1-канальному преобразователю SLA-UT-4-20-2R-M

Приложение В

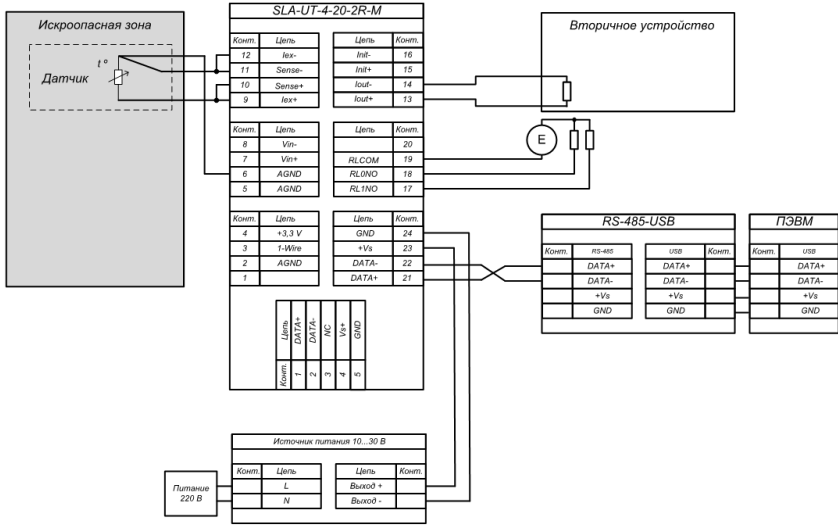


Рис. В.7. 3-х проводная схема подключения резистивного датчика к 1-канальному преобразователю SLA-UT-4-20-2R-M

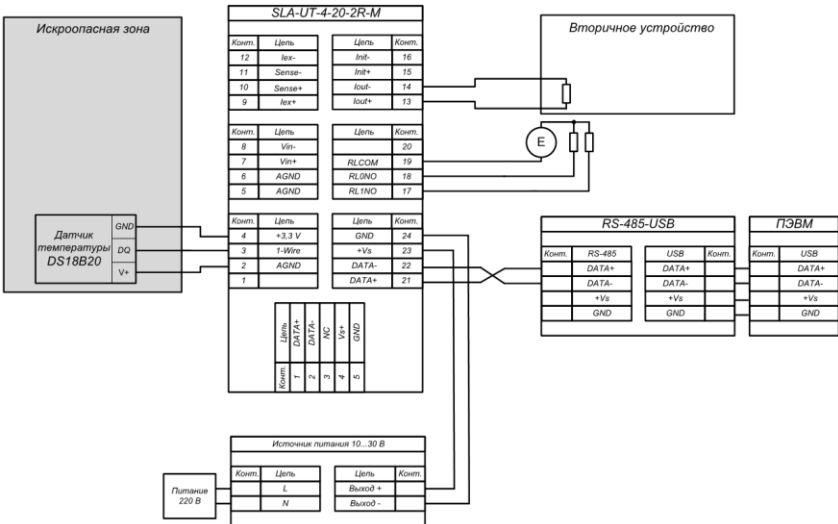


Рис. В.8. Схема подключения датчика DS18B20 к 1-канальному преобразователю SLA-UT-4-20-2R-M

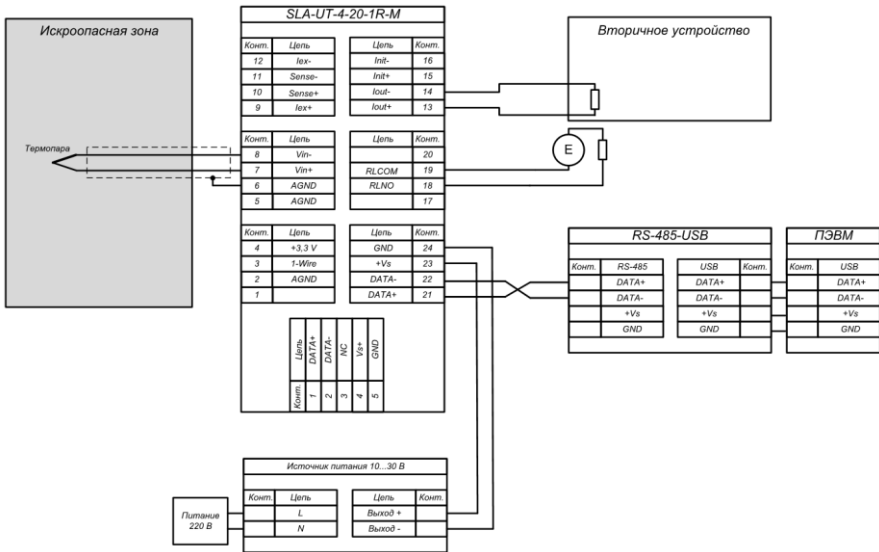


Рис. В.9. Схема подключения термопары к 1-канальному преобразователю SLA-UT-4-20-1R-M

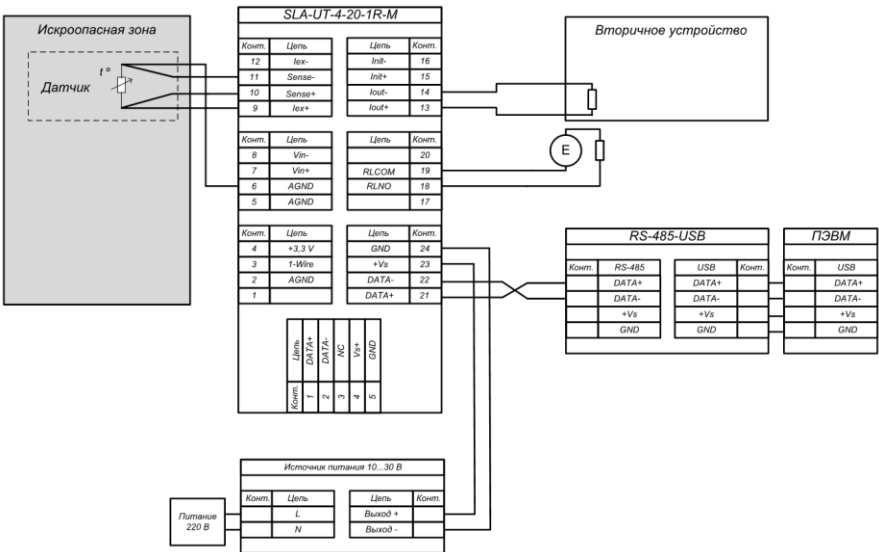


Рис. В.10. 4-х проводная схема подключения резистивного датчика к 1-канальному преобразователю SLA-UT-4-20-1R-M

Приложение В

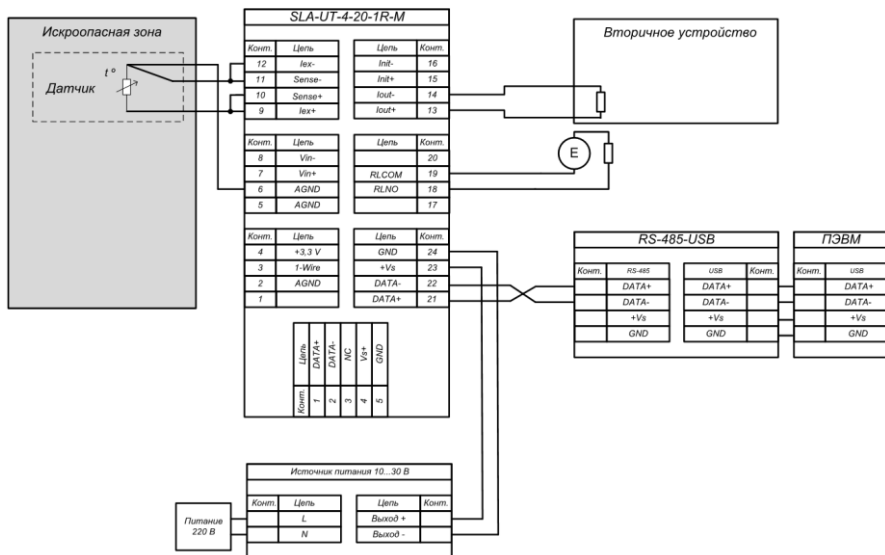


Рис. В.11. 3-х проводная схема подключения резистивного датчика к 1-канальному преобразователю SLA-UT-4-20-1R-M

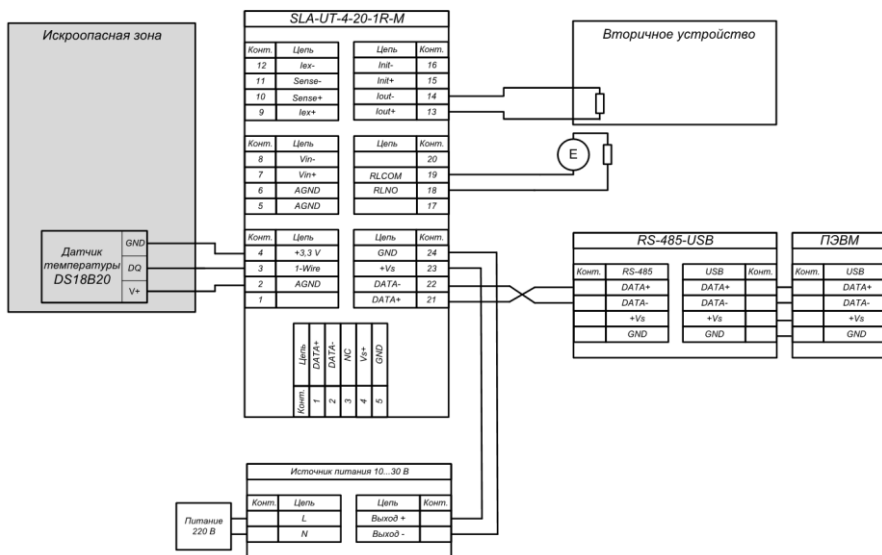


Рис. В.12. Схема подключения датчика DS18B20 к 1-канальному преобразователю SLA-UT-4-20-1R-M

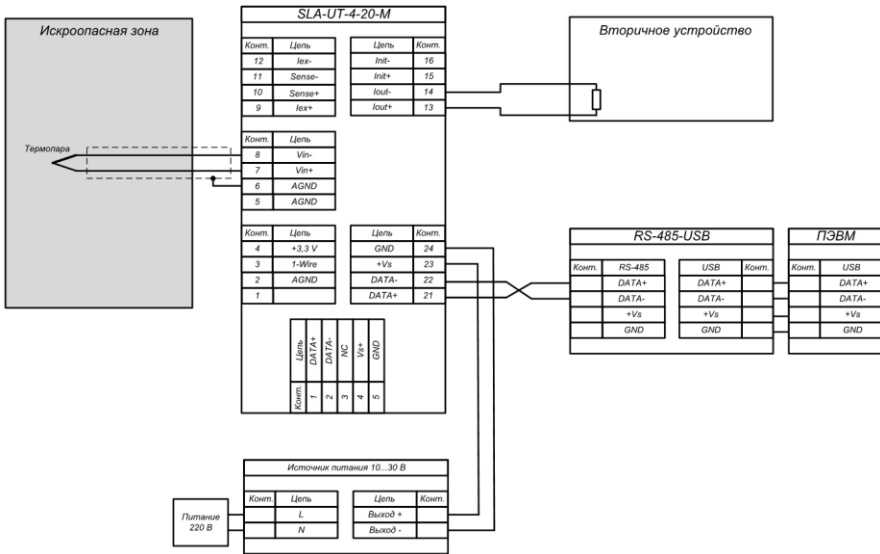


Рис. В.13. Схема подключения термопары к 1-канальному преобразователю SLA-UT-4-20-M

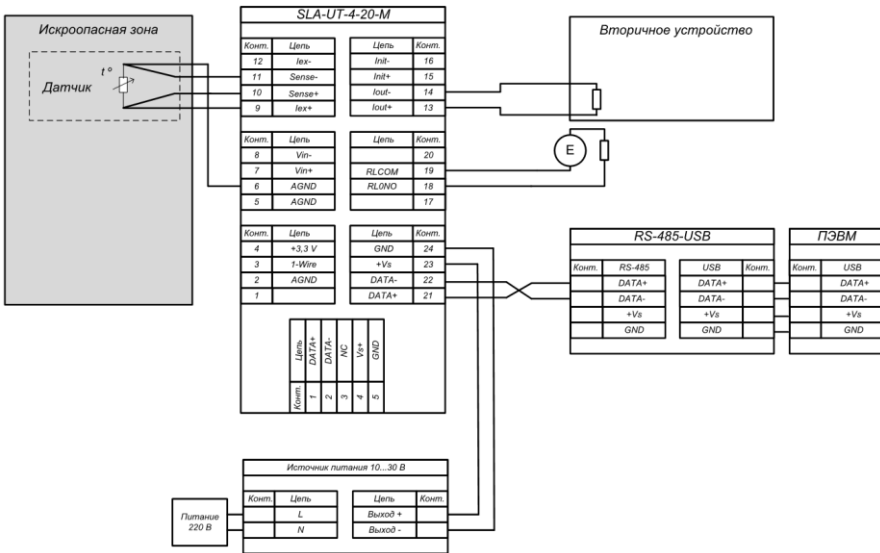


Рис. В.14. 4-х проводная схема подключения резистивного датчика к 1-канальному преобразователю SLA-UT-4-20-M

Приложение В

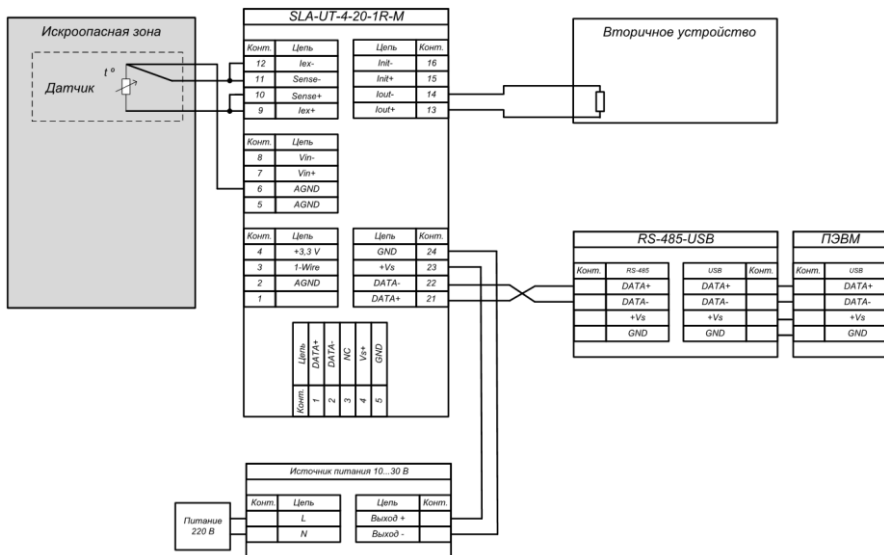


Рис. В.15. 3-х проводная схема подключения резистивного датчика к 1-канальному преобразователю SLA-UT-4-20-M

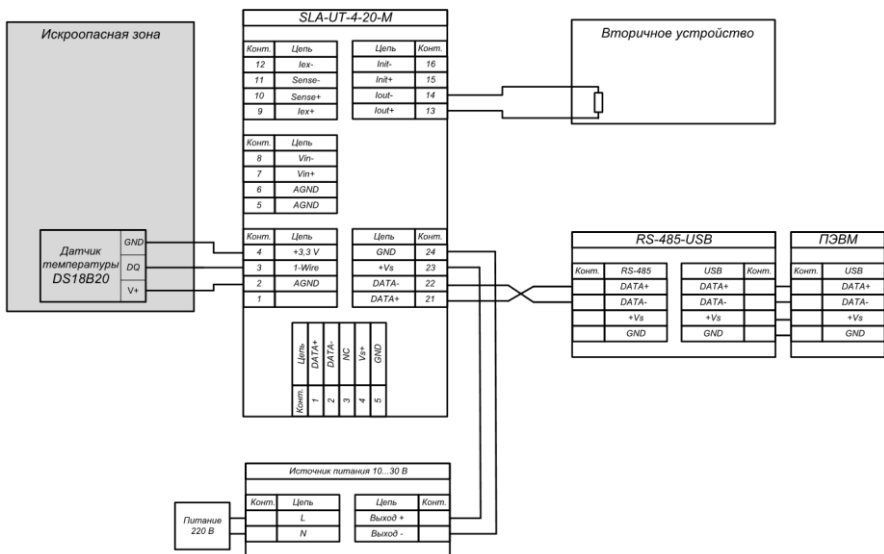


Рис. В.16. Схема подключения датчика DS18B20 к 1-канальному преобразователю SLA-UT-4-20-M

Лист регистрации изменений

Дата изменения	Описание изменения	Примечание
27.09.2023	<i>В п.1.4 добавлена расшифровка и назначение клемм NC на модулях.</i>	<i>NC = Not Connected</i>
09.10.2023	<i>Добавлен раздел 4 (информация о условиях, средствах и проведении юстировки модулей).</i>	
16.10.2023	<i>Добавлен раздел 5.9 (информация о пересчете данных, получаемых от модулей, в режиме MODBUS RTU)</i>	