

## Искробезопасные измерительные преобразователи

Для жестких условий эксплуатации

Серия SLAN

# SLAN-AI-M, SLAN-TI-M, SLAN-RTD-M

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

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



НПКГ.426431.005 РЭ

Руководство по эксплуатации

© НИЛ АП, 2023

Версия от 22 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](mailto: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

<b>1. Вводная часть .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. Состав серии SLAN .....</b>	<b>6</b>
1.2. Назначение преобразователей .....	6
1.3. Состав и конструкция .....	7
1.4. Маркировка и пломбирование .....	8
1.5. Упаковка.....	9
1.6. Комплект поставки.....	9
<b>2. Технические характеристики.....</b>	<b>9</b>
2.1. Эксплуатационные свойства .....	9
2.2. Электрические характеристики.....	11
2.3. Метрологические характеристики .....	15
<b>3. Структура преобразователей.....</b>	<b>17</b>
<b>4. Метрологическое обслуживание .....</b>	<b>18</b>
4.1. Методика юстировки модуля .....	19
4.2. Юстировка преобразователя SLAN-AI-M.....	20
4.3. Юстировка преобразователя SLAN-TI-M .....	21
4.4. Юстировка модуля SLAN-RTD-M.....	22
<b>5. Руководство по применению .....</b>	<b>23</b>
5.1. Органы индикации преобразователей .....	23
5.2. Ввод сигналов $\pm 10$ В, $\pm 5$ В, $\pm 1$ В, $\pm 500$ мВ, $\pm 150$ мВ, $\pm 20$ мА.....	24
5.3. Особенности работы с термопарами .....	24
5.4. Особенности работы с термосопротивлениями.....	25
5.5. Режим работы «Init».....	26
5.6. Контроль качества и порядок замены преобразователя .....	26
5.7. Программное конфигурирование преобразователей .....	27
5.8. Эксплуатационные ограничения.....	27
5.9. Действия при отказе преобразователя.....	28
<b>6. Программное обеспечение .....</b>	<b>28</b>

---

6.1. Состав программного обеспечения .....	28
<b>7. Обеспечение искробезопасности .....</b>	<b>28</b>
<b>8. Техническое обслуживание .....</b>	<b>29</b>
8.1. Обеспечение взрывозащищенности при эксплуатации .....	29
8.2. Профилактический осмотр.....	29
<b>9. Техника безопасности.....</b>	<b>29</b>
<b>10. Хранение, транспортировка и утилизация .....</b>	<b>29</b>
<b>11. Гарантия изготовителя .....</b>	<b>30</b>
<b>12. Сведения о сертификации .....</b>	<b>30</b>
<b>13. Список стандартов, на которые даны ссылки.....</b>	<b>31</b>
<b>Приложение А .....</b>	<b>32</b>
<b>Приложение Б .....</b>	<b>33</b>
<b>Приложение В .....</b>	<b>36</b>
<b>Приложение Г .....</b>	<b>39</b>
1. Кодировка скоростей интерфейса RS-485.....	39
2. Коды команд Modbus RTU для искробезопасного измерительного разделителя SLAN-AI-M.....	39
3. Коды команд Modbus RTU для искробезопасного измерительного преобразователя SLAN-TI-M.....	41
4. Коды команд Modbus RTU для искробезопасного измерительного преобразователя SLAN-RTD-M.....	43
5. Пересчет данных, получаемых от модулей в протоколе Modbus RTU ..	44
6. Float в протоколе Modbus RTU .....	45
7. Коды ошибок протокола Modbus.....	46
8. Коды типов термодатчиков модуля SLAN-TI-M .....	47
9. Коды входных диапазонов модуля SLAN-AI-M.....	48
10. Коды типов термопреобразователей сопротивлений модуля SLAN-RTD-M.....	49
<b>Лист регистрации изменений.....</b>	<b>51</b>

# 1. Вводная часть

Настоящее руководство по эксплуатации НПКГ.426431.005 РЭ (в дальнейшем — РЭ) содержит сведения, необходимые для ознакомления с принципами действия и особенностями работы искробезопасных измерительных преобразователей (в дальнейшем — преобразователей) SLAN-AI-M, SLAN-TI-M, SLAN-RTD-M. 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 выходным интерфейсом RS-485 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 SLAN

В состав серии SLAN входят следующие **искробезопасные измерительные преобразователи**:

- SLAN-AI-M – одноканальный преобразователь, предназначенный для передачи аналоговых сигналов из искроопасной зоны, с выходным интерфейсом RS-485 и протоколом обмена Modbus RTU в искробезопасной зоне;
- SLAN-TI-M – одноканальный преобразователь, предназначенный для передачи сигналов термопар из искроопасной зоны, с выходным интерфейсом RS-485 и протоколом обмена Modbus RTU в искробезопасной зоне;
- SLAN-RTD-M – одноканальный преобразователь, предназначенный для передачи сигналов от термопреобразователей сопротивления из искроопасной зоны, с выходным интерфейсом RS-485 и протоколом обмена Modbus RTU в искробезопасной зоне.

## 1.2. Назначение преобразователей

Искробезопасные преобразователи серии SLAN 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] ПС/ПВ/Л и предназначены для установки вне взрывоопасных зон помещений и наружных установок.

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

## Вводная часть

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. подключ. датчиков	Номер схемы подключения
0...±10 В	от -10 до +10 В	Напряжение постоянное	[Ex ia] ПС\ПВ\I или [Ex ia]I	SLAN-AI-M	1	Рис. В.1 Рис. В.2
±20 мА	от -20 до +20 мА	Токовая петля	[Ex ia] ПС\ПВ\I или [Ex ia]I	SLAN-AI-M	1	Рис. В.3 Рис. В.4
Термопары	от -2,5 до +2,5 В	Напряжение постоянное	[Ex ia] ПС\ПВ\I	SLAN-TI-M	1	Рис. В.5
Термометры сопротивления	От 0 до 3137 Ом, ток опроса не более 2 мА	Четырёхпроводная схема подключения	[Ex ia] ПС\ПВ\I	SLAN-RTD-M	1	Рис. В.6 Рис. В.7 Рис. В.8

### 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.

*Съёмные клеммные колодки* позволяют выполнить быструю замену преобразователя без отсоединения подведённых к нему проводов. Для отсоединения клеммной колодки нужно поддеть ее в верхней части тонкой отверткой.

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

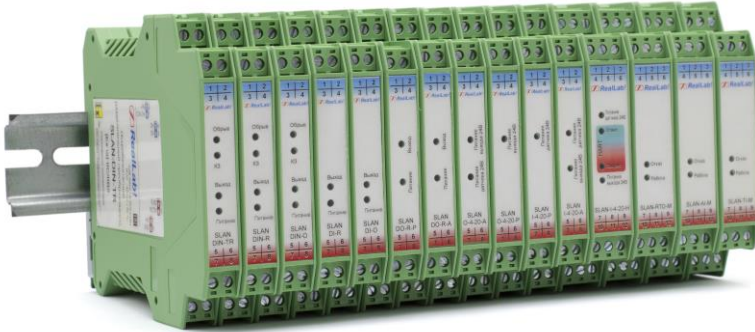


Рис. 1.1. Расположение преобразователей серии SLAN на DIN-рейке

## 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;
- паспорт.

## 2. Технические характеристики

### 2.1. Эксплуатационные свойства

Преобразователи характеризуются следующими основными свойствами:

- линеаризация номинальных статических характеристик (НСХ) термопар, термосопротивлений;
- аппаратная диагностика обрыва датчиков (термопар, термосопротивлений и датчиков с выходом  $\pm 20$  мА,  $\pm 1$  В,  $\pm 500$  мВ,  $\pm 150$  мВ в дифференциальном режиме измерения);
- конфигурирование по интерфейсу RS-485 с помощью конфигуратора [NLconfig v2](#). Пользователь может сконфигурировать следующие характеристики преобразователя:
  - диапазон измерения - выбирается из фиксированного набора, указанного в табл. 7 - табл. 9;
  - вкл/выкл функции компенсации «холодного» спая термопары (только для преобразователя SLAN-TI-M);
  - 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 - 2500 В;
- 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 150 г.

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

Преобразователи устойчивы 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 транспортной упаковке выдерживают:

- воздействие ударов со значением пикового ударного ускорения  $98 \text{ м/с}^2$ , длительностью ударного импульса 16 мс с общим числом ударов  $(1000 \pm 10)$  в направлении, обозначенном на таре манипуляционным знаком «Верх»;
- 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  $(25 \pm 10) \text{ °С}$ ;
- 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. 9.

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.

## Технические характеристики

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 приведены параметры линий связи преобразователя SLAN-RTD-M с термопреобразователем сопротивления.

В табл. 3 приведены электрические характеристики измерительных преобразователей: SLAN-AI-M, SLAN-TI-M, SLAN-RTD-M.

В табл. 4 приведены электрические характеристики интерфейса RS-485 для преобразователей: SLAN-AI-M, SLAN-TI-M, SLAN-RTD-M.

В табл. 5 приведены значения потребляемой мощности по цепи питания.

Табл. 2. Параметры линий связи преобразователя SLAN-RTD-M с термопреобразователем сопротивления

<b>R<sub>линии</sub>, Ом, не более</b>	<b>Исполнение линий</b>
0,03	2х-проводная
15	3х-проводная, провода равной длины и сечения
50	4х-проводная, провода произвольной длины и сечения

*Примечание:*

R<sub>линии</sub> – допустимое сопротивление каждого провода без внесения дополнительной погрешности.

Табл. 3. Параметры измерительных преобразователей SLAN-AI-M, SLAN-TI-M, SLAN-RTD-M

<b>Параметр</b>	<b>Значение параметра</b>	<b>Примечание</b>
<i>Параметры аналоговых входов</i>		
Разрядность АЦП, не менее	16 бит	

## Технические характеристики

Параметр	Значение параметра	Примечание
Ток утечки входов при разомкнутых и замкнутых ключах мультиплексора, не более	$\pm 60$ нА	Наихудшее значение
Ток утечки входов при напряжении на входах выше допустимого, не более	$\pm 2$ мкА	<b>Допустимое напряжение для модулей (не более): SLAN-TI(-RTD)-M: <math>\pm 2,5</math> В; SLAN-AI-M: <math>\pm 10</math> В</b>
Коэффициент ослабления помехи нормального вида	120 дБ	На частоте 50 Гц
Коэффициент ослабления помехи общего вида	140 дБ	На частоте 50 Гц
Погрешность датчика температуры холодного спая	$\pm 1,5$ °С	
Погрешность линеаризации характеристик термодпар и термосопротивлений	$\pm 0,1$ %	Без учета погрешности датчика
Нелинейность датчика температуры холодного спая	0,3 °С	Не более
Ток возбуждения термопреобразователей сопротивления	200 мкА	Для SLAN-RTD-M
Рассогласование токов возбуждения	0,25 %	Типовое значение. Компенсируется при юстировке
Температурный дрейф разности токов возбуждения	0,0015 %/град.	Типовое значение
Входное сопротивление, не менее	1 МОм	
Время измерения, с	0,1 / 0,035	SLAN-AI-M медленный/быстрый режим преобразования
Время измерения, с	0,1	SLAN-RTD-M, SLAN-TI-M
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 внешнего питания</i>		
Напряжение питания	10...30 В	

## Технические характеристики

Параметр	Значение параметра	Примечание
Потребляемая мощность		См. табл. 5
Защита от неправильного подключения полярности источника питания	есть	

Табл. 4. 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

## Технические характеристики

Параметр	Значение параметра	Примечание
Входной ток	1 мА	Максимальное значение

Табл. 5. Потребление преобразователей по цепям питания

Обозначение	$P_{\max}$ в устано- вившемся режиме, Вт	Режим функционирования
SLAN-AI-M	1	На входе уровень напряжения 0 В, по интерфейсу RS-485 – опрос канала с максимально допустимой частотой
SLAN-TI-M	1	На входе уровень напряжения 0 В, по интерфейсу RS-485 – опрос канала с максимально допустимой частотой
SLAN-RTD-M	1	На входе подключен резистор 10...100 Ом, по интерфейсу RS-485 – опрос канала с максимально допустимой частотой

*Примечания:*

Максимальная потребляемая мощность приведена для напряжения питания 24 В.

Максимальные значения входного напряжения  $U_m$  искроопасных 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. 6.

Табл. 6. Параметры искробезопасных цепей

Обозначение	Каналы	Ех- маркировка	$U_m$ , В	$U_o$ , В	$I_o$ , мА	$P_o$ , Вт	$C_o$ , мкФ	$L_o$ , мГн	Область применения
SLAN-AI-M	1	[Ex ia] IIC	250	18	6	0,03	0,309	200	Подключение сигналов постоянного тока и напряжения
		[Ex ia] IIB	250	18	6	0,03	1,78	800	
		[Ex ia] I	250	18	6	0,03	10	1000	
SLAN-TI-M	1	[Ex ia] IIC	250	18	6	0,03	0,309	200	Подключение терморпар, передача сигналов постоянного напряжения
		[Ex ia] IIB	250	18	6	0,03	1,78	800	
		[Ex ia] I	250	18	6	0,03	10	1000	
SLAN-RTD-M	1	[Ex ia] IIC	250	18	6	0,03	0,309	200	Подключение термосопротивления по 2-х, 3-х, 4-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: SLAN-AI-M, SLAN-TI-M, SLAN-RTD-M, приведены в табл. 7 - табл. 9.

Условия, при которых нормируется основная погрешность:

- температура окружающего воздуха плюс  $(20 \pm 2)$  °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.

Табл. 7. Метрологические характеристики искробезопасного измерительного преобразователя SLAN-AI-M

Искробезопасный измерительный преобразователь SLAN-AI-M		
Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности	Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры на 10 °С
$\pm 10$ В; $\pm 5$ В; $\pm 1$ В; $\pm 500$ мВ; $\pm 150$ мВ	$\pm 0,1$ %	$\pm 0,05$ %
$\pm 20$ мА	$\pm 0,1$ %	$\pm 0,05$ %

#### Примечания

1. Погрешность приведена к верхней границе диапазона измерений.
2. Для измерения диапазона  $\pm 20$  мА необходимо использование внешнего резистора 125 Ом.

Табл. 8. Метрологические характеристики искробезопасного измерительного преобразователя SLAN-TI-M

<b>Искробезопасный измерительный преобразователь SLAN-TI-M</b>		
<b>Диапазон измерений</b>	<b>Пределы допускаемой основной погрешности</b>	<b>Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры на 10 °С</b>
J -210...+1200 °С	±3 °С	±1 °С
K -100...+1000 °С	±3,5 °С	
B 0...1820 °С	±4 °С	
L -100...+800°С	±3 °С	
E -100...+1000 °С	±3,5 °С	
S +500...+1750 °С	±4 °С	
R +500...+1750 °С	±4 °С	
N -100...+1300 °С	±4 °С	
T -100...+400 °С	±2,5 °С	

*Примечания:*

1. Погрешность измерения температуры с помощью термопары включает в себя погрешность компенсации температуры холодного спая, погрешность модуля и погрешность линеаризации нелинейности термопары и не включает погрешность самой термопары.
2. Пределы допускаемой основной погрешности указаны в абсолютных значениях.
3. Погрешности датчика температуры холодного спая представлены в табл. 3.
4. Применение термопар, работающих в диапазоне от 0 °С, возможно только при температуре корпуса модуля выше 0 °С.



## Структура преобразователей

Табл. 9. Метрологические характеристики искробезопасного измерительного преобразователя SLAN-RTD-M

Искробезопасный измерительный преобразователь SLAN-RTD-M		
Диапазон измерений	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности	Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры на 10 °C
0...3137 Ом	±0,1 %	±0,15 %
Pt 100 $W_{100}=1.385$ , -100...100 °C	±0,2 %	±0,3 %
Pt 100 $W_{100}=1.385$ , 0...100 °C		
Pt 100 $W_{100}=1.385$ , 0...200 °C		
Pt 100 $W_{100}=1.385$ , 0...600 °C		
100П $W_{100}=1.3916$ , -100...100 °C		
100П $W_{100}=1.3916$ , 0...100 °C		
100П $W_{100}=1.3916$ , 0...200 °C		
100П $W_{100}=1.3916$ , 0...600 °C		
120Н $W_{100}=1.617$ , -80...100 °C		
120Н $W_{100}=1.617$ , 0...100 °C		
Pt 1000 $W_{100}=1.385$ , -200...600 °C		
50M $W_{100}=1,428$ , -180...200 °C		
Cu 50 $W_{100}=1,426$ , -50...200 °C		

*Примечания:*

1. Погрешность измерения температуры приведена без учета погрешности датчика (термопреобразователя сопротивления).
2. Погрешность приведена к верхней границе диапазона измерений.

## 3. Структура преобразователей

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 цифровых сигналов;
- DC/DC преобразователи питания для обеспечения гальванической развязки входных и выходных цепей по питанию;
- АЦП для преобразования сигналов напряжения, а также от термопреобразователей сопротивления и термопар в цифровой код;
- программируемые микроконтроллеры для настройки и обработки данных АЦП, реализации протокола обмена через интерфейс RS-485;
- 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 соответствующего типа преобразователя.

## **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 NLS-Ethernet. Абсолютная погрешностью измерений оценивается как разность показаний этих приборов.

Преобразователи 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 программно. Поправки, полученные при юстировке, сохраняются в ЭППЗУ модуля и учитываются встроенным контроллером перед выдачей результата измерения. Проверку прибора следует выполнять после его юстировки.

### **4.1. Методика юстировки модуля**

#### **4.1.1. Средства юстировки**

Для юстировки следует использовать калибратор, обеспечивающий формирование выходных электрических сигналов с погрешностью, по крайней мере в 3 раза меньшую, чем юстируемый модуль. Калибраторы должны быть поверены.

При юстировке на вход модулей подается тестовое напряжение, ток или сопротивление. Источник тестового напряжения, тока или сопротивления должен иметь временную стабильность не хуже 0,01 % за время юстировки и пульсации не более 0,01 %. Величина тестового напряжения, тока или сопротивления может задаваться калибратором, либо аналогичным прибором, обеспечивающим формирование выходных электрических сигналов соответствующих параметров с требуемой погрешностью.

Вывод AGND модуля не следует соединять с защитным заземлением лаборатории. Если источник тестового напряжения или тока питаются от сети, их корпуса должны быть заземлены для уменьшения емкостной наводки из сети 50 Гц. Все приборы, подлежащие защитному заземлению, должны быть подсоединены к одной и той же общей клемме заземления. Один из выводов источника калиброванного напряжения или тока можно соединить с заземлением, если это указано в инструкции по его эксплуатации. Приборы, имеющие батарейное питание, заземлять не следует.

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

#### **4.1.2. Условия юстировки**

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

- температура окружающего воздуха  $20 \pm 5$  °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.

## 4.2. Юстировка преобразователя SLAN-AI-M

*Отметим, что преобразователи SLAN-AI-M имеют режим работы как с дифференциальным, так и с одиночным входом. Юстировку следует проводить в том режиме, в котором модуль будет использоваться.*

### 4.2.1. Юстировка диапазонов напряжения

Процесс юстировки диапазонов напряжения для преобразователей SLAN-AI-M выполняется по следующему алгоритму:

- подключить калибратор к каналу преобразователя проводом минимальной длины (для дифференциального режима - в соответствии с рис. б.1, для одиночного режима – в соответствии с рис. б.2);
- выбрать диапазон измерения канала записью соответствующего значения в регистр «*Диапазон*»;
- подать нулевое напряжение (0 В) на вход преобразователя;
- выполнить команду юстировки смещения, записав значение 00h 00h в регистр «*Калибровка смещения*»;
- подать юстировочное напряжение в зависимости от выбранного диапазона в соответствии с табл. 10;
- выполнить команду юстировки усиления, записав значение 00h 00h в регистр «*Калибровка усиления*».

Табл. 10. Напряжение необходимое для юстировки усиления

Диапазон	Юстировочное напряжение
От -10 до +10 В	10 В
От -5 до +5 В	5 В
От -1 до +1 В	1 В
От -500 до +500 мВ	500 мВ
От -150 до +150 мВ	150 мВ

### 4.2.2. Юстировка токового диапазона

Процесс юстировки токового диапазона для преобразователей SLAN-AI-M выполняется по следующему алгоритму:

## Метрологическое обслуживание

- подключите параллельно входу преобразователя резистор (для дифференциального режима - в соответствии с рис. б.3, для одиночного режима - в соответствии с рис. б.4) сопротивлением 125 Ом с ТКС не хуже  $\pm 25 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ , например, С2-29В, группы "Д" или модуль (блок шунтов) NLS-8CS-125, NLS-16CS-125, содержащий в своем составе 8 или 16 таких резисторов, и калибратор;
- установить токовый диапазон канала, записав значение 00h 0Dh в регистр «*Диапазон*»;
- подать нулевой ток на вход модуля;
- выполнить команду юстировки смещения, записав значение 00h 00h в регистр «*Калибровка смещения*»;
- подать ток 20 мА на вход модуля;
- выполнить команду юстировки усиления, записав значение 00h 00h в регистр «*Калибровка усиления*».

### 4.3. Юстировка преобразователя SLAN-TI-M

#### 4.3.1. Юстировка термопар

Процесс юстировки термопар для преобразователя SLAN-TI-M выполняется по следующему алгоритму:

- подключить калибратор к входу преобразователя проводом минимальной длины в соответствии с рис. б.5;
- выбрать тип термопары канала записью соответствующего значения в регистр «*Диапазон канала*»;
- подать нулевое напряжение (0 В) на вход модуля;
- выполнить команду юстировки смещения, записав значение 00h 00h в регистр «*Калибровка смещения*»;
- подать юстировочное напряжение в соответствии с табл. 11;
- выполнить команду юстировки усиления записав значение 00h 00h в регистр «*Калибровка усиления*».

Табл. 11. Напряжение необходимое для юстировки усиления термопар

Тип термопары	Юстировочное напряжение
S, B	15 мВ
J, K, T, E, R, N, L	50 мВ

### 4.3.2. Юстировка канала измерения датчика холодного спая

Процесс юстировки канала измерения датчика холодного спая преобразователя выполняется по следующему алгоритму:

- подключить калибратор к входу преобразователя проводом минимальной длины в соответствии с рис. 6.5;
- подать нулевое напряжение (0 В) на вход модуля;
- выполнить команду юстировки смещения, записав значение 00h 00h в регистр «*Калибровка смещения датчика холодного спая*»;
- подать напряжение 2,5 В на вход модуля;
- выполнить команду юстировки усиления, записав значение 00h 00h в регистр «*Калибровка усиления датчика холодного спая*».

### 4.4. Юстировка модуля SLAN-RTD-M

Для юстировки модуля SLAN-RTD-M необходим образцовый магазин сопротивлений или калибратор. Допускается использовать также высокоточный термостабильный резистор (например, С2-29В, группы "Д") совместно с образцовым омметром. Омметр используется для измерения сопротивления резистора, а резистор – для юстировки модуля. Отметим, что юстировку следует выполнять в той схеме подключения датчика, в которой он будет использоваться.

При использовании трехпроводной схемы включения датчика (рис. 6.6) юстировку следует проводить с проводами реальной длины (как в условиях эксплуатации). Это позволит скомпенсировать в процессе юстировки паразитное падение напряжения на проводах.

Процедура юстировки термосопротивлений для модуля SLAN-RTD-M состоит из следующих этапов:

- подготовить 3-проводную (рис. 6.6) или 4-проводную (рис. 6.7) схему соединения калибратора к нулевому каналу модуля;
- выбрать тип термосопротивления канала записью соответствующего значения в регистр Modbus RTU «*Диапазон канала*»;
- подать нулевое сопротивление (0 Ом) на вход модуля;
- выполнить команду юстировки смещения, записав значение 00h 00h в регистр Modbus RTU «*Калибровка смещения*»;
- подать юстировочное сопротивление в зависимости от выбранного диапазона в соответствии с табл. 12;

## Руководство по применению

- выполнить команду юстировки усиления, записав значение 00h 00h в регистр «Калибровка усиления».

Табл. 12. Сопротивление необходимое для юстировки усиления

Тип термосопротивления	Юстировочное сопротивление
Cu 50 ( $\alpha = 0,00426 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ), 50 M ( $\alpha = 0,00428 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ )	200 Ом
Pt 100 ( $\alpha = 0,00385 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ), 100 П ( $\alpha = 0,00391 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ), H 120 ( $\alpha = 0,00617 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ )	400 Ом
Pt 1000 ( $\alpha = 0,00385 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ )	4000 Ом

## 5. Руководство по применению

### 5.1. Органы индикации преобразователей

На лицевой панели преобразователей расположены следующие индикаторы, свечение которых отображает состояние модуля (см. табл. 13. и рис. 5.1):

- зеленый светодиодный индикатор «Работа»;
- красный светодиодный индикатор «Отказ».

Табл. 13. Индикация преобразователей серии SLAN

Состояние светодиода «Работа»	Состояние светодиода «Отказ»	Состояние преобразователя
Свечение отсутствует	Свечение отсутствует	Отсутствие питания
Свечение отсутствует	Постоянное свечение	Проблемы с прошивкой
Постоянное свечение	Свечение отсутствует	Нормальная работа
Краткосрочное мигание	-	Обмен данными с преобразователем по интерфейсу RS-485
Постоянное свечение	Постоянное свечение	Режим Init



Рис. 5.1. Расположение органов индикации на лицевых панелях преобразователей а) SLAN-AI-M, б) SLAN-TI-M, в) SLAN-RTD-M

## 5.2. Ввод сигналов $\pm 10$ В, $\pm 5$ В, $\pm 1$ В, $\pm 500$ мВ, $\pm 150$ мВ, $\pm 20$ мА

Схемы подключения к преобразователю SLAN-AI-M для измерения сигналов  $\pm 10$  В,  $\pm 5$  В,  $\pm 1$  В,  $\pm 500$  мВ,  $\pm 150$  мВ представлены в [Приложении В](#).

Для ввода сигналов  $\pm 20$  мА параллельно входу преобразователя SLAN-AI-M необходимо подключить высокоточный термостабильный резистор сопротивлением 125 Ом. Схемы подключения для измерения токовых сигналов представлены в [Приложении В](#).

## 5.3. Особенности работы с термопарами

Термопара является нелинейным преобразователем температуры в напряжение. Для реализации компенсации нелинейности в преобразователе SLAN-TI-M используются аппроксимируемые полиномы, взятые из ГОСТ Р 8.585-2001 для всех типов термопар представленных в табл. 8. Схемы подключения термопар к преобразователю 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 SLAN-TI-M измеряется встроенным датчиком температуры, а компенсация ненулевой температурой холодного спая, рассчитывается программно, в контроллере преобразователя. Встроенная компенсация температуры холодного спая может быть отключена при конфигурировании.

### **5.4. Особенности работы с термосопротивлениями**

Резистивные медные, платиновые или никелевые термопреобразователи сопротивления подключаются к преобразователю SLAN-RTD-M 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. 2). 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 позволяет исключить влияние проводов независимо от величины рассогласования их сопротивлений. Для этого напряжение измеряется непосредственно на выводах датчика. Эта схема измерения является наиболее точной.

## 5.5. Режим работы «Init»

Преобразователи SLAN-AI-M, SLAN-TI-M, SLAN-RTD-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 «GND»;
- 3) подать питание на преобразователь.

Для выхода из режима «Init» необходимо:

- 1) обесточить преобразователь;
- 2) убрать переключку между клеммами «Init» и «GND».

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

## 5.6. 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](#).

## **Руководство по применению**

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.

### **5.7. 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».

### **5.8. Эксплуатационные ограничения**

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

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

- линия связи от датчика до преобразователя и от преобразователя до прибора выполняется однотипными 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.

## 5.9. 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 Приложение Г.

# 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/IIВ/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 настоящим 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 требуют 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 SLAN сертифицированы на соответствие техническому регламенту Таможенного союза «О безопасности оборудования 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

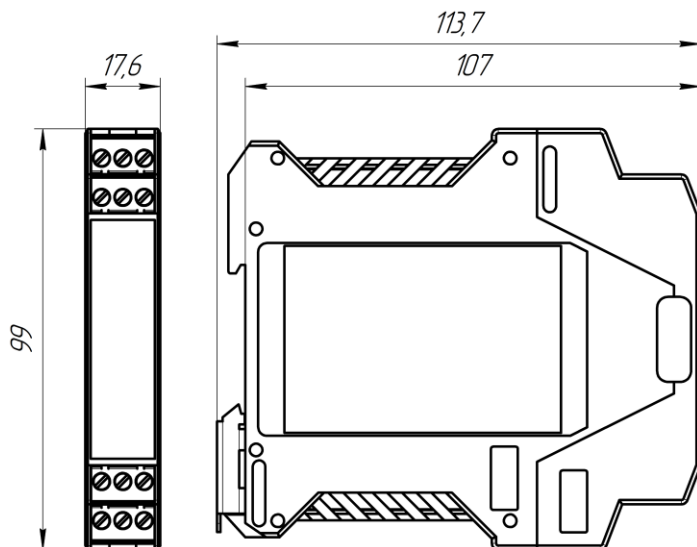


Рис. А.1. Габаритные размеры преобразователей SLAN серии



## Приложение Б

(обязательное)

Схемы подключений для поверки (юстировки)  
измерительных преобразователей

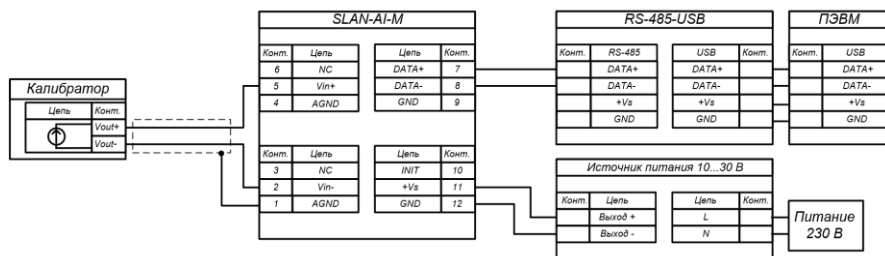


Рис. Б.1. Схема подключения преобразователя SLAN-AI-M для проведения поверки измерения напряжения в дифференциальном режиме

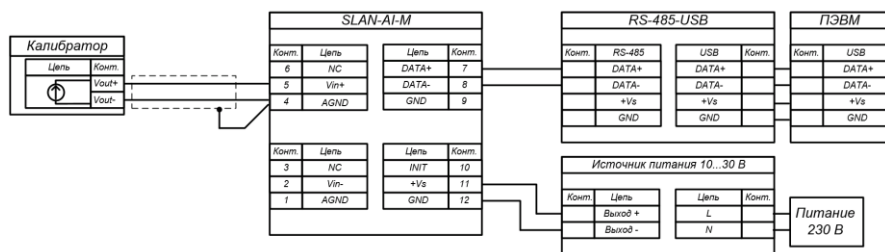


Рис. Б.2. Схема подключения преобразователя SLAN-AI-M для проведения поверки измерения напряжения в одиночном режиме

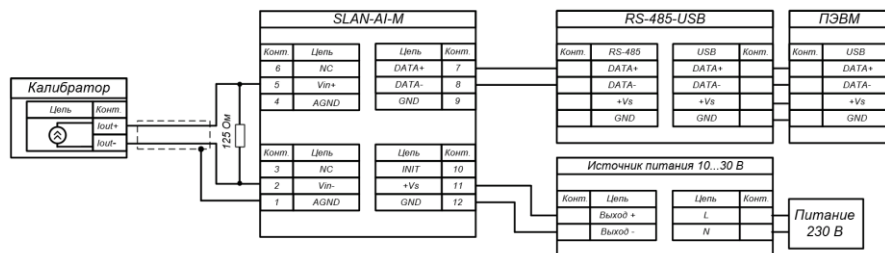


Рис. Б.3. Схема подключения преобразователя SLAN-AI-M для проведения поверки измерения тока в дифференциальном режиме

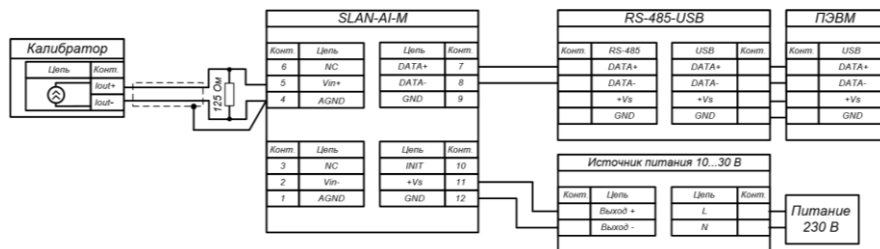


Рис. Б.4. Схема подключения преобразователя SLAN-AI-M для проведения проверки измерения тока в одиночном режиме

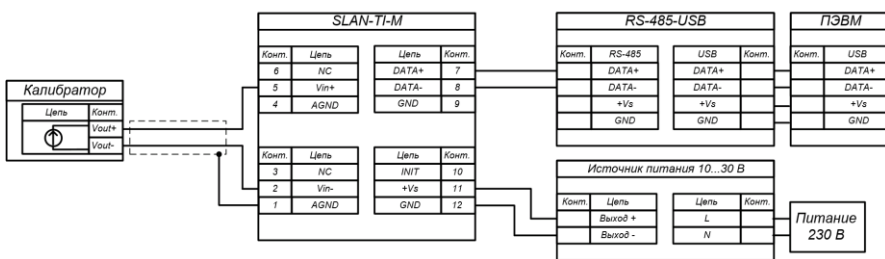


Рис. Б.5. Схема подключения преобразователя SLAN-TI-M для проведения проверки измерения напряжения

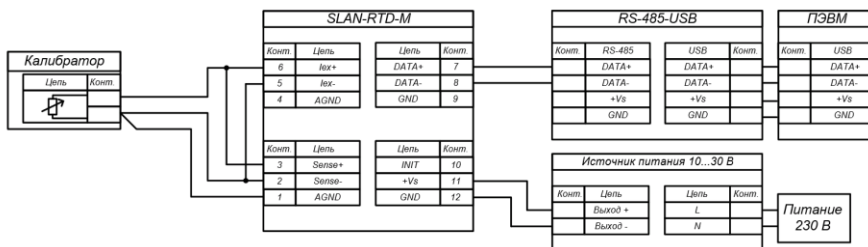


Рис. Б.6. 3-х проводная схема подключения преобразователя SLAN-RTD-M для проведения проверки измерения сопротивления

## Приложение Б

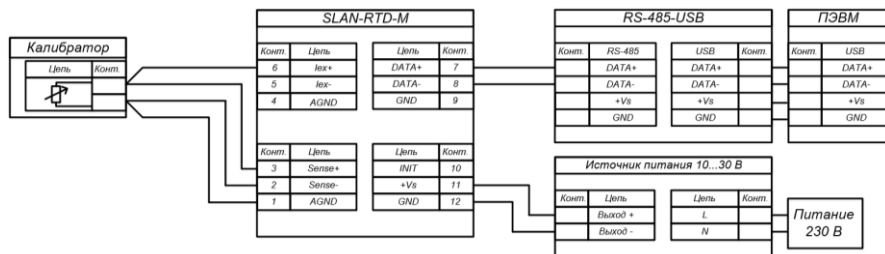


Рис. Б.7. 4-х проводная схема подключения преобразователя SLAN-RTD-M для проведения поверки измерения сопротивления

Табл. Б. 1 Средства поверки

Наименование	Основные характеристики, необходимые для поверки	Рекомендуемый тип
Калибратор универсальный	Воспроизведение силы постоянного тока $\Delta = \pm (0,004 \% \text{ от } I + 0,0004 \% \text{ от ПП})$ , воспроизведение напряжения постоянного тока $\Delta = \pm (0,002 \% \text{ от } U + 0,00015 \% \text{ от УП})$ ;	Н4-7
Магазин сопротивлений	кл. т. 0,02.	МСП-60М
Термометр		
Барометр		
<p><b>Примечания:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Возможно применение средств измерений и оборудования других типов, основные характеристики которых не хуже приведенных.</li> <li>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 <a href="#">NLConfig v2</a>.</li> </ol>		

# Приложение В

(обязательное)

Схемы подключений преобразователей

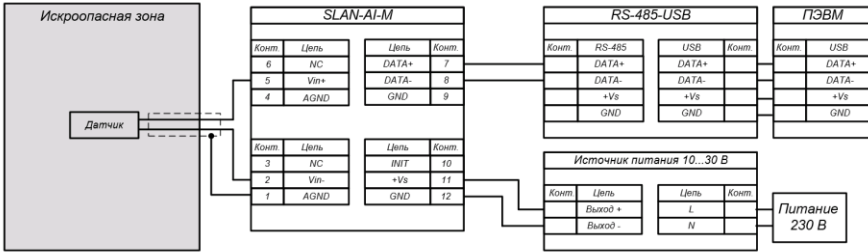


Рис. В.1. Схема дифференциального подключения датчика с выходным напряжением к преобразователю SLAN-AI-M

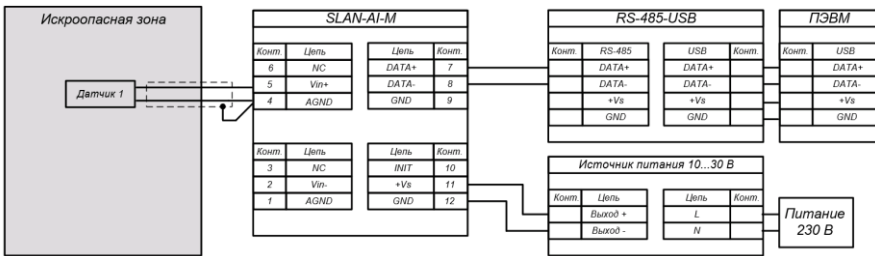


Рис. В.2. Схема одиночного подключения датчиков с выходным напряжением к преобразователю SLAN-AI-M

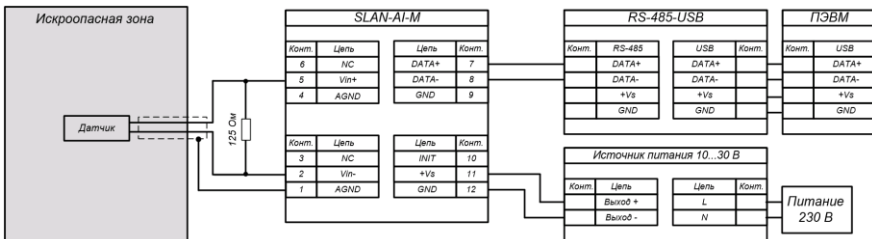


Рис. В.3. Схема дифференциального подключения датчика с токовым выходом к преобразователю SLAN-AI-M

## Приложение В

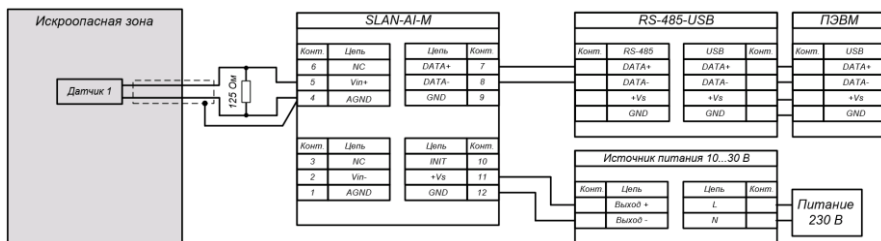


Рис. В.4. Схема одиночного подключения датчиков с токовым выходом к преобразователю SLAN-AI-M

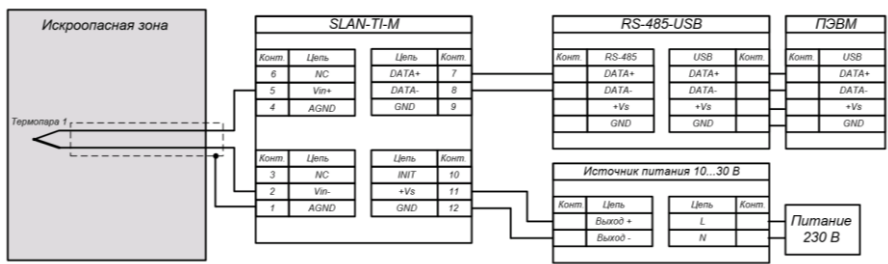


Рис. В.5. Схема подключения термопары к преобразователю SLAN-TI-M

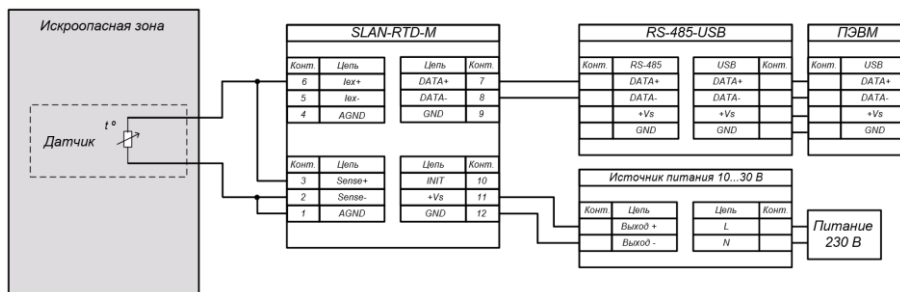


Рис. В.6. 2-х проводная схема подключения резистивного датчика к преобразователю SLAN-RTD-M

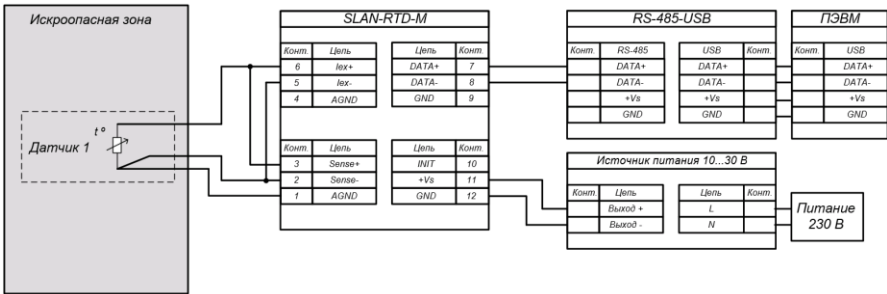


Рис. В.7. 3-х проводная схема подключения резистивного датчика к преобразователю SLAN-RTD-M

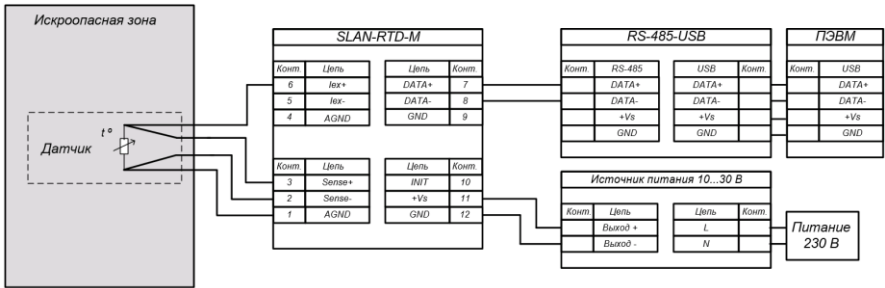


Рис. В.8. 4-х проводная схема подключения резистивного датчика к преобразователю SLAN-RTD-M

## Приложение Г

(справочное)

### 1. Кодировка скоростей интерфейса RS-485

Код скорости	04	05	06	07	08	09	10
Скорость обмена, бит/с	2400	4800	9600	19200	38400	57600	115200

### 2. Коды команд Modbus RTU для искробезопасного измерительного разделителя SLAN-AI-M

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Допустимый диапазон значений
00h 00h	Аналоговый вход	04	-	0000h-FFFFh (см. Пересчет данных, получаемых от модулей в протоколе Modbus RTU)
00h 20h	Аналоговый вход	04	-	Данные хранятся в формате float (см. Float в протоколе Modbus RTU)
00h C8h	Имя модуля	03	-	4 регистра по 2 байта (ASCII код. символов)
00h D4h	Версия программы	03	-	4 регистра по 2 байта (ASCII код. символов)
24h 80h	Калибровка смещения	-	06	Калибровка выполняется при записи 00h
24h A0h	Калибровка усиления	-	06	Калибровка выполняется при записи 00h
02h 00h	Адрес модуля	03	06	0001h-00F7h
02h 01h	Скорость RS-485	03	06	см. Кодировка скоростей интерфейса RS-485

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Допустимый диапазон значений
02h 0Ah	Контроль паритета и количество стоп-битов	03	06	Старший байт – паритет (0 – бита четн. нет, 1 – дополн. до нечет, 2 – дополн. до чет) Младший байт стоп-биты (1 или 2)
07h 00h	Диапазон канала	03	06	см. Коды входных диапазонов модуля SLAN-AI-M
06h 01h	Дифференциальный/одиночный режим	03	06	0000h – дифференциальный 0001h – одиночный
06h 02h	Режим работы	03	06	0000h – стандартный режим работы, 0001h – режим работы, с уменьшенным временем опроса канала
09h 00h	Определение типа контакта	03	-	0000h – нормально 0001h – обрыв 000Fh – не соотв. режим (одиночный или диапазоны $\pm 10$ В или $\pm 5$ В)
02h 09h	Счетчик ответов на команды	03	-	0000h-FFFFh
01h 20h	Программная перезагрузка модуля	-	06	Перезагрузка происходит при записи ABCDh
01h 22h	Сброс до заводских настроек	-	06	Сброс происходит при записи FEDCh (только в режиме INIT)
03h 20h	Задержка ответа на команды	03	06	0000h-00FFh (одна единица соответствует 1 мс)



### 3. Коды команд Modbus RTU для искробезопасного измерительного преобразователя SLAN-TI-M

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Допустимый диапазон значений
00h 00h	Температура термопары, °C	04	-	0000h-FFFFh (см. Пересчет данных, получаемых от модулей в протоколе Modbus RTU)
00h 20h	Температура термопары, °C	04	-	Данные хранятся в формате float (см. Float в протоколе Modbus RTU)
00h 10h	Температура холодного спая, °C	04	-	Данные хранятся в формате (одна единица соответствует 0,1 °C)
00h 11h	Температура холодного спая, °C	04	-	Данные хранятся в формате float (см. Float в протоколе Modbus RTU)
05h 05h	Выкл./вкл. холодного спая	03	06	0 – выключен, 1 – включен
05h 06h	Смещение холодного спая	03	06	От -1000 до +1000 (одна единица соответствует 0,01 °C)
24h 80h	Калибровка смещения	-	06	Калибровка выполняется при записи 00h
24h A0h	Калибровка усиления	-	06	Калибровка выполняется при записи 00h
24h FEh	Калибровка смещения датчика холодного спая	-	06	Калибровка выполняется при записи 00h
24h FFh	Калибровка усиления датчика холодного спая	-	06	Калибровка выполняется при записи 00h

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Допустимый диапазон значений
00h C8h	Имя модуля	03	-	4 регистра по 2 байта (ASCII кодирование символов)
00h D4h	Версия программы	03	-	4 регистра по 2 байта (ASCII кодирование символов)
02h 00h	Адрес модуля	03	06	0001h-00F7h
02h 01h	Скорость RS485	03	06	см. Кодировка скоростей интерфейса RS-485
02h 0Ah	Контроль паритета и количества стоп бит	03	06	Старший байт – паритет (0 – бита четности нет, 1 – дополнение до нечет, 2 – дополнение до чет) Младший байт стоп-биты (1 или 2);
07h 00h	Диапазон канала	03	06	см. Коды типов термпар модуля SLAN-TI-M
09h 00h	Определение типа контакта канала	03	-	0000h-нормально 0001h-обрыв
02h 09h	Счетчик ответов на команды	03	-	0000h-FFFFh
01h 20h	Программная перезагрузка модуля	-	06	Перезагрузка происходит при записи ABCDh
01h 22h	Сброс до заводских настроек	-	06	Сброс происходит при записи FEDCh (только в режиме INIT)
03h 20h	Задержка ответа на команды	03	06	0000h-00FFh (одна единица соответствует 1 мс)

**4. Коды команд Modbus RTU для искробезопасного измерительного преобразователя SLAN-RTD-M**

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Допустимый диапазон значений
00h 00h	Данные канала	04	-	0000h-FFFFh (см. Пересчет данных, получаемых от модулей в протоколе Modbus RTU)
00h 20h	Сопротивление, Ом	04	-	Данные хранятся в формате float (см. Float в протоколе Modbus RTU)
00h 40h	Температура, °C	04	-	Данные хранятся в формате float (см. Float в протоколе Modbus RTU)
00h C8h	Имя модуля	03	-	4 регистра по 2 байта (ASCII кодирование символов)
00h D4h	Версия программы	03	-	4 регистра по 2 байта (ASCII кодирование символов)
01h 20h	Программная перезагрузка модуля	03	06	Перезагрузка происходит при записи ABCDh (по умолчанию 574Fh)
01h 22h	Сброс до заводских настроек	03	06	Сброс происходит при записи FEDCh (по умолчанию 574Fh)
02h 00h	Адрес модуля	03	06	0001h-00F7h (по умолчанию 0001)
02h 01h	Скорость RS485	03	06	см. Кодировка скоростей интерфейса RS-485
02h 03h	Формат данных (температура/сопротивление)	03	06	0000h-0001h

Адрес регистра	Что читается или записывается	Код функции чтения	Код функции записи	Допустимый диапазон значений
02h 09h	Счетчик ответов на команды	03	06	0000h-FFFFh
02h 0Ah	Контроль паритета и количество стоп-битов	03	06	Старший байт – паритет (0 – бита четности нет, 1 – дополнение до нечет, 2 – дополнение до чет). Младший байт стоп-биты (1 или 2); (по умолчанию 0001)
07h 00h	Диапазон канала	03	06	см. Коды типов термопреобразователей сопротивления модуля SLAN-RTD-M
09h 00h	Определение типа контакта канала	03	-	0000h-нормально 0001h- обрыв
24h 80h	Калибровка смещения	03	06	Калибровка выполняется при записи 00h (по умолчанию 574Fh)
24h A0h	Калибровка усиления	03	06	Калибровка выполняется при записи 00h (по умолчанию 574Fh)

## 5. Пересчет данных, получаемых от модулей в протоколе Modbus RTU

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

В связи с вышеизложенным, обратный пересчет производится по нижеприведенным соотношениям.

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

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

## Приложение Г

---

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, для диапазона RTD Pt 1000, 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)

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

Например, для диапазона  $\pm 20$  мА полученное в ответе от модуля значение **тока** в десятичном коде

$$X=16383.$$

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

$$I=X*P/32767=16383*20/32767=9,99 \text{ мА}$$

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

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

$$I=(X-65535)*P/32767=(62804-65535)*20/32767=-1,66 \text{ мА}.$$

## 6. Float в протоколе Modbus RTU

Информация об измеряемом параметре передается модулем в режиме Modbus RTU float (4 байта в соответствии с IEEE-754 число с плавающей точкой одинарной точностью) представляется в формате в соответствии с таблицей.

Табл. Г1. Расшифровка Modbus RTU float

Номер регистра	Регистр X		Регистр X+1	
Часть регистра	High Byte	Low Byte	High Byte	Low Byte
Пример	00h	00h	41h	48h
Значение в Float	41	48	00	00h (12.5)

## 7. Коды ошибок протокола Modbus

Код	Имя	Содержание
01	ILLEGAL FUNCTION	Код функции, указанный в запросе, не является допустимым для сервера. Это может быть, например, если используемый модуль не поддерживает данную функцию, или неправильно сконфигурирован, или в момент опроса находится в состоянии, не позволяющем ему обработать данный запрос.
02	ILLEGAL DATA ADDRESS	Запрошенный адрес данных не является допустимым для сервера. Например, если количество запрошенных байт превышает размер регистра или запрашивается адрес, не существующий в сервере.
03	ILLEGAL DATA VALUE	Значение, содержащееся в поле данных запроса, недопустимо для сервера. Показывает ошибку в структуре сложного запроса, например, если длина запроса не соответствует стандарту. Этот код не может показывать, что величина, посылаемая для записи в регистр, выходит за границы динамического диапазона или не имеет физического смысла, поскольку протокол Modbus RTU не может знать об этом.

*Примечание.*

Обычно клиентом является контроллер или компьютер, сервером – преобразователь. В общем случае, сервером является устройство, у которого клиент запрашивает информацию. Сервер является ведомым (подчиненным) устройством, клиент – ведущим (главным).

## 8. Коды типов термопар модуля SLAN-TI-M

Код Типа входа	Тип термопары ГОСТ Р 8.585	Формат данных	Диапазон		Разрешение
0E	Термопара J-типа (ТЖК) От -210 до +1200 °С	Инженерные единицы	+1200.0	-0210.0	0,1°С
		% от шкалы	+100.00	-017.50	0.01%
		2-байтный шестна- дцатеричный	7FFF	E99A	M3P
0F	Термопара K-типа (ТХА) От -100 до +1200 °С	Инженерные единицы	+1372.0	-0270.0	0,1°С
		% от шкалы	+100.00	-019.68	0.01%
		2-байтный шестна- дцатеричный	7FFF	E6D0	M3P
10	Термопара T-типа (ТМК) От -100 до +400 °С	Инженерные единицы	+400.00	-270.00	0,01°С
		% от шкалы	+100.00	-067.50	0.01%
		2-байтный шестна- дцатеричный	7FFF	A99B	M3P
11	Термопара E-типа (ТХКн) От -100 до +1000 °С	Инженерные единицы	+1000.0	-0270.0	0,1°С
		% от шкалы	+100.00	-027.00	0.01%
		2-байтный шестна- дцатеричный	7FFF	DD71	M3P
12	Термопара R-типа (ТПП - плат. 13%) От +500 до +1750 °С	Инженерные единицы	+1750.0	-0050.0	0,1°С
		% от шкалы	+100.00	-002.83	0.01%
		2-байтный шестна- дцатеричный	7FFF	FC62	M3P
13	Термопара S-типа (ТПШ, плат. 10%) От +500 до +1750 °С	Инженерные единицы	+1768.0	-0050.0	0,1°С
		% от шкалы	+100.00	-002.83	0.01%
		2-байтный шестна- дцатеричный	7FFF	FC62	M3P
14	Термопара B-типа (ТПР) От 0 до +1820 °С	Инженерные единицы	+1820.0	-0000.0	0,1°С
		% от шкалы	+100.00	-000.00	0.01%
		2-байтный шестна- дцатеричный	7FFF	0000	M3P

Код Типа входа	Тип термомпары ГОСТ Р 8.585	Формат данных	Диапазон		Разрешение
15	Термомпара N-типа (ТНН) От -100 до +1300 °С	Инженерные единицы	+1300.0	-0270.0	0,1°С
		% от шкалы	+100.00	-020.77	0.01%
		2-байтный шестна- дцатеричный	7FFF	E56B	МЗР
16	Зарезервировано				
17	Термомпара L-типа (ТХК) От -100 до +800 °С	Инженерные единицы	+800.00	-200.00	0,01°С
		% от шкалы	+100.00	-025.00	0.01%
		2-байтный шестна- дцатеричный	7FFF	E001	МЗР

## 9. Коды входных диапазонов модуля SLAN-AI-M

Код типа входа	Диапазон	Формат данных	Диапазон		Разрешение
08	От -10 до +10 В	Инженерные единицы	+10.000	-10.000	1 мВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01%
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
09	От -5 до +5 В	Инженерные единицы	+5.0000	-5.0000	100 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01%
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
0A	От -1 до +1 В	Инженерные единицы	+1.0000	-1.0000	100 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01%
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
0B	От -500 до +500 мВ	Инженерные единицы	+500.00	-500.00	10 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01%
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР
0C	От -150 до +150 мВ	Инженерные единицы	+150.00	-150.00	10 мкВ
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01%
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР



**Приложение Г**

Код типа входа	Диапазон	Формат данных	Диапазон		Разрешение
0D	От -20 до +20 мА	Инженерные единицы	+20.000	-20.000	1 мкА
		% от шкалы	+100.00	-100.00	0.01%
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000	МЗР

**10. Коды типов термопреобразователей сопротивления модуля SLAN-RTD-M**

Код типа входа	Тип преобразователя	Формат данных	Верхняя граница диапазона	Нижняя граница диапазона
20	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha = 0.00385$ -100...100 °С	Инженерные единицы	+100.00	-100.00
		% от шкалы	+100.00	-100.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000
		Ом	+138.50	+000.00
21	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha = 0.00385$ 0...100 °С	Инженерные единицы	+100.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000
		Ом	+138.50	+000.00
22	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha = 0.00385$ 0...200 °С	Инженерные единицы	+200.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000
		Ом	+175.84	+000.00
23	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha = 0.00385$ 0...600 °С	Инженерные единицы	+600.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000
		Ом	+313.59	+000.00
24	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha = 0.003916$ -100...100 °С	Инженерные единицы	+100.00	-100.00
		% от шкалы	+100.00	-100.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	8000
		Ом	+139.16	+000.00
25	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha = 0.003916$ 0...100 °С	Инженерные единицы	+100.00	+000.00
		% от шкалы	+100.00	+000.00
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000
		Ом	+139.16	+000.00
26	Платиновый	Инженерные единицы	+200.00	+000.00

**Приложение Г**

<b>Код типа входа</b>	<b>Тип преобразователя</b>	<b>Формат данных</b>	<b>Верхняя граница диапазона</b>	<b>Нижняя граница диапазона</b>		
	100П (Pt 100) $\alpha = 0.003916$ 0...200 °С	% от шкалы	+100.00	+000.00		
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000		
		Ом	+177.13	+000.00		
27	Платиновый 100П (Pt 100) $\alpha = 0.003916$ 0...600 °С	Инженерные единицы	+600.00	+000.00		
		% от шкалы	+100.00	+000.00		
		2-байтный шестнадцатеричный	7FFF	0000		
		Ом	+317.28	+000.00		
		28	Никелевый 120Н (Ni 120) $\alpha = 0.00617$ -60...100 °С	Инженерные единицы	+100.00	-080.00
				% от шкалы	+100.00	-080.00
2-байтный шестнадцатеричный	7FFF			999A		
		Ом	+200.64	+000.00		
		29	Никелевый 120Н (Ni 120) $\alpha = 0.00617$ 0...100 °С	Инженерные единицы	+100.00	+000.00
				% от шкалы	+100.00	+000.00
2-байтный шестнадцатеричный	7FFF			0000		
		Ом	+200.64	+000.00		
		2A	Платиновый 1000П (Pt 1000) $\alpha = 0.00385$ -200...600 °С	Инженерные единицы	+600.00	-200.00
				% от шкалы	+100.00	-033.33
2-байтный шестнадцатеричный	7FFF			AAAA		
		Ом	+3137.1	+000.00		
		2B	Медный 50М (Cu 50) $\alpha = 0,00428$ -180...200 °С	Инженерные единицы	+200.00	-180.00
				% от шкалы	+100.00	-100.00
2-байтный шестнадцатеричный	7FFF			8000		
		Ом	092,77	+000.00		
		2C	Медный 50М (Cu 50) $\alpha = 0,00426$ -50...200 °С	Инженерные единицы	+200.00	-050.00
				% от шкалы	+100.00	-025.00
2-байтный шестнадцатеричный	7FFF			E000		
		Ом	092,61	+000.00		

## 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>
18.01.2024	<i>В таблице п.8 исправлена опечатка в названии терморпары J-типа</i>	