



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



С.А. Денисенко

2026 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи температуры PANAM

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

РТ-МП-1111-207-2025

г. Москва
2026

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи температуры PANAM, изготавливаемые «PANAM ENGINEERS LTD.», Индия (далее – ИП или преобразователи или ПТ, поверяемое СИ).

Настоящая методика устанавливает процедуру первичной и периодической поверки преобразователей.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в приложении 1 настоящей методики.

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод косвенных измерений для определения погрешности измерений сигналов от термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей и метод непосредственного сличения при определении погрешности компенсации холодного спая.

Поверяемые преобразователи должны иметь прослеживаемость к следующим Государственным первичным эталонам:

- Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления (ГЭТ 14-2014) в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

- Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13-2023) в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

- Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока (ГЭТ 4-91) в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091.

1. Перечень операций поверки

При проведении поверки преобразователей должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.3
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	8
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9
Примечания:			
1. При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается.			

2. Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;

3. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка СИ должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с эксплуатационной документацией и освоившими работу с техническими средствами, используемыми при поверке.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
7.3 Опробование 8 Определение метрологических характеристик	Эталон единицы постоянного электрического напряжения 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520 Диапазон воспроизведения сигналов электрического напряжения постоянного тока: от -100 до +1000 мВ (в зависимости от типа входного сигнала или установленного на ИП типа НСХ и поддиапазона измерений, при поверке преобразователей для работы с сигналами от ТП); Пределы допускаемой абсолютной погрешности в температурном эквиваленте выбираются из соотношения: $\Delta_{\text{ИП}}/\Delta_{\text{ЭТ}} = 3$, где: $\Delta_{\text{ИП}}$ и $\Delta_{\text{ЭТ}}$ – см. примечания.	Компаратор-калибратор универсальный КМ300, рег. № 54727-13
	Эталон единицы силы постоянного электрического тока 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091. Диапазон измерений/воспроизведения силы постоянного тока от 4 до 20 мА (при поверке преобразователей для работы с входными/выходными сигналами силы постоянного тока)	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Эталон единицы электрического сопротивления 3-4-го разрядов по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456. Диапазон воспроизведения электрического сопротивления постоянного тока в диапазоне значений от 1 до 2000 Ом (в зависимости от типа входного сигнала или установленного на ИП типа НСХ и поддиапазона измерений, при поверке преобразователей для работы с сигналами от ТС); Пределы допускаемой абсолютной погрешности в температурном эквиваленте выбираются из соотношения: $\Delta_{ИП}/\Delta_{ЭТ} = 3$, где: $\Delta_{ИП}$ и $\Delta_{ЭТ}$ – см. примечания	Мера электрического сопротивления многозначная МС3071, рег. № 66932-17
Вспомогательные средства поверки (оборудование)		
7.1 Контроль условий проведения поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %.	Прибор комбинированный Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, рег. № 53505-13
7.3 Опробование 8 Определение метрологических характеристик	Источники питания постоянного тока Номинальное выходное напряжение 24 В, допускаемое отклонение напряжения от номинального ± 10 %	Источник питания постоянного тока импульсный АКИП-1103, рег. № 37469-08
	Удлиняющие провода в соответствии с требованиями п. 5.2 ГОСТ 8.338-2002	-
	Сосуд Дьюара с льдо-водной смесью или нулевой термостат	-
	Средство измерений температуры Диапазон измерений температуры: от -10 °С до +10 °С, $\Delta = \pm 0,05$ °С	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, рег. № 61806-15
8 Определение метрологических характеристик	Программно-аппаратный комплекс с поддержкой протоколов HART, позволяющий визуализировать измеренные значения	-

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Примечания: 1 Эталоны и средства измерений, применяемые в качестве эталонов, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке; применяемые средства измерений должны быть поверены. 2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью; 3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности эталонов и средств измерений, применяемых в качестве эталонов, выбираются из соотношения: $\Delta_{\text{п}}/\Delta_{\text{эт}} \geq 3$, где: $\Delta_{\text{п}}$ и $\Delta_{\text{эт}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности поверяемого преобразователя и эталона соответственно.		

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ от 15 декабря 2020 года № 903н);
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые средства поверки.

6. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида СИ описанию типа;
- наличие и четкость заводского номера и маркировки;
- отсутствие видимых дефектов, которые могут привести к потере работоспособности преобразователей и (или) ухудшению метрологических характеристик;

При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования.

7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки

7.1.1 В помещении, где будет проходить поверка СИ необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды.

7.2 Подготовка к поверке

7.2.1 Подготавливают к работе средства поверки и выдерживают во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

7.3 Опробование

7.3.1 Опробование ИП серий РТТ-301, РТТ-401, РТТ-402

7.3.1.1 ИП в зависимости от типа выходного сигнала или предустановленного типа НСХ подключить к калибратору многофункциональному и коммуникатору BEAMEX MC6 (-R) (далее – калибратор) или мере сопротивления многозначной (далее – магазин сопротивления) и источнику питания постоянного тока 24 В.

7.3.1.2 Задают с калибратора или магазина сопротивлений значение напряжения или сопротивления (в зависимости от сконфигурированного типа входного сигнала или типа

НСХ), соответствующее середине рабочего диапазона измерений поверяемого ИП или настраивают калибратор на режим имитации сигналов от термопреобразователей, выбирают нужный тип входного сигнала или тип НСХ (в зависимости от сконфигурированного), задают значение температуры, соответствующее середине рабочего диапазона измерений температуры поверяемого ИП. Измеряют калибратором значение выходного сигнала или производят считывание показаний цифрового сигнала по данным на персональном компьютере или при помощи коммуникатора с интерфейсами HART.

7.3.1.3 Процедуру опробования допускается проводить совместно с определением метрологических характеристик преобразователей.

7.3.1.4 Измеренное значение выходного сигнала должно быть в диапазоне $(12,0 \pm 1,0)$ мА.

7.3.2 Опробование ИП серии PSI-601

7.3.2.1 В соответствии со схемой подключения на ИП, приведенной в паспорте, подключить к нему калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R).

7.3.2.2 Задать на калибраторе значение 12 мА и включить функцию питания токовой петли.

7.3.2.3 Процедуру опробования допускается проводить совместно с определением метрологических характеристик.

7.3.2.4 Измеренное и индицируемое на дисплее прибора значение должно лежать в пределах настроенного диапазона индикации.

8. Определение метрологических характеристик средства измерений

8.1 Определение допускаемой основной абсолютной погрешности ИП проводится на пяти значениях измеряемой температуры (контрольных точках): на краях рабочего диапазона измерений, а также в точках 25 %, 50 %, 75 % рабочего диапазона измерений. В случае необходимости допускается выбирать иные точки диапазона, но не отличающиеся от рекомендуемых, более чем на 5 %.

Примечание: по требованию заказчика допускается также определять погрешность в дополнительных контрольных точках отличных от рекомендуемых, но лежащих внутри рабочего диапазона измерений.

8.2 Определение метрологических характеристик при работе с термопреобразователями сопротивления.

8.2.1 Поверяемый ИП подключить к мере сопротивления многозначной и источнику питания постоянного тока 24 В и (или) подсоединить коммуникатор с интерфейсом HART.

8.2.2 Поверку поверяемого ИП проводят на предустановленном типе НСХ и настроенном диапазоне измерений.

8.2.3 С меры сопротивления многозначной воспроизводят значение нормированного сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ 6651-2009).

8.2.4 После стабилизации показаний преобразователя фиксируют измеренное значение с измерителя силы постоянного тока или коммуникатора с интерфейсом HART.

8.2.5 Операции по п.п. 8.2.3-8.2.4 повторяют для остальных контрольных точек.

8.2.6 Проводят подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.

8.3 Определение метрологических характеристик преобразователей при работе с термоэлектрическими преобразователями.

8.3.1 Поверяемый ИП с включенной схемой компенсации подключить к калибратору напряжений, источнику питания 24 В и коммуникатору с интерфейсом HART. Собрать схему в соответствии с Рисунком 1.

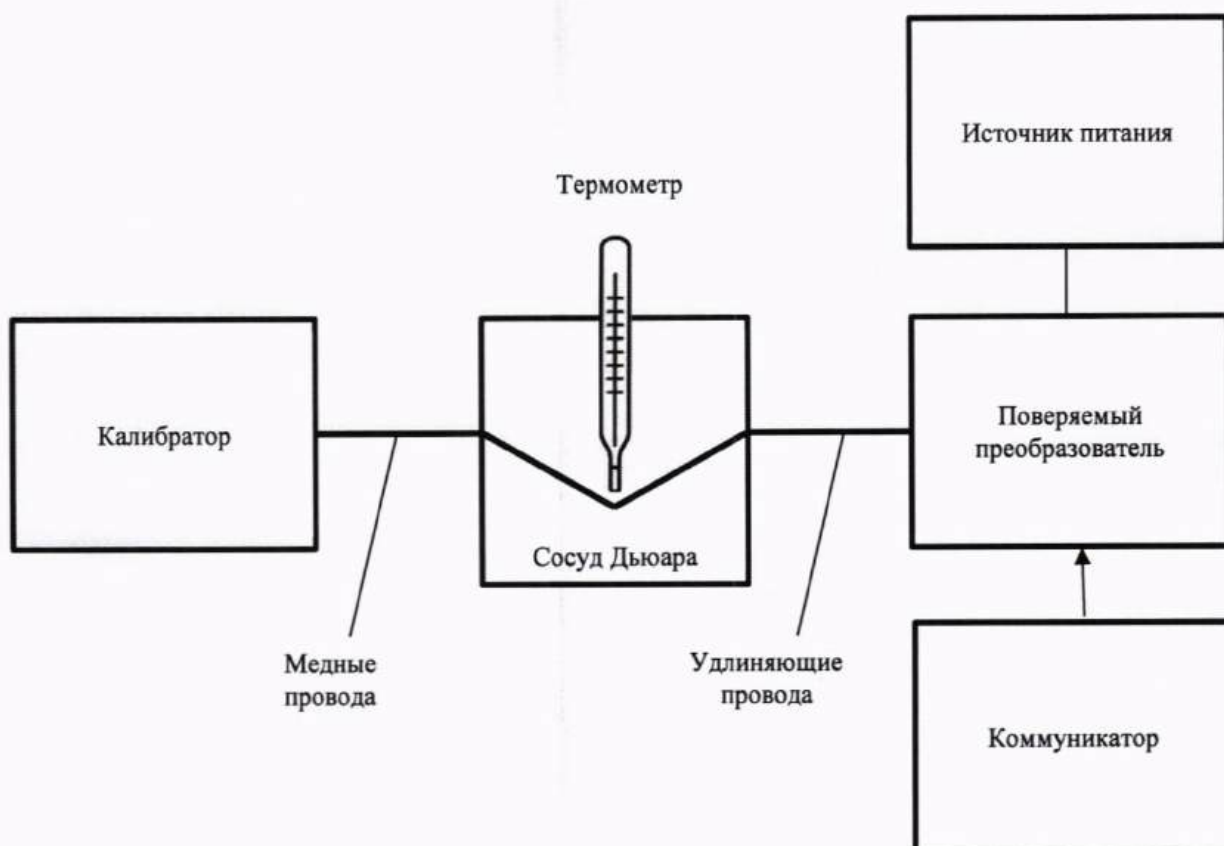


Рисунок 1 – Схема подключения

а) К поверяемому прибору подключают удлиняющие провода, соответствующие установленному типу НСХ преобразователя по ГОСТ Р 8.585-2001. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами, скрутки проводов помещают в стеклянные пробирки заполненные теплопроводящим изоляционным материалом или жидкостью, а затем эти пробирки помещают в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдо-водяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

б) Подключают медные провода к калибратору.

8.3.2 Поверку поверяемого ИП проводят на предустановленном типе НСХ и настроенном диапазоне измерений.

8.3.3 С эталона воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с установленным типом НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001).

8.3.4 После стабилизации показаний преобразователя фиксируют измеренное значение с измерителя силы постоянного тока или коммуникатора с интерфейсом HART.

8.3.5 Операции по п.п. 8.3.3-8.3.4 повторяют для остальных контрольных точек.

8.3.6 Проводят подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.

8.4 Определение метрологических характеристик при работе с омическими устройствами.

8.4.1 Поверяемый ИП подключить к мере сопротивления многозначной и источнику питания постоянного тока 24 В и (или) подсоединить коммуникатор с интерфейсом HART.

8.4.2 Поверку поверяемого ИП проводят на настроенном диапазоне измерений.

8.4.3 С меры сопротивления многозначной воспроизводят значение нормированного сигнала, соответствующее первой контрольной точке.

8.4.4 После стабилизации показаний преобразователя фиксируют измеренное значение с измерителя силы постоянного тока или коммуникатора с интерфейсом HART.

8.4.5 Операции по п.п. 8.4.3-8.4.4 повторяют для остальных контрольных точек.

8.4.6 Проводят подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.

8.5 Определение метрологических характеристик при работе с милливольтовыми устройствами.

8.5.1 Поверку поверяемого ИП проводят на настроенном диапазоне измерений.

8.5.2 Поверяемый ИП подключить к компаратору-калибратору напряжений и источнику питания постоянного тока 24 В и (или) подсоединить коммуникатор с интерфейсом HART.

8.5.3 С компаратора-калибратора напряжений воспроизводят значение нормированного сигнала, соответствующее первой контрольной точке.

8.5.4 После стабилизации показаний преобразователя фиксируют измеренное значение с измерителя силы постоянного тока или коммуникатора с интерфейсом HART.

8.5.5 Операции по п.п. 8.5.3-8.5.4 повторяют для остальных контрольных точек.

8.5.6 Проводят подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.

8.6 Определение допускаемой приведенной к диапазону измерений погрешности измерений ИП серии PSI-601.

8.6.1 Определение допускаемой приведенной погрешности измерений ИП проводится на пяти значениях измеряемого сигнала (контрольных точек): 4,16 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 19,84 мА, что соответствует 1 %, 25 %, 50 %, 75 %, 99 % рабочего диапазона измерений.

8.6.2 По требованию заказчика допускается также определять погрешность в дополнительных контрольных точках отличных от рекомендуемых, но лежащих внутри рабочего диапазона измерений.

8.6.3 В соответствии с руководством по эксплуатации на ИП подключить калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) в режиме генерации сигналов силы постоянного тока с включенным питанием токовой петли.

8.6.4 Поверку поверяемого ИП проводят на установленном диапазоне индикации.

8.6.5 С калибратора воспроизводят значение нормированного сигнала, соответствующее первой контрольной точке.

8.6.6 После стабилизации показаний на дисплее поверяемого ИП снимают их.

8.6.7 Операции по п.п. 8.6.5-8.6.6 повторяют для остальных контрольных точек.

8.6.8 Проводят подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.4

9. Подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям

9.1 Для преобразователей с выходным сигналом от 4 до 20 мА, рассчитывают значение измеряемой температуры t_i исходя из величин $I_{\text{вых.}i}$, по формуле (1):

$$t_i = \frac{(I_{\text{вых.}i} - I_H)}{(I_B - I_H)} \cdot (t_B - t_H) + t_H \quad (1)$$

где: $I_{\text{вых.}i}$ – измеренное значение унифицированного выходного сигнала, соответствующее измеряемой температуре t_i , мА;

I_H, I_B – нижний и верхний пределы диапазона унифицированного выходного сигнала, мА;

t_B, t_H – нижний и верхний пределы диапазона измерений температуры, °С.

При наличии у преобразователя дисплея и (или) возможности работы по стандарту HART, значение основной абсолютной погрешности для всех контрольных точек может определяться непосредственно по формуле 2.

Рассчитывают значение основной абсолютной и/или приведенной погрешности для всех контрольных точек по формулам (2) или (3) соответственно:

$$\Delta_t = t_i - t_3 \quad (2)$$

где: t_i – значение температуры, измеренное поверяемым ИП и (или) рассчитанное по формуле (1), °С;

t_3 – значение температуры, заданное магазином сопротивления, °С.

$$\gamma = \frac{(t_i - t_3)}{(t_B - t_H)} \cdot 100, \% \quad (3)$$

где: t_i – значение температуры, измеренное поверяемым ИП и (или) рассчитанное по формуле (1), °С;

t_3 – значение температуры, заданное магазином сопротивления (или калибратором), °С;

t_B, t_H – верхний и нижний пределы диапазона измерений температур, °С.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение Δ_t или γ в каждой контрольной точке не превышают нормированного значения с учетом дополнительной абсолютной погрешности, указанной в приложении 1 к настоящей методики.

9.2 Рассчитывают значение измеряемого сопротивления R_i , исходя из величин $I_{\text{вых},i}$, по формуле (4).

$$R_i = \frac{(I_{\text{вых},i} - I_H)}{(I_B - I_H)} \cdot (R_B - R_H) + R_H \quad (4)$$

где: $I_{\text{вых},i}$ – измеренное значение унифицированного выходного сигнала, соответствующее измеряемому сопротивлению R_i , мА;

I_H, I_B – нижний и верхний пределы диапазона унифицированного выходного сигнала, мА;

R_B, R_H – нижний и верхний пределы диапазона измерений сопротивления, Ом.

При наличии у преобразователя дисплея и (или) возможности работы по стандарту HART, значение основной абсолютной погрешности для всех контрольных точек может определяться непосредственно по формуле 5.

Рассчитывают значение основной абсолютной погрешности для всех контрольных точек по формулам (5) или (6) соответственно:

$$\Delta_R = R_i - R_3 \quad (5)$$

где: R_i – значение сопротивления, измеренное поверяемым ИП и (или) рассчитанное по формуле (4), Ом;

R_3 – значение сопротивления, заданное магазином сопротивления, Ом;

$$\gamma = \frac{(R_i - R_3)}{(R_B - R_H)} \cdot 100, \% \quad (6)$$

где: R_i – значение сопротивления, измеренное поверяемым ИП и (или) рассчитанное по формуле (4), °C;

R_3 – значение сопротивление, заданное магазином сопротивления, Ом °C;

R_B, R_H – верхний и нижний пределы диапазона измерений сопротивления, °C.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение Δ_R или γ в каждой контрольной точке не превышает нормированного значения с учетом дополнительной абсолютной погрешности, указанного в приложении 1 к настоящей методики.

9.3 Рассчитывают значение измеряемого напряжения U_i , исходя из величин $I_{\text{вых.i}}$, по формуле (6).

$$U_i = \frac{(I_{\text{вых.i}} - I_H)}{(I_B - I_H)} \cdot (U_B - U_H) + U_H \quad (7)$$

где: $I_{\text{вых.i}}$ – измеренное значение унифицированного выходного сигнала, соответствующее измеряемому напряжению U_i , mA;

I_H, I_B – нижний и верхний пределы диапазона унифицированного выходного сигнала, mA;

U_B, U_H – нижний и верхний пределы диапазона измерений напряжения, мВ.

При наличии у преобразователя дисплея и (или) возможности работы по стандарту HART, значение основной абсолютной погрешности для всех контрольных точек может определяться непосредственно по формуле (8).

Рассчитывают значение основной абсолютной погрешности для всех контрольных точек по формулам (8) или (9) соответственно:

$$\Delta_U = U_i - U_3 \quad (8)$$

где: U_i – значение напряжения, измеренное поверяемым ИП и (или) рассчитанное по формуле (5), мВ;

U_3 – значение напряжение, заданное калибратором, мВ

$$\gamma = \frac{(U_i - U_3)}{(U_B - U_H)} \cdot 100, \% \quad (9)$$

где: U_i – значение напряжения, измеренное поверяемым ИП и (или) рассчитанное по формуле (5), мВ;

U_3 – значение напряжение, заданное калибратором, мВ

U_B, U_H – верхний и нижний пределы диапазона измерений напряжения, мВ.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение Δ_U или γ в каждой контрольной точке не превышает нормированного значения с учетом дополнительной абсолютной погрешности, указанного в приложении 1 к настоящей методики.

9.4 Рассчитывают значение основной погрешности для всех контрольных точек по формуле:

$$\gamma = \frac{(X_i - X_3)}{(X_B - X_H)} \cdot 100 \% \quad (10)$$

где X_i - значение сигнала, индицируемое поверяемым прибором в выбранных пользователем единицах величин
 X_3 - значение сигнала, задаваемое калибратором и рассчитанное по формуле (11) для соответствующих контрольных точек.
 X_B и X_H - верхний и нижний пределы диапазона индикации прибора, выраженные в выбранных пользователем единицах величин

$$X_3 = \frac{(I_3 - I_H)}{(I_B - I_H)} \cdot (X_B - X_H) + X_H \quad (11)$$

где I_3 - значение силы постоянного тока, воспроизводимое калибратором и соответствующее контрольным точкам, мА;
 I_B, I_H - верхний и нижний пределы диапазона измерений силы постоянного тока, мА.

9.5 Результаты поверки считают положительными, если значение γ в каждой контрольной точке не превышает нормированного значения, указанного в Приложении 1 настоящей методики.

10. Оформление результатов поверки

10.1 Сведения о результатах поверки преобразователей в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.2 Преобразователи, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке. Ведение протокола осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами и системой менеджмента качества организации поверителя. Дополнительные требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

10.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

Разработал:

Заместитель начальника отдела метрологического
обеспечения измерений температуры (отдел 207)
ФБУ «НИЦ ПМ-РОСТЕСТ»



Е.В. Родионова

Начальник отдела метрологического
обеспечения измерений температуры (отдел 207)
ФБУ «НИЦ ПМ-РОСТЕСТ»



А.А. Игнатов

Таблица 1.1 – Метрологические характеристики преобразователей серии РТТ 301

Условное обозначение НСХ ЧЭ преобразователя или тип входного сигнала ⁽¹⁾	Диапазон измерений ⁽²⁾	Минималь- ный интервал измерений ⁽³⁾	Пределы допускаемой основной погрешности ^{(4), (5), (6), (7)}		Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур от нормальных условий (от +20 °С до +30 °С включ.) / 10 °С
			АЦП (абсолютная)	ЦАП (приведенная (к интервалу измерений))	
В	от +500 °С до +1820 °С	50 °С	±0,55 °С	± 0,05 %	±0,001 °С
Т	от -150 °С до +400 °С		±0,15 °С		
Ј	от -210 °С до +1200 °С		±0,20 °С		
Е	от -150 °С до +1000 °С		±0,15 °С		
К	от -150 °С до +1372 °С		±0,30 °С		
Н	от -150 °С до +1300 °С		±0,25 °С		
R	от +50 °С до +1768 °С		±0,35 °С		
S	от +50 °С до +1768 °С		±0,40 °С		
L	от -200 °С до +800 °С		±0,20 °С		
Pt50 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от -200 °С до +850 °С	10 °С	±0,2 °С	± 0,05 %	±0,007 °С
Pt100 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от -200 °С до +850 °С		±0,07 °С		±0,0035 °С
Pt200 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от -200 °С до +850 °С		±0,2 °С		±0,002 °С
Pt500 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от -200 °С до +850 °С		±0,05 °С		±0,0007 °С
Pt1000 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от -200 °С до +266 °С		±0,03 °С		±0,0003 °С
50П (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от -200 °С до +850 °С		±0,2 °С		±0,007 °С

Условное обозначение НСХ ЧЭ преобразователя или тип входного сигнала ⁽¹⁾	Диапазон измерений ⁽²⁾	Минималь- ный интервал измерений ⁽³⁾	Пределы допускаемой основной погрешности ^{(4), (5), (6), (7)}		Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур от нормальных условий (от +20 °С до +30 °С включ.) / 10 °С
			АЦП (абсолютная)	ЦАП (приведенная (к интервалу измерений))	
100П (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от -200 °С до +850 °С	10 °С	±0,07 °С		±0,035 °С
500П (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от -200 °С до +850 °С		±0,05 °С		±0,0007 °С
1000П (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от -200 °С до +266 °С		±0,05 °С		±0,0003 °С
50М ($\alpha = 0,00426^{\circ}\text{C}^{-1}$) (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от -50 °С до +180 °С		±0,2 °С		±0,007 °С
50М ($\alpha = 0,00428^{\circ}\text{C}^{-1}$) (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от -180 °С до +200 °С		±0,2 °С		±0,007 °С
100Н (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от -60 °С до +180 °С		±0,07 °С		±0,003 °С
100М ($\alpha = 0,00426^{\circ}\text{C}^{-1}$) (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от -50 °С до +180 °С		±0,07 °С		±0,003 °С
100М ($\alpha = 0,00428^{\circ}\text{C}^{-1}$) (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от -180 °С до +200 °С		±0,07 °С		±0,003 °С
мВ	от -10 до +100 мВ	10 мВ	±0,006 мВ		±0,00006 мВ
	от -100 до +1000 мВ		±0,05 мВ		±0,0005 мВ
Ом	от 0 до 400 Ом	10 Ом	±0,03 Ом		±0,002 Ом
	от 0 до 2000 Ом		±0,12 Ом		

Условное обозначение НСХ ЧЭ преобразователя или тип входного сигнала ⁽¹⁾	Диапазон измерений ⁽²⁾	Минималь- ный интервал измерений ⁽³⁾	Пределы допускаемой основной погрешности ^{(4), (5), (6)), (7)}		Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур от нормальных условий (от +20 °С до + 30 °С включ.) / 10 °С
			АЦП (абсолютная)	ЦАП (приведенная (к интервалу измерений))	

⁽¹⁾ Типы НСХ ЧЭ соответствуют по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60751) и ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1) соответственно;

⁽²⁾ Указаны предельные значения. Конкретный диапазон измерений в зависимости от конструктивной модификации указан в паспорте и в маркировке преобразователя.

⁽³⁾ Интервал измерений равен алгебраической разности верхнего и нижнего пределов настроенного диапазона измерений температуры, °С.

⁽⁴⁾ Пределы допускаемой погрешности компенсации холодного спая для типов НСХ «К», «N», «E», «J», «T», «R», «S» равны ±0,5 °С и не входят в указанные значения погрешности.

⁽⁵⁾ Погрешность ПТ с цифровым выходом равна погрешности АЦП;

⁽⁶⁾ Погрешность ПТ с выходом 4-20 мА/HART равна сумме погрешности АЦП и ЦАП.

⁽⁷⁾ - Диапазон измерений температуры и пределы допускаемой абсолютной погрешности приведены в паспорте на конкретный ПТ.

Таблица 1.2 - Метрологические характеристики преобразователей моделей РТТ-401-03, РТТ-402-06, РТТ-402-07, РТТ-402-08

Типы НСХ ⁽¹⁾ , входные сигналы	Диапазон измерений, °С	Минимальный интервал измерений, °С	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % (к интервалу измерений) (2) (3) (4)	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур от нормальных условий (от +20 °С до + 30 °С включ.), % (к интервалу измерений) / 10 °С	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности (к настроенному диапазону измерений), вызванной влиянием изменения напряжения питания (от 24 В) на каждый 1 В, %/1 В
Pt100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +850	10	$\pm 0,2$ (или $\pm 0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$, берут большее значение)	$\pm 0,1$ (или $\pm 0,25\text{ }^{\circ}\text{C}$, берут большее значение)	$\pm 0,01$
100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +850				
100Н ($\alpha=0,00617\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -60 до +180				

⁽¹⁾ - типы НСХ термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60751) и ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1) соответственно.

⁽²⁾ - за основную и дополнительную погрешность берется большее из этих значений;

⁽³⁾ - диапазон измерений температуры и пределы допускаемой приведенной погрешности приведены в паспорте на конкретный ПТ.

⁽⁴⁾ - рабочий диапазон измерений температуры может быть установлен (skonфигурирован) пользователем в пределах диапазонов измерений, приведенных в данной таблице. При этом, для такого диапазона значение приведенной погрешности, выраженное в единицах абсолютной погрешности (в °С), будет равным значению погрешности, рассчитанному для диапазона, приведенного в таблице.

Таблица 1.3- Метрологические характеристики преобразователей модели РТТ-402-09

Типы НСХ ⁽¹⁾ , входные сигналы	Диапазон измерений, °С	Минимальный интервал измерений, °С	Пределы допускаемой основной погрешности, °С (2) (3) (4) (5)	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур от нормальных условий (от +20 °С до + 30 °С включ.), % (к интервалу измерений) / 10 °С	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности (к настроенному диапазону измерений), вызванной влиянием изменения напряжения питания (от 24 В) на каждый 1 В, %/1 В
Pt100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +850	10	$\pm 0,2$	$\pm 0,05$	$\pm 0,01$
100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +850		$\pm 0,4$		
Pt500 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -100 до +200		$\pm 0,2$		
Pt1000 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -100 до +200		$\pm 0,2$		
1000П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -100 до +250		$\pm 0,4$		
100Н ($\alpha=0,00617\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -60 до +180		$\pm 0,2$		
E	от -150 до +1000	50	$\pm 0,5$	$\pm 0,05$	$\pm 0,01$
J	от -150 до +1200		$\pm 0,5$		
K	от -140 до +1372		$\pm 0,5$		
N	от -100 до +1300		± 1		
T	от -200 до +400		$\pm 0,5$		
L	от -200 до +900		$\pm 0,5$		
S	от +20 до +1768	500	± 2	$\pm 0,05$	$\pm 0,01$
R	от +50 до +1768		± 2		
B	от +400 до +1820		± 2		

Типы НСХ ⁽¹⁾ , входные сигналы	Диапазон измерений, °С	Минимальный интервал измерений, °С	Пределы допускаемой основной погрешности, °С (2) (3) (4) (5)	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур от нормальных условий (от +20 °С до +30 °С включ.), % (к интервалу измерений) / 10 °С	Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности (к настроенному диапазону измерений), вызванной влиянием изменения напряжения питания (от 24 В) на каждый 1 В, %/1 В
--	---------------------------	--	---	---	---

⁽¹⁾ - типы НСХ термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60751 (2008, 07)) и ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1 (2013)) соответственно.

⁽²⁾ - за основную и дополнительную погрешность берется большее из этих значений;

⁽³⁾ - диапазон измерений температуры и пределы допускаемой приведенной погрешности приведены в паспорте на конкретный ПТ.

⁽⁴⁾ - рабочий диапазон измерений температуры может быть установлен (skonфигурирован) пользователем в пределах диапазонов измерений, приведенных в данной таблице. При этом, для такого диапазона значение приведенной погрешности, выраженное в единицах абсолютной погрешности (в °С), будет равным значению погрешности, рассчитанному для диапазона, приведенного в таблице.

⁽⁵⁾ - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сигналов ТП приведены без учета допускаемой абсолютной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары, пределы которой равны $\pm 0,5$ °С. При расчете суммарной погрешности измерений данное значение (со знаком «+») необходимо прибавить к расчетному абсолютному значению основной абсолютной погрешности измерения сигналов ТП.

Таблица 1.4 - Метрологические характеристики преобразователей моделей РТТ-401-01, РТТ-401-02, РТТ-402-04, РТТ-402-05

Типы НСХ ⁽¹⁾ , входные сигналы	Диапазон измерений	Мини- мальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (АЦП) ^{(2) (3) (4) (5)}	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур от нормальных условий (от +20 °С до + 30 °С включ.) /10 °С	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности аналогового сигнала (ЦАП), % (к интервалу измерений)
Pt10 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 °С до +850 °С	10 °С	±0,8 °С	±0,035 °С	±0,05
Pt50 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 °С до +850 °С		±0,2 °С	±0,0070 °С	
Pt100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 °С до +850 °С		±0,07 °С	±0,0035 °С	
Pt200 ($\alpha = 0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 °С до +850 °С		±0,2 °С	±0,0020 °С	
Pt500 ($\alpha = 0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 °С до +850 °С		±0,05 °С	±0,0007 °С	
Pt1000 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 °С до +266 °С		±0,03 °С	±0,0003 °С	
Pt10 ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 °С до +850 °С		±0,8 °С	±0,035 °С	
Pt50 ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 °С до +850 °С		±0,2 °С	±0,0070 °С	
Pt100 ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 °С до +850 °С		±0,07 °С	±0,0035 °С	
Pt500 ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 °С до +850 °С		±0,05 °С	±0,00070 °С	
50М ($\alpha=0,00426\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -50 °С до +180 °С		±0,2 °С	±0,0070 °С	
100М ($\alpha=0,00426\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -50 °С до +180 °С		±0,07 °С	±0,0030 °С	
50М ($\alpha =0,00428\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -180 °С до +200 °С		±0,2 °С	±0,0070 °С	
100М ($\alpha =0,00428\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -180 °С до +200 °С		±0,07 °С	±0,0030 °С	
100Н ($\alpha =0,00617\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -60 °С до +180 °С		±0,07 °С	±0,0030 °С	
Ом-вход	от 0 до 400 Ом	10 Ом	±0,03 Ом	±0,002 Ом	±0,05
	от 0 до 2000 Ом		±0,12 Ом	±0,002 Ом	
В	от +500 °С до +1820 °С	50 °С	±0,55 °С	±0,001 °С	±0,05
Е	от -150 °С до +1000 °С		±0,15 °С		
Ј	от -210 °С до +1200 °С		±0,20 °С		
К	от -150 °С до +1372 °С		±0,30 °С		
Н	от -150 °С до +1300 °С		±0,25 °С		
Р	от +50 °С до +1768 °С		±0,35 °С		

Типы НСХ ⁽¹⁾ , входные сигналы	Диапазон измерений	Мини- мальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности (АЦП) ^{(2) (3) (4) (5)}	Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, вызванной изменением температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур от нормальных условий (от +20 °С до + 30 °С включ.) /10 °С	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности аналогового сигнала (ЦАП), % (к интервалу измерений)
S	от +50 °С до +1768 °С		±0,40 °С		
T	от -150 °С до +400 °С		±0,15 °С		
L	от -200 °С до +800 °С		±0,20 °С		
мВ-вход	от -10 до -100 мВ	10 мВ	±0,006 мВ	±0,00006 мВ	±0,05
	от -100 до +1000 мВ		±0,05 мВ	±0,0005 мВ	

⁽¹⁾ - типы НСХ термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60751) и ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1) соответственно;

⁽²⁾ - диапазон измерений температуры и пределы допускаемой абсолютной погрешности приведены в паспорте на конкретный ПТ;

⁽³⁾ - рабочий диапазон измерений температуры может быть установлен (skonфигурирован) пользователем в пределах диапазонов измерений, приведенных в данной таблице. При этом, для такого диапазона значение приведенной погрешности, выраженное в единицах абсолютной погрешности (в °С), будет равным значению погрешности, рассчитанному для диапазона, приведенного в таблице.

⁽⁴⁾ - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сигналов ТП приведены без учета допускаемой абсолютной погрешности внутренней автоматической компенсации температуры свободных (холодных) концов термопары, пределы которой равны ±0,5 °С. При расчете суммарной погрешности измерений данное значение (со знаком «+») необходимо прибавить к расчетному абсолютному значению основной абсолютной погрешности измерения сигналов ТП.

⁽⁵⁾ – погрешность преобразователей с цифровым выходом равна погрешности АЦП, погрешность преобразователя с аналоговым выходом 4-20 мА равна сумме погрешностей АЦП и ЦАП.

Таблица 1.5 – Метрологические характеристики ПТ серии PSI-601

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений силы постоянного тока, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой основной приведенной к диапазону измерений погрешности измерений силы постоянного тока, %	±0,2