



Федеральное государственное
бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский
институт метрологической службы»

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

Тел.: (495) 437 55 77
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»


М.П. _____ А.Е. Колонин
«31» июля 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи измерительные ИП1

Методика поверки

МП 207-044-2024

г. Москва
2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	3
3 Требования к условиям проведения поверки	3
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
6 Внешний осмотр	5
7 Подготовка к поверке и опробование	6
8 Проверка программного обеспечения	6
9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям.....	6
10 Оформление результатов поверки	11

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика предназначена для проведения первичной и периодической поверок преобразователей измерительных ИП1 (далее по тексту – преобразователи или ИП1).

Настоящая методика устанавливает объем, условия поверки, методы и средства поверки и порядок оформления результатов поверки.

Методика распространяется на вновь изготавливаемые, выпускаемые из ремонта и находящиеся в эксплуатации преобразователи.

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

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений.

1.4 Поверяемые приборы 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 13-23) 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.

2. 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	
1. Внешний осмотр	Да	Да	6
2. Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	7
3. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям	Да	Да	8
4. Оформление результатов поверки	Да	Да	9
Примечания: 1) при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается; 2) допускается возможность проведения поверки для меньшего числа измеряемых величин и для меньшего числа диапазонов измерений.			

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки ИП1 должны соблюдаться условия, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Условия проведения поверки

Температура окружающего воздуха, °C	от +15 до +25
Относительная влажность воздуха, %	не более 80
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 84 до 106,7 (от 630 до 800)

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Основные средства поверки		
7, 9	Эталон единицы постоянного электрического напряжения 3-го разряда (и выше) в соответствии с приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520; Диапазон воспроизведения сигналов электрического напряжения постоянного тока: от -10 до 100 мВ (в зависимости от установленного на преобразователях типа НСХ или входного сигнала); Диапазон измерений напряжения постоянного тока от 0 до 10 В; Пределы допускаемой абсолютной погрешности выбираются из соотношения: $\Delta_M/\Delta_{ЭТ} \geq 3$, где: Δ_M и $\Delta_{ЭТ}$ – см. примечания.	Компаратор-калибратор универсальный КМ300 (регистрационный №54727-13); Калибратор многофункциональный и коммунитор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (регистрационный № 52489-13) и др.
7, 9	Эталон единицы электрического сопротивления 4-го разряда (и выше) в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456; Воспроизведение электрического сопротивления постоянного тока в диапазоне значений от 1 до 2000 Ом (в зависимости от установленного на преобразователях типа НСХ); Пределы допускаемой абсолютной погрешности выбираются из соотношения: $\Delta_M/\Delta_{ЭТ} \geq 3$, где: Δ_M и $\Delta_{ЭТ}$ – см. примечания.	Мера электрического сопротивления многозначная МС3071 (Рег. № 66932-17) и др.
7, 9	Эталон единицы силы постоянного электрического тока 2-го разряда (и выше) в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091; Диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 25 мА; Диапазон измерений силы постоянного тока от 0 до 20 мА; Пределы допускаемой абсолютной погрешности выбираются из соотношения: $\Delta_M/\Delta_{ЭТ} \geq 3$, где: Δ_M и $\Delta_{ЭТ}$ – см. примечания.	Калибратор многофункциональный и коммунитор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (регистрационный № 52489-13) и др.
Вспомогательные средства поверки (оборудование)		
3, 7	Измеритель комбинированный температуры и влажности окружающего воздуха.	Приборы комбинированные

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
	Диапазон измерения температуры окружающей среды: от +15 °С до +25 °С, ($\Delta = \pm 1,0$ °С (не более)); Диапазон измерений относительной влажности воздуха: от 30 % до 80 %, $\Delta = \pm 3$ % (не более).	Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный № 53505-13) и др.
3, 7	Измеритель атмосферного давления. Диапазон измерений атмосферного давления: от 86 кПа до 106,7 кПа, $\Delta = \pm 5$ гПа (не более).	Измерители давления Testo 511 (Регистрационный № 53431-13) и др.
9	Средство измерений температуры Диапазон измерения температуры: от -10 °С до +35 °С $\Delta = \pm 0,05$ °С; Диаметр измерительного наконечника 1,6 мм (для поверки преобразователей без демонтажа).	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (Пер. № 61806-15). Термометр сопротивления платиновый эталонный малогабаритный ТСП-ОМ (Пер. № 82511-21) и др.
	Удлиняющие провода (при необходимости) ГОСТ 1790-77, ГОСТ 1791-67 (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002).	-
	Сосуд Дьюара с льдо-водной смесью или нулевой термостат (при необходимости).	-
7, 8, 9	HART-коммуникатор или HART-модем и ПК с автономным программным обеспечением (при необходимости).	-
7, 8, 9	Преобразователь интерфейса RS-485 и ПК с автономным программным обеспечением (при необходимости).	-
Примечания: 1. Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы в установленном порядке; применяемые средства измерений должны быть поверены; 2. Допускается применение других средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации, и обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых СИ с требуемой точностью; 3. Δ_m и $\Delta_{\text{эт}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности поверяемого преобразователя и эталона соответственно (для выбранного типа НСХ и диапазона измерений).		

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При поверке преобразователей должны быть соблюдены требования безопасности ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 22261, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 г. № 903Н).

6. Внешний осмотр

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются следующие требования:

- комплектность соответствует эксплуатационной документации;
- соответствие внешнего вида преобразователей приведенному в описании типа;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих проведению поверки;
- наличие и читаемость заводского номера и маркировки преобразователей.

7. Подготовка к поверке и опробование

7.1 Выдерживают преобразователь в условиях окружающей среды, указанных в таблице 2, не менее 2-х ч, в случае, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в таблице 2.

7.2 Подготовить к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.3 Поверяемый преобразователь в зависимости от предустановленного типа НСХ подключить к калибратору многофункциональному (далее – калибратор) или мере сопротивления многозначной (далее – магазин сопротивления) и подключить к блоку питания и измерителю силы постоянного тока (измерителю напряжения постоянного тока), а также преобразователи с цифровым выходным сигналом подключить к HART-коммуникатору или к преобразователю интерфейса RS-485 и ПК.

7.4 Задают с калибратора (магазина сопротивления) значение, соответствующее середине рабочего диапазона измерений поверяемого преобразователя. При помощи измерителя силы постоянного тока (измерителя напряжения постоянного тока) снимают показание выходного сигнала, оно в зависимости от установленного типа выходного сигнала должно быть в диапазонах 1,0) мА, (2,5±1,0) мА, (5,0±1,0) В, (2,5±1,0) В.

7.5 Опробование преобразователей допускается проводить совместно с определением погрешности измерений поверяемых преобразователей.

8. Проверка программного обеспечения

8.1 Информация о версии ПО преобразователей отображается в меню автономного программного обеспечения при подключении к ИП1 с цифровым выходным сигналом по протоколу HART и в паспорте ИП1 без цифрового выходного сигнала.

8.2 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если номер версии ПО соответствует сведениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные преобразователей

Идентификационные данные (признаки)	Значение (в зависимости от модификации)
Идентификационное наименование ПО	IP1.hex
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.00
Цифровой идентификатор ПО	-

9. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям

9.1 Определение допускаемой основной приведенной погрешности преобразователей проводится на пяти значениях диапазона измерений (контрольных точках): на краях рабочего диапазона, 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 (воспроизведения).

9.2 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям при работе с термопреобразователями сопротивления.

9.2.1 Преобразователи без цифрового выходного сигнала

9.2.1.1 Поверяемый преобразователь подключить к магазину сопротивления, блоку питания и измерителю силы постоянного тока (измерителю постоянного напряжения).

9.2.1.2 На поверяемом преобразователе при помощи кнопок управления установить тип НСХ «Pt100» и максимальный диапазон измерений в случае поверки преобразователя в полном объеме. При поверке в сокращенном объеме оставляют предустановленный или устанавливают необходимый тип НСХ.

9.2.1.3 С магазина сопротивлений воспроизводят значение нормированного сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60751)).

9.2.1.4 После стабилизации показаний поверяемого преобразователя снимают их с измерителя силы постоянного тока (напряжения постоянного тока).

9.2.1.5 Операции по п.п. 9.2.1.3 - 9.2.1.4 повторяют для остальных контрольных точек.

9.2.1.6 Рассчитывают значение измеряемой температуры t_i по формуле (1):

$$t_i = \frac{(I_{\text{вых.}i} - I_n)}{(I_v - I_n)} \cdot (t_v - t_n) + t_n \quad (1),$$

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

I_n, I_v – нижний и верхний пределы диапазона унифицированного выходного сигнала, мА (В);

t_v, t_n – верхний и нижний пределы диапазона измерений температуры, °С.

9.2.1.7 Рассчитывают значение приведенной погрешности γ для всех контрольных точек по формуле (2):

$$\gamma = \frac{(t_i - t_3)}{(t_v - t_n)} \cdot 100\% \quad (2),$$

где: t_i – значение температуры, рассчитанное по формуле (1), °С;

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

t_v, t_n – верхний и нижний пределы диапазона измерений температуры, °С.

9.2.1.8 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение γ в каждой контрольной точке не превышает нормированного значения, указанного в приложении 1 к настоящей методике.

9.2.2 Преобразователи с цифровым выходным сигналом

9.2.2.1 Поверяемый преобразователь подключить к магазину сопротивления, блоку питания и измерителю силы постоянного тока (измерителю постоянного напряжения).

9.2.2.2 На поверяемом преобразователе при помощи HART-коммуникатора (для преобразователей с HART-протоколом) или при помощи ПО для интерфейса RS-485 (для преобразователей с интерфейсом RS-485) или при помощи кнопок управления установить тип НСХ «Pt100» и максимальный диапазон измерений в случае поверки преобразователя в полном объеме. При поверке в сокращенном объеме оставляют предустановленный или устанавливают необходимый тип НСХ.

9.2.2.3 С магазина сопротивлений воспроизводят значение нормированного сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60751)).

9.2.2.4 После стабилизации показаний поверяемого преобразователя снимают их с дисплея HART-коммуникатора или с ПО интерфейса RS-485 и с измерителя силы постоянного тока (напряжения постоянного тока).

9.2.2.5 Операции по п.п. 9.2.2.3 - 9.2.2.4 повторяют для остальных контрольных точек.

9.2.2.6 Рассчитывают значение основной абсолютной погрешности Δ_t для всех контрольных точек по формуле (3):

$$\Delta_t = t_i - t_3 \quad (3),$$

где: t_i – значение температуры, измеренное поверяемым преобразователем, °C;

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

9.2.2.7 Рассчитывают значение приведенной погрешности преобразования цифрового выходного сигнала в аналоговый выходной сигнал γ_i для всех контрольных точек по формуле (4) или (5):

$$\gamma_i = \frac{\left((I_B - I_H) \cdot \frac{(t_i - t_H)}{(t_B - t_H)} + I_H \right) - I_{\text{вых.}i}}{(I_B - I_H)} \cdot 100\% \quad (4),$$

где: t_i – значение температуры, измеренное поверяемым преобразователем, °C;

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

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

I_H, I_B – нижний и верхний пределы диапазона унифицированного выходного сигнала, мА (В).

$$\gamma_i = \frac{I_p - I_{\text{вых.}i}}{(I_B - I_H)} \cdot 100\% \quad (5),$$

где: I_p – рассчитанное преобразователем значение выходного сигнала, снимают с дисплея HART-коммуникатора или с ПО интерфейса RS-485, мА (В);

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

I_H, I_B – нижний и верхний пределы диапазона унифицированного выходного сигнала, мА (В).

9.2.2.8 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значения Δ_t и γ_i в каждой контрольной точке не превышают нормированных значений, указанных в приложении 1 к настоящей методике.

9.3 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям при работе с термоэлектрическими преобразователями.

9.3.1 Подключение преобразователей

9.3.1.1 Подключение преобразователей в лабораторных условиях

9.3.1.1.1 Поверяемый преобразователь подключить к калибратору напряжений, блоку питания и к измерителю силы постоянного тока (измерителю постоянного напряжения). Собрать схему в соответствии с Рисунком 1.

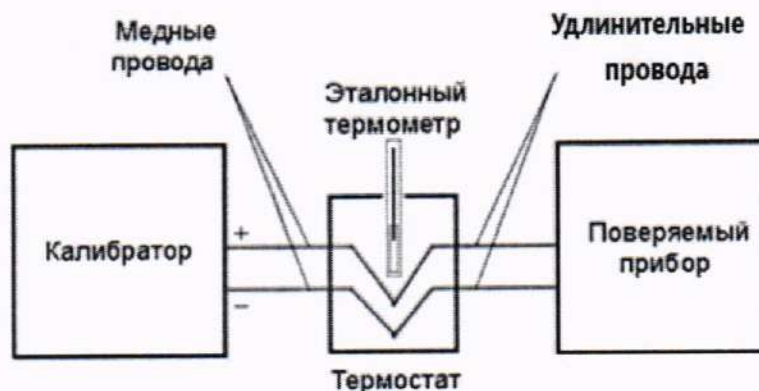


Рисунок 1 – Схема подключения

а) К поверяемому преобразователю подключают удлинительные (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-2016 или ГОСТ 1791-2014 (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип удлинительных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ преобразователя по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013. Концы удлинительных проводов соединяют с медными проводами, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные трансформаторным маслом или диоксидом алюминия, а затем 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.

9.3.1.2 Подключение преобразователей при поверке без демонтажа

Примечание: скорость изменения температуры в помещении или отсеке, в котором установлены преобразователи должна быть не более $\pm 0,2$ °С/мин.

9.3.1.2.1 Поверяемый преобразователь подключить к калибратору напряжений, блоку питания и к измерителю силы постоянного тока (измерителю постоянного напряжения).

а) Соединение поверяемого преобразователя и калибратора выполняют с помощью медных проводов.

б) Устанавливают измерительный наконечник термометра сопротивления платинового эталонного малогабаритного в отверстие в преобразователе, отмеченное маркировкой ТСП-ОМ (или указанное в эксплуатационной документации).

Примечание: допускается проводить поверку преобразователей по этой схеме подключения в лабораторных условиях.

9.3.2 Преобразователи без цифрового выходного сигнала

9.3.2.1 На поверяемом преобразователе установить тип НСХ «К» и максимальный диапазон измерений в случае поверки преобразователя в полном объеме. При поверке в сокращенном объеме оставляют предустановленный или устанавливают необходимый тип НСХ.

9.3.2.2 С эталона воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013) с учетом температуры холодного спая измеренной термометром по п. 9.3.1.1.1.а или п. 9.3.1.2.1.б.

9.3.2.3 После стабилизации показаний поверяемого преобразователя снимают их с измерителя силы постоянного тока (напряжения постоянного тока).

9.3.2.4 Операции по п.п. 9.3.2.2 - 9.3.2.3 повторяют для остальных контрольных точек.

9.3.2.5 Рассчитывают значение измеряемой температуры t_i по формуле (1).

9.3.2.6 Рассчитывают значение приведенной погрешности γ для всех контрольных точек по формуле (6):

$$\gamma = \frac{(t_i - t_3)}{(t_B - t_H)} \cdot 100\% \quad (6),$$

где: t_i – значение температуры, рассчитанное по формуле (1), °С;

t_3 – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, заданное калибратором, °С;

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

9.3.2.7 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение γ в каждой контрольной точке не превышает нормированного значения, указанного в приложении 1 к настоящей методике.

9.3.3 Преобразователи с цифровым выходным сигналом

9.3.3.1 На поверяемом преобразователе установить тип НСХ «К» и максимальный диапазон измерений в случае поверки преобразователя в полном объеме. При поверке в сокращенном объеме оставляют предустановленный или устанавливают необходимый тип НСХ.

9.3.3.2 С эталона воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013) с учетом температуры холодного спая измеренной термометром по п. 9.3.1.1.1.а или п. 9.3.1.2.1.б.

9.3.3.3 После стабилизации показаний поверяемого преобразователя снимают их с дисплея HART-коммуникатора или с ПО интерфейса RS-485 и с измерителя силы постоянного тока (напряжения постоянного тока).

9.3.3.4 Операции по п.п. 9.3.3.2 - 9.3.3.3 повторяют для остальных контрольных точек.

9.3.3.5 Рассчитывают значение основной абсолютной погрешности Δ_t для всех контрольных точек по формуле (7):

$$\Delta_t = t_i - t_3 \quad (7),$$

где: t_i – значение температуры, измеренное поверяемым преобразователем, °С;

t_3 – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, заданное калибратором, °С.

9.3.3.6 Рассчитывают значение приведенной погрешности преобразования цифрового выходного сигнала в аналоговый выходной сигнал γ_i для всех контрольных точек по формуле (4) или (5).

9.3.3.7 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значения Δ_t и γ_i в каждой контрольной точке не превышают нормированных значений, указанных в приложении 1 к настоящей методике.

9.4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям при измерении аналоговых сигналов постоянного тока.

9.4.1 Поверяемый преобразователь подключить к магазину сопротивлений, блоку питания и измерителю силы постоянного тока (измерителю постоянного напряжения).

9.4.2 На поверяемом преобразователе установить диапазон измерений от 0 до 3000 Ом.

9.4.3 С магазина сопротивлений подают значение сопротивления, соответствующее первой контрольной точке и после стабилизации показаний поверяемого преобразователя снимают их с измерителя силы постоянного тока (напряжения постоянного тока), с дисплея HART-коммуникатора или с ПО интерфейса RS-485.

9.4.4 Операции по п.п. 9.4.2-9.4.3 повторяют для остальных контрольных точек и остальных типов аналоговых сигналов, предварительно подключив к преобразователю эталонное оборудование, соответствующее типу входного сигнала (калибратор напряжений или силы постоянного тока).

9.4.5 Преобразователи без цифрового выходного сигнала

9.4.5.1 Рассчитывают значение измеряемого аналогового сигнала, по формуле (8):

$$X_i = \frac{(I_{\text{вых},i} - I_H)}{(I_B - I_H)} \cdot (X_B - X_H) + X_H \quad (8),$$

где: $I_{\text{вых.}i}$ – измеренное значение унифицированного выходного сигнала, соответствующее измеряемому аналоговому сигналу, мА (В);

$I_{\text{н}}, I_{\text{в}}$ – нижний и верхний пределы диапазона унифицированного выходного сигнала, мА (В);

$X_{\text{в}}, X_{\text{н}}$ – нижний и верхний пределы диапазона измерений аналогового сигнала, Ом, мВ, мА).

9.4.5.2 Рассчитывают значение приведенной погрешности γ_X для всех контрольных точек по формуле (9):

$$\gamma_X = \frac{(X_i - X_3)}{(X_{\text{в}} - X_{\text{н}})} \cdot 100\% \quad (9),$$

где: X_i – значение сигнала, рассчитанное по формуле (8), Ом, мВ, мА;

X_3 – значение сигнала, заданное (измеренное) калибратором (измерителем напряжения и силы тока), Ом, мВ, мА;

$X_{\text{в}}, X_{\text{н}}$ – нижний и верхний пределы диапазона измерений аналогового сигнала, Ом, мВ, мА).

9.4.5.3 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение γ_X в каждой контрольной точке не превышает нормированного значения, указанного в приложении 1 к настоящей методике.

9.4.6 Преобразователи с цифровым выходным сигналом

9.4.6.1 Рассчитывают значение основной абсолютной погрешности Δ_X для всех контрольных точек по формуле (10):

$$\Delta_X = X_i - X_3 \quad (10)$$

где: X_i – значение сигнала, измеренное (воспроизводимое) поверяемым преобразователем, Ом, мВ, мА;

X_3 – значение сигнала, заданное (измеренное) калибратором (измерителем напряжения и силы тока), Ом, мВ, мА;

9.4.6.2 Рассчитывают значение приведенной погрешности преобразования цифрового выходного сигнала в аналоговый выходной сигнал γ_i для всех контрольных точек по формуле (11) или (12):

$$\gamma_i = \frac{\left((I_{\text{в}} - I_{\text{н}}) \cdot \frac{(X_i - X_{\text{н}})}{(X_{\text{в}} - X_{\text{н}})} + I_{\text{н}} \right) - I_{\text{вых.}i}}{(I_{\text{в}} - I_{\text{н}})} \cdot 100\% \quad (11),$$

где: X_i – значение сигнала, измеренное (воспроизводимое) поверяемым преобразователем, Ом, мВ, мА;

$X_{\text{в}}, X_{\text{н}}$ – нижний и верхний пределы диапазона измерений аналогового сигнала, Ом, мВ, мА).

$I_{\text{вых.}i}$ – измеренное значение унифицированного выходного сигнала, соответствующее измеряемому аналоговому сигналу, мА (В);

$I_{\text{н}}, I_{\text{в}}$ – нижний и верхний пределы диапазона унифицированного выходного сигнала, мА (В).

$$\gamma_i = \frac{I_{\text{р}} - I_{\text{вых.}i}}{(I_{\text{в}} - I_{\text{н}})} \cdot 100\% \quad (12),$$

где: $I_{\text{р}}$ – рассчитанное преобразователем значение выходного сигнала, снимают с дисплея HART-коммуникатора или с ПО интерфейса RS-485, мА (В);

$I_{\text{вых.}i}$ – измеренное значение унифицированного выходного сигнала, соответствующее измеряемому аналоговому сигналу X_i , мА (В);

I_n, I_v – нижний и верхний пределы диапазона унифицированного выходного сигнала, мА (В).

9.4.6.3 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значения Δ_x и γ_i в каждой контрольной точке не превышают нормированных значений, указанных в приложении 1 к настоящей методике.

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 или вносится запись о проведенной поверке в паспорт, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

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.

Разработали:

Ведущий инженер отдела 207 ФГБУ «ВНИИМС»



П.В. Сухов

Начальник отдела 207 ФГБУ «ВНИИМС»

А.А. Игнатов



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Таблица 1 Метрологические требования, предъявляемые к преобразователям с наличием цифрового выходного сигнала

Тип входного сигнала	Максимальный диапазон измерений	Схема подключений	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ^{1,2,3,4,5)} (Δ) (в зависимости от класса точности)			
			КТ 0,1	КТ 0,15	КТ 0,25	КТ 0,5
			Термопреобразователи сопротивления по ГОСТ 6651-2009			
Pt1000 1000П	от -196 до +800 °С	4-х пр.	±0,06	±0,15	±0,25	±0,40
		3-х, 2-х пр.	±0,1	±0,15	±0,25	±0,40
Pt100 100П	от -196 до +850 °С	4-х пр.	±0,06	±0,15	±0,25	±0,40
		3-х, 2-х пр.	±0,1	±0,15	±0,25	±0,40
Pt50 50П	от -196 до +850 °С	4-х пр.	±0,12	±0,30	±0,45	±0,75
		3-х, 2-х пр.	±0,20	±0,30	±0,45	±0,75
100М	от -180 до +200 °С	4-х пр.	±0,06	±0,15	±0,25	±0,40
		3-х, 2-х пр.	±0,1	±0,15	±0,25	±0,40
50М	от -180 до +200 °С	4-х пр.	±0,12	±0,30	±0,45	±0,75
		3-х, 2-х пр.	±0,20	±0,30	±0,45	±0,75
Термопреобразователи сопротивления по ГОСТ 6651-59						
46П (гр.21)	от -196 до +650 °С	4-х пр.	±0,15	±0,40	±0,60	±1,00
		3-х, 2-х пр.	±0,30	±0,40	±0,60	±1,00
53М (гр.23)	от -50 до +180 °С	4-х пр.	±0,15	±0,40	±0,60	±1,00
		3-х, 2-х пр.	±0,30	±0,40	±0,60	±1,00
Преобразователи термоэлектрические по ГОСТ Р 8.585-2001						
ТХК (L)	от -200 до +600 °С	—	±0,40	±0,80	±1,20	±2,00
ТХА (K)	от -210 до +1300 °С		±0,60	±0,90	±1,80	±3,00
ТПП (S)	от 0 до +1700 °С		±1,00	±1,50	±2,50	±5,00
ТПР (В)	от +300 до +1800 °С		±1,00	±1,50	±2,50	±5,00
ТНН (N)	от -110 до +1300 °С		±0,60	±0,90	±1,80	±3,00
ТЖК (J)	от -200 до +1100 °С		±0,60	±0,90	±1,80	±3,00
ТПП (R)	от 0 до +1700 °С		±1,70	±2,55	±4,25	±8,50
ТВР (А-1)	от 0 до +1200 °С		±4,0	±6,0	±12,0	±20,0
	св. +1200 до +2500 °С		±5,0	±7,5	±15,0	±25,0
ТМК (Т)	от -50 до +400 °С	±0,60	±0,90	±1,80	±3,00	
Аналоговые сигналы и температура холодного спая						
сопротивление	от 0 до 3000 Ом	2-х пр.	±0,20	±0,30	±0,50	±1,00
сила тока	от 0 до 25 мА	—	±0,007	±0,011	±0,022	±0,035
напряжение	от -10 до +100 мВ		±0,06	±0,09	±0,18	±0,30
Примечания:						
1) – погрешность измерений для ТС, ТП и температуры холодного спая указаны в °С, для сопротивления – в Ом, для силы тока – в мА, для напряжения – в мВ;						
2) – погрешность измерений сигналов ТП указана без учета погрешности измерений температуры холодного спая.						

- ³⁾ – пределы абсолютной погрешности измерений температуры холодного спая $\pm 0,4$ °С (для КТ 0,1 и КТ 0,15) и $\pm 0,8$ °С (для КТ 0,25 и КТ 0,5) в диапазоне рабочей температуры эксплуатации ИП1;
- ⁴⁾ – пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений при изменении температуры окружающей среды от нормальных условий на каждые 10 °С изменения температуры в диапазоне рабочих температур, равняются $0,5 \cdot \Delta$;
- ⁵⁾ – пределы допускаемой приведенной погрешности преобразования цифрового выходного сигнала в аналоговый выходной сигнал, выраженные в процентах от диапазона выходного сигнала:
- $\pm 0,02$ % (для преобразователей с КТ 0,1);
 - $\pm 0,04$ % (для преобразователей с КТ 0,15);
 - $\pm 0,075$ % (для преобразователей с КТ 0,25);
 - $\pm 0,10$ % (для преобразователей с КТ 0,5).

Таблица 2 – Метрологические требования, предъявляемые к преобразователям без цифрового выходного сигнала

Тип входного сигнала	Максимальный диапазон измерений	Минимальный интервал измерений ¹⁾	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений (γ) (в зависимости от класса точности), % (от диапазона измерений) ^{2,3)}			
			КТ 0,1	КТ 0,15	КТ 0,25	КТ 0,5
Термопреобразователи сопротивления по ГОСТ 6651-2009						
Pt1000 1000П	от -196 до +800 °С	30 °С	±0,1 (±0,25) ⁴⁾	±0,15 (±0,5) ⁴⁾	±0,25 (±1,0) ⁴⁾	±0,5 (±1,5) ⁴⁾
Pt100, 100П	от -196 до +850 °С					
Pt50 50П	от -196 до +850 °С					
100М 50М	от -180 до +200 °С	50 °С				
Термопреобразователи сопротивления по ГОСТ 6651-59						
46П (гр.21)	от -196 до +650 °С	50 °С	±0,1 (±0,25) ⁴⁾	±0,15 (±0,5) ⁴⁾	±0,25 (±1,0) ⁴⁾	±0,5 (±1,5) ⁴⁾
53М (гр.23)	от -50 до +180 °С					
Преобразователи термоэлектрические по ГОСТ Р 8.585-2001						
ТХК (L)	от -200 до +600 °С	200 °С	±0,1 (±0,2) ⁵⁾	±0,15 (±0,3) ⁵⁾	±0,25 (±0,5) ⁵⁾	±0,5 (±1,0) ⁵⁾
ТХА (K)	от -210 до +1300 °С	300 °С	±0,1 ±(0,2) ⁶⁾	±0,15 (±0,3) ⁶⁾	±0,25 (±0,5) ⁶⁾	±0,5 (±1,0) ⁶⁾
ТПП (S)	от 0 до +1700 °С	500 °С	±0,1 (±0,2) ⁷⁾	±0,15 (±0,3) ⁷⁾	±0,25 (±0,5) ⁷⁾	±0,5 (±1,0) ⁷⁾
ТПР (B)	от +300 до +1800 °С	500 °С	±0,2	±0,3	±0,5	±1,0
ТНН (N)	от -110 до +1300 °С	300 °С	±0,1 ±(0,2) ⁶⁾	±0,15 (±0,3) ⁶⁾	±0,25 (±0,5) ⁶⁾	±0,5 (±1,0) ⁶⁾
ТЖК (J)	от -200 до +1100 °С	300 °С	±0,1 ±(0,2) ⁶⁾	±0,15 (±0,3) ⁶⁾	±0,25 (±0,5) ⁶⁾	±0,5 (±1,0) ⁶⁾
ТПП (R)	от 0 до +1700 °С	500 °С	±0,1 (±0,2) ⁷⁾	±0,15 (±0,3) ⁷⁾	±0,25 (±0,5) ⁷⁾	±0,5 (±1,0) ⁷⁾
ТВР (А-1)	от 0 до +1200 °С	1200 °С	±0,4	±0,6	±1,2	±2,0
	св. +1200 до +2500 °С					
ТМК (T)	от -50 до +400 °С	200 °С	±0,2	±0,3	±0,5	±1,0

