

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.

«31» июня 2024 г.

А.Е. Коломин

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, приведенные 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 электродвигущей 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

П р и м е ч а н и я:

- 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, °С	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: $\Delta M / \Delta \text{Эт} \geq 3$, где: ΔM и $\Delta \text{Эт}$ – см. примечания.	Компаратор-калибратор универсальный КМ300 (регистрационный № 54727-13); Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-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: $\Delta M / \Delta \text{Эт} \geq 3$, где: ΔM и $\Delta \text{Эт}$ – 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: $\Delta M / \Delta \text{Эт} \geq 3$, где: ΔM и $\Delta \text{Эт}$ – см. примечания.	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-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 °C до +25 °C, ($\Delta = \pm 1,0$ °C (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 °C до +35 °C $\Delta = \pm 0,05$ °C; Диаметр измерительного наконечника 1,6 мм (для поверки преобразователей без демонтажа).	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (Рег. № 61806-15). Термометр сопротивления платиновый эталонный малогабаритный ТСП-ОМ (Рег. № 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).	-
П р и м е ч а н и я:		
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 Δ_{et} – 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) mA, (2,5±1,0) mA, (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 соответствуют 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):

$$t_i = \frac{(I_{\text{вых},i} - I_{\text{H}})}{(I_{\text{B}} - I_{\text{H}})} \cdot (t_{\text{B}} - t_{\text{H}}) + t_{\text{H}} \quad (1),$$

где: $I_{\text{вых},i}$ – 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);

t_{B} , t_{H} – верхний и нижний пределы диапазона измерений температуры, °С.

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

$$\gamma = \frac{(t_i - t_{\text{a}})}{(t_{\text{B}} - t_{\text{H}})} \cdot 100\% \quad (2),$$

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

t_{a} – значение температуры, заданное магазином сопротивления, °С;

t_{B} , t_{H} – 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 , mA (B);

I_H, I_B – нижний и верхний пределы диапазона унифицированного выходного сигнала, mA (B).

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

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

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

I_H, I_B – нижний и верхний пределы диапазона унифицированного выходного сигнала, mA (B).

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.

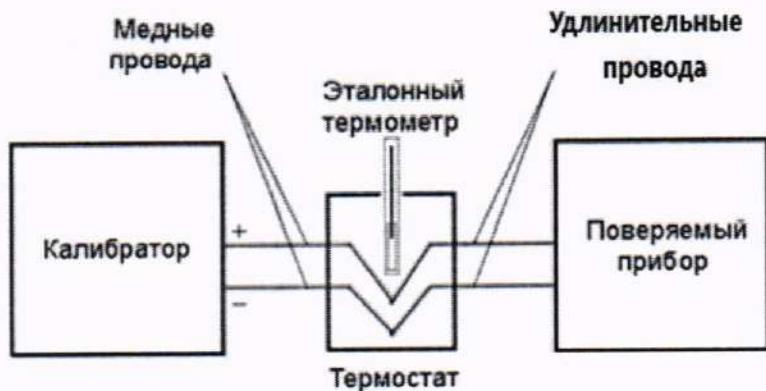


Рисунок 1 – Схема подключения

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 $\pm 0,05$ $^{\circ}\text{C}$.

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 $\pm 0,2$ $^{\circ}\text{C}/\text{мин}$.

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.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), $^{\circ}\text{C}$;

t_3 – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, заданное калибратором, $^{\circ}\text{C}$;

t_B, t_H – верхний и нижний пределы диапазона измерений температуры, $^{\circ}\text{C}$.

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, $^{\circ}\text{C}$;

t_3 – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, заданное калибратором, $^{\circ}\text{C}$.

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_{H} , I_{B} – нижний и верхний пределы диапазона унифицированного выходного сигнала, мА (В);

$X_{\text{B}}, X_{\text{H}}$ – 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):

$$\gamma_X = \frac{(X_i - X_{\text{з}})}{(X_{\text{B}} - X_{\text{H}})} \cdot 100\% \quad (9),$$

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

$X_{\text{з}}$ – значение сигнала, заданное (измеренное) калибратором (измерителем напряжения и силы тока), Ом, мВ, мА;

$X_{\text{B}}, X_{\text{H}}$ – 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):

$$\Delta_X = X_i - X_{\text{з}} \quad (10)$$

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

$X_{\text{з}}$ – 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):

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

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

$X_{\text{B}}, X_{\text{H}}$ – 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);

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

$$\gamma_i = \frac{I_{\text{p}} - I_{\text{вых.}i}}{(I_{\text{B}} - I_{\text{H}})} \cdot 100\% \quad (12),$$

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 измеряемому аналоговому сигналу X_i , мА (В);

$I_{\text{н}}$, $I_{\text{в}}$ – 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.

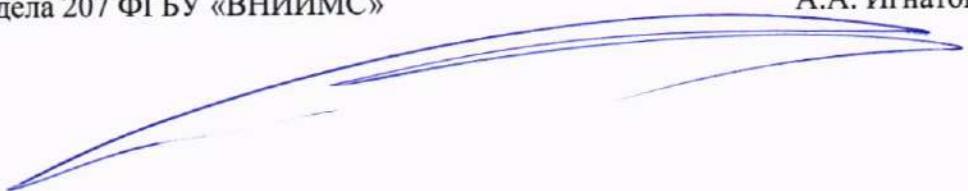
Разработали:

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 °C	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 °C	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 °C	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 °C	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 °C	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 °C	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 °C	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						
TXK (L)	от -200 до +600 °C	—	±0,40	±0,80	±1,20	±2,00
TXA (K)	от -210 до +1300 °C		±0,60	±0,90	±1,80	±3,00
TПП (S)	от 0 до +1700 °C		±1,00	±1,50	±2,50	±5,00
TПР (B)	от +300 до +1800 °C		±1,00	±1,50	±2,50	±5,00
TНН (N)	от -110 до +1300 °C		±0,60	±0,90	±1,80	±3,00
TЖК (J)	от -200 до +1100 °C		±0,60	±0,90	±1,80	±3,00
TПП (R)	от 0 до +1700 °C		±1,70	±2,55	±4,25	±8,50
TВР (A-1)	от 0 до +1200 °C		±4,0	±6,0	±12,0	±20,0
	св. +1200 до +2500 °C		±5,0	±7,5	±15,0	±25,0
TMK (T)	от -50 до +400 °C		±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

- ³⁾ – пределы абсолютной погрешности измерений температуры холодного спая $\pm 0,4$ °C (для КТ 0,1 и КТ 0,15) и $\pm 0,8$ °C (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 °C 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 °C	30 °C	$\pm 0,1$ ($\pm 0,25$) ⁴⁾	$\pm 0,15$ ($\pm 0,5$) ⁴⁾	$\pm 0,25$ ($\pm 1,0$) ⁴⁾	$\pm 0,5$ ($\pm 1,5$) ⁴⁾
Pt100, 100П	от -196 до +850 °C					
Pt50 50П	от -196 до +850 °C					
100М 50М	от -180 до +200 °C					
Термопреобразователи сопротивления по ГОСТ 6651-59						
46П (гр.21)	от -196 до +650 °C	50 °C	$\pm 0,1$ ($\pm 0,25$) ⁴⁾	$\pm 0,15$ ($\pm 0,5$) ⁴⁾	$\pm 0,25$ ($\pm 1,0$) ⁴⁾	$\pm 0,5$ ($\pm 1,5$) ⁴⁾
53М (гр.23)	от -50 до +180 °C					
Преобразователи термоэлектрические по ГОСТ Р 8.585-2001						
TXK (L)	от -200 до +600 °C	200 °C	$\pm 0,1$ ($\pm 0,2$) ⁵⁾	$\pm 0,15$ ($\pm 0,3$) ⁵⁾	$\pm 0,25$ ($\pm 0,5$) ⁵⁾	$\pm 0,5$ ($\pm 1,0$) ⁵⁾
TXA (K)	от -210 до +1300 °C	300 °C	$\pm 0,1$ ($\pm 0,2$) ⁶⁾	$\pm 0,15$ ($\pm 0,3$) ⁶⁾	$\pm 0,25$ ($\pm 0,5$) ⁶⁾	$\pm 0,5$ ($\pm 1,0$) ⁶⁾
TПП (S)	от 0 до +1700 °C	500 °C	$\pm 0,1$ ($\pm 0,2$) ⁷⁾	$\pm 0,15$ ($\pm 0,3$) ⁷⁾	$\pm 0,25$ ($\pm 0,5$) ⁷⁾	$\pm 0,5$ ($\pm 1,0$) ⁷⁾
TПР (B)	от +300 до +1800 °C	500 °C	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
TНН (N)	от -110 до +1300 °C	300 °C	$\pm 0,1$ ($\pm 0,2$) ⁶⁾	$\pm 0,15$ ($\pm 0,3$) ⁶⁾	$\pm 0,25$ ($\pm 0,5$) ⁶⁾	$\pm 0,5$ ($\pm 1,0$) ⁶⁾
TЖК (J)	от -200 до +1100 °C	300 °C	$\pm 0,1$ ($\pm 0,2$) ⁶⁾	$\pm 0,15$ ($\pm 0,3$) ⁶⁾	$\pm 0,25$ ($\pm 0,5$) ⁶⁾	$\pm 0,5$ ($\pm 1,0$) ⁶⁾
TПП (R)	от 0 до +1700 °C	500 °C	$\pm 0,1$ ($\pm 0,2$) ⁷⁾	$\pm 0,15$ ($\pm 0,3$) ⁷⁾	$\pm 0,25$ ($\pm 0,5$) ⁷⁾	$\pm 0,5$ ($\pm 1,0$) ⁷⁾
TBP (A-1)	от 0 до +1200 °C	1200 °C	$\pm 0,4$	$\pm 0,6$	$\pm 1,2$	$\pm 2,0$
	св. +1200 до +2500 °C					
TMK (T)	от -50 до +400 °C	200 °C	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$

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
Аналоговые сигналы и температура холодного спая						
сопротивление	от 0 до 2000 Ом	30 Ом	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,25$	$\pm 0,5$
сила тока	от 0 до 25 мА	5 мА				
напряжение	от -10 до +100 мВ	5 мВ				

Примечания:

- 1) – интервал измерений определяется как алгебраическая разница между значениями верхнего и нижнего пределов диапазона измерений. Нормирующим значением для основной погрешности является программно-установленный диапазон измерений, который не должен быть менее минимального интервала измерений;
- 2) – погрешность измерений сигналов ТП указана с учетом погрешности измерений температуры холодного спая;
- 3) – пределы допускаемой дополнительной приведенной (к диапазону измерений) погрешности измерений, при изменении температуры окружающей среды от нормальных условий на каждые 10 °С изменения температуры в диапазоне рабочих температур, равняются $0,5 \cdot \gamma$;
- 4) - пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений для интервала измерений менее 100 °С;
- 5) - пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений для интервала измерений менее 400 °С;
- 6) - пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений для интервала измерений менее 600 °С;
- 7) - пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений для интервала измерений менее 1000 °С