

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ» (ФГУП «ВНИИМС»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

«29» апреля 2019 г.

Преобразователи термоэлектрические серий U, T, M

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207-010-2019

г. Москва
2019 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи термоэлектрические серий U, T, M (далее по тексту – термопреобразователи или ТП), изготовленные фирмой «Temperaturmesstechnik Geraberg GmbH», Германия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками:

- 1 год для ТП с НСХ типов «R», «S», «B»;

- 2 года для остальных ТП.

Основные метрологические характеристики для преобразователей термоэлектрических серий U, T, M приведены в таблице 1.

Таблица 1

Условное обозначение НСХ	Класс допуска	Диапазон измерений температуры, °С ⁽¹⁾	Пределы допускаемых отклонений ТЭДС ТП от НСХ, °С (где t – значение измеряемой температуры, °С) ⁽²⁾⁽³⁾
К	1	от -40 до +375 включ. св. +375 до +1000	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t$
	2	от -40 до +333 включ. св. +333 до +1200	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t$
	3	от -200 до +400	$\pm 2,5$ или $\pm 0,0075 \cdot t$
N	1	от -40 до +375 включ. св. +375 до +1000	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t$
	2	от -40 до +333 включ. св. +333 до +1200	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t$
	3	от -200 до +400	$\pm 2,5$ или $\pm 0,0075 \cdot t$
J	1	от -40 до +375 включ. св. +375 до +750	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t$
	2	от -40 до +333 включ. от +333 до +750	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t$
T	1	от -40 до +125 включ. св. +125 до +350	$\pm 0,5$ $\pm 0,004 \cdot t$
	2	от -40 до +135 включ. св. +135 до +400	$\pm 1,0$ $\pm 0,0075 \cdot t$
	3	от -200 до -66 включ. св. -66 до +40	$\pm 0,15$ $\pm 0,004 \cdot t$
E	1	от -40 до +375 включ. св. +375 до +800	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t$
	2	от -40 до +333 включ. св. +333 до +900	$\pm 2,5$ $\pm 0,0075 \cdot t$
	3	от -200 до -167 включ. св. -167 до +40	$\pm 0,015 \cdot t$ $\pm 2,5$
L	2	от -40 до +360 включ. от +360 до +800	$\pm 2,5$ $\pm 0,7 + 0,005 \cdot t$
	3	от -200 до -100 включ. от -100 до +100	$\pm 1,5 + 0,01 \cdot t$ $\pm 2,5$
R	1	от 0 до +1100 включ. св. +1100 до +1600	$\pm 1,0$ $\pm [1 + 0,003 \cdot (t - 1100)]$

Условное обозначение НСХ	Класс допуска	Диапазон измерений температуры, °С ⁽¹⁾	Пределы допускаемых отклонений ТЭДС ТП от НСХ, °С (где t – значение измеряемой температуры, °С) ⁽²⁾⁽³⁾
	2	от 0 до +600 включ. св. +600 до +1600	$\pm 1,5$ $\pm 0,0025 \cdot t$
S	1	от 0 до +1100 включ. св. +1100 до +1600	$\pm 1,0$ $\pm [1 + 0,003 \cdot (t - 1100)]$
	2	от 0 до +600 включ. св. +600 до +1600	$\pm 1,5$ $\pm 0,0025 \cdot t$
B	2	от +600 до +1700	$\pm 0,0025 \cdot t$
	3	от +600 до +800 включ. св. +800 до +1700	± 4 $\pm 0,005 \cdot t$

Примечания:

(1) Указаны предельные значения температуры, конкретный диапазон, не превышающий данные предельные значения, в зависимости от конструктивного исполнения указан в паспорте на СИ.

(2) ТП комплектующиеся ИП утвержденного типа, допускается применять в диапазоне измерений ТП с ИП, согласованным с пользователем, но лежащим внутри полного диапазона измерений ТП с ИП и не менее нормированного минимального интервала измерений ИП (при наличии), указанного в ОТ на ИП.

(3) Предел допускаемой основной погрешности ТП и ИП (Δ , °С) вычисляются по формуле

$$\Delta = \pm \sqrt{(\Delta_{ИП} + \Delta_{КОМП})^2 + (\Delta_{ТП})^2}$$
, где $\Delta_{ТП}$ – отклонение от НСХ (в температурном эквиваленте) ТП, °С; $\Delta_{ИП}$ – предел допускаемой основной погрешности ИП, приведенный в ОТ на ИП; $\Delta_{КОМП}$ – погрешность схемы компенсации ИП, °С.

2 Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Проверка электрического сопротивления изоляции ТП	7.2	Да	Да
3 Проверка нестабильности	7.3	Да	Нет
4 Определение ТЭДС ЧЭ ТП при заданных значениях температуры (для термопреобразователей без ИП)	7.4	Да	Да
5 Определение основной погрешности (для термопреобразователей с ИП)	7.5	Да	Да

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, перечень которых приведён в таблице 3.

3.2 Средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм.

Таблица 3

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.2	Измеритель сопротивления изоляции АРРА 607, диапазон измерения: от 2 МОм до 22 ГОм, пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm(0,015 \cdot R + 5 \text{ е.м.р.})$ (в диапазоне от 2 до 2000 МОм), $\pm(0,1 \cdot R + 3 \text{ е.м.р.})$ (в диапазоне св. 2000 МОм до 22 ГОм) (Регистрационный № 56407-14).
7.3	Рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 - термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/1 (Регистрационный № 19916-10); Рабочий эталон 1, 2, 3-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 - преобразователи термоэлектрические эталонные ТППО (Регистрационный № 19254-10); Рабочий эталон 2, 3-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 - преобразователи термоэлектрические платиноводород-платиноводородные эталонные ПРО (Регистрационный № 41201-09); Термостаты переливные прецизионные ТПП-1 (Регистрационный № 33744-07); Калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R и RTC-R (Регистрационный № 46576-11); Термостат с флюидизированной средой FB-08 (Регистрационный № 44370-10); Прецизионный милливольтметр В2-99 (Регистрационный № 22532-02); Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10(М) (Регистрационный № 19736-11).
7.4	Рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 - термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/1 (Регистрационный № 19916-10); Рабочий эталон 1, 2, 3-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 - преобразователи термоэлектрические эталонные ТППО (Регистрационный № 19254-10); Рабочий эталон 2, 3-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 - преобразователи термоэлектрические платиноводород-платиноводородные эталонные ПРО (Регистрационный № 41201-09); Термостаты переливные прецизионные ТПП-1 (Регистрационный № 33744-07); Калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R и RTC-R (Регистрационный № 46576-11); Термостат с флюидизированной средой FB-08 (Регистрационный № 44370-10); Прецизионный милливольтметр В2-99 (Регистрационный № 22532-02); Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10(М) (Регистрационный № 19736-11).

7.5	<p>Рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 - термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/1 (Регистрационный № 19916-10);</p> <p>Рабочий эталон 1, 2, 3-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 - преобразователи термоэлектрические эталонные ТППО (Регистрационный № 19254-10);</p> <p>Рабочий эталон 2, 3-го разрядов по ГОСТ 8.558-2009 - преобразователи термоэлектрические платинородий-платинородиевые эталонные ПРО (Регистрационный № 41201-09);</p> <p>Термостаты переливные прецизионные ТПП-1 (Регистрационный № 33744-07);</p> <p>Калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R и RTC-R (Регистрационный № 46576-11);</p> <p>Мультиметр 3458А (Регистрационный № 25900-03);</p> <p>Термостат с флюидизированной средой FB-08 (Регистрационный № 44370-10);</p> <p>Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10(М) (Регистрационный № 19736-11);</p> <p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Регистрационный № 52489-13);</p> <p>Прецизионный милливольтметр В2-99 (Регистрационный № 22532-02).</p>
<p>Примечание – Допускается применение средств поверки, не приведённых в таблице, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик приборов с требуемой точностью</p>	

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 Поверка приборов должна выполняться специалистами, аттестованными в качестве поверителей данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации и освоившими работу с прибором.

5 Требования безопасности

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

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» ПОТЭУ (2014);
- требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые эталонные средства измерений и средства поверки.

6 Условия поверки и подготовка к поверке

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст);
- частота питающей сети – (50±0,5) Гц.

6.2 Электрическое питание термостатов должно осуществляться стабилизированным напряжением, изменение напряжения не должно превышать 2%.

6.3 Все приборы, установки должны быть заземлены, сопротивление заземления – не более 0,1 Ом, сечение проводов заземления – не менее 0,75 мм².

6.4 Средства поверки, оборудование готовят в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

6.5 При работе термостатов включают местную вытяжную вентиляцию.

6.6 Поверяемый ТП и используемые средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов, влияющих на их работу.

6.7 Операции, проводимые со средствами поверки, с поверяемым ТП должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

6.8 При проведении поверки в случае разборной конструкции ТП допускается извлечь измерительную вставку из защитной арматуры.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида, комплектности прибора технической и эксплуатационной документации;
- наличие заводского номера;
- наличие и четкость маркировки;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;
- отсутствие обрывов и нарушения изоляции проводов;
- прочность соединения проводов, отсутствие следов коррозии.

Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования. При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

7.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

7.2.1 Проверка электрического сопротивления изоляции термопреобразователей проводится по ГОСТ 6616-94. Для проверки используют мегаомметр с номинальным рабочим напряжением 500 В.

Подключают один из зажимов мегомметра к закороченным между собой выходным контактам ТС, а другой – к металлической защитной арматуре. По истечении 1 мин или через меньшее время, за которое показания средств измерения практически установятся, производят отсчет показаний, определяющих электрическое сопротивление изоляции.

7.2.2 Электрическое сопротивление изоляции должно быть не менее 20 МОм.

7.3 Проверка нестабильности (для термопреобразователей без ИП)

7.3.1 Проверка производится путем трехкратного измерения ТЭДС ЧЭ до и после двухчасовой выдержки термопреобразователя в печи при температуре верхнего предела измерения.

7.3.2 Результат испытаний считается удовлетворительным, если отклонения ТЭДС ЧЭ от НСХ преобразования после выдержки в печи при температуре верхнего предела измерения не превышают $\frac{1}{2}$ допускаемых отклонений, указанных в НД на ТП конкретного типа.

7.4 Определение ТЭДС ЧЭ ТП при заданных значениях температуры (для термопреобразователей без ИП)

7.4.1. Градуировочные характеристики поверяемых ТП должны соответствовать НСХ конкретного типа и класса допуска по ГОСТ Р 8.585-2001.

При проверке определяют ТЭДС ТП при нескольких заданных значениях температуры его рабочего конца и температуре свободных концов, равной 0 °С. Полученные результаты измерений сравнивают с данными НСХ на ТП конкретного типа и класса допуска по ГОСТ Р 8.585-2001, при тех же значениях температуры.

7.4.2. При поверке ТП их ТЭДС должна быть определена не менее чем при четырех значениях температуры в пределах рабочего диапазона ТП и указанных в таблице 4.

Таблица 4

Условное обозначение НСХ	Диапазон измерений температуры, °С	Температура при измерениях ТЭДС, °С
J	от -40 до +750	-40, 0, +200, +400, +600, (+700)
E	от -200 до +40	-196, -60, 0, +40
	от -40 до +900	-40, 0, +200, +400, +600, (+800)
L	от -200 до +100	-196, -60, 0, +50 (+80)
	от -40 до +800	-40, 0, +200, +400, +600, (+800)
K	от -40 до +1200	-40, 0, +300, +600, +800, (+1000)
N	от -200 до +400	-196, -60, 0, +150, +300, (+350)
R S	от 0 до +1600	0, +300, +600, +900, +1200
B	от +600 до +1700	+600, +900, +1200, +1500, (+1600)
T	от -200 до +40	-196, -60, 0, +40
	от -40 до +400	-40, 0, +150, +300 (+350)

Для ЧЭ ТП специального назначения, применяемых в более узком диапазоне температуры, указанном заказчиком, допускается определять ТЭДС в границах этого диапазона, но не менее чем при четырех значениях температуры, равноотстоящих друг от друга.

7.4.3. В диапазоне температур от 0 °С до +660 °С в качестве эталонного средства измерения используется эталонный термометр сопротивления ЭТС-100.

В диапазоне температур от +300 °С до +1100 °С в качестве эталонного средства измерения используется эталонная платинородий-платиновая термопара ТППО 1 или 2-го разряда.

В диапазоне температур от +600 °С до +1600 °С в качестве эталонного средства измерения используется эталонная платинородий-платинородиевая термопара ПРО 2 или 3-го разряда.

7.4.4. ТЭДС термопреобразователей при заданных значениях температуры определяют в последовательности, указанной ниже.

В соответствии с Руководством по эксплуатации устанавливают в калибраторе температуры первую контрольную точку (с допускаемыми отклонениями, не превышающими ± 5 °С). Температуру калибратора температуры контролируют эталонным средством измерения.

После установления заданной температуры и соответствующей выдержки для достижения состояния теплового равновесия (не менее 10-ти минут после установления показаний по эталонному термометру) фиксируют показание эталонного термометра $T_{уст}$, °С и показание прибора $T_{изм}$, °С, отображаемое на вторичном приборе.

Цикл измерений осуществляется непрерывным отсчетом показаний: в прямой последовательности (от отсчета показаний эталонного СИ до отсчета показаний ЧЭ последнего поверяемого ТП), затем в обратной последовательности (от отсчета показаний ЧЭ последнего поверяемого ТП до отсчета показаний эталонного СИ) и т. д. до получения десяти отсчетов показаний эталонного СИ и ТЭДС ЧЭ каждого поверяемого ТП.

Усреднение производится по 10 отсчетам показаний средств измерений, интервалы времени между которыми, равны.

Результаты измерений температуры термостата и ТЭДС ЧЭ поверяемых ТП (средние значения) вносят в протокол поверки.

Операции, перечисленные выше, выполняют при всех заданных значениях температуры (контрольных точках).

7.5 Определение основной погрешности (для термопреобразователей с ИП)

7.5.1 Основную погрешность ТП находят в пяти температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая начальное и конечное значение диапазона измерений, методом сравнения с эталонным термометром в термостате, в сухоблочном (или жидкостном) калибраторе температуры или печи.

При первичной и периодической поверке допускается проводить поверку в диапазоне измерений, согласованным с пользователем, но лежащим внутри полного диапазона измерений. При этом делают соответствующую запись в паспорте и (или) в свидетельстве о поверке.

7.5.2 При поверке ТП в термостате погружают на одну глубину в термостат поверяемый ТП вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки.

7.5.3 При поверке ТП в сухоблочном калибраторе температуры используют двухканальные металлические блоки.

При поверке в калибраторах необходимо не допускать перегрева соединительной головки ТП.

7.5.3.1 При поверке ТП в калибраторе опускают эталонный термометр до упора в дно блока, а поверяемый ТП опускают на глубину, соответствующую середине чувствительного элемента эталонного термометра сопротивления (примерно 20 мм от дна).

7.5.4 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на термостате, в калибраторе или в печи температурную точку.

7.5.5 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром, ТП и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и ТП) снимают не менее 10 показаний (в течение 10 минут) температуры эталонного термометра t_d , индицируемой на дисплее измерительного прибора, цифрового выходного сигнала ($t_{iц}$) с дисплея коммуникатора, ПК или со встроенного индикатора ТП, аналогового сигнала ($I_{вых i}$) поверяемого ТП при помощи прецизионного измерителя постоянного тока.

Значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{вых i}$ рассчитывают по формуле:

$$t_{ia} = \frac{I_{вых.i} - I_{min}}{I_{max} - I_{min}} \times (t_{max} - t_{min}) + t_{min}, \quad (1)$$

где $I_{вых.i}$ – значение выходного тока, соответствующее измеряемой температуре, мА;
 I_{min} , I_{max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного тока, мА;
 t_{min} , t_{max} – нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений, согласно заказу, °С.

7.5.6 Операции по 7.5.4, 7.5.5 повторить для остальных температурных точек, находящихся в интервале измеряемых температур поверяемого ТП.

7.5.7 Основную абсолютную погрешность датчика вычисляют по формулам:

- для цифрового выходного сигнала

$$\Delta_{0ц} = t_{iц} - t_d, \quad ^\circ\text{C} \quad (2)$$

- для аналогового выходного сигнала

$$\Delta_{0а} = t_{ia} - t_d, \quad ^\circ\text{C} \quad (3)$$

Для расчета основной погрешности используются усредненные значения измеренных выходных сигналов.

Примечание - Если ТП работает только с цифровым выходным сигналом, при поверке допускается определять основную абсолютную погрешность цифрового сигнала по формуле (2). При этом полученная погрешность сравнивается с допускаемой основной погрешностью цифрового сигнала ТП, а в свидетельстве о поверке и (или) в паспорте делается соответствующая запись о проведении проверки только погрешности цифрового сигнала.

Результаты измерений заносят в протокол поверки.

Допускается поверять сенсор и измерительный преобразователь (ИП) отдельно друг от друга, в соответствии с п.7.4 и утвержденной действующей методикой поверки на измерительные преобразователи.

Допускается проводить поверку в диапазоне измерений ТП с ИП, согласованным с пользователем, но лежащим внутри полного диапазона измерений ТП с ИП и не менее нормированного минимального интервала измерений ИП (при наличии), указанного в ОТ на ИП. При этом делают соответствующую запись в паспорте и (или) в свидетельстве о поверке.

7.5.8 ТП считается выдержавшим поверку, если значение основной погрешности или отклонение ТЭДС ТП от НСХ в каждой проверяемой точке не превышает значений, указанных в таблице 1 настоящей методики.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Приборы, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. В соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015г. на них оформляется свидетельство о поверке и (или) делается соответствующая запись и ставится знак поверки в паспорт.

8.2 При отрицательных результатах поверки, в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г., оформляется извещение о непригодности.

Разработчик настоящей методики:

Заместитель начальника отдела 207
ФГУП «ВНИИМС»



Е.В. Родионова

Начальник отдела 207
ФГУП «ВНИИМС»



А.А. Игнатов