



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
ФГБУ «ВНИИМС»

Ф.В. Булыгин



«июнь 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Термопреобразователи сопротивления из платины и меди ТС

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 207-022-2023

г. Москва
2023 г.

Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на Термопреобразователи сопротивления из платины и меди ТС, изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-производственное объединение СПУТНИК» (ООО «НПО СПУТНИК») (далее по тексту – термопреобразователи, ТС или поверяемое СИ).

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 декабря 2022 г. № 3253 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений температуры», подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °C» и ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К».

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод непосредственного сличения с эталонным термометром в жидкостных или в твердотельных термостатах (криостатах).

1 Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении первичной и периодической поверок выполняют операции, приведённые в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	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
Оформление результатов поверки	Да	Да	10

Примечания:

1. При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается.
2. Методикой поверки не допускается проводить поверку в сокращенном диапазоне измерений.

2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки соблюдаются следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 20±5;
- относительная влажность окружающего воздуха, % 30-80;
- атмосферное давление, кПа 84,0-106,7.

2.2 Средства поверки должны быть защищены от вибраций и ударов, от внешних магнитных и электрических полей.

2.3 Подготавливают поверяемое СИ к работе в соответствии с Руководством по эксплуатации (РЭ).

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Проверка 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

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 7.1 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды от 15 до 25 °C с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °C; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ±3 %	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, рег. № 53505-13 и др.
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ±5 гПа	Измерители давления Testo 510, Testo 511, рег. № 53431-13 и др.
п. 7.3 Опробование	Измерители сопротивления изоляции с диапазоном измерений сопротивления изоляции от 2 МОм и номинальным рабочим напряжением 100 В	Измеритель сопротивления изоляции АРРА 607 , рег. № 56407-14 и др.
п. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Термометры сопротивления (платиновые), электронные (цифровые) термометры эталонные, соответствующие требованиям к эталонам 2, 3 разрядов по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-1-2, 2-го разряда, рег. № 57690-14; Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10; Эталонный платиновый термометр сопротивления типа ЭТС-25, рег. № 19484-09; Термометр лабораторный электронный LTA мод. LTA-Э, рег. № 69551-17 и др.

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15(М), рег. № 19736-11 и др.
	Термостаты и/или криостаты температуры (переливного типа) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от пределно допустимой погрешности проверяемого СИ	Термостаты жидкостные серии «ТЕРМОТЕСТ», рег. № 39300-08; Термостаты переливные прецизионные серии ТПП, рег. № 33744-07; Термостат с флюидизированной средой FB-08, рег. № 44370-10; Криостат регулируемый КР-190-1 (диапазон воспроизводимых температур от минус 196 °C до минус 60 °C) и др.
	Калибраторы температуры сухоблочные (жидкостные) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от пределов допускаемой погрешности проверяемого СИ	Калибраторы температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-150К», «ЭЛЕМЕР-КТ-200К», «ЭЛЕМЕР-КТ-500К», «ЭЛЕМЕР-КТ-650К», рег. № 80030-20; Калибраторы температуры JOFRAL серий ATC-R и RTC-R, рег. № 46576-11 и др.
	Устройство (емкость) для воспроизведения температуры минус 196 °C	Сосуд Дьюара с азотом

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; испытательное оборудование - аттестовано.
2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации (внесенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений) и обеспечивающих определение метрологических характеристик, проверяемых СИ с требуемой точностью.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

- ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ от 15 декабря 2020 года № 903н);
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- указания по технике безопасности, приведенные в РЭ.

6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают отсутствие механических повреждений ТС, коррозии, надписей и отсутствие других дефектов, которые могут повлиять на работу поверяемого СИ и на качество поверки.

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 средств измерений необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды, а также атмосферное давление.

7.1.2 Результаты контроля окружающей среды заносят специальный журнал, а также отражают в протоколе поверки средства измерений.

7.2 Подготовка к поверке средства измерений:

7.2.1. Все ТС перед проведением поверки должны предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от 15 до 25 °C, не менее:

- 12 ч - при разнице температур воздуха в помещении и местом, откуда вносится СИ, более 10 °C;

- 1 ч - при разнице температур воздуха в помещении и местом, откуда вносится СИ, от 1 до 10 °C;

- при разнице указанных температур менее 1 °C выдержка не требуется.

7.3 Опробование

7.3.1 Опробование проводят, путем проверки электрического сопротивления изоляции ТС.

Для проверки используют мегаомметр с номинальным рабочим напряжением 100 В.

7.3.2 Подключают один из зажимов мегомметра к закороченным между собой выходным контактам измерительной вставки ТС, а другой – к краю измерительной вставки или металлической защитной арматуре.

7.3.3 Запускают процесс измерения электрического сопротивления изоляции ТС.

7.3.4. Результат проверки считается положительным, если полученное значение электрического сопротивления изоляции не менее 100 МОм.

7.3.5 Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений

8.1 Проверка отклонения сопротивления от НСХ (для ТС без измерительного преобразователя (ИП))

8.1.1 Проверку отклонения сопротивления ТС от НСХ выполняют для одной температурной точки, расположенной в диапазоне от минус 5 °C до плюс 30 °C (предпочтительная температура 0 °C) и для одной дополнительной температурной точки,

отстоящей от первой не менее чем на 90 °C, либо при температуре, соответствующей верхнему пределу диапазона измерений (если этот предел ниже плюс 100 °C), методом сравнения (непосредственного сличения) с эталонным термометром в жидкостных или в твердотельных термостатах (криостатах).

8.1.2 При поверке ТС в криостате (термостате) погружают на одну глубину (по возможности) в криостат (термостат) поверяемый ТС вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки (при необходимости). При этом, эталонный термометр должен быть погружен на нормируемую глубину погружения.

8.1.3 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате или термостате требуемую температурную точку.

8.1.4 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром, ТС и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и ТС) снимают измеренное значение температуры эталонного термометра и сопротивления (в температурном эквиваленте) поверяемого ТС, индицируемые на дисплее измерительного прибора.

8.1.5 Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 9.1.

8.2 Определение основной приведенной погрешности (для ТС с ИП)

8.2.1 Определение основной приведенной погрешности проводят в 5-ти контрольных температурных точках, находящихся внутри диапазон измерений поверяемого ТС, включая нижний и верхний пределы диапазона измерений, методом сравнения (непосредственного сличения) с эталонным термометром в жидкостных или в твердотельных термостатах (криостатах) в соответствии с п.п. 8.1.2-8.1.4

8.2.2 Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п.п. 9.2-9.3.

9 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Отклонение сопротивления от НСХ вычисляют по формуле 1:

$$\Delta = t_{\text{TC}} - t_{\text{ЭТ}} \quad (1)$$

где: t_{TC} – значение сопротивления в температурном эквиваленте, измеренное поверяемым ТС, °C;

$t_{\text{ЭТ}}$ – значение температуры, измеренное эталоном, °C

9.2 Основную приведенную погрешность ТС (с ИП) вычисляют по формулам 2 и 3:

- для цифрового выходного сигнала (Δ_D , °C):

$$\Delta_D = 100 \% \cdot (T_{\text{ЦСИ}} - T_{\text{Э}}) / (T_{\text{max}} - T_{\text{min}}) \quad (2)$$

где: $T_{\text{Э}}$ – значение температуры, измеренное эталоном, °C;

$T_{\text{ЦСИ}}$ – значение цифрового выходного сигнала в температурном эквиваленте, °C;

$T_{\text{max}}, T_{\text{min}}$ – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона измерений ИП ТС, °C.

- для аналогового выходного сигнала (Δ_A , °C):

$$\Delta_A = 100 \% \cdot (T_{\text{АСИ}} - T_{\text{Э}}) / (T_{\text{max}} - T_{\text{min}}) \quad (3)$$

где: $T_{\text{Э}}$ – значение температуры, измеренное эталоном, °C;

T_{ACI} – значение аналогового выходного сигнала в температурном эквиваленте, рассчитанное по формуле 4, °C;

T_{max} , T_{min} – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона измерений ИП ТС, °C.

9.3 Значение аналогового выходного сигнала в температурном эквиваленте (T_{ACI} , °C), рассчитывают по формуле 4:

$$T_{ACI} = T_{min} + \frac{I_{изм} - I_{выхmin}}{I_{выхmax} - I_{выхmin}} \cdot (T_{max} - T_{min}) \quad (4)$$

где: T_{max} , T_{min} – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона измерений ИП ТС, °C;

$I_{выхmax}$, $I_{выхmin}$ – соответственно верхний и нижний пределы настроенного диапазона выходных сигналов ИП ТС, мА;

$I_{изм}$ – среднее арифметическое значение измеренного выходного сигнала ИП ТС, мА.

9.4 ТС считается выдержавшей поверку, если полученные значения отклонения сопротивления от НСХ в температурном эквиваленте (с учетом критерия годности ТС по п.10.3.5 ГОСТ 8.461-2009) или основной приведенной погрешности (для ТС с ИП) в каждой проверяемой точке не превышают допускаемых нормированных значений, приведенных в таблицах 9.1, 9.2.

Таблица 9.1 - Метрологические характеристики

Условное обозначение НСХ преобразования по ГОСТ 6651-2009	Класс допуска по ГОСТ 6651-2009	Допуск по ГОСТ 6651-2009, °C ($ t $ – абсолютное значение температуры, °C, без учета знака)	Диапазон измерений температуры *, °C
Платиновый ТС с проволочным ЧЭ			
100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	AA (W 0.1)	$\pm(0,1+0,0017\cdot t)$	от -50 до +250
50П, 100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	A (W 0.15)	$\pm(0,15+0,002\cdot t)$	от -100 до +450
50П, 100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	B (W 0.3)	$\pm(0,3+0,005\cdot t)$	от -196 до +650
50П, 100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	C (W 0.6)	$\pm(0,6+0,01\cdot t)$	от -196 до +650
Платиновый ТС с плёночным ЧЭ			
Pt100 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	AA (F 0.1)	$\pm(0,1+0,0017\cdot t)$	от 0 до +150
Pt100, Pt1000 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	A (F 0.15)	$\pm(0,15+0,002\cdot t)$	от -30 до +300
50П, 100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) Pt50, Pt100, Pt1000 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	B (F 0.3)	$\pm(0,3+0,005\cdot t)$	от -50 до +500
50П, 100П ($\alpha=0,00391\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) Pt50, Pt10, Pt1000 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	C (F 0.6)	$\pm(0,6+0,01\cdot t)$	от -50 до +600
Медный ТС			
50M, 100M ($\alpha=0,00428\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	B	$\pm(0,3+0,005\cdot t)$	от -50 до +200
50M, 100M ($\alpha=0,00428\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$)	C	$\pm(0,6+0,01\cdot t)$	от -180 до +200
Примечание:			
* Указаны предельные значения, конкретный диапазон указан в паспорте на ТС			

Таблица 9.2 – Метрологические характеристики ТС с установленным ИП

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % (от диапазона измерений)	$\pm 0,25; \pm 0,5;$ $\pm 1,0 *$
Примечание:	
* Конкретные значения указаны в паспорте на ТС	

10 Оформление результатов поверки

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

10.2 ТС, 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.

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.

Начальник отдела 207
ФГБУ «ВНИИМС»

А.А. Игнатов