

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

«31» июля 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи температуры TER

МП 207-045-2024

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Общие положения

Настоящая методика распространяется на преобразователи температуры TER (далее по тексту – термопреобразователи или ТС), изготавливаемые WINTERS INSTRUMENTS, Китай, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – метод непосредственного сличения.

Прослеживаемость поверяемых датчиков к государственным первичным эталонам ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С», ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям государственной поверочной схемы для средств измерений температуры, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3253 от 23 декабря 2022 года.

1 Перечень операций поверки

При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
2. Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	7.1	Да	Да
3. Подготовка термопреобразователя к поверке	7.2	Да	Да
4. Опробование средства измерений	7.3	Да	Да
5. Проверка электрического сопротивления изоляции	7.3.1	Да	Нет
7. Определение метрологических характеристик средства измерений	8	Да	Да
8. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	Да	Да
9. Оформление результатов поверки	10	Да	Да
Примечания:			
1. При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается.			
2. Для ТС с ИП, поверка проводится в настроенном диапазоне измерений, лежащим внутри полного диапазона измерений ТС с ИП, но не менее нормированного минимального интервала измерений ИП (100 °С). При этом делают соответствующую запись в паспорте и (или) в свидетельстве о поверке.			

2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление: от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

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

2.3 При работе термостатов и калибраторов включают местную вытяжную вентиляцию.

2.4 Поверяемые приборы и используемые средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов, влияющих на их работу.

2.5 Операции, проводимые со средствами поверки и поверяемыми датчиками должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка СИ должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с руководством по эксплуатации и освоившими работу с СИ.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 4.1 – Средства поверки

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 7.1 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %.	Прибор комбинированный Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, рег. № 53505-13; Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18 и др.
п. 7.3.1 Проверка электрического сопротивления изоляции	Средства измерений сопротивления изоляции с диапазоном измерений сопротивления изоляции от 2 МОм и номинальным рабочим напряжением 100 В.	Измеритель сопротивления изоляции APPA 607, рег. № 56407-14 и др.

п. 8 Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления (платиновые) эталонные, соответствующие требованиям к эталонам 2-го, 3-го разрядов по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 № 3253.	Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ, рег. № 57690-14, № 32777-06, Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10, Термометр лабораторный электронный LTA мод. LTA-Э, рег. № 69551-17 и др.
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456.	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15(М), рег. № 19736-11 и др.
	Измерители силы постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091.	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) рег. № 52489-13, мультиметр 3458А (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 25900-03) и др.
	Термостаты и/или криостаты температуры (переливного типа) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого 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 °С до минус 60 °С) и др.
	Калибраторы температуры сухоблочные (жидкостные) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Калибраторы температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-150К», «ЭЛЕМЕР-КТ-200К», «ЭЛЕМЕР-КТ-500К», «ЭЛЕМЕР-КТ-650К», рег. № 80030-20 и др.
	Калибраторы температуры сухоблочные с нестабильностью поддержания заданного значения температуры не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Калибраторы температуры JOFRA серий ATC-R и RTC-R, рег. № 46576-11 и др.

	Устройство (емкость) для воспроизведения температуры минус 196 °С	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 других средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации (внесенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений) и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 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 руководстве по эксплуатации датчиков;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки.

6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида, комплектности датчика описанию типа, технической и эксплуатационной документации;
- наличие заводского номера;
- наличие и четкость маркировки;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, влияющих на работоспособность термопреобразователя.

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

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки

В помещении, где будет проходить поверка средств измерений необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру и влажность окружающей среды, а также атмосферное давление.

7.2 Подготовка датчика к поверке

- изучить руководство по эксплуатации на поверяемый термопреобразователь и эксплуатационные документы на применяемые средства поверки;
- выдержать термопреобразователь не менее 2 часов в условиях, указанных в п. 2.1 настоящей методики, если иное не указано в технической документации на термопреобразователь;

– подготовить к работе поверяемый термопреобразователь и применяемые средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.3 Опробование средства измерений

Опробование проводят, путем проверки электрического сопротивления изоляции термопреобразователя.

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

7.3.2 Запускают процесс измерения электрического сопротивления изоляции датчика.

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

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 °С до плюс 30 °С (предпочтительная температура 0 °С) и для одной дополнительной температурной точки, отстоящей от первой не менее чем на 90 °С, либо при температуре, соответствующей верхнему пределу диапазона измерений (если этот предел ниже плюс 100 °С), методом сравнения (непосредственного сличения) с эталонным термометром в жидкостных или в твердотельных термостатах (криостатах).

8.1.2 При поверке ТС в жидкостных термостатах (криостатах) погружают на одну глубину (по конструктивной возможности) в криостат (термостат) поверяемый ТС (при необходимости изолировав погружаемую часть ТС от попадания влаги) вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки (при необходимости). При этом, эталонный термометр должен быть погружен на глубину, не менее нормируемой глубины погружения.

При поверке в твердотельных термостатах (калибраторах температуры) погружают эталонный термометр и поверяемый ТС до упора в каналы блока сравнения, при этом не допускают перегрева соединительной головки ТС (при наличии).

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, поверяемым 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 погрешности (для ТС с ИП)*

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

8.2.2 При проведении поверки глубина погружения и способ размещения поверяемого датчика и эталона в термостате (криостате) переливном прецизионном (далее – термостат), калибраторе температуры (далее – калибратор), термостате с флюидизированной средой, сосуда Дьюара должны соответствовать требованиями

эксплуатационной документации на поверяемый датчик и применяемые эталоны и испытательное оборудование.

При поверке ТС в жидкостных термостатах (криостатах) погружают на одну глубину (по конструктивной возможности) в криостат (термостат) поверяемый ТС (при необходимости изолировав погружаемую часть ТС от попадания влаги) вместе с эталонным термометром, используя при этом металлические выравнивающие блоки (при необходимости). При этом, эталонный термометр должен быть погружен на глубину, не менее нормируемой глубины погружения.

При поверке в твердотельных термостатах (калибраторах температуры) погружают эталонный термометр и поверяемый ТС до упора в каналы блока сравнения, при этом не допускают перегрева соединительной головки ТС (при наличии).

При использовании термостата с флюидизированной средой расстояние между стенкой флюидизированной ванны и поверяемым ТС должно быть не менее 20 мм.

При использовании сосуда Дьюара и/или криостата КР-190-1 опускают эталонный термометр и испытуемый ТС до упора в дно блока.

Поверку проводят в следующем порядке:

8.2.3 Подключают датчик к калибратору многофункциональному и коммуникатору BEAMEX MC6 (-R).

8.2.4 При использовании эталонного термометра подключают его к измерителю электрического сопротивления.

8.2.5 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают в термостате (криостате), калибраторе требуемую температурную точку.

8.2.6 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталоном, ТС и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталона и ТС) снимают не менее 10 показаний (в течение 10 минут) температуры эталонного термометра t_d , индицируемой на дисплее измерителя МИТ, и аналогового сигнала ($I_{\text{вых } i}$) поверяемого ТС при помощи калибратора BEAMEX MC (-R).

8.2.7 Операции по п.п. 8.2.5, 8.2.6 необходимо повторить для остальных температурных точек в соответствии с п. 8.2.1.

8.2.8 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 в температурном эквиваленте вычисляют по формуле 1:

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

где: $t_{\text{ТС}}$ – значение сопротивления в температурном эквиваленте, измеренное поверяемым ТС, °С;

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

9.2 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям ТС с ИП проводят следующим образом:

9.2.1 Значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{\text{вых } i}$ рассчитывают по формуле 2:

$$t_{ia} = \frac{I_{\text{вых } i} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \times (t_{\text{max}} - t_{\text{min}}) + t_{\text{min}} \quad (2)$$

где $I_{\text{вых } i}$ – значение выходного тока, соответствующее измеряемой температуре, мА;

$I_{\text{min}}, I_{\text{max}}$ – нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного тока, мА;

$t_{\text{min}}, t_{\text{max}}$ – нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений, согласно заказу, °С.

9.2.2 Рассчитывают значение основной приведенной погрешности для всех контрольных точек по формуле (3):

$$\gamma = \frac{(t_i - t_3)}{(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})} \cdot 100\% \quad (3),$$

где: t_i – значение температуры, рассчитанное по формуле (2), °С;

t_3 – значение температуры, измеренное эталонным термометром, °С;

$t_{\text{в}}, t_{\text{н}}$ – верхний и нижний пределы диапазона измерений температуры (настроенный диапазон измерений), °С.

9.3 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 Приложении А настоящей методики.

При невыполнении вышеуказанного условия (когда ТС не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) результаты поверки признают отрицательными.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

10.2 На датчики, прошедшие поверку с положительным результатом, по заявлению владельца датчика или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) вносится запись о проведенной поверке в паспорт датчика.

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.

Заместитель начальника отдела 207
ФГБУ «ВНИИМС»



Е.В. Родионова

Начальник отдела 207
ФГБУ «ВНИИМС»



А.А. Игнатов

Приложение А

Метрологические характеристики преобразователей температуры ТЕР

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры ТС в зависимости от типа ЧЭ ⁽¹⁾ , °С - тонкопленочный - проволочный	от -50 до +500 от -196 до +600
Условное обозначение номинальной статической характеристики преобразования (НСХ) по ГОСТ 6651-2009	Pt100
Номинальное значение сопротивления ТС при 0 °С (R ₀), Ом	100
Класс допуска ЧЭ преобразователя по ГОСТ 6651-2009	AA (1/3 B), A, B
Допуск ЧЭ по ГОСТ 6651-2009, °С: - для тонкопленочных ЧЭ - класс AA (1/3 B) - класс A - класс B	$\pm(0,1 + 0,0017 \cdot t)^{(2)}$ (от 0 до +150 °С); $\pm(0,15 + 0,002 \cdot t)$ (от -30 до +300 °С); $\pm(0,30 + 0,005 \cdot t)$ (от -50 до +500 °С)
- для проволочных ЧЭ - класс AA (1/3 B) - класс A - класс B	$\pm(0,1 + 0,0017 \cdot t)$ (от -50 до +250 °С); $\pm(0,15 + 0,002 \cdot t)$ (от -100 до +450 °С); $\pm(0,30 + 0,005 \cdot t)$ (от -196 до +600 °С)
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности ИП, % (от диапазона измерений)	±0,2
Примечания: (1) - Рабочий диапазон измерений температуры конкретного термопреобразователя находится внутри диапазона измерений температуры, приведенного в таблице, определяется конструктивным исполнением термопреобразователя и приведен в паспорте на изделие. (2) - t – абсолютное значение температуры, °С, без учета знака. (3) - Пределы допускаемой основной погрешности термопреобразователей с ИП (Δ , °С) вычисляются по формуле $\Delta = \pm \sqrt{(\Delta_{ип})^2 + (\Delta_{ТС})^2}$, где $\Delta_{ТС}$ - допуск ТС, °С, $\Delta_{ип}$ - предел допускаемой основной приведенной погрешности ИП. (4) - Поверка термопреобразователей с ИП проводится в настроенном диапазоне измерений, лежащим внутри полного диапазона измерений термопреобразователя, но не менее нормированного минимального значения разности верхнего и нижнего пределов диапазона измерений ИП (100 °С).	