

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»

А.Е. Коломин



26 « апреля 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Термометры цифровые прецизионные М1Р1

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207-033-2024

г. Москва
2024 г.

Общие положения

Настоящая методика поверки (МП) распространяется на Термометры цифровые прецизионные M1P1 (далее – термометры или СИ) производства SHENZHEN INON TECHNOLOGY CO., LTD., Китай.

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 K».

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – метод непосредственного сличения.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А к настоящей методике поверки.

1 Перечень операций поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.
Таблица 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
Подготовка к поверке	Да	Да	7.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	7.3
Проверка программного обеспечения	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик	Да	Да	9
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	10
Оформление результатов поверки	Да	Да	11

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 Метрологические и технические требования к средствам поверки

2.1 При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.п. 7.1, 7.2 Контроль условий поверки, подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды от +15 до +25 °C с абсолютной погрешностью измерений не более ±0,5 °C; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха 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 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. 8.1 Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления (платиновые), соответствующие требованиям к эталонам 1-го - 2-го разрядов по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253	Термометры сопротивления платиновые эталонные ПТС-10М (Рег. № 11804-99) и др.
	Измерители электрического сопротивления соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Измерители температуры многоканальные прецизионные МИТ 8 (Рег. № 19736-11) и др.
	Термостаты жидкостные, криостаты (при необходимости с использованием выравнивающего блока) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры не более 1/5 от предельно допустимой погрешности измерений поверяемого СИ	Термостаты жидкостные ТЕРМОТЕСТ (Рег. № 39300-08); Термостаты переливные прецизионные ТПП-1 (Рег. № 33744-07) и др.

Операция поверки, требующие применение средств проверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения проверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Калибраторы температуры сухоблочные (жидкостные) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры не более 1/5 от предельно допустимой погрешности измерений поверяемого СИ	Калибраторы температуры жидкостные ЭЛЕМЕР-ТК-М, ЭЛЕМЕР-Т (Рег.№ 78676-20); Калибраторы температуры «ЭЛЕМЕР-КТ-150К», «ЭЛЕМЕР-КТ-200К», «ЭЛЕМЕР-КТ-500К», «ЭЛЕМЕР-КТ-650К» (Рег.№ 80030-20); Калибраторы температуры JOFR A серий ATC-R и RTC-R (Рег.№ 46576-11) и др.
	Термостат нулевой или специальная емкость (теплоизолированный сосуд) с льдо-водяной смесью, приготовленной из дистиллированной воды	Термостат нулевой ТН-1М, TH-2М и др.

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, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.
3. В случае применения при поверке сухоблочных калибраторов температуры необходимо, чтобы кольцевые (воздушные) зазоры между внутренними диаметрами используемых отверстий вставного блока и наружными диаметрами датчика поверяемого средства измерений и используемого эталона не превышали 0,5 мм. Для улучшения теплопроводности и уменьшения кольцевого зазора необходимо использовать соответствующую термостатирующую жидкость или мелкодисперсный порошок Al₂O₃. Также рекомендуется использовать теплоизолирующие крышки или тепловые барьеры для выступающей части защитной обороочки поверяемого термометра.
4. В случае применения при поверке жидкостных термостатов или криостатов, для уменьшения влияния нестабильности и неоднородности температурного поля в рабочем объеме термостатов (криостатов) рекомендуется использовать дополнительные металлические выравнивающие блоки с рассверленными каналами.

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 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;

– «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;

– «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 № 903Н);

– требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые средства поверки.

5 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

– температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;

— относительная влажность окружающего воздуха, %, не более от 30 до 80;

Приемный осмотр

6.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида, комплектности СИ технической и эксплуатационной

ментации;

- наличие и четкость маркировки;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих его эксплуатационные свойства;

6.2 Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные

Не допускается к дальнейшей поверке СИ, у которого обнаружено хотя бы одно из следующих дефектов:

Примечание – при оперативном устраниении пользователем недостатков СИ, замеченных при приемке, самотест-проверка продолжается по следующим операциям.

7 Контроль условий проведения поверки, подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий проведения поверки

7.1 Контроль условий проведения 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 наблюдений.

7.2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.2 Подготовка к поверке и измерению приведено в разделе 7.1.

7.2.1 Выдержать термометр в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от +15 до +25 °C не менее 2 часов.

7.2.2 Включить питание термометра.

7.2.3 На дисплее измерительного блока термометра должно отображаться значение температуры, соответствующее текущему значению температуры окружающего воздуха в лаборатории.

7.2.4 При периодической поверке необходимо проверить соответствие градуировочных коэффициентов индивидуальной характеристики преобразования, находящихся в памяти измерительного блока термометра, данным, приведенным в сведениях о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ) или в документе о поверке.

7.2.5 Результаты опробования считают положительными, если термометр находится в работоспособном состоянии и на дисплее измерительного блока термометра отображается значение температуры, соответствующее окружающим условиям.

7.2.6 В том случае, если обнаружено несоответствие или отсутствие градуировочных коэффициентов, то необходимо записать в электронный блок термометра коэффициенты, указанные в ФИФ ОЕИ или в документе о поверке.

8 Проверка программного обеспечения средств измерений

8.1. В руководстве по эксплуатации на термометр отображена информация об идентификационном номере программного обеспечения. Идентификационные данные программного обеспечения термометров должны соответствовать данным, указанным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	отсутствует
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0
Цифровой идентификатор программного обеспечения	отсутствует

9 Определение метрологических характеристик

9.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

9.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводят не менее, чем в пяти контрольных точках, находящихся внутри диапазона измерений температуры поверяемого термометра, включая нижний и верхний пределы диапазона измерений.

9.1.2 Погрузить датчик термометра вместе с эталонным термометром в рабочую зону криостата, термостата или в блок сравнения калибратора температуры. При необходимости, при воспроизведении точки 0 °C также можно использовать подготовленный соответствующим образом нулевой термостат или теплоизолированную емкость с льдо-водянной смесью.

9.1.3 В соответствии с эксплуатационной документацией на применяемое оборудование установить требуемую температурную точку.

9.1.4 После достижения теплового равновесия между термостатирующей средой, датчиком температуры и эталонным термометром, считывают и фиксируют не менее 10-ти значений (в течение 5-ти минут) температуры по поверяемому и эталонному термометрам, и заносят данные в журнал наблюдений.

9.1.5 Провести подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с разделом 10.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

Рассчитывают и заносят в журнал наблюдений значение погрешности Δ_T по формуле 1:

$$\Delta_T = \bar{T}_{СИ} - \bar{T}_{Э}, \quad (1)$$

где:

$T_{СИ}$ - среднее арифметическое значение температуры по показаниям поверяемого термометра, °C;

$T_{Э}$ - среднее арифметическое значение температуры по показаниям эталонного термометра, °C.

10.2 Результат поверки считать положительным, если полученные значения абсолютной погрешности измерений температуры для каждой контрольной точки

соответствуют метрологическим требованиям, приведенным в Приложении А к настоящей методике поверки.

10.3 Если полученные значения хотя бы в одной контрольной точке не соответствуют нормируемым метрологическим требованиям, то термометр бракуют.

11 Оформление результатов поверки

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

11.2 Термометры, 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.

11.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

Начальник отдела
метрологического обеспечения термометрии
ФГБУ «ВНИИМС»

А.А. Игнатов

Приложение А

Метрологические характеристики термометров приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 - Метрологические характеристики термометров

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры, °C (*)	от -80 до +400 от -60 до +400 от -40 до +400 от -80 до +150 от -60 до +150 от -40 до +150 от -80 до 0 от -60 до 0 от -40 до 0 от 0 до +150 от 0 до +400
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры (в зависимости от значения измеряемой температуры), °C:	
- в диапазоне от -80 до -60 °C не включ.	±0,035
- в диапазоне от -60 до -40 °C не включ.	±0,030
- в диапазоне от -40 до -20 °C не включ.	±0,025
- в диапазоне от -20 до +20 °C не включ.	±0,020
- в диапазоне от +20 до +150 °C включ.	±0,030
- в диапазоне св. +150 до +200 °C включ.	±0,050
- в диапазоне св. +200 до +400 °C	±0,100
Время термического срабатывания (в водной среде), $\tau_{0,9}$, с, не более	9
Цена единицы младшего разряда, °C	0,001
Тип номинальной статической характеристики преобразования (НСХ) чувствительного элемента (ЧЭ) ТС по ГОСТ 6651-2009	Pt100
Температурный коэффициент (α), °C ⁻¹	0,00385
Примечание:	
(*) Конкретное значение диапазона измерений приведено в паспорте на термометр.	

Приложение Б (справочное)
Расчет коэффициентов интерполяционной зависимости Каллендара-Ван Дюзена
(КВД) при переградуировке термометра

Б.1 Расчет коэффициентов интерполяционной зависимости КВД проводят для контрольных точек в соответствии с таблицей Б.1.

Таблица Б.1 - Контрольные точки для расчёта коэффициентов КВД в зависимости от диапазона измерений

Диапазон измерений температуры, °C	Контрольные точки, °C
от -80 до +400	-80, 0, +200, +400
от -60 до +400	-60, 0, +200, +400
от -40 до +400	-40, 0, +200, +400
от -80 до +150	-80, 0, +75, +150
от -60 до +150	-60, 0, +75, +150
от -40 до +150	-40, 0, +75, +150
от -80 до 0	-80, 0
от -60 до 0	-60, 0
от -40 до 0	-40, 0
от 0 до +150	0, +75, +150
от 0 до +400	0, +200, +400

Б.2 Проводят операции для контрольных точек, приведенных в таблице Б.1, в соответствии с п.п.8.1.2-8.1.3. При этом, нулевая точка должна быть установлена строго по эталонному термометру (в случае использования жидкостных термостатов (криостатов)) или реализована в льдо-водяной смеси.

Б.3 После достижения теплового равновесия между термостатирующей средой, датчиком температуры и эталонным термометром, считывают и фиксируют не менее 20-ти значений (в течение 10-ти минут) температуры по эталонному термометру и электрического сопротивления поверяемого термометра, и заносят данные в журнал наблюдений.

Б.4 Для каждой контрольной точки определяют средние арифметические значения электрического сопротивления по показаниям поверяемого термометра ($\bar{R}_{\text{си}}$ (Ом), по формуле Б1) и температуры ($\bar{T}_{\text{Э}}$, (°C), по формуле Б2) по показаниям эталонного термометра:

$$\bar{R}_{\text{си}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_{i\text{си}} \quad (\text{Б1})$$

где: n – количество измерений;

$R_{i\text{си}}$ – i-ое значение измеренного электрического сопротивления, Ом

$$\bar{T}_{\text{Э}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{i\text{Э}} \quad (\text{Б2})$$

где: n – количество измерений;

$T_{i\text{Э}}$ – i-ое значение измеренной температуры эталоном, °C

Б.5 Далее, в соответствии с Руководством пользователя, необходимо войти в режим «Calibration» и вручную ввести значения температуры и электрического сопротивления в соответствующие поля (см. таблицу Б.2)

Таблица Б.2 – Значения для расчёта коэффициентов КВД

Обозначение коэффициента в меню измерительного блока термометра	Значения для расчёта коэффициентов КВД	Примечания
T0	0,000	значение по умолчанию (не подлежит изменению)
R0	R_0	для значения сопротивления (Ом) в точке 0 °C
T1	\bar{T}_3 для первой контрольной точки	для значения температуры (°C) выше 0 °C
R1	$\bar{R}_{\text{си}}$ для первой контрольной точки	для значения сопротивления (Ом) выше 0 °C
T2	\bar{T}_3 для второй контрольной точки	для значения температуры (°C) выше 0 °C
R2	$\bar{R}_{\text{си}}$ для второй контрольной точки	для значения сопротивления (Ом) выше 0 °C
T3	\bar{T}_3 для третьей контрольной точки	для значения температуры (°C) ниже 0 °C
R3	$\bar{R}_{\text{си}}$ для третьей контрольной точки	для значения сопротивления (Ом) ниже 0 °C

Б.6 После ввода всех значений для автоматического расчёта коэффициентов (A, B, C) интерполяционной зависимости КВД на дисплее измерительного блока термометра необходимо нажать «Calibration» и далее следовать действиям, прописанным в Руководстве пользователя.

Б.7 После завершения процесса переградуировки необходимо повторить операции, приведенные в разделах 8, 9.