



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»

С.А. Денисенко

М.П.

« 31 »

01

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Измерители-индикаторы температуры и относительной влажности
HDM/HSM**

Методика поверки

РТ-МП-226-207-2025

г. Москва
2025 г.

Общие положения

Настоящая методика распространяется на единичные образцы измерителей-индикаторов температуры и относительной влажности HDM/HSM (далее – измерители), изготовленных фирмой «Moore Industries International Inc.», США, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – метод непосредственного сличения.

Прослеживаемость поверяемого измерителя 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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2712 от 19 ноября 2024 г.

Прослеживаемость поверяемого измерителя к государственному первичному эталону ГЭТ 151-2020 «Государственный первичный эталон единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/инея, температуры конденсации углеводородов» обеспечена применением эталонов, соответствующих требованиям государственной поверочной схемы для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2415 от 21 ноября 2023 г.

1 Перечень операций поверки

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

Таблица 1.1

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при | |
|---|--|-------------------------|---------------------------|
| | | первой проверке | периодической проверке |
| Внешний осмотр средства измерений | 6 | Да | Да |
| Контроль условий поверки | 7.1 | Да | Да |
| Подготовка к поверке | 7.2 | Да | Да |
| Опробование средства измерений | 7.3 | Да | Да |
| Проверка программного обеспечения средства измерений | 8 | Да | Да |
| Определение метрологических характеристик средства измерений | 9 | Да | Да |
| Определение абсолютной погрешности измерений температуры | 9.1 | Да | Да |
| Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности | 9.2 | Да | Да |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 10 | Да | Да |
| Оформление результатов поверки | 11 | Да | Да |
| Примечания: | | | |
| 1. | При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается. | | |

2. Методикой поверки допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов.

2 Требования к условиям проведения поверки

2.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

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

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 Поверка измерителей 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 на СИ 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 |
|--|---|--|
| п. 7.1 Контроль условий поверки | Средства измерений температуры окружающей среды от +15 °C до +25 °C с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °C; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха (не более 80 %) с абсолютной погрешностью не более ±3 %. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ±5 гПа | 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 Измерители давления Testo 510, Testo 511, рег. № 53431-13 |

| Операция поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|--|---|
| п. 9 Определение метрологических характеристик | Термометры сопротивления (платиновые) эталонные, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 19.11.2024 г. № 2712. | Термометры сопротивления платиновые вибропрочные эталонные ПТСВ, рег. № 57690-14, № 32777-06, Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10. |
| | Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 4 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456. | Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15(М), рег. № 19736-11, Мультиметр 3458А, рег.№ 25900-03. |
| | Измерители силы постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091. | Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13 |
| | Гигрометры, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 21 ноября 2023 г. № 2415. | Гигрометр Rotronic мод. HygroPalm, рег. № 26379-10, рег. № 64196-16, рег. № 85488-22. |
| | Термостаты и/или криостаты температуры (переливного типа) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры и неоднородностью 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 |

| Операция поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|---|---|
| | <p>Камера тепла-холода (климатическая) с диапазоном воспроизводимых температур от -40 °C до +110 °C и с нестабильностью поддержания заданной температуры в рабочем объеме камеры - не более 1/5 допускаемой погрешности поверяемого измерителя (в течение 10-15 мин.)</p> | Камера климатическая МНСВ-64CZG и др. |
| | <p>Термостатированная камера (гигростат), при необходимости с пассивным термостатом, обеспечивающая воспроизведение относительной влажности в диапазоне значений от 10 % до 95 %, с градиентом относительной влажности не более 1,6 %.</p> | <p>Камера, аттестованная в качестве испытательного оборудования, с достижимыми значениями относительной влажности в соответствии с методикой поверки на поверяемый измеритель, и имеющая градиенты относительной влажности по объему камеры и стабильность относительной влажности во времени не превышающие 1/3 значения погрешности поверяемого измерителя (Камера климатическая МНУ-800CSSA и др.)</p> |
| | <p>Источник питания постоянного тока, диапазон установки выходного напряжения от 12 до 42 В</p> | <p>Источник питания постоянного тока импульсивный АКИП-1103, рег. № 37469-08.</p> |
| <p>Примечания:</p> <p>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.</p> <p>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.</p> | | |

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 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)»;
- 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:

- соответствие внешнего вида, комплектности измерителя технической и эксплуатационной документации;
- наличие и четкость маркировки;
- отсутствие обрывов и нарушения изоляции проводов;
- прочность соединения проводов, отсутствие следов коррозии;
- отсутствие видимых дефектов, которые могут привести к ухудшению метрологических характеристик.

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 к поверке средства измерений

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемый измеритель и на применяемые средства поверки;
- выдержать измеритель не менее 2 ч в условиях, указанных в п. 2.1 настоящей методики;
- подготовить к работе поверяемый измеритель и применяемые средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.3 Опробование средства измерений

В соответствии с эксплуатационной документацией подключают измеритель к источнику питания. На ж/к дисплее блока индикации HDM наблюдают индикацию показаний, соответствующих текущим значениям температуры и относительной влажности в поверочной лаборатории.

7.4 Результат опробования считать положительным, если при включении измерителя на экране отображаются значения температуры и относительной влажности.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Подключают измеритель к HART-коммуникатору или иному программно-аппаратному комплексу с поддержкой протокола HART и после установления соединения находят в коммуникаторе раздел меню с информацией о ПО, в котором должна быть информация об идентификационном номере встроенного программного обеспечения. Также идентификационный номер ПО можно увидеть на дисплее самого измерителя сразу после его подключения к питающей сети.

8.2 Результаты поверки считаются положительными, если идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения соответствуют сведениям, приведенным в таблице 8.1.

Таблица 8.1

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|---|-------------|
| Идентификационное наименование ПО | HTZ |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 1.0 |
| Цифровой идентификатор ПО | отсутствует |

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

9.1.1 Погрешность измерителя определяют не менее, чем в трех температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая начальное и конечное значение диапазона измерений, методом сравнения с эталонным термометром в жидкостном термостате (криостате) или в климатической камере.

9.1.2 Погружают в термостат (или криостат) или помещают в рабочий объем камеры блок датчиков поверяемого измерителя вместе с эталонным термометром.

При использовании термостатов зонды блока датчиков погружают на максимально возможную глубину (до штуцера), при этом, зонд относительной влажности перед погружением необходимо изолировать от попадания жидкости при помощи тонкостенного защитного чехла.

9.1.3 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на термостате (криостате) или в камере требуемую температурную точку.

9.1.4 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром, зондом поверяемого измерителя и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и измерителя) снимают не менее 5-ти показаний эталонного термометра и поверяемого измерителя с дисплея блока индикации HDM и с токового выхода в течение 5-ти минут. При снятии показаний с токового выхода необходимо подключить измеритель силы постоянного тока (калибратор) и источник питания к соответствующим клеммам в соответствии с эксплуатационной документацией на поверяемый измеритель.

9.2 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности

9.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности выполняют методом сравнения с показаниями эталонного гигрометра в рабочем объеме климатической камеры.

9.2.2 Абсолютную погрешность измерений относительной влажности определяют в трех контрольных точках $(10 \pm 5)\%$, $(50 \pm 5)\%$, $(90 \pm 5)\%$ относительной влажности при температуре от $+15^{\circ}\text{C}$ до $+25^{\circ}\text{C}$:

9.2.3 Помещают датчик поверяемого измерителя и датчик эталонного гигрометра в непосредственной близости друг от друга в климатическую камеру. В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают в камере требуемое значение относительной влажности, соответствующее контрольной точке.

9.2.4 Через 30 минут после выхода камеры на заданный режим и установления постоянных показаний измерителя, снимают не менее 5-ти показаний эталонного гигрометра ($\varphi_{ij\text{эт}}$), %, и поверяемого измерителя с дисплея блока индикации HDM (φ_{ij}), %, и с токового выхода (I_{ij}), мА, в течение 5-ти минут. Для снятия показаний с токового выхода необходимо подключить измеритель силы постоянного тока (калибратор) и источник питания к соответствующим клеммам в соответствии с РЭ на поверяемый измеритель.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Для расчета погрешности измерений температуры и относительной влажности рассчитывают среднее арифметическое значение $\bar{T}(\bar{R}h)$ и среднее арифметическое значение выходного тока ($\bar{I}_{\text{вых}}$), соответствующее значениям измеряемой температуры и относительной влажности, по формуле (1):

$$\bar{T}(\bar{R}h, \bar{I}_{\text{вых}}) = \frac{1}{N} \sum_i^N T_i(Rh_i, I_i) \quad (1)$$

где i – число измерений температуры и относительной влажности;

\bar{T} – значение температуры, соответствующее i -му измерению.

$\bar{R}h$ - значение относительной влажности, соответствующее i -му измерению.

$\bar{I}_{\text{вых}}$ - значение выходного сигнала силы постоянного тока, соответствующее i -му измерению.

10.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении абсолютной погрешности измерений температуры

10.2.1 Абсолютную погрешность измерений температуры измерителя рассчитывают по формулам 2 и 3 (при снятии показаний с аналогового выхода):

$$\Delta T = \bar{T}_{\text{изм}} - \bar{T}_{\text{эт}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

$$\Delta T = t_{ia} - \bar{T}_{\text{эт}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3)$$

где $\bar{T}_{\text{изм}}$ – среднее арифметическое значение температуры, рассчитанное по массиву измеренных данных поверяемого измерителя, $^\circ\text{C}$;

t_{ia} - значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $\bar{I}_{\text{выхи}}$, $^\circ\text{C}$;

$\bar{T}_{\text{эт}}$ – среднее арифметическое значение температуры, рассчитанное по измеренным данным эталонного термометра, $^\circ\text{C}$.

10.2.2 Значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{\text{вых}} i$, рассчитывают по формуле 4:

$$t_{ia} = \frac{\bar{I}_{\text{выхи}} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \cdot (t_{\max} - t_{\min}) + t_{\min}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (4)$$

где $\bar{I}_{\text{выхи}}$ – среднее арифметическое 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 температуры измерителя, $^\circ\text{C}$.

10.2.3 Результаты поверки считаются положительными, если значения ΔT во всех контрольных точках не превышают $\pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$.

10.3 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям при определении абсолютной погрешности измерений относительной влажности

10.3.1 Абсолютную погрешность измерений относительной влажности рассчитывают по формулам 5 и 6 (при снятии показаний с аналогового выхода):

$$\Delta Rh = \overline{Rh}_{изм} - \overline{Rh}_{эм}, \% \quad (5)$$

$$\Delta Rh = Rh_{ia} - \overline{Rh}_{эм}, \% \quad (6)$$

где $\overline{Rh}_{изм}$ – среднее арифметическое значение относительной влажности, рассчитанное по массиву измеренных данных поверяемого измерителя, %;

Rh_{ia} – значение относительной влажности, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $\overline{I_{выхi}}$, %;

$\overline{Rh}_{эм}$ – среднее арифметическое значение относительной влажности, рассчитанное по измеренным данным эталонного гигрометра, %.

10.3.2 Значение относительной влажности, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{выхi}$, рассчитывают по формуле 7:

$$Rh_{ia} = \frac{\overline{I_{выхi}} - I_{min}}{I_{max} - I_{min}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

где $\overline{I_{выхi}}$ – среднее арифметическое значение выходного тока, соответствующее измеряемому значению относительной влажности, мА;

I_{min} , I_{max} – нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного тока, мА.

10.3.3 Результаты поверки считаются положительными, если значения ΔRh во всех контрольных точках не превышают $\pm 5\%$.

11 Оформление результатов поверки

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

11.2 Измерители, 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 и протокол. Ведение протокола осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами и системой менеджмента качества организации поверителя. Дополнительные требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

11.3 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
метрологического обеспечения термометрии
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»

А.А. Игнатов

Таблица А1 - Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|---|----------------|
| Диапазон измерений температуры, °C | от -40 до +110 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °C | ±0,5 |
| Диапазон измерений относительной влажности, % | от 0 до 100 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности, % (при температуре окружающей среды от +10 до +50 °C) | ±5,0 |