



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
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

« 23 » 09 2024 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Датчики влажности и температуры НТЕ

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 207-072-2024**

г. Москва
2024 г.

Общие положения

Настоящая методика распространяется на датчики влажности и температуры НТЕ (далее по тексту – датчики/поверяемые средства измерений (СИ)), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «ЭЛХАРТ» (ООО «ЭЛХАРТ»), Краснодарский край, г. Краснодар, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Прослеживаемость поверяемого прибора 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 № 2712 от 19 ноября 2024 г., ГЭТ 151-2020 «Государственный первичный эталон единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов» в соответствии с Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 ноября 2023 г. № 2415 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов».

При определении метрологических характеристик поверяемого СИ используется метод непосредственного сличения с эталонным термометром и с эталонным гигрометром, а также метод прямых измерений (при использовании калибратора влажности).

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении 1 настоящей методики.

1 Перечень операций поверки средства измерений

1.1 При проведении первичной и периодической поверок выполняют операции, приведённые в таблице 1.2.

Таблица 1.2

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 средства измерений	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений: - контроль условий поверки; - подготовка к поверке средства измерений; - опробование средства измерений.	Да	Да	7 7.1
	Да	Да	7.2
	Да	Да	7.3
Определение метрологических характеристик: - определение абсолютной погрешности измерений температуры; - определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности.	Да	Да	8 8.1
	Да	Да	8.2
Подтверждение соответствия 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; 3) Допускается возможность проведения периодической поверки отдельных измерительных каналов, на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, при этом делается соответствующая запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. В случае применения в Республике Беларусь первичная и периодическая поверка проводятся в полном объеме.			

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.).

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 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	<p>Средства измерений температуры окружающей среды от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ °С;</p> <p>Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа</p>	<p>Прибор комбинированный Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623, пер. № 53505-13;</p> <p>Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, пер. № 71394-18;</p> <p>Измерители давления Testo 510, Testo 511, пер. № 53431-13</p>
п. 7.3 Опробование средства измерений	<p>Измерители силы постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 01 октября 2018 № 2091.</p> <p>Измерители электрического напряжения постоянного тока,</p>	<p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), пер. № 52489-13.</p>

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	соответствующие требованиям к эталонам 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 28 июля 2023 № 1520.	
	Источник питания постоянного тока, диапазон установки выходного напряжения от 12 до 42 В	Источник питания постоянного тока импульсивный АКИП-1103, рег. № 37469-08
п. 9 Определение метрологических характеристик	Термометры сопротивления (платиновые), электронные (цифровые) термометры эталонные, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 19 ноября 2024 № 2712	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, рег. № 19916-10
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 4 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 № 3456	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, рег. № 19736-11
	Измерители силы постоянного тока, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01 октября 2018 № 2091. Измерители электрического напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 28 июля 2023 № 1520	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 № 2415, абсолютная погрешность измерений относительной влажности $\pm 1,5 \%$, не более	Гигрометр Rotronic мод. HygroPalm, 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
	Камера тепла-холода (климатическая) с диапазоном воспроизводимых температур от -40 °С до +80 °С и с нестабильностью поддержания заданной температуры в рабочем объеме камеры - не более 1/5 допускаемой погрешности поверяемого СИ (в течение 10-15 мин.)	Камера климатическая МНУ-800ССА, МНСВ-64СЗГ
	Термостатированная камера (гигростат), при необходимости с пассивным термостатом, обеспечивающая воспроизведение относительной влажности в диапазоне значений от 10 % до 95 % и имеющая градиенты по объему камеры и нестабильность поддержания заданного значения относительной влажности (в течение 10-15 мин.), не превышающие 1/3 значения погрешности поверяемого СИ	Камера климатическая МНУ-800ССА, МНСВ-64СЗГ
	Калибраторы (генераторы) влажности, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 21 ноября 2023 г. № 2415	Калибратор влажности ТКА-КВЛ-04, рег. № 85673-22 Генератор влажного воздуха HygroGen мод. HygroGen 2-473, рег. № 32405-11
	Источник питания постоянного тока, диапазон установки выходного напряжения от 12 до 42 В	Источник питания постоянного тока импульсивный АКИП-1103, рег. № 37469-08
	Программное обеспечение для датчиков с выходом RS-485	ПО «Конфигуратор ELHART»
<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, 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:

- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденные приказом Минэнерго РФ от 12.08.022 г. № 811;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)», утвержденные приказом Министерства труда России от 15.12.2020 г. № 903н;
- на эталоны и применяемые средства измерений;
- указания по технике безопасности, приведенные в РЭ.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- наличие заводского номера;
- соответствие внешнего вида описанию типа;
- наличие и четкость маркировки;
- отсутствие видимых дефектов, которые могут привести к ухудшению метрологических характеристик.

При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

6.2 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 относительную влажность окружающей среды, а также атмосферное давление.

7.2 Подготовка к поверке средства измерений:

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

7.3 Опробование средства измерений

7.3.1 Подключить датчик к источнику питания постоянного тока (24 В) и измерителю постоянного тока (напряжения), согласно схемам, приведенным в РЭ. На измерителе постоянного тока (напряжения) следует произвести настройку шкалы измерения (масштабирование) в соответствие с измерительным диапазоном датчика. Датчик с выходом RS-485 подключить к ПК с предустановленным ПО «Конфигуратор ELHART» через преобразователь интерфейсов «RS-485 – USB» в соответствии с РЭ и сбросить на заводские настройки.

7.3.2 Разместить датчик на рабочей поверхности стола и убедиться, что на дисплее измерителя постоянного тока (напряжения) (на экране ПК) происходит отображение показаний, соответствующих текущим значениям температуры и относительной влажности воздуха в лаборатории.

7.3.2 Результат опробования считать положительным, если на дисплее измерителя постоянного тока (напряжения) (на экране ПК) отображаются значения выходных сигналов, эквивалентные значениям, близким к значениям температуры и относительной влажности окружающей среды.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений

8.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры

8.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры датчиков выполняют методом непосредственного сличения с показаниями эталонного термометра в жидкостных термостатах (для датчиков исполнения НТЕ.РF) или в климатической камере (для датчиков исполнений НТЕ.VD и НТЕ.VS).

8.1.2 Погрешность датчиков определяют в нескольких равномерно расположенных температурных точках рабочего диапазона измерений, включая начальное и конечное значения, но не менее чем в трех температурных точках.

8.1.3 При использовании переливного термостата погружную часть поверяемого датчика и эталонного термометра необходимо поместить максимально близко рядом друг с другом в герметичную колбу на максимально возможную, одинаковую глубину и закупорить выход колбы теплоизоляционным материалом, изолировав поверяемый датчик и эталонный

термометр от окружающей среды. Далее, погружаемую часть эталонного термометра и поверяемого датчика помещают в рабочую зону жидкостного термостата.

8.1.4 При использовании климатической камеры датчик помещают в климатическую камеру вместе с эталонным термометром в непосредственной близости друг от друга.

8.1.5. Поверка датчиков исполнения НТЕ.РF в переливном термостате.

Подключают эталонный термометр к измерителю температуры, а поверяемый датчик к обесточенному источнику питания и измерителю постоянного тока (напряжения) (или к ПК) в соответствии с п.7.3.1. Далее, в соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают в термостате первую температурную точку. После стабилизации показаний подают напряжение питания на поверяемый датчик. После установления постоянных показаний поверяемого датчика заносят результаты измерений температуры эталонного термометра и показания соответствующих выходных сигналов поверяемого датчика в протокол. После чего напряжение питания поверяемого датчика отключается.

8.1.6. Поверка датчиков исполнений НТЕ.VD и НТЕ.VS в камере

Подключают эталонный термометр к измерителю температуры, а поверяемый датчик к источнику питания постоянного тока (24 В) и измерителю постоянного тока (напряжения) (или к ПК) в соответствии с п.7.3.1. В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают в термостате (камере) первую температурную точку. После стабилизации показаний заносят результаты измерений температуры эталонного термометра и показания соответствующих выходных сигналов поверяемого датчика в протокол.

8.1.7 Операции по п. 8.1.5 либо 8.1.6 повторяют во всех выбранных температурных точках диапазона измерений.

8.2 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности

8.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности проводят в климатической камере (гигростате) методом непосредственного сличения с эталонным гигрометром или же методом прямых измерений при использовании эталонного генератора или калибратора влажности.

8.2.2 Помещают зонд поверяемого датчика (исполнения НТЕ.РF, НТЕ.VD) и зонд эталонного гигрометра в камеру калибратора влажности или в климатическую камеру. Датчик исполнения НТЕ.VS помещают в климатическую камеру.

8.2.3 Подключают поверяемый датчик к источнику питания постоянного тока (24 В) и измерителю постоянного тока (напряжения) (или к ПК) в соответствии с п. 7.3.1. При использовании камеры подключение осуществляют через технологическое отверстие.

8.2.4 В соответствии с эксплуатационной документацией задают в климатической камере или в камере калибратора (генератора) влажности температуру от +15 °С до +25 °С и последовательно устанавливают следующие значения относительной влажности: (10±5) %, (50±5) %, (90±5) %.

8.2.5 Через 30 минут после выхода камеры (калибратора, генератора) на заданный режим и установления постоянных показаний датчика, снимают показания с калибратора (генератора) или эталонного гигрометра, и поверяемого датчика. Результаты измерений заносят в протокол.

8.2.6 Операции по п. 8.2.4-8.2.5 повторяют во всех выбранных контрольных точках диапазона измерений относительной влажности.

9 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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

9.1.1 Абсолютную погрешность измерений температуры датчика рассчитывают по формуле (1) при снятии показаний с цифрового выхода, и по формуле (2) при снятии показаний с аналогового выхода.

$$\Delta T = T_{изм} - T_{эм} \quad (1)$$

$$\Delta T = t_{ia} - T_{эм} \quad (2)$$

где $T_{изм}$ – значение температуры, измеренное поверяемым датчиком, °C;

t_{ia} – значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I(U)_{вых.i}$, °C;

$T_{эм}$ – значение температуры, измеренное эталонным термометром, °C.

9.1.2 Значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I(U)_{вых.i}$, рассчитывают по формуле:

$$t_{ia} = \frac{I(U)_{вых.i} - I(U)_{min}}{I(U)_{max} - I(U)_{min}} \cdot (t_{max} - t_{min}) + t_{min} \quad (3)$$

где: $I(U)_{вых.i}$ – значение выходного тока (напряжения), соответствующее измеряемой температуре, мА (В);

$I(U)_{min}$, $I(U)_{max}$ – нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного тока (напряжения), мА (В);

t_{min} , t_{max} – нижний и верхний пределы, соответственно, диапазона измерений температуры датчика, °C.

9.1.3 Датчик считается выдержавшим поверку, если полученные значения абсолютной погрешности (для соответствующего исполнения) в каждой проверяемой точке не превышают допустимых значений, приведенных в Приложении 1 настоящей методики.

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

9.2.1 Абсолютную погрешность измерений относительной влажности рассчитывают по формуле (4) при снятии показаний с цифрового выхода и формуле (5) при снятии показаний с аналогового выхода.

$$\Delta Rh = Rh_{изм} - Rh_{эм} \quad (4)$$

$$\Delta Rh = Rh_{ia} - Rh_{эм} \quad (5)$$

где: $Rh_{изм}$ – значение относительной влажности, измеренное поверяемым датчиком, %;

Rh_{ia} – значение относительной влажности, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I(U)_{вых.i}$, %;

$Rh_{эм}$ – значение относительной влажности, измеренное эталонным гигрометром, %.

9.2.2 Значение относительной влажности, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I(U)_{вых.i}$, рассчитывают по формуле:

$$Rh_{ia} = \frac{I(U)_{вых.i} - I(U)_{min}}{I(U)_{max} - I(U)_{min}} \cdot 100, \% \quad (6)$$

где $I(U)_{\text{вых},i}$ – значение выходного тока (напряжения), соответствующее измеряемому значению относительной влажности, мА (В);

$I(U)_{\text{min}}, I(U)_{\text{max}}$ – нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного тока (напряжения), мА (В).

9.2.3 Датчик считается выдержавшим поверку, если полученные значения абсолютной погрешности измерений относительной влажности в каждой проверяемой точке не превышает допускаемых значений, приведенных в Приложении 1 настоящей методики.

10 Оформление результатов поверки

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

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

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.

Разработал:
Инженер 1-й категории отдела 207
ФГБУ «ВНИИМС»

О.Н. Карасева

Начальник отдела 207
ФГБУ «ВНИИМС»

А.А. Игнатов

Таблица А1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений относительной влажности, %	от 5 до 95
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности, % (при температуре окружающего воздуха от +20 °С до +30 °С)	±3,0
Диапазон измерений температуры, °С: - для датчиков с аналоговыми выходами - для датчиков с цифровым выходом RS-485 - для датчиков с аналоговым выходом и интерфейсом RS-485	от -20 до +80 от -40 до +80 от -20 до +80
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С	±0,8
Диапазон выходных аналоговых электрических сигналов в виде ⁽¹⁾ : - силы постоянного тока, мА - напряжения постоянного тока, В	от 4 до 20 от 0 до 10
Примечание: ⁽¹⁾ соответствует диапазону показаний (от 0 до 100 %)	