

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



СОГЛАСОВАНО
И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

31 М
ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА
КРИВОС
ДОВЕРЕННОСТЬ № 157/2021
ОТ 17 МАЯ 2021
А.Н. Пронин
«24» июня 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики метеорологических параметров ДМП

Методика поверки
МП 254-115-2021

И.о. руководителя научно-исследовательской
отдела госэталонов в области
аэрогидрофизических параметров
_____ А.Ю. Левин

Руководитель лаборатории
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

_____ П.К. Сергеев

Санкт-Петербург
2021 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на датчики метеорологических параметров ДМП (далее – датчики ДМП). Датчики ДМП предназначены для измерений: температуры воздуха, относительной влажности воздуха, скорости и направления воздушного потока, атмосферного давления. Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Методика поверки должна обеспечивать прослеживаемость поверяемых датчиков ДМП к: государственному первичному эталону (далее – ГПЭ) единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до $7 \cdot 10^5$ Па (ГЭТ 101-2011), ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 °С до 3200 °С (ГЭТ 34-2020) и ГПЭ единицы температуры-кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К (ГЭТ 35-2021); ГПЭ относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов (ГЭТ 151-2020), государственному первичному специальному эталону (ГПСЭ) единицы скорости воздушного потока (ГЭТ 150-2012), ГПЭ единицы плоского угла (ГЭТ 22-2014).

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: непосредственного сличения.

Датчики ДМП подлежат первичной и периодической поверке.

Методикой поверки предусмотрена поверка отдельных измерительных каналов. Информация об объемах проведенной поверки заносится в установленном законодательством РФ порядке.

2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа о поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Опробование	8	да	да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	9	да	да
Определение метрологических характеристик поверяемого СИ при измерениях:			
- температуры воздуха;	10.1	да	да
- относительной влажности воздуха;	10.2	да	да
- атмосферного давления;	10.3	да	да
- скорости воздушного потока;	10.4	да	да
- направления воздушного потока;	10.5	да	да

При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3. Требования к условиям проведения поверки

При поверке допускается соблюдать следующие требования:

- температура воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, % до 80;
- атмосферное давление, гПа от 840 до 1060.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, допущенные к работе в качестве поверителей, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее – ЭД), прилагаемую к датчикам ДМП.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
9	Персональный компьютер с установленной терминальной программой
10.1	Эталонный термометр сопротивления платиновый вибропрочный ПТСВ 2К-2, диапазон измерений температуры от -60 до +60 °С, абсолютная погрешность измерений $\pm 0,02$ °С, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. номер) 57690-14; Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ2.05М, диапазон измерений температуры от -50 до +60 °С, абсолютная погрешность измерений $\pm 0,004$ мК, рег. номер 46421-11; Климатическая камера, диапазон задания температуры от -50 до +60 °С.
10.2	Гигрометр Rotronic модификации HygroPalm исп. HP23-A (далее – эталонный гигрометр), диапазон измерений относительной влажности от 0 до 100 %, абсолютная погрешность измерений ± 1 %, рег. номер 26379-10; Климатическая камера, диапазон задания относительной влажности от 0 до 100 %.
10.3	Барометр образцовый переносной БОП-1М, исполнение БОП-1М-1 (далее – эталонный барометр), диапазон измерений атмосферного давления от 300 до 1100 гПа, абсолютная погрешность измерений ± 10 Па, рег. номер 26469-17; Барокамера, диапазон поддержания давления от 300 до 1100 гПа.
10.4	Рабочий эталон (аэродинамическая измерительная установка) по государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2815 от 25.11.2019, диапазон измерений скорости воздушного потока от 0,2 до 60 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,02+0,02 \cdot V)$ м/с, где V – измеренная скорость воздушного потока.
10.5	Лимб из состава комплекса поверочного портативного КПП-4, диапазон измерений от 0° до 360°, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 1^\circ$, рег. номер 68664-17. Рабочий эталон (аэродинамическая измерительная установка) по государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2815 от 25.11.2019, диапазон измерений скорости воздушного потока от 0,2 до 60 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,02+0,02 \cdot V)$ м/с, где V – измеренная скорость воздушного потока.

5.1 Средства поверки должны быть поверены, эталоны – аттестованы.

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности при проведении поверки.

В целях обеспечения безопасности при проведении работ и возможности выполнения процедур поверки достаточно одного специалиста.

При проведении поверки необходимо соблюдать следующие требования:

- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019;
- требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила ТБ при эксплуатации электроустановок потребителей».

7. Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие датчиков ДМП следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида СИ описанию типа СИ;
- наличие знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа СИ;
- комплектность должна соответствовать эксплуатационной документации на данное исполнение датчика ДМП;
- Датчики ДМП не должны иметь дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки и на результаты поверки;
- разъемы датчиков ДМП надежно закреплены в корпусе прибора;
- маркировка датчиков ДМП должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

8. Подготовка к проверке и опробование средства измерений

Подключите датчик ДМП к компьютеру в порядке, который описан в руководстве по эксплуатации.

Для положительной оценки проверки работоспособности датчика ДМП при его опробовании требуется убедиться, что датчик ДМП осуществляет измерения атмосферного давления, скорости и направления воздушного потока, температуры и влажности воздуха, а сообщения об ошибках отсутствуют. Для этого в окне терминальной программы с периодичностью 5 с должно появляться по два сообщения вида:

\$WIXDR,C,23.3,C,0,H30.1,P,1009.5,H,0*KC (1)

\$WIMV,0,R,0.0,M,A*KC,

где в сообщении (1): 23.3 – температура воздуха, 30.1 – влажность воздуха, 1009.5 – атмосферное давление; в сообщении (2): 0 – направление ветра, 0.0 – скорость ветра.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификация встроенного ПО «ISAT_01075-01_0.hex» осуществляется путем проверки номера версии ПО следующим образом:

- необходимо установить связь с датчиком ДМП по средствам терминальной программы согласно ЭД;
- включить датчик ДМП;
- перевести датчик ДМП в режим передачи данных «По запросу»
- считать номер версии встроенного программного обеспечения при помощи команды «SOFT=?».

Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными если номер версии встроенного ПО «ISAT_01075-01_0.hex» не ниже v1.0.

10. Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Поверка измерений температуры воздуха выполняется в следующем порядке:

10.1.1 Поместите датчик ДМП и эталонный термометр в климатическую камеру так, чтобы датчик ДМП находился в непосредственной близости от эталонного термометра.

10.1.2 Задавайте значения температуры в климатической камере в пяти точках равномерно распределённым по диапазону измерений.

10.1.3 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные датчиком ДМП, $t_{измi}$, и значения $t_{этi}$ эталонного термометра.

10.1.4 Вычислите абсолютную погрешность измерений температуры воздуха по формуле:

$$\Delta t_i = t_{измi} - t_{этi} \quad (1)$$

10.1.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность по каналу измерений температуры воздуха во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta t_i \leq \pm 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

10.2 Поверка относительной влажности выполняется в следующем порядке:

10.2.1 Поместите датчик ДМП и эталонный гигрометр в климатическую камеру так, чтобы датчик ДМП располагался в непосредственной близости от эталонного гигрометра.

10.2.2 Задавайте значения относительной влажности в климатической камере в трех точках равномерно распределённым по диапазонам измерений от 5 до 90% включ. и св. 90 % до 100%.

10.2.3 На каждом заданном значении фиксируйте значения $\varphi_{\text{изм}i}$, измеренные датчиком ДМП, и значения $\varphi_{\text{эт}i}$ эталонного гигрометра.

10.2.4 Вычислите абсолютную погрешность измерений относительной влажности воздуха по формуле:

$$\Delta\varphi_i = \varphi_{\text{изм}i} - \varphi_{\text{эт}i} \quad (2)$$

10.2.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность относительной влажности воздуха во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta\varphi_i \leq \pm 2 \% \text{ в диапазоне от 5 до 90 \% включ.};$$

$$\Delta\varphi_i \leq \pm 5 \% \text{ в диапазоне св. 90 до 100 \%}$$

10.3 Поверка измерений атмосферного давления выполняется в следующем порядке:

10.3.1 Поместите датчик ДМП в барокамеру, подключите к барокамере эталонный барометр.

10.3.2 Задавайте значения атмосферного давления в барокамере в пяти точках равномерно распределённым по диапазону измерений.

10.3.3 На каждом заданном значении фиксируйте значения $P_{\text{изм}i}$, измеренные датчиком ДМП, и эталонные значения $P_{\text{эт}i}$ эталонного барометра.

10.3.4 Вычислите абсолютную погрешность по формуле:

$$\Delta P_i = P_{\text{изм}i} - P_{\text{эт}i} \quad (3)$$

10.3.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений атмосферного давления во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta P_i \leq \pm 0,5 \text{ гПа}$$

10.4 Поверка измерений скорости воздушного потока производится только для исполнения ДМП ИСАТ.416311.002 в следующем порядке:

10.4.1 Разместите датчик ДМП в рабочей зоне аэродинамической измерительной установки в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

10.4.2 Задавайте значения скорости воздушного потока, $V_{\text{эт}i}$, в рабочей зоне аэродинамической измерительной установки в трех точках равномерно распределённым по диапазонам от 0,2 м/с до 0,5 м/с включ., св. 0,5 м/с до 10 м/с включ. и св. 10,0 м/с до 60,0 м/с.

10.4.3 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные датчиком ДМП, $V_{\text{изм}i}$.

10.4.4 Вычислите абсолютную погрешность измерений скорости воздушного потока на диапазоне от 0,2 м/с до 0,5 м/с включ. и на диапазоне св. 0,5 м/с до 10,0 м/с включ. по формуле:

$$\Delta V_i = V_{\text{изм}i} - V_{\text{эт}i} \quad (4)$$

и относительную погрешность измерений скорости воздушного потока в диапазоне св. 10,0 м/с до 60,0 м/с по формуле:

$$\delta V_i = \frac{V_{\text{изм}i} - V_{\text{эт}i}}{V_{\text{эт}i}} * 100\% \quad (5)$$

10.4.5 Результаты считаются положительными, если погрешность измерений скорости воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta V_i \leq \pm(0,1 + 0,5V_{\text{эт}i}) \text{ м/с в диапазоне св. 0,5 до 10,0 м/с, включ.};$$

$$\Delta V_i \leq \pm 0,5 \text{ м/с в диапазоне св. 0,5 до 10,0 м/с, включ.};$$

$$\delta V_i \leq \pm 5 \% \text{ в диапазоне св. 10,0 до 60,0 м/с}$$

10.5 Поверка измерений направления воздушного потока производится только для исполнения ДМП ИСАТ.416311.002 в следующем порядке:

10.5.1 Закрепите датчик скорости и направления воздушного потока на лимбе из состава КПП-4 в рабочем участке аэродинамической измерительной установки таким образом, чтобы показания лимба и датчика ДМП по направлению скорости воздушного потока соответствовали значению $(0 \pm 1)^\circ$ при значении скорости воздушного потока 10 м/с.

10.5.2 Задавайте значения направления воздушного потока $\alpha_{эти}$ при помощи лимба в пяти точках равномерно распределённым по всему диапазону измерений.

10.3.3 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные датчиком ДМП, $\alpha_{измi}$.

10.5.4 Вычислите абсолютную погрешность измерений направления воздушного потока по формуле:

$$\Delta\alpha_i = \alpha_{измi} - \alpha_{эти} \quad (6)$$

10.5.5 Результаты считаются положительными, если погрешность измерений направления воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta\alpha_i \leq \pm 3^\circ$$

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

В результате анализа характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о пригодности дальнейшего использования средства измерений. Критериями пригодности являются:

- соответствие погрешностей средства измерений пп. 10.1.5, 10.2.5, 10.3.5, 10.4.5, 10.5.5 настоящей Методики поверки;
- соответствие СИ описанию типа.

12. Оформление результатов поверки

12.1 Сведения о результатах поверки датчиков ДМП передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке. Знак поверки, при необходимости, наносится в свидетельство о поверке и/или в паспорт.

12.2 Протокол оформляется по запросу.