

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»

 А.Н. Пронин

« 25 » января 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики комбинированные погодные r-weather

Методика поверки
МП 2540-0100-2021

И.о. руководителя научно-исследовательского
отдела госэталонов в области
аэрогидрофизических параметров

 А.Ю. Левин

Руководитель лаборатории
испытаний в целях утверждения типа
средств измерений аэрогидрофизических параметров
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

 П.К. Сергеев

Санкт-Петербург
2021 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на датчики комбинированные погодные r-weather (далее – датчики r-weather), предназначенные для автоматических измерений метеорологических параметров: температуры и относительной влажности воздуха, атмосферного давления, скорости и направления воздушного потока, интенсивности атмосферных осадков, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость датчиков r-weather к государственным первичным эталонам единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С ГЭТ 34-2020, единицы температуры-кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К ГЭТ 35-2021, единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне $1 \times 10^{-1} \div 7 \times 10^5$ Па ГЭТ 101-2011, единицы скорости воздушного потока ГЭТ 150-2012, единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов ГЭТ 151-2020.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- непосредственное сличение - при проверке температуры и относительной влажности воздуха, атмосферного давления, скорости и направления воздушного потока;

- косвенные измерения – при проверке интенсивности атмосферных осадков.

Датчики r-weather подлежат первичной и периодической поверке.

Методикой поверки предусмотрена поверка отдельных измерительных каналов, так как измерительные каналы являются полностью независимыми. Информация о 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 средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик измерительных каналов (далее – ИК):			
- ИК температуры воздуха;	10.1	да	да
- ИК относительной влажности воздуха;	10.2	да	да
- ИК скорости воздушного потока;	10.3	да	да
- ИК направления воздушного потока;	10.4	да	да
- ИК интенсивности осадков;	10.5	да	да
- ИК атмосферного давления.	10.6	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 +35;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, гПа от 950 до 1050.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку.

4.1. К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее ЭД), прилагаемую к датчику r-weather.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2

Номер пункта	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
8, 9, 10	Персональный компьютер с терминальной программой.
10.1	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. номер) 19916-10; Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ2.05М, рег. номер 46421-11; Климатическая камера, диапазон поддержания температуры от -40 до +85 °С
10.2	Гигрометр Rotronic модификации HygroPalm в исполнении HP22-A, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 1 %, рег. номер 64196-16. Климатическая камера, диапазон задания относительной влажности от 5 % до 100 %
10.3	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 75 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,1+0,015 \cdot V)$ м/с, где V – измеренная скорость воздушного потока
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 75 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,1+0,015 \cdot V)$ м/с, где V – измеренная скорость воздушного потока; 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
10.5	Цилиндры «Klin» 2 класса точности, номинальная вместимость 10, 100, 2000 мл, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2 \div 20,0$ мл, рег. номер 33562-06. Секундомер механический СОПпр, диапазон 0 – 3600 с, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 5,4$ с, рег. номер 11519-11. Дождевальная камера «Дождь».
10.6	Комплекс поверочный портативный КПП-1, диапазон измерений абсолютного давления от 5 до 1100 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,1$ гПа, рег. номер 66485-17. Барокамера, диапазон задания от 600 до 1100 гПа.

5.1. Средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке, эталоны - действующие свидетельства об аттестации.

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

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

-требования безопасности по ГОСТ 12.3.019;

-требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации.

- в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки достаточно одного специалиста.

7. Внешний осмотр средства измерений

- 7.1. Датчик g-weather не должен иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество его работы.
- 7.2. Соединения в разъемах питания датчика g-weather должны быть надежными.
- 7.3. Маркировка датчика g-weather должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.
- 7.4. Результаты внешнего осмотра считают положительными, если датчик g-weather не имеет повреждений или иных дефектов, маркировка датчика целая, соединения в разъемах питания датчика g-weather надежные.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

- 8.1. Проверить комплектность датчика g-weather.
- 8.2. Проверить электропитание датчика g-weather.
- 8.3. Подготовить к работе и включить датчик g-weather согласно ЭД.
- 8.4. Опробование датчика g-weather должно осуществляться в следующем порядке:
 - 8.4.1. Включите датчик g-weather и установите связь с ПК.
 - 8.4.2. Убедитесь, что измерительная информация поступает со всех измерительных каналов, сообщения о ошибках – отсутствуют.
 - 8.4.3. При поверке измеренные значения по соответствующим измерительным каналам фиксируются при помощи терминальной программы на ПК.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

- 9.1. Идентификация встроенного ПО «g-weather» осуществляется путем проверки номера версии ПО следующим образом:
 - необходимо установить связь с датчиком g-weather по средством терминальной программы типа согласно ЭД;
 - включить датчик g-weather;
 - считать номер версии встроенного программного обеспечения при помощи команды «conf», раздел «Firmware g-weather».
- 9.2. Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными если номер версии встроенного ПО «g-weather» не ниже 03913 1V12.

10. Определение метрологических характеристик средства измерений:

- 10.1. Поверка датчика g-weather по каналу измерений температуры воздуха выполняется в следующем порядке:
 - 10.1.1. Подготовьте к работе и включите датчик g-weather, термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ2.05М и климатическую камеру в соответствии с ЭД.
 - 10.1.2. Разместите первичный измерительный преобразователь (далее – ПИП) температуры воздуха и эталонный термометр в климатической камере в непосредственной близости.
 - 10.1.3. Задавайте значения температуры в климатической камере в пяти точках равномерно распределённых по диапазону измерений.
 - 10.1.4. На каждом заданном значении фиксируйте значения, датчиком g-weather, $T_{изм}$ и значения эталонные, $T_{эт}$.
 - 10.1.5. Вычислите абсолютную погрешность по каналу измерений температуры воздуха по формуле:

$$\Delta T = T_{изм} - T_{эт}$$

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

$$\begin{aligned} \Delta T &\leq \pm 0,2 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ в диапазоне от } -40 \text{ до } -10 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ включ.}; \\ \Delta T &\leq \pm 0,1 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ в диапазоне св. } -10 \text{ до } +10 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ включ.}; \\ \Delta T &\leq \pm 0,2 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ в диапазоне св. } +10 \text{ до } 85 \text{ } ^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

10.2. Проверка датчика g-weather по каналу измерений относительной влажности воздуха выполняется в следующем порядке:

10.2.1. Подготовьте к работе гигрометр Rotronic в соответствии с ЭД.

10.2.2. Разместите ПИП относительной влажности воздуха в климатической камере в непосредственной близости от чувствительного элемента гигрометра Rotronic.

10.2.3. Задавайте значения относительной влажности воздуха в климатической камере в пяти точках равномерно распределённых по диапазону измерений, в каждой точке выдержка в течение 2 часов.

10.2.4. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные датчиком g-weather, $\varphi_{\text{изм}}$ и значения эталонные, $\varphi_{\text{эт}}$ измеренные эталонным гигрометром.

10.2.5. Вычислите абсолютную погрешность датчика g-weather по каналу измерений относительной влажности воздуха по формуле:

$$\Delta\varphi = \varphi_{\text{изм}} - \varphi_{\text{эт}}$$

10.2.6. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность по каналу измерений относительной влажности воздуха во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta\varphi \leq \pm 2 \%$$

10.3. Проверка датчика g-weather по каналу измерений скорости воздушного потока выполняется в следующем порядке:

10.3.1. Разместите ПИП скорости и направления воздушного потока в рабочей зоне аэродинамической измерительной установки.

10.3.2. Задайте значения скорости воздушного потока, $V_{\text{эт}}$, в рабочей зоне аэродинамической измерительной установки в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений.

10.3.3. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные датчиком g-weather, $V_{\text{изм}}$.

10.3.4. Вычислите абсолютную погрешность по каналу измерений скорости воздушного потока по формуле:

$$\Delta V = V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}$$

10.3.5. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность по каналу измерений скорости воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta V \leq \pm(0,2 + 0,03 \cdot V_{\text{эт}}) \text{ м/с}$$

10.4. Проверка датчика g-weather по каналу измерений направления воздушного потока выполняется в следующем порядке:

10.4.1. Закрепите ПИП скорости и направления воздушного потока на лимбе из состава КПП-4 в рабочем участке аэродинамической измерительной установки таким образом, чтобы показания лимба и датчика g-weather соответствовали значению (0 ± 1) градус.

10.4.2. Последовательно задайте значения направления воздушного потока, $h_{\text{эт}}$, при помощи лимба в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений при скорости воздушного потока 1 м/с.

10.4.3. Повторите пункт 10.4.2, задавая скорость воздушного потока 30 м/с.

10.4.4. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные датчиком g-weather, $h_{\text{изм}}$.

10.4.5. Вычислите абсолютную погрешность по каналу измерений направления воздушного потока по формуле:

$$\Delta h = h_{\text{изм}} - h_{\text{эт}}$$

10.4.6. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность по каналу измерений направления воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta h \leq \pm 2^\circ$$

10.5. Поверка датчика g-weather по каналу измерений интенсивности атмосферных осадков выполняется в следующем порядке:

10.5.1. Установите моноблок датчика g-weather на мачту согласно ЭД.

10.5.2. Разместите цилиндры «Klin» и моноблок датчик g-weather на мачте в рабочую область дождевальной камеры «Дождь».

10.5.3. Включайте дождевальную камеру в различных режимах, соответствующих значениям интенсивности атмосферных осадков, равномерно распределенным по диапазону измерений. Засекайте время работы камеры при помощи секундомера механического типа СОПр.

10.5.4. Фиксируйте значения датчика g-weather по каналу измерений интенсивности атмосферных осадков $I_{изм}$.

10.5.5. Вычислите абсолютную погрешность датчика g-weather по каналу измерений интенсивности атмосферных осадков ΔI по формуле:

$$\Delta I = I_{изм} - I_{эт}$$

где $I_{эт} = M_{эт}/t_{эт}$, - эталонное значение интенсивности атмосферных осадков.

$t_{эт}$ – время работы дождевальной камеры;

$M_{эт} = V_{эт}/S$ – количество осадков;

$V_{эт}$ – объем воды, измеренные при помощи цилиндров «Klin»;

S – площадь сечения цилиндров «Klin».

10.5.6. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность по каналу измерений интенсивности атмосферных осадков во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta I \leq \pm(0,1 + 0,2 \cdot I_{эт}) \text{ мм/ч}$$

10.6. Поверка датчика g-weather по каналу измерений атмосферного давления выполняется в следующем порядке:

10.6.1. Подготовьте к работе барометр образцовый переносной БОП-1М-2 из состава комплекса КПП-1 (далее – эталонный барометр) в соответствии с ЭД.

10.6.2. Поместите моноблок датчика g-weather и эталонный барометр в барокамеру.

10.6.3. Задавайте значения атмосферного давления в барокамере в пяти точках равномерно распределённых по диапазону измерений.

10.6.4. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные датчиком g-weather, $P_{измi}$ и значения эталонные, $P_{эти}$ измеренные эталонным барометром.

10.6.5. Вычислите абсолютную погрешность датчика g-weather по каналу измерений атмосферного давления воздуха по формуле:

$$\Delta P = P_{измi} - P_{эти}$$

10.6.6. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность по каналу измерений атмосферного давления во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta P \leq \pm 5 \text{ гПа}$$

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. 10.1.6, 10.2.5, 10.3.5, 10.4.6, 10.5.6, 10.6.6 настоящей методики поверки.

12. Оформление результатов поверки

12.1. Сведения о результатах поверки датчиков g-weather передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке. Знак поверки при необходимости наносится на свидетельство о поверке и/или в формуляр.

12.2. Протокол оформляется по запросу.

12.3. В процессе поверки пломбировка не нарушается.