

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



СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

М.п. « 29 » ноября 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Метеостанции автоматические КАЙПОС  
Методика поверки

МП 254-0174-2022

И.о. руководителя научно-исследовательского  
отдела госэталонов в области измерений  
аэрогидрофизических параметров  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Ю. Левин

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

П.К. Сергеев

г. Санкт-Петербург  
2022 г.

## 1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на метеостанции автоматические КАЙПОС (далее – метеостанции), предназначенные для автоматических измерений метеорологических параметров: температуры и влажности воздуха, скорости воздушного потока, атмосферного давления, количества атмосферных осадков, температуры и влажности почвы и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость метеостанций к Государственному первичному эталону единицы давления для области абсолютного давления в диапазоне  $1 \cdot 10^{-1}$  -  $7 \cdot 10^5$  Па (ГЭТ101-2011), Государственному первичному эталону единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/инея, температуры конденсации углеводородов (ГЭТ151-2020), Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °C (ГЭТ34-2020), Государственному первичному эталону единицы температуры кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К (ГЭТ35-2021), Государственному первичному специальному эталону единицы скорости воздушного потока (ГЭТ150-2012), Государственному первичному эталону единицы массы (килограмма) (ГЭТ3-2020), Государственному первичному эталону единицы объема жидкости в диапазоне от  $1,0 \cdot 10^{-9}$  м<sup>3</sup> до 1,0 м<sup>3</sup> (ГЭТ216-2018).

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- непосредственное сличение - при поверке измерительного канала (ИК) температуры воздуха, относительной влажности воздуха, атмосферного давления, скорости воздушного потока;
- косвенные измерения - при поверке ИК влажности почвы, количества атмосферных осадков.

Метеостанции КАЙПОС подлежат первичной и периодической поверке. Методикой поверки не предусмотрена поверка на меньшем числе поддиапазонов измерений.

Примечания:

- 1) В случае выхода из строя датчика метеостанции в течение интервала между поверками, допускается проводить ремонт вышедшего из строя датчика или его замену на однотипный, исправный, с проведением поверки измерительного канала (ИК), в котором проводилась замена/ремонт датчика, в объеме операций первичной поверки.
- 2) В случае добавления новых ИК к существующей метеостанции, имеющему действующую поверку, необходимо проведение поверки только вновь добавленных ИК в соответствии с утвержденной методикой поверки в объеме операций первичной поверки.
- 3) Результаты поверки метеостанции по пунктам 1) и/или 2) примечаний оформляются в установленном порядке.

## 2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1 – Перечень операций поверки средства измерений

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	п. 7
Контроль условий поверки	да	да	п. 8.1.1-8.1.2
Опробование	да	да	п. 8.6
Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений атмосферного давления	да	да	п. 9.1

Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры воздуха	да	да	п. 9.2
Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха	да	да	п. 9.3
Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры почвы	да	да	п. 9.4
Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений влажности почвы	да	да	п. 9.5
Проверка диапазона и определение погрешности измерений скорости воздушного потока	да	да	п. 9.6
Проверка диапазона и определение погрешности измерений количества атмосферных осадков	да	да	п. 9.7
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10

При получении отрицательных результатов одной из операций поверка прекращается.

### 3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки в лабораторных условиях должны соблюдаться следующие требования:

- температура воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106.

При этом не должны нарушаться требования к условиям эксплуатации применяемых средств поверки.

### 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию (далее ЭД), прилагаемую к метеостанциям, а также ЭД на средства поверки.

### 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1.1-8.1.2 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 1$ °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, с погрешностью не более $\pm 10$ %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,2$ кПа	Термогигрометр ИВА-6, мод. ИВА-6Н-Д, регистрационный номер в ФИФ по ОЕИ (далее - рег. №) №82393-21

Продолжение таблицы 2

<p. 9.1<br=""></p.> Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений атмосферного давления	<p>Эталоны единицы абсолютного давления и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления в диапазоне от <math>1 \cdot 10^{-1}</math> до <math>1 \cdot 10^7</math> Па, утвержденной Приказом Росстандарта от 06.12.2019 № 2900 (часть 2) в диапазоне от 375 до 825 мм рт. ст.</p> <p>Вспомогательные технические средства: Барокамера, диапазон задания абсолютного давления от 375 до 825 мм рт. ст.</p>	<p>Барометры рабочие сетевые БРС-1М, рег. № 16006-97</p> <p>Барокамера БК-300</p>
<p. 9.2<br=""></p.> Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры воздуха	<p>Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 (часть 1-2) в диапазоне от <math>-40^{\circ}\text{C}</math> до <math>+60^{\circ}\text{C}</math></p>	<p>Комплекс поверочный портативный КПП-2, рег. № 66622-17</p>
<p. 9.3<br=""></p.> Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений влажности воздуха	<p>Эталоны единицы относительной влажности воздуха и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов, утвержденной приказом Росстандарта № 2885 от 15.12.2021 г., в диапазоне от 1 до 100 %</p>	<p>Комплекс поверочный портативный КПП-3, рег. № 67967-17</p>
<p>п. 9.4, п. 9.4.7 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений температуры почвы</p>	<p>Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГОСТ 8.558-2009 (часть 1-2) в диапазоне значений от <math>-20^{\circ}\text{C}</math> до <math>+50^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Вспомогательные технические средства: Термостат жидкостной, диапазон поддержания температур от <math>-20^{\circ}\text{C}</math> до <math>+40^{\circ}\text{C}</math> с нестабильностью поддержания температур не более <math>\pm 0,05^{\circ}\text{C}</math></p>	<p>Термометр сопротивления платиновый выборочный ПТСВ, рег. № 49400-12;</p> <p>Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8, рег. № 19736-11</p> <p>Термостат переливной прецизионный ТПП-1, мод. ТПП-1.3, рег. № 33744-07</p>
	<p>Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 (часть 1-2) в диапазоне от <math>-20^{\circ}\text{C}</math> до <math>+50^{\circ}\text{C}</math></p>	<p>Комплекс поверочный портативный КПП-2, рег. № 66622-17</p>

<p>п. 9.5 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений влажности почвы</p>	<p>Средства измерений массы в диапазоне измерений от 0 до 1 кг, с погрешностью не более <math>\pm 0,05</math> г. Вспомогательные технические средства: Камера климатическая с диапазоном поддержания температур от <math>-30^{\circ}\text{C}</math> до <math>+105^{\circ}\text{C}</math>; Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая; Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018</p>	<p>Весы электронные ВСН, рег. № 27303-04. Вспомогательные технические средства: Камера климатическая СМ-70/180-250 ТВХ; Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая; Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018</p>
<p>п. 9.6 Проверка диапазона и определение погрешности измерений скорости воздушного потока</p>	<p>Эталоны единицы скорости воздушного потока и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам по Государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом Росстандарта № 2815 от 25.11.2019 г., в диапазоне измерений от 1,0 до 25 м/с, с абсолютной погрешностью не более <math>\pm(0,015+0,02\cdot V)</math> м/с</p>	<p>Установка аэродинамическая АТ-60, рег. № 84585-22</p>
<p>п. 9.7 Проверка диапазона и определение погрешности измерений количества атмосферных осадков</p>	<p>Средства измерений объема жидкости номинальной вместимостью 100 мл, с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 1</math> мл;</p> <p>Средства измерений внутреннего диаметра в диапазоне измерений от 0 до 200 мм, с абсолютной погрешностью не более 0,05 мм</p>	<p>Цилиндр 2-го класса точности Klin, рег. № 33562-06;</p> <p>Штангенциркуль ШЦ, рег. № 52058-12</p>

Примечание:

1 Средства поверки должны быть поверены, эталоны – аттестованы.

2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик 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 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие метеостанции следующим требованиям:

7.1 Метеостанция не должна иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество их работы.

7.2 Соединения в разъемах питания, вспомогательного и дополнительного оборудования должны быть надежными.

7.3 Маркировка метеостанции должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий проведения поверки.

8.1.1 При поверке должны быть проверены условия проведения поверки, указанные в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.1.2 Для контроля условий поверки используются средства поверки, приведенные в таблице 2.

8.2 Проверьте комплектность метеостанции.

8.3 Проверьте электропитание метеостанции.

8.6 Опробование метеостанции должно осуществляться в следующем порядке:

8.6.1 При опробовании метеостанции устанавливается работоспособность в соответствии с эксплуатационной документацией.

9. Определение метрологических характеристик.

9.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений атмосферного давления выполняется в следующем порядке:

9.1.1 Поместите метеостанцию в барокамеру.

9.1.2 Присоедините вакуумные шланги барокамеры к штуцеру барометра рабочего сетевого БРС-1М, модификации БРС-1М-3 (далее – эталонный барометр).

9.1.3 Задавайте значения атмосферного давления в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

9.1.4 Фиксируйте показания метеостанции по каналу измерений атмосферного давления  $P_{изм}$  и эталонного барометра  $P_{эт}$ .

9.1.5 Вычислите абсолютную погрешность метеостанции  $\Delta P$  по каналу измерений атмосферного давления по формуле:

$$\Delta P = P_{изм} - P_{эт}$$

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

$$|\Delta P| \leq 1 \text{ мм рт. ст.}$$

9.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности канала измерений температуры воздуха, выполняется в следующем порядке:

9.2.1 Подготовьте к работе комплекс поверочный портативный КПП-2 (далее – КПП-2) в соответствии с их ЭД.

9.2.2 Помещайте датчик температуры и относительной влажности воздуха (далее – датчик) из состава метеостанции в калибратор температуры из состава КПП-2 совместно с термометром сопротивления из состава КПП-2.

9.2.3 Установите в калибраторе значения температуры в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений. На каждом заданном значении фиксируйте эталонные значения,  $t_{эт}$  КПП-2 и измеренные значения метеостанции,  $t_{изм}$ .

9.2.4 Вычислите абсолютную погрешность измерений температуры воздуха,  $\Delta t$  °C, по формуле:

$$\Delta t = t_{изм} - t_{эт}$$

9.2.5 Результаты считаются положительными, если погрешность измерений температуры воздуха во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t| \leq 0,7 \text{ °C.}$$

9.3 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности канала измерений относительной влажности воздуха выполняется в следующем порядке:

9.3.1 Подготовьте к работе комплекс поверочный портативный КПП-3 (далее – КПП-3) в соответствии с ЭД.

9.3.2 Помещайте датчик температуры и относительной влажности воздуха из состава метеостанции (далее – датчик) в камеры солевого гигростата из состава КПП-3 с растворами солей ( $\text{LiCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) совместно с эталонным гигрометром из состава КПП-3.

9.3.3 Выдерживайте датчик в каждом растворе солей в течение 30 минут.

9.3.4 В каждом растворе солей фиксируйте значения, измеренные метеостанцией,  $\varphi_{изм}$  и значения эталонные,  $\varphi_{эт}$  измеренные эталонным гигрометром из состава КПП-3.

9.3.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений относительной влажности воздуха,  $\Delta\varphi \%$ , по формуле:

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

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

$$|\Delta\varphi| \leq 3 \% \text{ в диапазоне от } 1 \% \text{ до } 90 \% \text{ включ.};$$

$$|\Delta\varphi| \leq 4 \% \text{ в диапазоне св. } 90 \% \text{ до } 100 \%.$$

9.4 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности канала измерений температуры почвы с датчиком температуры и влажности почвы выполняется в следующем порядке:

9.4.1 Подготовьте к работе термостат переливной прецизионный ТПП-1, термометр сопротивления платиновый выборочный ПТСВ (далее – эталонный термометр) и измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 в соответствии с ЭД.

9.4.2 Поместите датчик температуры и влажности почвы и эталонный термометр в термостат переливной прецизионный ТПП-1.

9.4.3 Задавайте значения температуры при помощи термостата в пяти точках равномерно распределённых по диапазону измерений.

9.4.4 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные метеостанцией,  $t_{изм}$  и значения эталонные,  $t_{эт}$ .

9.4.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений температуры почвы,  $\Delta t$  по формуле:

$$\Delta t = t_{изм} - t_{эт}$$

9.4.6 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений температуры почвы во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t| \leq 0,5 ^\circ\text{C}.$$

9.4.7 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности канала измерений температуры почвы с датчиком температуры почвы выполняется в следующем порядке:

9.4.7.1 Подготовьте к работе комплекс поверочный портативный КПП-2 (далее – КПП-2) в соответствии с их ЭД.

9.4.7.2 Поместите датчик температуры почвы из состава метеостанции (далее – датчик) из состава метеостанции в калибратор температуры из состава КПП-2 совместно с термометром сопротивления из состава КПП-2.

9.4.7.3 Установите в калибраторе значения температуры в пяти точках, равномерно распределённых по диапазону измерений. На каждом заданном значении фиксируйте эталонные значения,  $t_{эт}$  КПП-2 и измеренные значения метеостанции,  $t_{изм}$ .

9.4.7.4 Вычислите абсолютную погрешность измерений температуры почвы,  $\Delta t ^\circ\text{C}$ , по формуле:

$$\Delta t = t_{изм} - t_{эт}$$

9.4.7.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений температуры почвы во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta t| \leq 0,5 ^\circ\text{C}.$$

9.5 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности канала измерений влажности почвы, выполняется в следующем порядке:

9.5.1 Подготовьте к работе весы ВСН-1/0,01, поставьте емкость, закрытую крышкой, на весы, произведите измерение массы емкости,  $M_e$ , г.

9.5.2 Насыпьте почву (ГСО 2498-83/2500-83) в емкость

9.5.3 Проведите измерения массы емкости с почвой,  $M_0$ , г.

9.5.4 Уплотните почву, проведите измерения влажности почвы,  $W_{измi}$ , в емкости при помощи датчика температуры и влажности почвы.

9.5.5 Поместите емкость с почвой в климатическую камеру и выдержите почву в течении шести часов при температуре +105 °С.

9.5.6 Извлеките емкость из климатической камеры, закройте крышкой, дайте емкости остыть.

9.5.7 Проведите измерения массы емкости с почвой,  $M_1$ , г. Поместите в климатическую камеру и выдержите час, проведите повторное измерение массы,  $M_2$ , г.

9.5.8 Если масса  $M_2$  меньше массы  $M_1$ , более чем на 0,1 г, то повторите п. 9.5.5-9.5.7, выдерживая в климатической камере не менее 1ч, после чего ещё раз определите массу  $M_1$ .

9.5.9 Уплотните почву, проведите измерения влажности почвы,  $W_{измi}$  в емкости при помощи датчика температуры и влажности почвы. Значения влажности почвы после высушивания  $W_{этi}$  соответствуют 1 %.

9.5.10 Произведите расчет влажности почвы  $W_{этi}$ , по формуле:

$$W_{этi} = m_w/m_{dn} \cdot 100 \%, \text{ где}$$

$$m_{dn} = M_1 - M_e$$

$$m_w = M_0 - M_1$$

9.5.11 Повторите пункты 9.5.1...9.5.9 предварительно смочив почву водой дистиллированной по ГОСТ Р 58144-2018 из расчета 100 г воды на 100 г почвы.

9.5.12 Вычислите абсолютную погрешность измерений влажности почвы,  $\Delta W_i$ , по формуле:

$$\Delta W_i = W_{измi} - W_{этi}$$

9.5.13 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений влажности почвы во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta W_i| \leq 3 \%$$

9.6 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности канала измерений скорости воздушного потока выполняется в следующем порядке:

9.6.1 Поместите в рабочую зону рабочего эталона (установка аэродинамическая АТ-60) скорости воздушного потока из состава метеостанции.

9.6.2 Задавайте в установке аэродинамической АТ-60 значения скорости воздушного потока в пяти точках, равномерно распределённых по диапазону измерений,  $V_{этi}$ .

9.6.3 На каждом заданном значении фиксируйте показания  $V_{измi}$  метеостанции.

9.6.4 Вычислите для соответствующих диапазонов абсолютную и относительную погрешность измерений скорости воздушного потока по соответствующим формулам:

$$\Delta V_i = V_{измi} - V_{этi}$$

$$\delta V_i = \frac{V_{изм} - V_{эт}}{V_{эт}} \cdot 100 \%$$

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

$$|\Delta V| \leq 0,5 \text{ м/с в диапазоне от 1,0 до 5 м/с включ.};$$

$$|\Delta V| \leq 10 \% \text{ в диапазоне св. 5 до 25 м/с.}$$

где  $V$  – измеренное значение скорости воздушного потока, м/с.

9.7 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности канала измерений количества атмосферных осадков выполняется в следующем порядке:

9.7.1 С помощью штангенциркуля ШЦ-1 измерьте диаметр приемной камеры измерительного преобразователя.

9.7.2 С помощью мерных цилиндров наполняйте приемную камеру челночного преобразователя водой объемом  $V_{\text{эт}}$  (8; 50; 500; 1000; 2000) мл. Наполняйте камеру водой равномерно, не допускайте перелива. Значения эквивалентного количества осадков вычислены по формуле:

$$X_{\text{эт}} = 4 \frac{V_{\text{эт}}}{\pi d^2}$$

где  $d$  – внутренний диаметр приемной камеры преобразователя, мм,  $V_{\text{эт}}$  – в  $\text{мм}^3$ .

9.7.3 Фиксируйте показания измерений количества атмосферных осадков  $X_{\text{изм}}$ .

9.7.4 Вычислите абсолютную погрешность измерений количества атмосферных осадков  $\Delta X$  по формуле

$$\Delta X = X_{\text{изм}} - X_{\text{эт}}$$

9.7.5 Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность измерений количества атмосферных осадков во всех выбранных точках не превышает:

$$|\Delta X| \leq (0,2 + 0,05 \cdot X) \text{ мм},$$

где  $X$  – измеренное значение количества осадков.

## 10 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 п. 9.1.6, 9.2.5, 9.3.6, 9.4.6, 9.4.7.5, 9.5.13, 9.6.5, 9.7.5 настоящей методики поверки.

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в формуляр средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.2 Протокол оформляется по запросу.