

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



Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы метеорологические Ceres  
Методика поверки

МП 254-0259-2025

И.о. руководителя научно-исследовательского  
отдела госстандартов в области  
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

Санкт-Петербург  
2025 г.

## 1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на комплексы метеорологические Ceres (далее – комплексы), предназначенные для автоматических измерений метеорологических параметров: температуры воздуха, относительной влажности воздуха, скорости воздушного потока, атмосферного давления, энергетической освещенности.

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость комплексов к государственным первичным эталонам единиц величин: ГЭТ34-2020, ГЭТ35-2021, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта № 2712 от 19.11.2024; ГЭТ150-2012, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом Росстандарта № 2815 от 25.11.2019; ГЭТ151-2020, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов, утвержденной приказом Росстандарта № 2415 от 21.11.2023; ГЭТ101-2011, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений абсолютного давления в диапазоне  $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$  Па, утвержденной приказом Росстандарта № 2900 от 06.12.2019; ГЭТ86-2017, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений радиометрических величин некогерентного оптического излучения в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной области спектра, утвержденной приказом Росстандарта № 2414 от 21.11.2023.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки, – непосредственное сличение.

Допускается проведение периодической поверки отдельных измерительных каналов комплекса на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с обязательной передачей информации об объеме проведенной поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

## 2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

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	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.1
Опробование	да	да	8.5
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям:			
- ИК температуры воздуха и относительной влажности воздуха;	да	да	10.1
- ИК скорости воздушного потока;	да	да	10.2
- ИК атмосферного давления;	да	да	10.3
- ИК энергетической освещенности	да	да	10.4

2.2 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

## 3. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки и 28.99.39-003-80863695-2023 РЭ «Комплексы метеорологические Ceres. Руководство по эксплуатации» (далее – РЭ на комплексы), прилагаемые к комплексам.

## 4. Требования к условиям проведения поверки

При поверке должны быть соблюдены следующие требования:

- |                                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| - температура воздуха, °C            | от +15 до +35; |
| - относительная влажность воздуха, % | от 25 до 90;   |
| - атмосферное давление, кПа          | от 84 до 106.  |

При этом не должны нарушаться требования к условиям применения (эксплуатации) средств поверки (эталонов).

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении первичной и периодической поверок применяются средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °C до +35 °C с абсолютной погрешностью не более ±1 °C.</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 25 % до 90 %, с погрешностью не более ±10 %.</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84 до 106 гПа, с абсолютной погрешностью не более ±0,25 кПа</p>	<p>Термогигрометр ИВА-6, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) 46434-11</p>
п. 9 Проверка программного обеспечения	Персональный компьютер	Персональный компьютер
п. 10.1 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений температуры воздуха и относительной влажности воздуха	<p>Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта № 2712 от 19.11.2024 (части 1–2) в диапазоне значений от -40,0 °C до +60,0 °C.</p> <p>Эталоны единицы относительной влажности воздуха и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов, утвержденной приказом Росстандарта № 2415 от 21.11.2023, в диапазоне измерений от 0 % до 100 %.</p> <p>Вспомогательные технические средства: Камера климатическая с диапазоном поддержания температур от -40 °C до +60 °C, с диапазоном поддержания относительной влажности от 0 % до 100 %</p>	<p>Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8, рег. № 19736-11;</p> <p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ, рег. № 57690-14.</p> <p>Гигрометр Rotronic, рег. № 64196-16.</p> <p>Вспомогательные технические средства: Камера климатическая СМ-70/180-250 ТВХ</p>

Продолжение таблицы 2

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.2 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока	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, в диапазоне измерений от 0,5 до 30,0 м/с с абсолютной погрешностью не более $\pm(0,15+0,02\cdot V)$ м/с	Установка аэродинамическая АТ-60, рег. № 84585-22;
п. 10.3 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений атмосферного давления	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 $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$ Па, утвержденной приказом Росстандарта № 2900 от 06.12.2019 (часть 2), в диапазоне измерений от 540,0 до 1100,0 гПа; Вспомогательные технические средства: Барокамера, диапазон поддержания давления от 540,0 до 1100,0 гПа	Барометр рабочий сетевой БРС-1М, рег. № 16006-97. Вспомогательные технические средства: Барокамера БК-300
п. 10.4 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений энергетической освещенности	Эталоны единицы энергетической освещенности и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений радиометрических величин некогерентного оптического излучения в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной области спектра, утвержденной приказом Росстандарта № 2414 от 21.11.2023 (часть 2), в диапазоне измерений от 400 до 1000 Вт/м <sup>2</sup> . Установка для создания солнечной радиации с диапазоном от 400 до 1000 Вт/м <sup>2</sup>	Пиранометры СМР6 и СМР21, рег. № 48281-11. Установка для создания солнечной радиации с диапазоном от 400 до 1000 Вт/м <sup>2</sup>

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

#### 6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019-80;
- требования безопасности, изложенные в РЭ на комплексы;
- 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 комплексов следующим требованиям:

7.2 Основной блок комплексов, модем-контроллер, ПИП, вспомогательное и дополнительное оборудование не должны иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество их работы.

7.3 Соединения в разъемах питания комплексов, ПИП, вспомогательного и дополнительного оборудования должны быть надежными.

7.4 Маркировка комплексов 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 р. 4 настоящей методики поверки.

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

8.2 Проверьте комплектность комплекса.

8.3 Проверьте электропитание комплекса.

8.4 Подготовьте к работе и включите комплекс согласно РЭ на комплексы (перед началом проведения поверки комплекс должен проработать не менее 1 часа).

8.5 Опробование комплекса должно осуществляться в следующем порядке:

8.5.1 При опробовании комплекса устанавливается работоспособность в соответствии с РЭ на комплексы.

8.5.2 Включите основной блок и модем-контроллер и проверьте их работоспособность.

8.5.3 Проведите проверку работоспособности ПИП, вспомогательного и дополнительного оборудования комплексов.

8.5.4 Контрольная индикация должна указывать на работоспособность основного блока, модема-контроллера, ПИП, вспомогательного и дополнительного оборудования.

## 9. Проверка программного обеспечения

9.1 Идентификация встроенного программного обеспечения (далее – ПО) «Ceres PRO» осуществляется путем проверки номера версии ПО. Номер версии встроенного ПО отображается в рабочем поле терминальной программы в строке «Firmware Version: X» (где X – номер версии ПО) при подключении к плате комплекса.

9.2 Результаты идентификации программного обеспечения считаются положительными если номер версии ПО соответствует данным в таблице 3:

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	«Ceres PRO»	
Идентификационное наименование ПО	«Ceres_base»	«Ceres_modem»
Номер версии (идентификационный номер) ПО	0.98x <sup>1)</sup>	1.y <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Обозначение «x» не относится к метрологически значимой части ПО. Метрологически незначимая часть ПО «Ceres\_base» может принимать следующие значения: a, b, c, d, e, f;

<sup>2)</sup>Обозначение «у» не относится к метрологически значимой части ПО и может принимать значения от 0 до 9

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений температуры и относительной влажности воздуха

10.1.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.1.2 Подготовьте к работе гигрометр не ниже 2-го разряда (далее – эталонный гигрометр) и термометр не ниже 3-го разряда (далее – эталонный термометр).

10.1.3 Поместите в климатическую камеру эталонный термометр и эталонный гигрометр таким образом, чтобы первичный измерительный преобразователь температуры и относительной влажности воздуха (далее – ПИП) из состава комплекса находился в непосредственной близости от эталонного термометра и от эталонного гигрометра.

10.1.4 Задавайте в климатической камере значения температуры плюс 15 °C, плюс 30 °C, плюс 60 °C.

10.1.5 После выхода климатической камеры на заданную температуру задавайте в камере значения относительной влажности воздуха не менее чем в трех точках, равномерно распределенных по поддиапазону измерений.

10.1.6 На каждом заданном значении фиксируйте показания температуры и относительной влажности воздуха, измеренные комплексом,  $t_{изм i}$  и  $\varphi_{изм i}$ , и показания эталонные,  $t_{эт i}$  и  $\varphi_{эт i}$ , измеренные эталонным термометром и эталонным гигрометром.

10.1.7 Задавайте в климатической камере значения температуры 0 °C, минус 20 °C, минус 40 °C.

10.1.8 На каждом заданном значении фиксируйте показания температуры и относительной влажности воздуха, измеренные комплексом,  $t_{изм i}$  и  $\varphi_{изм i}$ , и показания эталонные,  $t_{эт i}$  и  $\varphi_{эт i}$ , измеренные эталонным термометром и эталонным гигрометром.

10.1.9 Вычислите абсолютную погрешность измерений температуры воздуха,  $\Delta t_i$ , по формуле:

$$\Delta t_i = t_{изм i} - t_{эт i} \quad (1)$$

10.1.10 Вычислите абсолютную погрешность измерений относительной влажности воздуха,  $\Delta \varphi_i$ , по формуле:

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

10.1.11 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений температуры воздуха и относительной влажности воздуха во всех выбранных точках следующим условиям:

$$|\Delta t_i| \leq 0,5 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$|\Delta \varphi_i| \leq 5 \text{ \%}, \text{ в диапазоне от } 0 \text{ \% до } 90 \text{ \% включ.};$$
$$|\Delta \varphi_i| \leq 6 \text{ \%}, \text{ в диапазоне св. } 90 \text{ \% до } 100 \text{ \%}.$$

10.2 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока

10.2.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.2.2 Установите ПИП скорости воздушного потока из состава комплекса в измерительном участке установки аэродинамической (далее – установка).

10.2.3 Задавайте установкой значения скорости воздушного потока,  $V_{эт i}$ , не менее чем в трех точках, равномерно распределенных по поддиапазону измерений.

10.2.4 Фиксируйте показания,  $V_{измi}$ , измеренные комплексом, и значения эталонные,  $V_{этi}$ , полученные с установки.

10.2.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений скорости воздушного потока,  $\Delta V_i$ , по формуле:

$$\Delta V_i = V_{измi} - V_{этi} \quad (3)$$

10.2.6 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока во всех выбранных точках следующим условиям:

$$|\Delta V_i| \leq 0,5 \text{ м/с, в диапазоне от } 0,5 \text{ до } 5,0 \text{ м/с включ.;}$$
$$|\Delta V_i| \leq (0,5 + 0,05 \cdot V_{изм}) \text{ м/с, в диапазоне св. } 5,0 \text{ до } 30,0 \text{ м/с.}$$

10.3 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности измерений атмосферного давления

10.3.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.3.2 Подключите барометр не ниже 2-го разряда (далее – эталонный барометр) к барокамере БК-300 (далее – БК-300). Поместите ПИП атмосферного давления из состава комплекса в БК-300.

10.3.3 Задавайте с помощью БК-300 значения атмосферного давления не менее чем в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.3.4 На каждом заданном значении фиксируйте показания, измеренные комплексом,  $P_{измi}$ , и показания, измеренные эталонным барометром,  $P_{этi}$ .

10.3.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений атмосферного давления,  $\Delta P_i$ , по формуле:

$$\Delta P_i = P_{измi} - P_{этi} \quad (4)$$

10.3.6 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений атмосферного давления во всех выбранных точках следующему условию:

$$|\Delta P_i| \leq 1,0 \text{ гПа.}$$

10.4 Проверка диапазона измерений и определение относительной погрешности измерений энергетической освещенности выполняются в следующем порядке:

10.4.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.4.2 Установкой для создания солнечной радиации включите напряжение, обеспечивающее в плоскости измерений энергетической освещенности не ниже  $0,4 \text{ кВт/м}^2$ .

10.4.3 При помощи штатива установите эталонный пиранометр перпендикулярно к направлению светового потока.

10.4.4 Снимите десять значений энергетической освещенности,  $E_{этi}$ . Вычислите среднее значение,  $\bar{E}_{эт}$ .

10.4.5 Снимите эталонный пиранометр и установите пиранометр из состава комплексов (далее – ПИП) перпендикулярно оптической оси установки таким образом, чтобы центр приемной поверхности расположился в той же точке пространства, что и эталонного пиранометра.

10.4.6 Выдержите ПИП освещенным не менее 2 мин. Снимите десять измерений энергетической освещенности,  $E_{измi}$ . Вычислите среднее значение,  $\bar{E}_{изм}$ .

10.4.7 Повторите пп. 10.4.4–10.4.6, устанавливая значения энергетической освещенности в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.4.8 Вычислите относительную погрешность измерений энергетической освещенности по формуле:

$$\delta E = \frac{\bar{E}_{изм} - \bar{E}_{эт}}{\bar{E}_{эт}} \times 100 \% \quad (5)$$

10.4.9 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие относительной погрешности измерений энергетической освещенности во всех выбранных точках следующему условию:

$$|\delta E| \leq 25 \, \%$$

## 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 паспорт 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.