

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. «25» июля 2025 г.

Генеральный директор  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»  
Чекирда Константин Владимирович

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы метеорологические Ceres  
Методика поверки

МП 254-0259-2025

И.о. руководителя научно-исследовательского  
отдела госэталонов 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:	да	да	10
- 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)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +35 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 1$ °С. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 25 % до 90 %, с погрешностью не более $\pm 10$ %. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84 до 106 гПа, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,25$ кПа	Термогигрометр ИВА-6, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) 46434-11
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	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 °С до +60,0 °С. 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 %. Вспомогательные технические средства: Камера климатическая с диапазоном поддержания температур от -40 °С до +60 °С, с диапазоном поддержания относительной влажности от 0 % до 100 %	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8, рег. № 19736-11; Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ, рег. № 57690-14. Гигрометр Rotronic, рег. № 64196-16.  Вспомогательные технические средства: Камера климатическая CM-70/180-250 TBX



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 п. 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 считают 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 «y» 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 °С, плюс 30 °С, плюс 60 °С.

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,  $t_{измi}$  и  $\varphi_{измi}$ , и показания эталонные,  $t_{этi}$  и  $\varphi_{этi}$ , измеренные эталонным термометром и эталонным гигрометром.

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

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

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

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

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

$$\Delta \varphi_i = \varphi_{измi} - \varphi_{этi} \quad (2)$$

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:

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

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

$$|\Delta \varphi_i| \leq 6 \text{ } \%, \text{ в диапазоне св. } 90 \text{ } \% \text{ до } 100 \text{ } \%.$$

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,  $V_{этi}$ , не менее чем в трех точках, равномерно распределенных по поддиапазону измерений.



10.2.4 Фиксируйте показания,  $V_{\text{изм}i}$ , измеренные комплексом, и значения эталонные,  $V_{\text{эт}i}$ , полученные с установки.

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

$$\Delta V_i = V_{\text{изм}i} - V_{\text{эт}i} \quad (3)$$

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:

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

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,  $P_{\text{изм}i}$ , и показания, измеренные эталонным барометром,  $P_{\text{эт}i}$ .

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

$$\Delta P_i = P_{\text{изм}i} - P_{\text{эт}i} \quad (4)$$

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,  $E_{\text{эт}i}$ . Вычислите среднее значение,  $\bar{E}_{\text{эт}}$ .

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,  $E_{\text{изм}i}$ . Вычислите среднее значение,  $\bar{E}_{\text{изм}}$ .



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:

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

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.