

**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

Запечатлено Генеральным директором  
Е. П. Кривцом п. «15» декабря 2023 г.

доверенность № 54/2021

от 24.12.2021

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Балансомеры ПЕЛЕНГ СФ-08-21**

**Методика поверки**

**МП 254-0106-2023**

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

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

Санкт-Петербург  
2023 г.

## 1. Общие положения

Данная методика поверки распространяется на балансомеры ПЕЛЕНГ СФ-08-21 (далее – балансомеры), предназначенные для измерений радиационного баланса исследуемой поверхности в естественных условиях, то есть разности значений энергетической освещенности (радиации), создаваемой потоками солнечного и теплового излучений в диапазоне длин волн от 0,28 до 40,0 мкм, поступающими на его приемные поверхности, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость балансомеров к ГЭТ 86-2017 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений радиометрических величин некогерентного оптического излучения в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной области спектра, утверждённой приказом Россстандарта № 2414 от 21.11.2023 г.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки - непосредственное сличение

Балансомеры подлежат первичной и периодической поверке

Методикой предусмотрена поверка отдельных автономных блоков с обязательным занесением данной информации в сведения о поверке в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

## 2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа о поверке	Обязательность выполнения операций поверки при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	8.1	да	да
Опробование	8.5	да	да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	9	да	да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да
Оформление результатов поверки	11	да	да

При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

### 3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха, °С от +15 до +35;
  - относительная влажность воздуха, % от 30 до 90;
  - атмосферное давление, кПа от 86 до 106.

При проведении поверки в естественных условиях по Солнцу, дополнительно должны быть соблюдены следующие условия:

- высота Солнца над горизонтом, не менее  $15^{\circ}$ .

Солнечное излучение должно быть устойчивым. На диске солнца и в пределах угла  $5^{\circ}$  в любом направлении от линии визирования на солнце не должно быть следов облаков. В воздухе не должно быть пыли, дыма, тумана или дымки.

#### 4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее ЭД), прилагаемую к балансомерам.

## 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +10 °C до +35 °C с абсолютной погрешностью не более ±1 °C;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 90 %, с погрешностью не более ±10%;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более ±0,25 кПа;</p>	Термогигрометр автономный ИВА-6, рег. номер № 82393-21
п. 10.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока блоком электронным на выходе преобразователя А	<p>Средства воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от -50 до +50 мВ, абсолютная погрешность не более ±(0,0003*U+0,003) мВ</p>	Калибратор электрических сигналов СА150, рег. № 53468-13
п. 10.2 Проверка времени установления выходного сигнала	<p>Средства измерений интервалов времени, длительность интервала 1800 с, абсолютная погрешность не более ±4,8 с</p> <p>Вспомогательное оборудование:</p> <p>Установка ПО-4 по ТУ 25-04-1570</p>	Секундомер механический СОПр, рег. № 11519-11; Установка ПО-4 по ТУ 25-04-1570
п. 10.3 Определение коэффициентов преобразования сторон преобразователя и асимметрии	<p>Эталоны единицы энергетической освещенности, соответствующие требованиям, предъявляемым к эталонам не ниже 2 разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений радиометрических величин некогерентного оптического излучения в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной области спектра, утверждённой приказом Росстандарта № 2414 от 21.11.2023 г. (часть 2);</p>	Пиргелиометр СНР 1, рег. № 48282-11;
п. 10.4 Определение случайной погрешности результата измерения коэффициента преобразования	<p>Средства измерений напряжения постоянного тока в диапазоне измерений от -50 до +50 мВ, абсолютная погрешность не более ±(0,001*U+0,01) мВ;</p> <p>Средства измерений интервалов времени, длительность интервала 1800 с, абсолютная погрешность не более ±4,8 с</p> <p>Вспомогательное оборудование:</p> <p>Установка ПО-4 по ТУ 25-04-1570;</p> <p>Труба поверочная ПО-11, угол зрения (центральный) 10°.</p>	Калибратор электрических сигналов СА150, рег. № 53468-13; Секундомер механический СОПр, рег. № 11519-11; Установка ПО-4 по ТУ 25-04-1570 Труба поверочная ПО-11
п. 10.5 Определение относительной погрешности измерений радиационного баланса солнечным излучением		

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

6.1 При поверке необходимо соблюдать требования:

- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019-80;
- требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила ТБ при эксплуатации электроустановок потребителей»;
- в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки достаточно одного специалиста.

## 7. Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие балансомера следующим требованиям:

- соответствие внешнему виду СИ описания типа;
- наличие заводского номера в месте, указанном в описании типа СИ;
- комплектность должна соответствовать эксплуатационной документации на балансомер;
- балансомеры не должны иметь дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки и на результаты поверки.

## 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. 3 настоящей методики поверки.

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

8.2 Проверить комплектность балансомера.

8.3 Проверить электропитание балансомера.

8.4 Подготовить к работе и включить балансомер согласно руководству по эксплуатации 6256.00.00.000 РЭ «Балансомер ПЕЛЕНГ СФ-08-21».

8.5 Опробование

8.5.1 Опробование балансомера должно осуществляться в следующем порядке:

8.5.1.1 Включить балансомер.

8.5.1.2 Убедиться, что измерительная информация поступает и отображается на устройствах отображения (блоке электронном или в программном обеспечении «Peleng Meteo Actinometry»), либо на средстве измерений напряжения постоянного тока, указанном в табл. 2, сообщения об ошибках – отсутствуют.

## 9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Запустить автономную программу «Peleng Meteo Actinometry». В пункте меню “Справка” подменю “Вызов справки” содержит пункты для вызова справочной информации (помощи) по работе с программой. Подменю “О программе” содержит сведения о версии программы и ее разработчике. Сведения о версии программного обеспечения «ActinometryService» отображаются при включении в рабочем поле программы.

9.2 Балансомер считается прошедшим поверку по данному пункту с положительными результатами, если проверяемые параметры ПО соответствуют данным, представленным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)		Значение	
Идентификационное наименование ПО		ActinometryService	Peleng Meteo Actinometry
Номер версии (идентификационный номер) ПО		1.x.x.x*	v.1.x.x.x*
*1- метрологически значимая часть ПО; x.x.x – метрологически незначимая часть ПО			

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока блоком электронным на выходе преобразователя А выполняются в следующем порядке:

10.1.1 Подготовьте к работе калибратор электрических сигналов СА150 и блок электронный согласно их ЭД.

10.1.2 Подключите калибратор электрических сигналов СА150 к блоку электронному.

10.1.3 Задавайте калибратором электрических сигналов СА150 значения постоянного напряжения,  $U_{\text{эт}}$ , не менее чем в пяти точках равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.1.4 На каждом заданном значении фиксируйте значения,  $U_{\text{изм}}$ , измеренные блоком электронным.

10.1.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока блоком электронным по формуле:

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - U_{\text{эт}} \quad (1)$$

10.1.6 Результаты считать положительными, если абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного тока блоком электронным во всех выбранных точках не превышает  $\pm(0,001 \cdot U_{\text{изм}} + 0,01)$  мВ.

10.2 Проверка времени установления выходного сигнала

10.2.1 Определение времени установления выходного сигнала проводят на установке актинометрической ПО-4 или по Солнцу в естественных условиях. При определении времени установления выходного сигнала энергетическая освещенность в плоскости измерений должна быть не менее  $0,4 \text{ кВт}/\text{м}^2$ .

10.2.2 Определение времени установления выходного сигнала на установке актинометрической ПО-4 проводят в следующем порядке:

10.2.2.1 Подготовьте установку ПО-4 к измерениям в соответствии с её эксплуатационной документацией. Установите преобразователь радиационного баланса (преобразователь радиационного баланса электронный) к направлению светового потока и подключите к средству измерений напряжения постоянного тока. Не менее чем через 2 мин затените преобразователь радиационного баланса (преобразователь радиационного баланса электронный) затеняющим экраном и через 2 мин снимите отсчет  $n$ , мВ. Уберите затеняющий экран и выждите, когда выходной сигнал освещенного преобразователя радиационного баланса (преобразователя радиационного баланса электронный) достигнет установленвшегося значения, снимите отсчет  $U$ , мВ.

10.2.2.2 Вычислите значение пороговой величины выходного сигнала  $U_d$ , мВ, по формуле:

$$U_d = (U - n) \cdot 0,05 + n, \quad (2)$$

где  $U$ ,  $n$  - отсчеты при освещенном и затененном преобразователе радиационного баланса (преобразователе радиационного баланса электронном), мВ.

10.2.2.3 Затените преобразователь радиационного баланса (преобразователь радиационного баланса электронный) с одновременным включением секундомера. Остановите секундомер в момент достижения преобразователем радиационного баланса (преобразователем радиационного баланса электронном) значения  $U_d$  и зафиксируйте по нему отсчет,  $t_y$ , в секундах. Измерение величины,  $t_{yi}$ , выполняют три раза и вычисляют среднее арифметическое  $\bar{t}_y$ , с, которое принимают в качестве значения времени установления выходного сигнала, по формуле:

$$\bar{t}_y = \frac{\sum_{i=1}^3 t_{yi}}{3} \quad (3)$$

10.2.3 Определение времени установления выходного сигнала в естественных условиях по Солнцу проводят аналогично тому, как указано в п. 10.2.2, установив поверяемый преобразователь радиационного баланса (преобразователь радиационного баланса электронный) в поверочную трубу ПО-11.

10.2.4 Результаты считать положительными, если время установления выходного сигнала,  $\bar{t}_y$  не более 20 с.

10.3 Определение коэффициентов преобразования сторон преобразователя и асимметрии

Проведите определение разности коэффициентов преобразования сторон (асимметрии преобразователя) на установке актинометрической ПО-4 путем сравнения с пиргелиометром СНР 1 (эталонным актинометром) либо в естественных условиях по Солнцу путем сличений с эталонным актинометром.

10.3.1 На установке актинометрической ПО-4 измерения проводятся следующим образом:

10.3.1.1 Подготовьте установку ПО-4 к измерениям в соответствии с её эксплуатационной документацией. Установите на ней напряжение, обеспечивающее в плоскости измерений энергетическую освещенность не ниже 0,4 кВт/м<sup>2</sup>, и выдержите во включенном состоянии не менее 30 мин. До конца поверки напряжение на светоизмерительной лампе поддерживайте постоянным с погрешностью не более  $\pm 0,2$  В.

10.3.1.2 Установите эталонный актинометр к направлению светового потока, подключите его к вольтметру, выдержите освещенным не менее 2 мин. Затените затеняющим экраном и через 1 мин снимите отсчет  $n_0$ .

10.3.1.3 Уберите затеняющий экран и не менее чем через 2 мин снимите три отсчета  $U_{oi}$ .

10.3.1.4 Снимите эталонный актинометр и установите поверяемый балансомер стороной 1 к светоизмерительной лампе перпендикулярно оптической оси установки актинометрической ПО-4 таким образом, чтобы центр его приемной поверхности расположился в той же точке пространства, что и центр приёмной поверхности эталонного актинометра.

10.3.1.5 Поверяемый балансомер выдержите освещенным не менее 2 мин, затените и через 1 мин снимите отсчет  $n_1$ , мВ.

10.3.1.6 Уберите затеняющий экран и не менее, чем через 2 мин, снимите 10 значений напряжения  $U_{mi}$ , из которых вычислите среднее арифметическое значение  $\bar{U}_{m1}$ .

10.3.1.7 Установите преобразователь стороной 2 к светоизмерительной лампе и аналогичным образом выполните измерения при затененном и освещенном преобразователе, затем получите для стороны 2 значения  $n_1$  и  $\bar{U}_{m2}$ .

10.3.1.8 Установите эталонный актинометр, аналогично указанному в пунктах 10.3.1.2, 10.3.1.3 проведите измерения при закрытом и открытом эталонном актинометре, повторно получив значения  $n_0$  и  $U_{oi}$ .

10.3.1.9 Из двух серий измерений по эталонному актинометру найдите среднее арифметическое  $\bar{U}_0$ , мВ по формуле:

$$\bar{U}_0 = \frac{\sum_{i=1}^6 (U_{0i} - n_0)}{6}, \quad (4)$$

10.3.1.10 Вычислите значения коэффициентов преобразования  $K_1$  и  $K_2$  для каждой стороны преобразователя, мВ  $\text{m}^2/\text{kVt}$ , по формулам

$$K_1 = K_o (\bar{U}_{m1} - n_1) / \bar{U}_o, \quad (5)$$

$$K_2 = K_o (\bar{U}_{m2} - n_2) / \bar{U}_o, \quad (6)$$

где  $K_o$  - значение коэффициента преобразования эталонного актинометра, мВ  $\text{m}^2/\text{kVt}$ ;

$\bar{U}_o$  - значение, полученное по формуле (4) по эталонному актинометру, мВ;

$\bar{U}_{m1}$ ,  $\bar{U}_{m2}$  - средние арифметические отсчеты при освещении сторон 1 и 2 преобразователя, мВ.

$n_1$ ,  $n_2$  — отсчеты при затенении сторон 1 и 2 преобразователя, мВ.

10.3.1.11 Вычислите значение коэффициента преобразования  $\bar{K}$  как среднее арифметическое  $K_1$  и  $K_2$ .

10.3.1.12 Вычислите разницу коэффициентов преобразования сторон  $\Delta K$  (асимметрию преобразователя), %, по формуле:

$$\delta K = \frac{(K_1 - K_2)}{\bar{K}} \cdot 100 \%, \quad (7)$$

где  $\bar{K}$  — среднее значение коэффициента преобразования преобразователя, мВ  $\text{m}^2/\text{kVt}$ .

10.3.2 В естественных условиях по Солнцу измерения проводятся следующим образом:

10.3.2.1 Установите балансомер (далее – далее преобразователь) стороной 1 на Солнце в трубе ПО-11. Этalonный актинометр в трубу ПО-11 нацелить на Солнце, снять с них крышки и выдержать нацеленными не менее 2 мин.

10.3.2.2 Подключить преобразователь и эталонный актинометр к калибратору электрических сигналов СА150. Затенить и через 2 мин снять показания по эталонного актинометра и  $n_0$  1 стороны преобразователя.

10.3.2.3 Растянуть и вновь нацелить на Солнце эталонный актинометр в трубу ПО-11 и через 2 мин снять 10 пар синхронных показаний  $U_{mi}$  1 стороны преобразователя и  $U_{0i}$  эталонного актинометра, из которых вычислить среднее арифметическое значение  $\bar{U}_{m1}$  и  $\bar{U}_0$ .

10.3.2.4 Вычислить значение коэффициента преобразования  $K_1$ , мВ· $\text{m}^2/\text{kVt}$ , стороны 1 преобразователя по формуле:

$$K_1 = K_o (\bar{U}_{m1} - \bar{n}_0) / (\bar{U}_0 - \bar{n}_0), \quad (8)$$

где  $K_o$  – значение коэффициента преобразования эталонного актинометра, мВ· $\text{m}^2/\text{kVt}$ ;

$\bar{U}_{m1}$ ;  $\bar{U}_0$  - среднее значение отсчета преобразователя по стороне 1 и эталонного актинометра соответственно, мВ;

$\bar{n}_0$ ;  $\bar{n}_1$  - отсчеты при затенении преобразователя по стороне 1 и эталонного актинометра соответственно, мВ.

10.3.2.5 Переставить преобразователь в трубе ПО-11 стороной 2 на Солнце и провести измерения аналогично п.10.3.2.1 – п.10.3.2.3.

10.3.2.6 Вычислить значение коэффициента преобразования  $K_2$ , мВ· $\text{m}^2/\text{kVt}$ , стороны 2 преобразователя по формуле:

$$K_2 = K_o (\bar{U}_{m2} - \bar{n}_0) / (\bar{U}_0 - \bar{n}_0), \quad (9)$$

где  $K_o$  – значение коэффициента преобразования эталонного актинометра, мВ· $\text{m}^2/\text{kVt}$ ;

$\bar{U}_{m2}$ ;  $\bar{U}_0$  - среднее значение отсчета преобразователя по стороне 2 и эталонного актинометра соответственно, мВ;

$\bar{n}_0$ ;  $\bar{n}_2$  - отсчеты при затенении преобразователя по стороне 2 и эталонного актинометра соответственно, мВ.

10.3.2.7 Вычислите значение коэффициента преобразования  $\bar{K}$  как среднее арифметическое  $K_1$  и  $K_2$ .

10.3.2.8 Вычислите разницу коэффициентов преобразования сторон  $\Delta K$  (асимметрию преобразователя), %, по формуле (7).

10.3.3 Результаты считаются положительными, если значения коэффициентов преобразования преобразователя составляют не менее  $8 \text{ мВ}\cdot\text{м}^2/\text{kВт}$ , а значение асимметрии не превышает  $\pm 5 \%$ .

10.4 Определение случайной погрешности результата измерения коэффициента преобразования.

10.4.1. Случайная погрешность результата измерения коэффициента преобразования ( $S, \%$ ) определяется по измерениям, выполненным в п. 10.3.1 и в п. 10.3.2 по формуле:

$$S = \frac{1}{U_m} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (U_{mi} - \bar{U}_m)^2}{m(m-1)}} \cdot 100\% \quad (10),$$

где  $m$  – число измерений сигнала с поверяемого преобразователя ( $m = 10$ );

$U_{mi}$  – значение сигнала с поверяемого преобразователя;

$\bar{U}_m$  – среднее по 10 значениям значение сигнала с преобразователя.

10.4.2 Результаты считать положительными, если  $S \leq 0,5 \%$ .

10.5 Определение относительной погрешности измерений радиационного баланса солнечным излучением

10.5.1 Относительная погрешность измерений радиационного баланса солнечным излучением ( $\delta E, \%$ ) определяется по измерениям, выполненным в п.10.3.2 или п.10.3.3 по формуле:

$$\delta E = \frac{\bar{E}_{изм} - \bar{E}_{эт}}{\bar{E}_{эт}} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где  $E_{изм}$  – измеренное значение радиационного баланса солнечным излучением;

$E_{эт}$  – эталонное значение энергетической освещенности.

10.5.2 Результаты считать положительными, если выполняются условия:

$$|\delta E| \leq 10\%.$$

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки балансомеров передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в установленном порядке. Знак поверки при необходимости наносится на свидетельство о поверке.

11.2 Протокол оформляется по запросу.