

**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»

ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА
КРИВЦОВ
ДОВЕРЕННОСТЬ №29/0091
ОТ 17 МАЯ 2021

А.Н. Пронин
м.п. «22» марта 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Балансомеры ПЕЛЕНГ СФ-08-21

Методика поверки

МП 254-0106-2021

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

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, поступающими на его приемные поверхности, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Методикой поверки должна обеспечиваться прослеживаемость балансомеров к государственному первичному эталону единицы радиометрических и спектрометрических величин в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм (ГЭТ 86-2017).

Методикой поверки не предусмотрена поверка на меньшем числе поддиапазонов измерений и отдельных автономных блоков.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки - непосредственное сличение.

Балансомеры подлежат первичной и периодической поверке.

2 Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа о поверке	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Опробование	8.4	да	да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	да	да

При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3 Требования к условиям проведения поверки

При поверке должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, % от 25 до 90;
- атмосферное давление, гПа от 860 до 1060.

При проведении поверки в соответствии с п. 10.2.2 данной методики дополнительно должны быть соблюдены следующие условия:

- высота Солнца над горизонтом, не менее 10°.

Солнечное излучение должно быть устойчивым. На диске солнца и в пределах угла 5° 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, допущенные к работе в качестве поверителей, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее ЭД), прилагаемую к балансомерам.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
9	Персональный компьютер с ПО Peleng Meteo
10	<p>Рабочий эталон 1-го разряда (эталонный актинометр) единицы энергетической освещенности солнечным излучением, в соответствии с ГОСТ 8.195-2013 «государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения, спектральной плотности энергетической освещенности, силы излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм», диапазон измерений от 10 до 1600 Вт/м² в спектральном диапазоне 0,3-10,0 мкм.</p> <p>Рабочий эталон 3-го разряда (вольтметр) единицы напряжения – вольт, в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3457 «об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы», диапазон измерений от 0 до 1 В.</p> <p>Секундомер механический СОПр, диапазон 0 – 3600 с, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±5,4 с, рег. номер 11519-11.</p> <p>Установка ПО-4 по ТУ 25-04-1570.</p> <p>Труба ПО-11, угол зрения (центральный) 10°.</p>

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 балансомеров с требуемой точностью.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При поверке должны необходимо соблюдать требования:

- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019;
- 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 описанию типа СИ;
- черное матовое покрытие приемных поверхностей балансомера должно быть ровным без отклонений и наплывов;
- четкость и хорошая различимость маркировок на корпусе преобразователя (входит в состав балансомера);
- наличие знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа СИ;
- в зависимости от исполнения 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 Проверьте балансомер.
- 8.2 Проверьте электропитание балансомера.
- 8.3 Подготовьте к работе и включить балансомер согласно ЭД.
- 8.4 Опробование
- 8.4.1 Опробование балансомера должно осуществляться в следующем порядке:
- 8.4.1.1 Включите балансомер.
- 8.4.1.2 Убедитесь, что измерительная информация поступает и отображается на устройствах отображения, сообщения об ошибках – отсутствуют.
- 8.4.1.3 При поверке измеренные значения фиксируются на блоке электронном или в программном обеспечении Peleng Meteo.

- 9 Проверка программного обеспечения средства измерений
- 9.1 Запустите автономную программу Peleng Meteo 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.

9.2 Балансомер считается прошедшим проверку 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	Peleng Meteo
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.6.2.0

- 10 Определение метрологических характеристик средства измерений
- Определение сопротивления термобатареи

Проведите определение сопротивления термобатареи путем измерения сопротивления между выводами термобатареи при помощи вольтметра с напряжением не более 4 В. Измерьте значение сопротивления с точностью до 1 Ом. Результаты считаются положительными, если сопротивление термобатареи лежит в пределах от 35 до 135 Ом.

- 10.2 Определение разности коэффициентов преобразования сторон (асимметрии преобразователя)

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

- 10.2.1 На установке актинометрической ПО-4 проведите измерения в следующем образом:

10.2.1.1 Включите светоизмерительную лампу, установите на ней напряжение, обеспечивающее в плоскости измерений энергетическую освещенность не ниже $0,4 \text{ кВт/м}^2$, и выдержите во включенном состоянии не менее 30 мин. До конца поверки напряжение на светоизмерительной лампе поддерживайте постоянным с погрешностью не более $\pm 0,2 \text{ В}$.

10.2.1.2 Установите эталонный актинометр нормально к направлению светового потока, подключите его к вольтметру, выдержите освещенным не менее 2 мин. Затените затеняющим экраном и через 1 мин снимают отсчет U_0 .

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

10.2.1.4 Снимите эталонный актинометр и установите поверяемый балансомер стороной 1 к светоизмерительной лампе перпендикулярно оптической оси установки

актинометрической ПО-4 таким образом, чтобы центр ее приемной поверхности расположился в той же точке пространства, что и эталонного актинометра.

10.2.1.5 Поверяемый балансомер выдержите освещенным не менее 2 мин, затем и через 1 мин снимите отсчет n_1 , мВ.

10.2.1.6 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} .

10.2.1.7 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} .

10.2.1.8 Установите эталонный актинометр, аналогично указанному в пунктах 10.2.1.2, 10.2.1.3 проведите измерения при закрытом и открытом эталонном актинометре, повторно получив значения n_0 и U_{0i} .

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

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

10.2.1.10 Вычислите значения коэффициентов преобразования K_1 и K_2 для каждой стороны преобразователя, мВ м²/кВт, по формулам

$$K_1 = K_0 (\bar{U}_{m1} - n_1) / \bar{U}_0, \quad (2)$$

$$K_2 = K_0 (\bar{U}_{m2} - n_2) / \bar{U}_0, \quad (3)$$

где K_0 - значение коэффициента преобразования эталонного актинометра, мВ м²/кВт;

\bar{U}_0 - значение, полученное по формуле (5) 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.

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

10.2.1.12 Вычислите разницу коэффициентов преобразования сторон ΔK (асимметрию преобразователя), %, по формуле:

$$\Delta K = \frac{(K_1 - K_2)}{\bar{K}} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

где \bar{K} – среднее значение коэффициента преобразования преобразователя, мВ м²/кВт.

10.2.1.13 Результаты считаются положительными, если значения коэффициентов преобразования преобразователя составляют не менее 7 мВ м²/кВт, а значение асимметрии не превышает ± 5 %.

10.2.2 Определение коэффициента преобразования преобразователя в естественных условиях приведите путем сличения его показаний с эталонным актинометром при отсутствии облаков в телесном угле радиусом не менее 5° от центра солнечного диска. Высота солнца над горизонтом должна быть не менее 10°. Во время сличений в атмосфере не должно быть заметных глазом дыма, пыли и тумана.

Выполните измерения в следующем порядке:

10.2.2.1 Установите преобразователь, пользуясь переходным кольцом, в трубу ПО-11 стороной 1 вверх. На нижний конец трубы наденьте насадку. Подключите преобразователь и эталонный актинометр к вольтметру. Открывают трубу ПО-11 и эталонный актинометр, сняв с них крышки, нацеливают на солнце и выдерживают 2 мин, корректируя нацеливание.

10.2.2.2 Закройте эталонный актинометр и трубу ПО-11 крышками и через 1 мин снимите показания вольтметра для преобразователя n_i и эталонного актинометра n_0 .

10.2.2.3 Откройте трубу ПО-11 и эталонный актинометр, нацельте их на Солнце. Через 1 мин, корректируя нацеливание, снимите синхронные показания преобразователя (U_{mi}) и эталонного актинометра (U_{0i}), мВ.

10.2.2.4 Повторите измерения при закрытой и открытой трубе ПО-11 (по пунктам 10.2.2.2 и 10.2.2.3) 10 раз. Закончите измерениями при закрытой трубе ПО-11.

При этом закройте крышкой эталонный актинометр и снимите по нему отсчет n_{01} , n_{02} только в начале и в конце серии соответственно, вычислите среднее арифметическое \bar{n}_0 по формуле:

$$\bar{n}_0 = \frac{n_{01} + n_{02}}{2} \quad (5)$$

10.2.2.5 Установив преобразователь в трубе ПО-11 стороной 2 вверх, выполните измерения в порядке, аналогичном изложенному в пп. 10.2.2.1-10.2.2.4.

10.2.2.6 Для каждого отсчета U_{mi} , полученного при открытой трубе по п. 10.2.2.3, вычислите среднее арифметическое \bar{n}_m из двух соседних значений n_i и n_{i+1} , между которыми выполнен отсчет U_{mi} по формуле:

$$\bar{n}_m = \frac{n_i + n_{i+1}}{2} \quad (6)$$

10.2.2.7 Вычислите значения коэффициента преобразования K_i , мВ м²/кВт, для каждого измеренного значения U_{mi} , по формуле:

$$K_i = K_0 \frac{(U_{mi} - \bar{n}_m)}{(U_{oi} - \bar{n}_0)} \quad (7)$$

где K_0 – коэффициент преобразования эталонного актинометра, мВ м²/кВт;

\bar{n}_m – среднее арифметическое показание преобразователя при закрытой трубе ПО-11 согласно п. 10.2.2.6;

U_{oi} – отсчет по эталонному актинометру, выполненный синхронно с данным отсчетом U_{mi} по преобразователю при открытой трубе, мВ;

\bar{n}_0 – среднее арифметическое из двух отсчетов по актинометру, закрытому крышкой, выполненных пп. 10.2.2.2, 10.2.2.4, мВ.

10.2.2.8 Вычислите коэффициент преобразования \bar{K}_1 , \bar{K}_2 каждой стороны, как среднее арифметическое по формулам:

$$\bar{K}_1 = \frac{\sum_{i=1}^{10} K_i}{10} \quad \bar{K}_2 = \frac{\sum_{i=1}^{10} K_i}{10} \quad (8)$$

10.2.2.9 Вычислите коэффициент преобразования \bar{K} как среднее арифметическое \bar{K}_1 , \bar{K}_2

10.2.2.10 Вычислите разницу коэффициентов преобразования сторон ΔK , %, по формуле:

$$\Delta K = \frac{(\bar{K}_1 - \bar{K}_2)}{\bar{K}} \cdot 100 \% \quad (9)$$

где \bar{K} – среднее значение коэффициента преобразования преобразователя, мВ м²/кВт.

10.2.2.11 Результаты считаются положительными, если значения коэффициентов преобразования преобразователя составляют не менее 7 мВ м²/кВт, а значение асимметрии не превышает ± 5 %.

10.3 Определение относительной погрешности измерений энергетической освещенности

10.3.1 Подключите балансомер к блоку электронному согласно ЭД.

10.3.2 Подключите к ПК с помощью ПО Peleng Meteo.

10.3.3 В настройках ПО выберите поверяемый прибор и установить коэффициент преобразования, вычисленный в 10.2.1.11 или в 10.2.2.9.

10.3.4 Установите на лампе мощность, соответствующую энергетической освещенности – 400 Вт/м².

10.3.5 Установите эталонный актинометр при помощи штатива на поворотный столик перпендикулярно к направлению светового потока. Подключите к вольтметру и выдержите освещенным не менее 2 мин.

10.3.6 Снимите 10 значений напряжения U_{oi} и рассчитайте соответствующие значения энергетической освещенности $I_{эти}$, из которых вычислить среднее значение $\bar{I}_{эт}$.

10.3.7 Снимите эталонный актинометр и установите балансомер перпендикулярно оптической оси установки таким образом, чтобы центр приемной поверхности расположился в той же точке пространства, что и эталонного актинометра.

10.3.8 Выдержите его освещенным не менее 2 мин. Снимите 10 измерений $I_{измi}$, из которых вычислить среднее значение $\bar{I}_{изм}$.

10.3.9 Вычислите относительную погрешность измерений энергетической освещенности по формуле:

$$\delta I = \frac{\bar{I}_{изм} - \bar{I}_{эт}}{\bar{I}_{эт}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

10.3.10 Повторите п. 10.3.5 – 10.3.9, устанавливая значения энергетической освещенности, равномерно распределенных по диапазону.

10.3.11 Результаты считать положительными, если выполняются условия:

$$\delta I \leq \pm 10 \%.$$

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Процедура обработки результатов, полученных при определении метрологических характеристик, приведена в пп. 10.2.1.6, 10.2.1.9-10.2.1.12, 10.2.2.4, 10.2.2.6-10.2.2.10, 10.3.6, 10.3.8-10.3.9.

В результате анализа характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о пригодности дальнейшего использования средства измерений. Критериями пригодности являются соответствие погрешностей средства измерений п. 10.1, 10.2.1.13, 10.2.2.11 и 10.3.11 настоящей методики поверки.

12 Оформление результатов поверки

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

12.2 Протокол оформляется по запросу.

12.3 В процессе поверки пломбировка не нарушается.