

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»
А.Н. Пронин
М.П. «12» февраля 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Актинометры ПЕЛЕНГ СФ-12-21

Методика поверки

МП 2540-0103-2020

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

г. Санкт-Петербург
2021 г.

1. Общие положения

Данная методика поверки распространяется на актинометры ПЕЛЕНГ СФ-12-21 (далее – актинометры), предназначенные для измерений прямой энергетической освещенности, солнечным излучением, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

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

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки - непосредственное сличение.

Актинометры подлежат первичной и периодической поверке. Методикой поверки не предусмотрена поверка на меньшем числе поддиапазонов измерений и отдельных автономных блоков.

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 30 до 90;
- атмосферное давление, гПа от 860 до 1060.

При проведении поверки в соответствии с п. 10.3 данной методики дополнительно должны быть соблюдены следующие условия:

- высота Солнца над горизонтом, не менее 20°.

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 актинометрам.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2

Номер пункта	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.2.4	Персональный компьютер с терминальной программой.
6.3.1	Рабочий эталон 1-го разряда (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/м ² в спектральном диапазоне 0,3-10,0 мкм, 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 Установка ПО-4 по ТУ 25-04-1570

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 актинометров 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 актинометра следующим требованиям:

- соответствие внешнему виду СИ описанию типа СИ;
- наличию знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа СИ;
- комплектность должна соответствовать эксплуатационной документации на актинометр;
- актинометры 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 Проверить актинометр.

8.2 Проверить электропитание актинометра.

8.3 Подготовить к работе и включить актинометр согласно ЭД.

8.4 Опробование

8.4.1 Опробование актинометра должно осуществляться в следующем порядке:

8.4.1.1 Включить актинометр.

8.4.1.2 Убедиться, что измерительная информация поступает и отображается на устройствах отображения, сообщения об ошибках – отсутствуют.

8.4.1.3 При поверке, измеренные значения по соответствующим фиксируются на блоке электронном трехканальном или в программном обеспечении Peleng Meteo.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Запустить 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 Актинометр 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 коэффициента преобразования при нормальном падении радиации

10.1.1 Определение коэффициента преобразования при нормальном падении радиации производить в следующем порядке:

10.1.1.1 Включить лампу, установить на ней напряжение, обеспечивающее в плоскости измерений энергетическую освещенность не ниже $0,4 \text{ кВт/м}^2$ и выдерживать не менее 20 мин для прогрева лампы. До конца проверки напряжение на лампе поддерживать постоянным с погрешностью не более $\pm 0,2 \text{ В}$.

10.1.1.2 Установить эталонный актинометр при помощи штатива на поворотный столик перпендикулярно к направлению светового потока. Подключить к вольтметру и выдерживать освещенным не менее 2 мин, затем затенить экраном и через 2 мин снять показания вольтметра U_{oi} при затененном актинометре.

10.1.1.3 Убрать экран и не менее, чем через 2 мин, снять три значения напряжения U_{oi} , из которых вычислить среднее значение \bar{U}_o сигнала эталонного актинометра.

10.1.1.4 Измерить значение p_0 после снятия показаний в соответствии с п. 10.1.1.2 и вычислить среднее значение \bar{p}_0 .

10.1.1.5 Снять эталонный актинометр и установить поверяемый актинометр перпендикулярно оптической оси установки таким образом, чтобы центр ее приемной поверхности расположился в той же точке пространства, что и эталонного актинометра.

10.1.1.6 Подключить к вольтметру и выдержать актинометр освещенным не менее 2 мин, затем закрыть актинометр крышкой и через 2 мин измерить значение места нуля p_n , мВ.

10.1.1.7 Убрать затеняющий экран и не менее, чем через 2 мин, снять 10 значений напряжения U_{mi} , из которых вычислить среднее арифметическое значение \bar{U}_m .

10.1.1.8 Измерить значение p_n после снятия показаний в соответствии с п. 10.1.1.6 и вычислить среднее значение \bar{p}_n .

10.1.1.9 Вычислить значение коэффициента преобразования K , $\text{мВ} \cdot \text{м}^2/\text{кВт}$, поверяемого актинометра по формуле:

$$K = K_o (\bar{U}_m - \bar{p}_n) / (\bar{U}_o - \bar{p}_o), \quad (1)$$

где K_o – значение коэффициента преобразования эталонного актинометра, $\text{мВ} \cdot \text{м}^2/\text{кВт}$;
 \bar{U}_m ; \bar{U}_o – среднее значение отсчета при освещении поверяемого актинометра и эталонного актинометра соответственно, мВ;

\bar{n}_n ; \bar{n}_0 - отсчеты при затенении поверяемого актинометра и эталонного актинометра соответственно, мВ.

10.1.1.10 Результаты считать положительными, если значение полученного коэффициента преобразования не менее $4 \text{ мВ} \cdot \text{м}^2 / \text{кВт}$ и отличается от указанного в паспорте (предыдущим свидетельстве о поверке) не более, чем на $\pm 3 \%$.

Примечание:

Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерений энергетической освещенности, вызываемой отклонением температуры воздуха от нормального значения, $20 \text{ }^\circ\text{C}$, на каждые $10 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \%$.

10.2 Определение среднего квадратического отклонения и относительной погрешности измерений прямой энергетической освещенности

10.2.1 Подключить поверяемый актинометр к блоку электронному согласно ЭД.

10.2.2 Подключить к ПК с помощью ПО Peleng Meteo.

10.2.3 В настройках ПО выбрать поверяемый прибор и установить коэффициент преобразования, вычисленный по формуле (1).

10.2.4 Установить на лампе мощность, соответствующую энергетической освещенности – 400 Вт/м^2 .

10.2.5 Установить эталонный актинометр при помощи штатива на поворотный столик перпендикулярно к направлению светового потока. Подключить к вольтметру и выдерживать освещенным не менее 2 мин.

10.2.6 Снять 10 значений напряжения U_{0i} и рассчитать энергетическую освещенность $I_{\text{ЭТ}i}$, из которых вычислить среднее значение $\bar{I}_{\text{ЭТ}}$.

10.2.7 Снять эталонный актинометр и установить поверяемый актинометр перпендикулярно оптической оси установки таким образом, чтобы центр ее приемной поверхности расположился в той же точке пространства, что и эталонного актинометра.

10.2.8 Установить поверяемый актинометр. Выдержать его освещенным не менее 2 мин и снять 10 измерений $I_{\text{ИЗМ}i}$, из которых вычислить среднее значение $\bar{I}_{\text{ИЗМ}}$.

10.2.9 Вычислить относительную погрешность измерений прямой энергетической освещенности по формуле:

$$\delta I = \frac{\bar{I}_{\text{ИЗМ}} - \bar{I}_{\text{ЭТ}}}{\bar{I}_{\text{ЭТ}}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

10.2.10 Вычислить СКО по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} \left(\frac{I_{\text{ИЗМ}i}}{\bar{I}_{\text{ИЗМ}}} - \frac{I_{\text{ЭТ}i}}{\bar{I}_{\text{ЭТ}}} \right)^2}{m(m-1)}}} \cdot 100\% \quad (3)$$

10.2.11 Повторить п. 10.2.5 – 10.2.10, устанавливая значения энергетической освещенности, равномерно распределенных по диапазону.

10.2.12 Результаты считать положительными, если выполняются условия:

$$\delta I \leq \pm 3 \%, \text{ СКО} \leq 0,3 \%.$$

10.3 Определение коэффициента преобразования в естественных условиях

10.3.1 Определение коэффициента преобразования в естественных условиях производить в следующем порядке:

10.3.1.1 Эталонный актинометр и поверяемый актинометр нацелить на Солнце, снять с них крышки и выдержать нацеленными не менее 2 мин.

10.3.1.2 Подключить поверяемый актинометр и эталонный актинометр к вольтметру. Затенить и через 2 мин снять показания p_0 эталонного актинометра и p_n поверяемого актинометра.

10.3.1.3 Нацелить на Солнце эталонный актинометр и поверяемый актинометр и через 2 мин снять 10 пар синхронных показаний вольтметра U_{mi} поверяемого актинометра и U_{0i} эталонного актинометра, из которых вычислить среднее арифметическое значение \bar{U}_m и \bar{U}_0 .

10.3.1.4 Вычислить значение коэффициента преобразования K , $\text{мВ} \cdot \text{м}^2 / \text{кВт}$, поверяемого актинометра по формуле:

$$K = K_0 (\bar{U}_m - \bar{n}_n) / (\bar{U}_0 - \bar{n}_0), \quad (4)$$

где K_0 – значение коэффициента преобразования эталонного актинометра, $\text{мВ} \cdot \text{м}^2 / \text{кВт}$;

\bar{U}_m ; \bar{U}_0 – среднее значение отсчета поверяемого актинометра и эталонного актинометра соответственно, мВ;

\bar{n}_n ; \bar{n}_0 – отсчеты при затенении поверяемого актинометра и эталонного актинометра соответственно, мВ.

10.3.1.5 Результаты считать положительными, если значение полученного коэффициента преобразования не менее $4 \text{ мВ} \cdot \text{м}^2 / \text{кВт}$ и отличается от указанного в паспорте (предыдущим свидетельстве о поверке), не более, чем на $\pm 3 \%$.

10.3.1.6 Подключить актинометр к блоку электронному согласно ЭД.

10.3.1.7 Подключить к ПК с помощью ПО Peleng Meteo.

10.3.1.8 В настройках ПО выбрать поверяемый прибор и установить коэффициент преобразования, вычисленный по формуле (6).

10.3.1.9 Нацелить на Солнце эталонный актинометр, подключенный к вольтметру, и трубу ПО-11 и через 2 мин снять 10 пар синхронных показаний напряжения U_{0i} эталонного актинометра и энергетической освещенности $I_{измi}$, из которых вычислить среднее значение \bar{U}_0 и $\bar{I}_{изм}$.

10.3.1.10 Рассчитать среднюю энергетическую освещенность эталонного актинометра $\bar{I}_{эт}$.

10.3.1.11 Вычислить относительную погрешность измерений энергетической освещенности по формуле:

$$\delta I = \frac{\bar{I}_{изм} - \bar{I}_{эт}}{\bar{I}_{эт}} \cdot 100 \%, \quad (5)$$

10.3.1.12 Вычислить СКО по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} \left(\frac{I_{измi} - I_{этi}}{\bar{I}_{изм} - \bar{I}_{эт}} \right)^2}{m(m-1)}} \cdot 100\% \quad (6)$$

10.3.1.13 Результаты считать положительными, если выполняются условия:

$$\delta I \leq \pm 3 \%, \text{ СКО} \leq 0,3 \%.$$

11 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. 10.1.1.10, 10.2.12, 10.3.1.13 настоящей методики поверки.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Сведения о результатах поверки актинометров 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.