

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ -

Заместитель директора

ФГУП «ВНИИОФИ»

Н.П. Муравская



« 15 » 03 2011 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП № 05-2011

ПИРГЕОМЕТР CGR 4

ФГУП «ВНИИОФИ», г. Москва

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

В.П. Кузнецов

« 15 » 03 2011 г.

Москва – 2011 г.

Настоящая методика поверки распространяется на пиргеометр CGR4 (далее пиргеометр), как на рабочее средство измерений, в соответствии с государственной поверочной схемой по ГОСТ 8.195-89.

Межповерочный интервал пиргеометра CGR4 – не более одного года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательное проведение при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	7.1	+	+
2 Опробование	7.2	+	+
3 Определение метрологических характеристик:	7.3		
3.1 Определение сопротивления термобатарей	7.3.1	+	-
3.2 Определение времени установления показаний	7.3.2	+	-
3.3 Определение коэффициента преобразования пиргеометра	7.3.3	+	+
3.4 Определение случайной погрешности результата определения коэффициента преобразования	7.3.4	+	+

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

- 2.1.** При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта	Средства поверки и их нормативно-технические характеристики
7.2	Прибор комбинированный Щ-300, ТУ 25-04-3717-79, класс точности 0,1.
7.3.1	Омметр, Напряжение питания не более 4 В, предел измерения не менее 1 МОм.

7.3.2	1. Рабочий эталон единиц силы излучения и энергетической освещенности непрерывного оптического излучения в диапазоне длин волн 0,2-25,0 мкм, ВЭТ 86-5-2003, Диапазон измерений энергетической освещенности: 1-2000 Вт/м², Диапазон длин волн: 0,2 – 25,0 мкм. СКО результата сличений с ГПЭ : 0,2 x 10⁻². 2. Секундомер СОП пр-2а-3-110, ТУ 25-1819.0021-90, предел измерений 60 мин, цена деления 0,2 с
7.3.3	1. Рабочий эталон единиц силы излучения и энергетической освещенности непрерывного оптического излучения в диапазоне длин волн 0,2-25,0 мкм, ВЭТ 86-5-2003, Диапазон измерений энергетической освещенности: 1-2000 Вт/м², Диапазон длин волн: 0,2 – 25,0 мкм. СКО результата сличений с ГПЭ : 0,2 x 10⁻². 2. Эталонный актинометр 1-го и 2-го разряда, Предел допускаемой погрешности измерения Δ не более 1,7% по ГОСТ 8.195-89. 3. Термометр ртутный ТМ-6, Цена деления шкалы 1° С

Примечание:

Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых средств измерения с требуемой точностью.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ.

3.1 Проведение поверки в естественных условиях по Солнцу следует выполнять при соблюдении следующих требований:

- высота Солнца над горизонтом, ...°, не менее20
- температура окружающего воздуха, °С10...35
- атмосферное давление, кПа70-105
- относительная влажность, %, не более80
- скорость ветра, м/с, не более4
- напряжение сети переменного тока, В.....(220±22)
с частотой, Гц.....(50±5)

3.2 При проведении поверки в лабораторных условиях должны соблюдаться следующие условия::

- температура окружающего воздуха, °С.....20±5;
- относительная влажность, %.....65±15;
- атмосферное давление, кПа96÷104;
- напряжение сети переменного тока, В 220 ±10%;
- с частотой, Гц 50 ±0,5

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.

4.1 Система электрического питания приборов должна быть защищена от колебаний и пиков сетевого напряжения, искровые генераторы не должны устанавливаться вблизи приборов.

4.2. При выполнении измерений должны соблюдаться требования, указанные в «Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Госэнергонадзором, а также требования инструкции по эксплуатации спектрофотометров.

5. ТРЕБОВАНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ.

5.1 К работе с установкой допускается персонал, аттестованный в качестве поверителя (согласно ПР 50.2.012), изучивший правила работы со спектрофотометрами и настоящую методику поверки.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Подготовка к поверке в естественных условиях.

Место, выбранное для поверки, должно иметь открытый горизонт или его закрытость не должна превышать 4° в точках, где может быть Солнце. Необходимо избегать соседства с источниками местного помутнения атмосферы (трубами и пыльными дорогами, аэродромами).

Солнечное излучение во время сличений должно быть устойчивым. Не должно быть следов облаков на диске Солнца и в пределах угла 5° в любом направлении от центра диска Солнца.

6.1.1 Перед проведением поверки по Солнцу должны быть выполнены подготовительные работы: измерительные приборы и термометр должны быть затенены экранами от прямого солнечного излучения.

поверяемый и эталонный приборы должны быть вынесены на место поверки не менее чем за 30 минут до начала сличений.

6.2 При проведении поверки в лабораторных условиях используемый Рабочий эталон ВЭТ 86-5-2003 должен быть юстирован и иметь свидетельство о поверке. Излучатель эталона и измерительные приборы должны быть включены не менее чем за 30 минут до начала работы.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре требуется установить соответствие пиригеометра следующим требованиям:

7.1.1 Отсутствие видимых механических повреждений;

7.1.2 Покрытие пиргеометра должно быть прочным, ровным, без царапин и трещин на входном окне и обеспечивать защиту от коррозии.

7.1.3 Отсутствие повреждений кабелей и разъёмов;

7.1.4 Четкость и хорошая различимость маркировок на корпусе пиргеометра.

7.2 Опробование

Пиргеометр подсоединяют к измерительному прибору и убеждаются в наличии показаний измерительного прибора при освещении пиргеометра. В качестве измерительного прибора может быть использован блок электронный или цифровой вольтметр, аналогичный по характеристикам Щ-300.

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Определение сопротивления термобатарей проводят путем измерения сопротивления между выводами термобатареи при помощи измерительного прибора с напряжением на более 4 В. Значение сопротивления измерять с точностью до 1 Ом.

Преобразователь считается прошедшим поверку, если сопротивление термобатареи лежит в пределах от 40 Ом до 200 Ом.

7.3.2 Проверку времени установления показаний (время отклика) проводят на рабочем эталоне единиц силы излучения и энергетической освещенности непрерывного оптического излучения в диапазоне длин волн 0,2-25,0 мкм, ВЭТ 86-5-2003, при энергетической освещенности в плоскости измерений не менее 40 Вт/м² в следующем порядке:

7.3.2.1 Устанавливают пиргеометр нормально к направлению светового потока и подключают к измерительному прибору. Не менее чем через 2 мин, затевают пиргеометр затевающим экраном и через 1 мин снимают отсчет n .

Убирают затевающий экран и выждав, когда выходной сигнал освещенного пиргеометра достигнет установившегося значения, снимают отсчет U ;

7.3.2.2 Вычисляют величину U_d , мВ, по формуле

$$U_d = (U - n) \cdot 0,01 + n, \quad (1)$$

где U , n – отсчеты при освещенном и затененном пиргеометре соответственно, мВ;

7.3.2.3 Затевают пиргеометр с одновременным включением секундомера, наблюдают изменение сигнала, и в момент достижения значения U_d , вычисленного по формуле (1), останавливают секундомер и снимают по нему отсчет t_y в секундах. Измерение величины t_y выполняют три раза и вычисляют из них среднее, которое принимают в качестве значения времени установления показаний.

Пиргеометр считается прошедшим поверку, если время установления показаний t_y не превышает 18 с.

7.3.3 Определение коэффициента преобразования пиргеометра проводят в лабораторных условиях на Рабочем эталоне единиц силы излучения и энергетической освещенности непрерывного оптического излучения в диапазоне длин волн 0,2-25,0 мкм, ВЭТ 86-5-2003 путем сличения с эталонным неселективным приемником типа ПП-1, входящем в состав рабочего эталона, либо в естественных условиях по Солнцу путем сличений с эталонным актинометром.

7.3.3.1 В лабораторных условиях сличения проводить в следующей последовательности:

1) Включают Модель черного тела (МЧТ), устанавливают на ней напряжение, обеспечивающее в плоскости измерений энергетическую освещенность не ниже 40 Вт/м² и выдерживают не менее 30 мин.;

2) Устанавливают эталонный неселективный приемник ПП-1 нормально к направлению излучения МЧТ, выдерживают освещенным не менее 3 мин, затемняют экраном и через 3 мин снимают отсчет n_0 по затемненному приемнику .

3) Убирают экран и не менее, чем через 3 мин, снимают отсчет U_{oi} ;

4) Проводят серию из 10 измерений и рассчитывают среднее значение U_o :

$$U_o = [\Sigma (U_{oi} - n_0)] / 10 \quad (2)$$

5) Снимают эталонный приемник и устанавливают поверяемый пиргеометр перпендикулярно оптической оси таким образом, чтобы центр его приемной поверхности расположился в той же точке пространства, что и эталонного приемника;

6) Поверяемый пиргеометр выдерживают освещенным не менее 2 мин, затемняют и через 1 мин снимают отсчет n_1 при затемненной приемной площадке;

7) Убирают затемняющий экран и не менее, чем через 1 мин, снимают 10 отсчетов U_{mi} , из которых вычисляют среднее значение U_m ;

$$U_m = [\Sigma (U_{mi} - n_1)] / 10 \quad (3)$$

8) Вычисляют значение коэффициента преобразования K пиргеометра, (мкВ·м²)/Вт, по формуле:

$$K = K_o (U_m) / U_o , \quad (4)$$

где K_o – значение коэффициента преобразования эталонного приемника при температуре воздуха в лаборатории, мкВ·м²/Вт;

U_o - значение, рассчитанное по формуле (2) по эталонному приемнику, мкВ;

U_m – среднее значение отсчетов при освещении пиргеометра, рассчитанное по

формуле (3), мкВ.

n_1 - отсчет, полученный при затенении пиргеометра, мкВ.

Пиргеометр считается выдержавшим проверку, если значение K не менее 5 (мкВ·м²)/Вт.

7.3.3.2 Определение коэффициента преобразования пиргеометра в естественных условиях проводят сличением его показаний с эталонным актинометром при отсутствии облаков в телесном угле радиусом не менее 5° от центра солнечного диска. Во время сличений в атмосфере не должно быть заметных глазом дыма, пыли и тумана. Измерения выполняют в следующем порядке:

1) Устанавливают пиргеометр, пользуясь переходным кольцом, в трубу ПО-11. На нижний конец трубы надевают насадку. Подключают пиргеометр и эталонный актинометр к соответствующим измерительным приборам. Измеряют температуру воздуха t , °С. Открывают трубу и актинометр, сняв с них крышки, нацеливают на солнце и выдерживают 2 мин, корректируя нацеливание.

2) Закрывают актинометр и трубу крышками и через 1 мин отсчитывают значения места нуля пиргеометра n_i и актинометра n_o .

3) Открывают трубу и актинометр, нацеливают на солнце. Через 1 мин корректируют нацеливание и снимают синхронные показания пиргеометра (U_{mi}) и актинометра (U_{oi}), мВ.

4) Измерения при закрытой и открытой трубе (по перечислениям 2 и 3) повторяют 10 раз и заканчивают измерениями при закрытой трубе. При этом закрывают крышкой актинометр и снимают по нему отсчет n_o только в начале и в конце серии.

5) Вычисляют значение коэффициента преобразования пиргеометра K для каждого измеренного значения U_{mi} по перечислению 3, по формуле

$$K = K_{ot} (U_{mi} - n_m) / (U_{oi} - n_o), \quad (5)$$

где K_{ot} – коэффициент преобразования эталонного актинометра при температуре воздуха t , мкВ м²/Вт;

n_m – среднее показание пиргеометра при закрытой трубе по перечислению 2.

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

n_o - среднее из двух отсчетов по актинометру, закрытому крышкой, выполненных по перечислениям 2 и 4, мВ;

6) Вычисляют коэффициент преобразования пиргеометра как среднее из 10 значений K .

7.3.3.3 Пиргеометр считается прошедшим поверку, если полученные по 7.3.3.1 и 7.3.3.2 значения коэффициентов преобразования преобразователя не менее $5 \text{ мкВ} \cdot \text{м}^2/\text{Вт}$.

7.3.4 Определение случайной погрешности результата определения коэффициента преобразования в процентах оценивают по среднему квадратическому отклонению (СКО) результата измерений, вычисляемого по формуле

$$S = \frac{1}{U_m} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (U_{mi} - U_m)^2}{m(m-1)}} \cdot 100, \quad (6)$$

где m – число измерений;

U_m - среднее из текущих значений U_{mi} данного ряда измерений, мкВ.

Значение S оценивают по данным ряда измерений, выполненных по 7.3.3.1, при поверке на Рабочем эталоне единиц силы излучения и энергетической освещенности непрерывного оптического излучения в диапазоне длин волн 0,2-25,0 мкм, ВЭТ 86-5-2003 или по 7.5.3.3.2, при поверке в естественных условиях.

Значение S , полученное по формуле (5), не должно превышать 0,5%.

7.3.5 Определение предела допускаемой относительной погрешности измерения коэффициента преобразования пиргеометра Δ производят по формулам

$$\Delta = k \cdot S_{\Sigma} \quad (7)$$

$$S_{\Sigma} = \sqrt{1/3 (\Theta_o^2 + \Theta_c^2 + \Theta_l^2 + \Theta_{\tau}^2 + \Theta_b^2 + \Theta_a^2) + S^2}, \quad (8)$$

$$k = (\varepsilon + \Theta) / \{ S + \sqrt{1/3 (\Theta_o^2 + \Theta_c^2 + \Theta_l^2 + \Theta_{\tau}^2 + \Theta_b^2 + \Theta_a^2)} \}, \quad (9)$$

$$\varepsilon = t S, \quad (10)$$

$$\Theta = 1,1 \sqrt{\Theta_o^2 + \Theta_c^2 + \Theta_l^2 + \Theta_{\tau}^2 + \Theta_b^2}, \quad (11)$$

где k – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей;

S_{Σ} - суммарное среднеквадратическое отклонение результата измерения энергетической освещенности, %.

Θ_o – предел допускаемой погрешности эталонного прибора (актинометра);

Θ_c – неисключенная систематическая погрешность за счет спектральной селективности преобразователя, %;

Θ_n – неисключенная систематическая погрешность за счет нелинейности в диапазоне изменений, %;

Θ_t – неисключенная систематическая погрешность, обусловленная зависимостью коэффициента преобразования от температуры, %;

S – среднее квадратическое отклонение результата измерений, %.

ε – доверительная граница случайной погрешности.

t – коэффициент Стьюдента, равный 2,23 при доверительной вероятности P , равной 0,95 и числе наблюдений, равном 10.

Θ – границы неисключенной систематической погрешности, %.

При вычислениях берут следующие значения:

$\Theta_o = 1,7$ % согласно ГОСТ 8.195-89;

Для остальных величин берут следующие значения: $\Theta_n = 1$ %; $\Theta_c = 10$ %; $\Theta_t = 5$ %, $S = 0,5$ %;

Пределы допускаемой относительной погрешности измерения пиргеометра Δ (формула 6) не превышают 11 % при условии, что случайная погрешность измерения S не превышает 0,5 %.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Результаты поверки заносят в протокол.

Положительные результаты поверки оформляют записью в паспорте, ставится клеймо и выдается свидетельство в соответствии с ПР 50.2.006-94.

При отрицательных результатах пиргеометр к выпуску или дальнейшему применению не допускают и выдают извещение о непригодности с указанием причин по ПР 50.2.006-94.

Заместитель начальника отделения



М.Н.Павлович