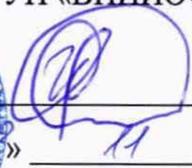


СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИОФИ»



  
И.С. Филимонов

\_\_\_\_\_ 2021 г.

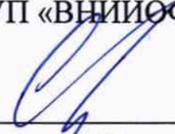
**Государственная система обеспечения единства измерений**

**ТЕПЛОПРИЕМНИК СУММАРНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА ФОА 020**

**Методика поверки**

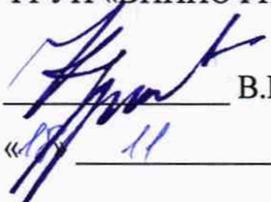
**МП 012.М4-21**

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
\_\_\_\_\_ С.Н. Негода

«18» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Главный научный сотрудник  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
\_\_\_\_\_ В.Н. Крутиков

«18» \_\_\_\_\_ 2021 г.

г. Москва

2021 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на теплоприемник суммарного теплового потока ФОА 020 (далее – теплоприемник) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

По итогам поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 86-2017 «Государственный первичный эталон единиц радиометрических и спектрометрических величин в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм». Поверка теплоприемника выполняется методом сличений при помощи компаратора.

Метрологические характеристики теплоприемника указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений энергетической освещенности, Вт/м <sup>2</sup>	от 10 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений энергетической освещенности, %	± 5,0
Коэффициент преобразования, В·м <sup>2</sup> /Вт, не менее	3
Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента преобразования, %	± 5,0

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 Поверку теплоприемника осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

2.2 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

№п/п	Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность выполнения операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
2	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
3	Определение метрологических характеристик средства измерений	9	Да	Да
4	Определение значений и относительной погрешности измерений коэффициента преобразования	9.1	Да	Да
5	Определение диапазона и относительной погрешности измерений энергетической освещенности	9.2	Да	Да
6	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да

2.3 При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

### 3 Метрологические и технические требования к средствам поверки

3.1 При проведении первичной и периодических поверок применяются средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки теплоприемника

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Определение метрологических характеристик средства измерений п. 9	Вторичный эталон единицы энергетической освещенности по государственной поверочной схеме 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, спектральной плотности потока излучения в диапазоне длин волн от 0,25 до 2,5 мкм, энергетической освещенности и энергетической яркости монохроматического излучения в диапазоне длин волн от 0,45 до 1,6 мкм, спектральной плотности потока излучения возбуждения флуоресценции в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,8 мкм и	Диапазон измерений энергетической освещенности от 10 до 1000 Вт/м <sup>2</sup> ; Пределы допускаемых относительных погрешностей результатов измерений при передаче размера единицы энергетической освещенности рабочим эталонам 1-го разряда и высокоточным рабочим средствам измерений не превышает $1,0 \cdot 10^{-2}$ .	Государственный вторичный эталон единиц силы излучения и энергетической освещенности непрерывного оптического излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм (далее – ГВЭ)

	спектральной плотности потока излучения эмиссии флуоресценции в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,85 мкм (далее – ГПС), утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2815		
Определение условий проведения поверки	Средства измерений температуры окружающего воздуха	Диапазон измерений от минус 10 до плюс 50 °С; Абсолютная погрешность ± 0,2 °С	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп», рег. № 32014-06
	Средства измерений относительной влажности воздуха	Диапазон измерений от 30 до 98 %; Абсолютная погрешность ± 3 %	
	Средства измерений атмосферного давления	Диапазон измерений от 80 до 110 кПа; Абсолютная погрешность ± 0,13 кПа	
	Средства измерений напряжения сети	Диапазон измерений напряжения от 100 до 750 В; Абсолютная погрешность $\pm (0,0006 \cdot U_{и} + 0,0003 \cdot U_{к})$ , где $U_{и}$ – измеренное значение; $U_{к}$ – предел измерений	Мультиметр цифровой 34401А, рег. № 54848-13
	Средства измерений частоты сети напряжения переменного тока	Диапазон измерений от 40 Гц до 300 кГц; Абсолютная	

		погрешность $\pm 0,0001 \cdot F_{и}$ , где $F_{и}$ – измеренное значение	
--	--	---	--

3.2 Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 3, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого теплоприемника с требуемой точностью. Средства поверки, указанные в таблице 3, должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

3.3 Средства поверки, указанные в таблице 3, должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

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

К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на теплоприемники;
- соблюдающие требования, установленные руководством по эксплуатации теплоприемника и средств поверки, имеющие квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.20 № 903н;
- прошедшие полный инструктаж по технике безопасности;
- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемым видам измерений.

#### **5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности:

- предусмотренные эксплуатационной документацией на теплоприемники и средства поверки;
- воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ;
- помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83;

5.2 Теплоприемник не оказывает опасных воздействий на окружающую среду и не требует специальных мер по защите окружающей среды.

#### **6 Требования к условиям проведения поверки**

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +25;
- относительная влажность воздуха, % от 50 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104;
- напряжение питающей сети, В от 216 до 224;
- частота питающей сети, Гц от 49 до 51.

6.2 Помещение, где проводится поверка, должно быть чистым и сухим. В помещении не должно быть кислотных, щелочных и других газов, способных вызвать значительную коррозию металлов, а также газообразных органических растворителей (бензина и разбавителя), способных вызвать коррозию краски.

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

7.1.1 Проверку проводят визуально. Проверяют соответствие расположения надписей и обозначений требованиям технической документации; отсутствие механических повреждений на наружных поверхностях теплоприемника, влияющих на его работоспособность; чистоту гнезд и разъемов, состояние соединительных кабелей.

7.1.2 Теплоприемник считается прошедшим операцию поверки положительным результатом, если внешние элементы не повреждены, отсутствуют механические повреждения элементов конструкции.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1 Перед началом работы с теплоприемником необходимо внимательно изучить его руководство по эксплуатации.

8.2 Проверить наличие средств поверки по таблице 2, укомплектованность их документацией и необходимыми элементами соединений.

8.3 При опробовании с помощью мультиметра 34401А из состава ГВЭ проводят проверку значений сопротивлений электрических цепей теплоприемника:

- сопротивление термобатареи при температуре 20 °С, Ом;
- сопротивление терморезистора при температуре 20 °С, Ом;
- сопротивление нагревателя при температуре 20 °С, Ом.

8.4 При проверке сопротивлений электрической цепи теплоприемника к клеммам мультиметра 34401А подсоединяются соответствующие (в соответствии со схемой электрической принципиальной теплоприемника) контакты розетки кабеля теплоприемника. Измерения проводятся с точностью  $\pm 1$  Ом.

8.5 Теплоприемник считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если выполняются операции пп. 8.3 – 8.4. и измеренные значения электрических сопротивлений теплоприемника соответствуют требованиям, указанным в технической документации теплоприемника.

## **9 Определение метрологических характеристик средства измерений**

9.1 Определение значений и относительной погрешности измерений коэффициента преобразования

9.1.1 Включают ГВЭ в соответствии с его Правилами хранения и содержания. Энергетическую освещенность, создаваемую излучателями ГВЭ в плоскости измерений на расстоянии  $l$ , м, определяют методом прямых измерений неселективным приемником излучения типа ПП-1 (далее – приемник ПП-1) из состава ГВЭ.

9.1.2 Приемник ПП-1 устанавливают перед излучателем на расстоянии  $l$ , м, которое контролируется нутромером из состава ГВЭ. Выбор значения расстояния определяется значением измеряемой энергетической освещенности. Закрывают заслонку, выдерживают 3 мин и измеряют напряжение электрического «темнового» сигнала  $U_0$ , В, приемника ПП-1. Затем, открывают заслонку, выдерживают 3 мин и измеряют напряжение электрического «светового» сигнала  $U_1$ , В, приемника ПП-1.

9.1.3 Измерения по п. 9.1.2 проводят не менее 5 раз при одном режиме питания излучателя.

9.1.4 Теплоприемник устанавливают напротив излучателя ГВЭ таким образом, чтобы в поле зрения теплоприемника находилась рабочая зона излучателя, а приемная площадка теплоприемника находилась на таком же расстоянии  $l$ , м, от излучателя ГВЭ, как и при измерениях приемником ПП-1. Проводят измерения напряжения выходного электрического

сигнала теплоприемника при начальных, конечных и средних значениях диапазона энергетической освещенности излучателя из состава ГВЭ от 10 до 1000 Вт/м<sup>2</sup>. Измерения в каждой точке определяемого диапазона выполняются не менее 5 раз и рассчитывают среднее значение.

9.1.5 Производят обработку результатов измерений в соответствии с п. 10.1.

9.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений энергетической освещенности

9.2.1 Определение диапазона и относительной погрешности измерений энергетической освещенности осуществляется расчётным методом с использованием данных, полученных при определении коэффициента преобразования по п. 9.1.

9.2.2 Произвести определение диапазона и относительной погрешности измерений энергетической освещенности в соответствии с п. 10.2.

## **10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

10.1 Обработка результатов измерений при определении энергетической освещенности.

10.1.1 Определяют напряжение электрического сигнала приемника ПП-1 из состава ГВЭ по формуле:

$$U_i = U_1 - U_0, \quad (1)$$

где  $U_1$  – измеренное значение напряжения электрического «светового» сигнала приемника ПП-1 с открытой заслонкой, В, установленного перед излучателем из состава ГВЭ;

$U_0$  – измеренное значение напряжения электрического «темнового» сигнала приемника ПП-1 с закрытой заслонкой, В, установленного перед излучателем из состава ГВЭ.

10.1.2 Значение энергетической освещенности приемника ПП-1  $E_i$ , Вт/м<sup>2</sup>, вычисляют по формуле:

$$E_i = \frac{U_i}{K_0}, \quad (2)$$

где  $U_i$  – напряжение электрического сигнала приемника ПП-1, В;

$K_0$  – коэффициент преобразования приемника ПП-1, взятый из свидетельства о поверке на приемник ПП-1, В·м<sup>2</sup>/Вт.

10.1.3 Определяют среднее значение энергетической освещенности приемника ПП-1 по формуле:

$$E_o = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \quad (3)$$

где  $n$  – количество измерений.

10.1.4 Рассчитывают коэффициент преобразования теплоприемника по формуле:

$$K_1 = \frac{U}{E_o}, \quad (4)$$

где  $E_o$  – значение энергетической освещенности излучателя из состава ГВЭ, Вт/м<sup>2</sup>;

$U$  – напряжение выходного электрического сигнала теплоприемника, В.

10.1.5 Рассчитывают среднее значение коэффициента преобразования теплоприемника по формуле:

$$K_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{li}, \quad (5)$$

где  $n$  – количество измерений.

10.1.6 Рассчитывают среднее квадратическое отклонение (СКО) среднего арифметического коэффициента преобразования теплоприемника по формуле:

$$S_k = \frac{1}{K_{cp}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - K_{cp})^2}{n(n-1)}} \quad (6)$$

10.1.7 Рассчитывают доверительные границы случайной погрешности коэффициента преобразования теплоприемника по формуле:

$$\varepsilon = t \cdot S_k \quad (7)$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011.

10.1.8 Рассчитывают границы неисключенной систематической погрешности (НСП) коэффициента преобразования теплоприемника  $\Theta_k$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  по формуле 8:

$$\Theta_{\Sigma} = \sum_{i=1} |\Theta_i| \quad (8)$$

где  $\Theta_1$  – неисключенная систематическая погрешность, определяемая погрешностью ГВЭ, характеризующейся пределом допускаемой относительной погрешности измерений энергетической освещенности, %, в соответствии с паспортом ГВЭ.

$\Theta_2$  – неисключенная систематическая погрешность, обусловленная погрешностью измерения расстояния от источника излучения ГВЭ до приемника излучения.

Основную относительную погрешность теплоприемника определяют по формуле (9):

$$\Delta = \kappa \cdot S_{\Sigma} = \kappa \sqrt{S_k^2 + \frac{1}{3} \Delta_0^2} \quad (9)$$

где  $\Delta_0$  – пределы допускаемой относительной погрешности измерений энергетической освещенности, %, в соответствии с паспортом ГВЭ.

10.1.9 Рассчитывают среднее квадратическое отклонение НСП коэффициента преобразования теплоприемника по формуле

$$S_{\theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}} \quad (10)$$

10.1.10 Рассчитывают суммарное среднее квадратическое отклонение коэффициента преобразования теплоприемника по формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\theta}^2 + S_k^2} \quad (11)$$

10.1.11 Рассчитывают относительную погрешность коэффициента преобразования по формуле:

$$\delta_k = S_{\Sigma} \cdot K, \quad (12)$$

где  $K$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП, определяется по формуле (13).

10.1.12 Рассчитывают коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП, по формуле:

$$K = \frac{\varepsilon + \theta_{\Sigma}}{S_k + S_{\theta}} \quad (13)$$

10.1.13 Теплоприемник считается прошедшим операцию поверки по п. 9.1 с положительным результатом, если коэффициент преобразования не менее 3 и относительная погрешность коэффициента преобразования не более  $\pm 5\%$ .

10.2 Обработка данных для определения диапазона и относительной погрешности измерений энергетической освещенности

10.2.1 Рассчитывают энергетическую освещенность  $E$ , Вт/м<sup>2</sup>, измеренную теплоприемником, по формуле (14):

$$E = \frac{U}{K_{cp}} \quad (14)$$

где  $U$  – среднее измеренное значение напряжения выходного электрического сигнала теплоприемника, В;

$K_{cp}$  – среднее значение коэффициента преобразования теплоприемника, В·м<sup>2</sup>/Вт, рассчитанное по формуле (5).

10.2.2 Рассчитывают относительную погрешность энергетической освещенности по формуле (15):

$$\delta_{\Delta o} = \frac{E_o - E}{E_o} \cdot 100\% \quad (15)$$

где  $E_o$  – среднее значение энергетической освещенности, измеренное приемником ПП-1, Вт/м<sup>2</sup>, рассчитанное по формуле (3).

10.2.3 Теплоприемник считается прошедшим операцию поверки по п. 9.2 с положительным результатом, если в диапазоне измерений энергетической освещенности от 10 до 1000 Вт/м<sup>2</sup> относительная погрешность измерений энергетической освещенности теплоприемником  $E_T$  не более  $\pm 5\%$ .

10.3 Теплоприемник считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае теплоприемник считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

Теплоприемник допускается к применению в качестве рабочего эталона 1-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2815, если все операции поверки пройдены с положительным результатом и полученные значения метрологических характеристик удовлетворяют требованиям к рабочим эталонам 1-го разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2815.

## **11 Оформление результатов поверки**

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

11.2 При положительных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

11.3 При отрицательных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

11.4 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

## **9 Оформление результатов поверки**

9.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

9.2 При положительных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

9.3 При отрицательных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

9.4 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Заместитель начальника отделения М-4  
ФГУП «ВНИИОФИ»



М.Н. Павлович

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Рекомендуемое)

К Методике поверки МП 012.М4-21

Теплоприемник суммарного теплового потока ФОА 020

### ПРОТОКОЛ

первичной (периодической) поверки

от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Средство измерений:** Теплоприемник суммарного теплового потока ФОА 020  
наименование средства измерений, тип

**Заводской номер** \_\_\_\_\_  
заводской номер средства измерений

**Принадлежащее** \_\_\_\_\_  
наименование юридического лица, ИНН

**Поверено в соответствии с методикой поверки** МП 012.М4-21 «ГСИ. Теплоприемник суммарного теплового потока ФОА 020. Методика поверки», согласованной ФГУП «ВНИИОФИ» «18» ноября 2021 г.  
наименование документа на поверку, кем утвержден (согласован), дата

**С применением эталонов** \_\_\_\_\_  
наименование, заводской номер, разряд, класс точности или погрешность

**При следующих значениях влияющих факторов:** \_\_\_\_\_  
приводят перечень и значения влияющих факторов

- температура окружающей среды, °С \_\_\_\_\_
- относительная влажность воздуха, % \_\_\_\_\_
- атмосферное давление, кПа \_\_\_\_\_
- напряжение питающей сети, В \_\_\_\_\_
- частота питающей сети, Гц \_\_\_\_\_

**Внешний осмотр:** \_\_\_\_\_

**Опробование:** \_\_\_\_\_

