

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

ФГУП «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов

2022г.

«ГСИ. Теплоприемники суммарного теплового потока ФОА 020.

Методика поверки»

МП 047.М4-22

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода
«20» 12 2022 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»

В.Н. Крутиков
«20» 12 2022 г.

г. Москва
2022 г.

1 Общие положения

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

1.2 По итогам поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 86-2017 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2815. Поверка теплоприемников выполняется методом сличений при помощи компаратора.

1.3 Метрологические характеристики теплоприемников указаны в таблице 1.

Таблица 1– Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений энергетической освещенности, Вт/м ²	от 10 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений энергетической освещенности, %	± 5
Коэффициент преобразования, В·м ² /Вт, не менее	3·10 ⁻⁶
Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента преобразования, %	± 5

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	9
Определение значений и относительной погрешности измерений коэффициента преобразования	Да	Да	9.1
Определение диапазона и относительной погрешности измерений энергетической освещенности	Да	Да	9.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

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

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

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

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

3.2 Помещение, где проводится поверка, должно быть чистым и сухим, а также обеспечено кондиционированием.

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 теплоприемников 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 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 3 – Средства поверки теплоприемников

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,5 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 85 % с абсолютной погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,13 кПа	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп», рег.номер № 32014-06

	Средства измерений напряжения в диапазоне от 200 до 250 В с абсолютной погрешностью не более ± 4 В Средства измерений частоты переменного тока в диапазоне от 40 до 60 Гц с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,01$ Гц	Мультиметр 34401А рег. номер № 54848-13
п. 9 Определение метрологических характеристик	Эталоны единиц силы излучения и энергетической освещённости, не ниже уровня вторичного эталона, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2815 в диапазоне измерений энергетической освещённости от 10 до 2000 Вт/м ² . Средние квадратическое отклонения результатов сличений $S_{\Sigma 0}$ вторичного эталона с первичным эталоном составляют от 0,2 до 3,0 %	Государственный вторичный эталон единиц силы излучения и энергетической освещённости непрерывного оптического излучения в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм рег. номер: 2.1.ZZA.0010.2015, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2815 (далее – ГВЭ)
Вспомогательное оборудование		
	Средства измерений длины в диапазоне от 50 до 1500 мм с абсолютной погрешностью не более 1 мм	Нутромер двухточечный, серии 137 рег. номер № 31705-13

5.2 Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 3, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых теплоприемников с требуемой точностью.

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

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 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.

6.2 Теплоприемники не оказывают опасных воздействий на окружающую среду и не требуют специальных мер по защите окружающей среды.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Проверку проводят визуально. Проверяют соответствие расположения надписей и обозначений требованиям технической документации и описания типа; отсутствие механических повреждений на наружных поверхностях теплоприемников, влияющих на их работоспособность; чистоту гнезд и разъемов, состояние соединительных кабелей.

7.2 Теплоприемники считаются прошедшими операцию поверки с 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 теплоприемниками необходимо внимательно изучить их руководство по эксплуатации.

8.2 Проверить наличие средств поверки по таблице 3, 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, представленной в приложении Б настоящей методики поверки) контакты розетки кабеля теплоприемника. Измерения проводятся с точностью ± 1 Ом.

8.5 Теплоприемники считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если выполняются операции пп. 8.3 – 8.4. и измеренные значения электрических сопротивлений теплоприемников соответствуют требованиям, указанным в Паспорте теплоприемников.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение значений и относительной погрешности измерений коэффициента преобразования.

Определение значений и относительной погрешности измерений коэффициента преобразования теплоприемников проводят при режимах излучателя из состава ГВЭ, близких к начальным, конечным и средним значениям диапазона энергетической освещенности от 10 до 1000 Вт/м².

9.1.1 Включают ГВЭ в соответствии с его Правилами содержания и применения. Энергетическую освещенность E_0 , Вт/м², создаваемую излучателями из состава ГВЭ в плоскости измерений, 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. Закрывают заслонку, выдерживают 3 мин и измеряют напряжение электрического «темнового» сигнала U_{0T} , В, приемника ПП-1. Затем открывают заслонку, выдерживают 3 мин и измеряют напряжение электрического «светового» сигнала U_{0C} , В, приемника ПП-1.

9.1.3 Определяют напряжение электрического сигнала приемника ПП-1 из состава ГВЭ по формуле (1):

$$U_{0i} = U_{0C} - U_{0T}, \quad (1)$$

9.1.4 Значение энергетической освещенности, измеренное приемником ПП-1, E_i , Вт/м², вычисляют по формуле (2):

$$E_i = \frac{U_{0i}}{K_0}, \quad (2)$$

где K_0 – коэффициент преобразования приемника ПП-1, взятый из протокола аттестации ГВЭ, В·м²/Вт.

9.1.5 Определяют среднее значение энергетической освещенности, измеренное приемником ПП-1, по формуле (3):

$$E_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i, \quad (3)$$

где n – количество измерений.

9.1.6 Повторить пункты 9.1.2-9.1.5 пять раз.

9.1.7 Теплоприемник устанавливают напротив излучателя из состава 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 U_i , В, при закрытой (U_T) и открытой (U_C) заслонке.

9.1.8 Рассчитывают коэффициент преобразования теплоприемника по формуле (4):

$$K_{li} = \frac{U_i}{E_0}, \quad (4)$$

где U_i – напряжение выходного электрического сигнала теплоприемника, В, равное

$$U_i = U_C - U_T \quad (5)$$

9.1.9 Повторяют пункты 9.1.7-9.1.8 пять раз.

9.1.10 Рассчитывают среднее значение коэффициента преобразования теплоприемника по формуле (6):

$$K_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{li}, \quad (6)$$

где n – количество измерений.

9.1.10 Обработку результатов измерений проводят в соответствии с п. 10.1 настоящей методики поверки.

9.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений энергетической освещенности

9.2.1 Теплоприемник устанавливают напротив излучателя из состава 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 энергетической освещенности приемником ПП-1 из состава ГВЭ.

9.2.2 Проводят измерения напряжения выходного электрического сигнала теплоприемника U , В, при закрытой (U_T) и открытой (U_C) заслонке.

9.2.3 Рассчитывают энергетическую освещенность E_i , Вт/м², измеренную теплоприемником, по формуле (7)

$$E_i = \frac{U}{K_{cp}}, \quad (7)$$

где U – измеренное значение напряжения выходного электрического сигнала теплоприемника, В, рассчитанное по формуле (5);

K_{cp} – среднее значение коэффициента преобразования теплоприемника, В·м²/Вт, рассчитанное по формуле (6).

9.2.4 Повторяют пункты 9.2.1-9.2.3 пять раз.

9.2.5 Повторяют пункты 9.2.1-9.2.4 в диапазоне измерений энергетической освещенности от 10 до 1000 Вт/м².

9.2.6 Обработку результатов измерений проводят в соответствии с п. 10.2 настоящей методики поверки

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Обработка результатов измерений при определении коэффициента преобразования.

10.1.1 Рассчитывают среднее квадратическое отклонение (СКО) среднего арифметического коэффициента преобразования теплоприемника, %, по формуле (7):

$$S_k = \frac{1}{K_{cp}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - K_{cp})^2}{n(n-1)}} \cdot 100 \% \quad (7)$$

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

$$\Theta_\Sigma = \sum_{i=1}^2 |\Theta_i| \quad (8)$$

где Θ_1 - неисключенная систематическая погрешность, определяемая погрешностью ГВЭ, характеризующейся пределом допускаемой относительной погрешности измерений энергетической освещенности, %, в соответствии с паспортом ГВЭ.

Θ_2 - неисключенная систематическая погрешность, обусловленная погрешностью измерения расстояния от источника излучения ГВЭ до приемника излучения.

10.1.3 Рассчитывают среднее квадратическое отклонение НСП коэффициента преобразования теплоприемника, %, по формуле (9):

$$S_\Theta = \frac{\Theta_\Sigma}{\sqrt{3}} \quad (9)$$

10.1.4 Рассчитывают суммарное среднее квадратическое отклонение коэффициента преобразования теплоприемника по формуле (10):

$$S_\Sigma = \sqrt{S_\Theta^2 + S_k^2} \quad (10)$$

10.1.5 Рассчитывают доверительные границы относительной погрешности определения коэффициента преобразования при доверительной вероятности $P = 0,95$ по формуле (11):

$$\Delta_k = S_\Sigma \cdot k, \quad (11)$$

где k – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП, который определяется по формуле (12).

$$k = \frac{\varepsilon + \Theta_\Sigma}{S_k + S_\Theta} \quad (12)$$

где

$$\varepsilon = t \cdot S_k \quad (13)$$

где t – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности $P = 0,95$ в соответствии с ГОСТ Р 8.736-2011.

10.1.6 Теплоприемники считаются прошедшими операцию поверки по п. 9.1 с положительным результатом, если значения коэффициента преобразования не менее $3 \cdot 10^{-6}$ и относительная погрешность коэффициента преобразования не превышает $\pm 5\%$.

10.2 Обработка результатов измерений энергетической освещенности

10.2.1 Рассчитывают среднее значение энергетической освещенности по формуле (14):

$$E_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i, \quad (14)$$

где E_i – энергетическая освещенность, Вт/м², измеренная теплоприемником в п. 9.2.1-9.2.3.

n – количество измерений.

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

$$\Delta_{\%} = \frac{E_{cp} - E_0}{E_0} \cdot 100\%, \quad (15)$$

где E_0 – среднее значение энергетической освещенности, определенное в п. 9.1.5.

10.2.3 Теплоприемники считаются прошедшими операцию поверки по п. 9.2 с положительным результатом, если диапазон измерений энергетической освещенности составляет от 10 до 1000 Вт/м², а относительная погрешность измерений энергетической освещенности теплоприемником не превышает $\pm 5\%$.

10.3 Теплоприемники считаются прошедшими поверку с положительным результатом и допускаются к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае теплоприемники считаются прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускаются к применению.

10.4 Теплоприемники допускаются 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 измерений поверки заносятся в протокол (форма протокола приведена в приложении А настоящей методики поверки).

11.2 Теплоприемники считаются прошедшими поверку с положительным результатом и допускаются к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае теплоприемники считаются прошедшими поверку с отрицательным результатом и не допускаются к применению. При положительных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

11.3 При положительных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме и/или нанесён знак поверки

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

Заместитель начальника отделения



М.Н. Павлович

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Рекомендуемое)
К Методике поверки МП 047.М4-22
Теплоприемники 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 047.М4-22 «ГСИ. Теплоприемник суммарного теплового потока ФОА 020. Методика поверки».
наименование документа на поверку

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: _____

Получены результаты поверки метрологических характеристик:

Таблица А.1 – Определение значений и относительной погрешности измерений коэффициента преобразования

Требования методики поверки		Результат
Коэффициент преобразования теплоприемника при измерении энергетической освещенности, $В \cdot м^2/Вт$, не менее	$3 \cdot 10^{-6}$	Коэффициент преобразования теплоприемника при измерении энергетической освещенности, $В \cdot м^2/Вт$
	Среднее	
СКО, %		
Относительная погрешность измерений коэффициента преобразования, %, не более	± 5	

Таблица А.2 - Определение диапазона и относительной погрешности измерений энергетической освещенности

Требования методики поверки		Результат		
Диапазон измерений энергетической освещенности, $Вт/м^2$	от 10 до 1000	Источники энергетической освещенности из состава эталона 2.1.ZZA.0010.2015, Энергетическая освещенность, $Вт/м^2$		
		$E_o =$	$E_o =$	$E_o =$
	Среднее			
Относительная погрешность измерений энергетической освещенности, %, не более	± 5			

Рекомендации

средство измерений признать пригодным (или непригодным) к применению

Исполнители:

должность

подпись

фамилия, инициалы

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(Справочное)

К Методике поверки МП 047.М4-22

Теплоприемники суммарного теплового потока ФОА 020

Схема электрическая принципиальная теплоприемника ФОА 020

