

---

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

---



НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
8.723—  
2010

---

Государственная система обеспечения  
единства измерений

**РАДИОМЕТРЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО  
УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ  
С ВЫСОКИМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ  
РАЗРЕШЕНИЕМ В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН  
от 10 до 30 нм**

**Методика поверки**

Издание официальное



Москва  
Стандартинформ  
2011

## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

### Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ»)

2 ВНЕСЕН Научно-техническим управлением Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 декабря 2010 г. № 838-ст

### 4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет*

**Содержание**

|   |   |
|---|---|
| 1 Область применения . . . . .                    | 1 |
| 2 Нормативные ссылки . . . . .                    | 1 |
| 3 Операции поверки . . . . .                      | 2 |
| 4 Средства поверки . . . . .                      | 2 |
| 5 Требования к квалификации поверителей . . . . . | 2 |
| 6 Требования безопасности . . . . .               | 3 |
| 7 Условия поверки . . . . .                       | 3 |
| 8 Подготовка и проведение поверки . . . . .       | 3 |
| 9 Обработка результатов измерений . . . . .       | 7 |
| 10 Оформление результатов поверки . . . . .       | 8 |
| Библиография . . . . .                            | 8 |



---

Государственная система обеспечения единства измерений

**РАДИОМЕТРЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ  
С ВЫСОКИМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ  
В ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН от 10 до 30 нм**

**Методика поверки**

State system for ensuring the uniformity of measurements. Radiometers of the extreme ultraviolet radiation for measurements of radiance with the high spatial distribution in the wavelength range from 10 to 30 nm.  
Verification procedure

---

Дата введения — 2012—01—01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на средства измерений (СИ) характеристик экстремального ультрафиолетового (ЭУФ) излучения — радиометры ЭУФ излучения, предназначенные для измерений энергетической яркости (ЭЯ) с высоким пространственным разрешением в диапазоне длин волн от 10 до 30 нм (далее — радиометры ЭУФ излучения) и устанавливает методику их поверки.

Радиометры ЭУФ излучения обеспечивают в диапазоне длин волн от 10 до 30 нм измерения энергетической яркости с высоким пространственным разрешением в динамическом диапазоне, нижняя граница которого составляет не более  $10^3$  Вт/(м<sup>2</sup>·ср), верхняя — не менее  $10^8$  Вт/(м<sup>2</sup>·ср).

Методы оценки погрешностей радиометров ЭУФ излучения, представленные в настоящей методике, соответствуют рекомендациям № 53 Международной комиссии по освещению [1].

Межповерочный интервал для радиометров — один год.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.197—2005 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости в диапазоне длин волн от 0,04 до 0,25 мкм

ГОСТ 8.207—76 Государственная система обеспечения единства измерений. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения

ГОСТ 8.552—2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений потока излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн от 0,03 до 0,40 мкм

**Примечание** — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Операции поверки

Методика поверки радиометров ЭУФ излучения включает в себя операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование операции   | Номер раздела, подраздела, пункта настоящего стандарта | Обязательность проведения операции при поверке |               |
|---|--|--|---------------|
|   |  | первичной                                      | периодической |
| Внешний осмотр  | 8.1  | +  | +             |
| Опробование   | 8.2  | +  | +             |
| Определение метрологических характеристик   | 8.3  | +  | +             |
| Определение погрешности спектральной коррекции чувствительности   | 8.3.1  | +  | –             |
| Определение погрешности абсолютной чувствительности   | 8.3.2  | +  | +             |
| Определение погрешности, возникающей из-за отклонения коэффициента линейности от единицы. Определение границ диапазона измерений энергетической яркости | 8.3.3  | +  | –             |
| Определение погрешности угловой коррекции чувствительности  | 8.3.4  | +  | –             |
| Обработка результатов измерений   | 9  | +  | +             |

Примечание — Знак «+» указывает на обязательность проведения операции; знак «–» — на необязательность.

### 4 Средства поверки

При проведении поверки используют основные и вспомогательные средства поверки, перечень которых приведен в таблице 2.

Таблица 2

| Номер пункта методики | Наименование средства поверки.<br>Нормативный документ.<br>Основные технические и метрологические характеристики  |
|-----------------------|---|
| 8.3.1                 | Установка для измерений энергетической яркости в диапазоне длин волн от 10 до 30 нм в составе вторичного эталона спектральной плотности энергетической яркости (ВЭТ СПЭЯ) по ГОСТ 8.197. Относительное суммарное среднее квадратическое отклонение (СКО) — не более 3 % |
| 8.3.2                 | Установка для измерений абсолютной чувствительности радиометров ЭУФ излучения в диапазоне длин волн от 10 до 30 нм в составе вторичного эталона потока излучения и энергетической освещенности (ПИ и ЭО ВЭТ) по ГОСТ 8.552. Относительное суммарное СКО — не более 4 %  |
| 8.3.3                 | Установка для измерений коэффициента линейности чувствительности радиометров ЭУФ излучения в составе вторичного эталона ПИ и ЭО ВЭТ по ГОСТ 8.552. Относительное суммарное СКО — не более 4 %   |
| 8.3.4                 | Установка для измерений угловой зависимости чувствительности радиометров ЭУФ излучения в составе вторичного эталона ПИ и ЭО ВЭТ по ГОСТ 8.552. Относительное суммарное СКО — не более 5 %   |

### 5 Требования к квалификации поверителей

К поверке радиометров ЭУФ излучения допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей, освоивших работу с радиометрами и используемыми средствами поверки, изучивших настоящую методику и эксплуатационную документацию на средства поверки и радиометры ЭУФ излучения.

## 6 Требования безопасности

При поверке радиометров ЭУФ излучения соблюдают правила электробезопасности. Измерения проводят два оператора, аттестованных по группе электробезопасности не ниже III, прошедших инструктаж на рабочем месте по безопасности труда при эксплуатации электрических установок. При работе с источниками ЭУФ излучения используют средства защиты персонала от ЭУФ излучения — защитные очки, щитки, перчатки и т. п.

## 7 Условия поверки

Поверку проводят при соблюдении следующих условий:

- температура окружающей среды —  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха —  $(65 \pm 15) \%$ ;
- атмосферное давление — 84—104 кПа;
- напряжение питающей сети —  $(220 \pm 4) \text{ В}$ ;
- частота питающей сети —  $(50 \pm 1) \text{ Гц}$ .

## 8 Подготовка и проведение поверки

Методика поверки радиометров ЭУФ излучения включает в себя подготовку к поверке, внешний осмотр, опробование и определение метрологических характеристик. При подготовке к поверке радиометров ЭУФ излучения включают все приборы в соответствии с их инструкциями по эксплуатации.

При подготовке к поверке включают все средства поверки в соответствии с их инструкциями по эксплуатации.

8.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие комплектности радиометров ЭУФ излучения паспортным данным;
- отсутствие механических повреждений блоков радиометров ЭУФ излучения, сохранность соединительных кабелей и сетевых разъемов;
- четкость надписей на панели радиометров ЭУФ излучения;
- наличие маркировки (тип и заводской номер радиометров ЭУФ излучения);
- отсутствие сколов, царапин и загрязнений на оптических деталях радиометров ЭУФ излучения.

8.2 При опробовании устанавливают:

- наличие показаний радиометра при освещении ЭУФ излучением;
- правильное функционирование переключателей пределов измерений, режимов работы радиометров ЭУФ излучения.

### 8.3 Определение метрологических характеристик

#### 8.3.1 Определение погрешности спектральной коррекции чувствительности

Погрешность поверяемого радиометра ЭУФ излучения (далее — поверяемое СИ ЭУФ излучения), вызванную неидеальной спектральной коррекцией чувствительности, определяют по результатам измерений отклонений относительной спектральной чувствительности (ОСЧ) поверяемого СИ ЭУФ излучения от стандартной, равной единице в пределах рабочего спектрального диапазона от 10 до 30 нм и нулю вне рабочего диапазона. ОСЧ поверяемого СИ ЭУФ излучения сравнивают с известной спектральной чувствительностью эталонного фотопреобразователя ЭУФ излучения, поверенного в ранге рабочего эталона (РЭ) по ГОСТ 8.552 в диапазоне длин волн от 10 до 30 нм. Измерения относительной спектральной чувствительности поверяемого СИ ЭУФ излучения проводят с использованием источника синхротронного излучения, монохроматоров типов ВМР-2, ДФС-29, комплекта светофильтров из кварца и фтористого магния, фотоприемников типов АХUV, поверенных в ранге РЭ ПИ и ЭО ГОСТ 8.552. При определении погрешности измерений относительной спектральной чувствительности в диапазоне длин волн от 10 до 30 нм эталонное и поверяемое СИ поочередно устанавливают за выходной щелью монохроматора таким образом, чтобы поток монохроматического излучения проходил в апертурную диафрагму. Показания эталонного радиометра ЭУФ излучения  $I(\lambda)$  и поверяемого СИ ЭУФ излучения  $I(\lambda)$  регистрируют поочередно пять раз на каждой длине волны с шагом 1 нм в диапазоне от 10 до 30 нм. Затем за выходной щелью монохроматора устанавливают светофильтр и регис-

трируют показания эталонного  $J^e(\lambda)$  и поверяемого  $J(\lambda)$  СИ, соответствующие рассеянному излучению в монохроматоре. Результат  $i$ -го измерения ОЧ поверяемого СИ ЭУФ излучения  $S_i(\lambda)$  рассчитывают по известным значениям ОЧ  $S^e(\lambda)$  эталонного СИ и отношению значений измеренных сигналов по формуле

$$S_i(\lambda) = S^e(\lambda) [J_i(\lambda) - J_j(\lambda)] / [J_i^e(\lambda) - J_j^e(\lambda)]. \quad (1)$$

Для каждой длины волны определяют среднее значение ОЧ  $S(\lambda)$ . Оценку относительного СКО  $S_0$  результатов измерений для  $n$  независимых измерений определяют по формуле

$$S_0 = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^n [S(\lambda) - S_i(\lambda)]^2 \right\}^{1/2}}{S(\lambda)[n(n-1)]^{1/2}}. \quad (2)$$

Граница относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений ОЧ  $\Theta_0$  определяется погрешностью РЭ ПИ и ЭО по ГОСТ 8.552 (из свидетельства о поверке).

Относительное суммарное СКО результатов измерения ОЧ  $S_{\Sigma_0}$  определяют по формуле

$$S_{\Sigma_0} = (S_0^2 + \Theta_0^2 / 3)^{1/2}. \quad (3)$$

Значение относительного суммарного СКО результатов измерений ОЧ в диапазоне длин волн от 10 до 30 нм не должно превышать 5 %.

Погрешность спектральной коррекции поверяемого СИ  $\Theta_1$  в процентах, вызванную отклонением относительной спектральной чувствительности  $S(\lambda)$  от стандартной  $S^{CT}(\lambda)$ , определяют по формуле

$$\Theta_1 = \left| \frac{\int_{10}^{30} L(\lambda) S(\lambda) d\lambda \int_{10}^{30} L^{CT}(\lambda) S^{CT}(\lambda) d\lambda}{\int_{10}^{30} L(\lambda) S^{CT}(\lambda) d\lambda \int_{10}^{30} L^{CT}(\lambda) S(\lambda) d\lambda} - 1 \right| 100, \quad (4)$$

где  $L(\lambda)$  — относительная спектральная плотность энергетической яркости контрольных источников УФ излучения;

$L^{CT}(\lambda)$  — относительная спектральная плотность энергетической яркости стандартного источника УФ излучения.

Для определения возможности применения поверяемого радиометра ЭУФ излучения в соответствии с настоящей методикой установлен перечень контрольных и стандартных источников излучения. Табулированные значения  $L(\lambda)$  и  $L^{CT}(\lambda)$  приведены в таблицах 3—7. Значение погрешности спектральной коррекции  $\Theta_1$  радиометра ЭУФ излучения для каждого контрольного источника должно быть не более 8 %.

Т а б л и ц а 3 — Значения  $L^{CT}(\lambda)$  для стандартного источника синхротронного излучения при энергии 450 МэВ и радиусе орбиты 1,0 мм

| Длина волны $\lambda$ , нм | $L^{CT}(\lambda)$ | Длина волны $\lambda$ , нм | $L^{CT}(\lambda)$ | Длина волны $\lambda$ , нм | $L^{CT}(\lambda)$ |
|----------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|
| 9,8                        | 231               | 70                         | 601               | 250                        | 36,9              |
| 10                         | 279               | 80                         | 471               | 275                        | 29,1              |
| 13                         | 680               | 90                         | 375               | 300                        | 23,5              |
| 15                         | 975               | 100                        | 302               | 350                        | 15,9              |
| 18,5                       | 1385              | 110                        | 249               | 400                        | 11,1              |
| 20                         | 1504              | 120                        | 206               | 500                        | 6,38              |
| 25                         | 1663              | 130                        | 173               | 600                        | 3,33              |
| 30                         | 1622              | 140                        | 146               | 700                        | 2,67              |
| 35                         | 1493              | 150                        | 124               | 800                        | 1,89              |
| 40                         | 1326              | 160                        | 106               | 900                        | 1,38              |
| 45                         | 1172              | 180                        | 81,4              | 1000                       | 1,04              |
| 50                         | 1020              | 200                        | 63,6              | 1100                       | 0,82              |
| 60                         | 7791              | 225                        | 47,8              |                            |                   |



Т а б л и ц а 4 — Значения  $L(\lambda)$  для контрольного источника — лазерной плазмы, тип I

| Длина волны $\lambda$ , нм | $L(\lambda)$ | Длина волны $\lambda$ , нм | $L(\lambda)$ | Длина волны $\lambda$ , нм | $L(\lambda)$ |
|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|
| 10,0                       | 0,299        | 17,0                       | 0,086        | 24,0                       | 0,007        |
| 10,5                       | 0,489        | 17,5                       | 0,056        | 24,5                       | 0,011        |
| 11,0                       | 0,161        | 18,0                       | 0,038        | 25,0                       | 0,014        |
| 11,5                       | 0,175        | 18,5                       | 0,025        | 25,5                       | 0,007        |
| 12,0                       | 0,109        | 19,0                       | 0,018        | 26,0                       | 0,014        |
| 12,5                       | 0,095        | 19,5                       | 0,015        | 26,5                       | 0,012        |
| 13,0                       | 0,474        | 20,0                       | 0,007        | 27,0                       | 0,006        |
| 13,5                       | 1,000        | 20,5                       | 0,009        | 27,5                       | 0,013        |
| 14,0                       | 0,832        | 21,0                       | 0,008        | 28,0                       | 0,015        |
| 14,5                       | 0,825        | 21,5                       | 0,008        | 28,5                       | 0,007        |
| 15,0                       | 0,474        | 22,0                       | 0,015        | 29,0                       | 0,011        |
| 15,5                       | 0,336        | 22,5                       | 0,009        | 29,5                       | 0,014        |
| 16,0                       | 0,321        | 23,0                       | 0,015        | 30,0                       | 0,009        |
| 16,5                       | 0,175        | 23,5                       | 0,009        |                            |              |

Т а б л и ц а 5 — Значения  $L(\lambda)$  для контрольного источника — лазерной плазмы, тип II

| Длина волны $\lambda$ , нм | $L(\lambda)$ | Длина волны $\lambda$ , нм | $L(\lambda)$         |
|----------------------------|--------------|----------------------------|----------------------|
| 9                          | 1,00         | 60                         | 0,14                 |
| 11                         | 1,44         | 80                         | 0,074                |
| 13                         | 5,62         | 100                        | 0,035                |
| 13,5                       | 6,40         | 200                        | $1,60 \cdot 10^{-2}$ |
| 14                         | 5,84         | 300                        | $1,03 \cdot 10^{-2}$ |
| 15                         | 3,80         | 400                        | $5,90 \cdot 10^{-3}$ |
| 16                         | 2,61         | 500                        | $3,48 \cdot 10^{-3}$ |
| 18                         | 1,32         | 600                        | $2,64 \cdot 10^{-3}$ |
| 20                         | 1,02         | 800                        | $6,05 \cdot 10^{-3}$ |
| 30                         | 0,87         | 1000                       | $2,02 \cdot 10^{-3}$ |
| 40                         | 0,59         | 1100                       | $3,23 \cdot 10^{-4}$ |
| 50                         | 0,21         |                            |                      |

Т а б л и ц а 6 — Значения  $L(\lambda)$  для контрольного источника — лазерной плазмы, тип III

| Длина волны $\lambda$ , нм | $L(\lambda)$ | Длина волны $\lambda$ , нм | $L(\lambda)$ |
|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|
| 10,0                       | 0,009        | 20,0                       | 0,086        |
| 10,5                       | 0,009        | 20,5                       | 0,084        |
| 11,0                       | 0,009        | 21,0                       | 0,079        |
| 11,5                       | 0,010        | 21,5                       | 0,086        |
| 12,0                       | 0,013        | 22,0                       | 0,083        |
| 12,5                       | 0,039        | 22,5                       | 0,082        |
| 13,0                       | 0,106        | 23,0                       | 0,086        |
| 13,5                       | 1,000        | 23,5                       | 0,079        |
| 14,0                       | 0,508        | 24,0                       | 0,085        |
| 14,5                       | 0,267        | 24,5                       | 0,088        |
| 15,0                       | 0,164        | 25,0                       | 0,082        |
| 15,5                       | 0,113        | 25,5                       | 0,087        |
| 16,0                       | 0,132        | 26,0                       | 0,083        |
| 16,5                       | 0,109        | 26,5                       | 0,085        |
| 17,0                       | 0,096        | 27,0                       | 0,084        |
| 17,5                       | 0,094        | 27,5                       | 0,083        |
| 18,0                       | 0,092        | 28,0                       | 0,086        |
| 18,5                       | 0,087        | 28,5                       | 0,084        |
| 19,0                       | 0,074        | 29,0                       | 0,083        |
| 19,5                       | 0,081        | 29,5                       | 0,085        |
|                            |              | 30,0                       | 0,083        |

Т а б л и ц а 7 — Значения  $L(\lambda)$  для контрольного источника — лазерной плазмы, тип IV

| Длина волны $\lambda$ , нм | $L(\lambda)$ | Длина волны $\lambda$ , нм | $L(\lambda)$ |
|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------|
| 8,00                       | 0,175        | 12,50                      | 0,095        |
| 8,25                       | 0,226        | 12,75                      | 0,153        |
| 8,50                       | 0,263        | 13,00                      | 0,474        |
| 8,75                       | 0,336        | 13,25                      | 0,803        |
| 9,00                       | 0,584        | 13,50                      | 1,000        |
| 9,25                       | 0,504        | 13,75                      | 0,978        |
| 9,50                       | 0,460        | 14,00                      | 0,832        |
| 9,75                       | 0,474        | 14,25                      | 0,788        |
| 10,00                      | 0,299        | 14,50                      | 0,825        |
| 10,25                      | 0,394        | 14,75                      | 0,672        |
| 10,50                      | 0,489        | 15,00                      | 0,474        |
| 10,75                      | 0,292        | 15,25                      | 0,394        |
| 11,00                      | 0,161        | 15,50                      | 0,336        |
| 11,25                      | 0,146        | 15,75                      | 0,285        |
| 11,50                      | 0,175        | 16,00                      | 0,321        |
| 11,75                      | 0,102        | 16,25                      | 0,263        |
| 12,00                      | 0,109        | 16,50                      | 0,175        |
| 12,25                      | 0,073        |                            |              |

### 8.3.2 Определение погрешности абсолютной чувствительности

Определение погрешности абсолютной чувствительности радиометров ЭУФ излучения в диапазоне длин волн от 10 до 30 нм проводят с использованием источника синхротронного излучения. Эталонное и поверяемое СИ ЭУФ излучения энергетической яркости поочередно устанавливают на одинаковом расстоянии от излучателя и юстируют по углу для получения изображения излучающей области источника. Показания эталонного СИ  $I^0$  и поверяемого СИ ЭУФ излучения  $I$  регистрируют поочередно пять раз. Значение абсолютной чувствительности  $S$  поверяемого СИ ЭУФ излучения рассчитывают по формуле

$$S = S^0 I I^0, \quad (5)$$

где  $S^0$  — значение абсолютной чувствительности эталонного СИ.

Определяют среднее арифметическое значение абсолютной чувствительности поверяемого радиометра, суммарное СКО результата измерений с учетом погрешности эталонного радиометра по формулам (1)—(3). Погрешность определения абсолютной чувствительности  $\Theta_2$  не должна превышать 10 %.

### 8.3.3 Определение погрешности, возникающей из-за отклонения коэффициента линейности от единицы. Определение границ диапазона измерений энергетической яркости

Измерение коэффициента линейности радиометра ЭУФ излучения проводят для определения границ диапазона измерений энергетической яркости (ЭЯ). Коэффициент линейности определяют по отклонению значения абсолютной чувствительности СИ от постоянного значения в рабочем диапазоне измеряемой величины. Фиксируют ток источника синхротронного излучения  $I_1$ , соответствующий нижней границе диапазона измерений энергетической яркости, указанной в паспорте поверяемого СИ и составляющий не более  $10^3$  Вт/(м<sup>2</sup> · ср). Увеличивают ток источника вдвое и регистрируют показания поверяемого СИ  $I_2$ . Измерения проводят пять раз. Определяют средние значения измеренных сигналов, СКО  $S_0$ , суммарное СКО результатов измерений, рассчитывают коэффициент линейности

$$K = (I_1 + I_2) / 3I_1 \quad (6)$$

и погрешность поверяемого СИ ЭУФ излучения  $\Theta_3$ , вызванную нелинейностью чувствительности СИ:

$$\Theta_3 = 100 |K - 1|. \quad (7)$$

При определении границ диапазона измерений энергетической яркости поверяемого СИ ЭУФ излучения ток излучателя увеличивают таким образом, чтобы значение энергетической яркости увеличилось на порядок. Измеряют значения сигналов и рассчитывают соответствующее значение погрешности  $\Theta_3$ . Измерения повторяют до достижения верхней границы диапазона измерений, указанной в паспорте поверяемого СИ ЭУФ излучения и составляющей не менее  $10^8$  Вт/(м<sup>2</sup> · ср). По результатам измерений определяют границы диапазона измерений энергетической яркости поверяемого радиометра ЭУФ излучения, в пределах которого значение погрешности  $\Theta_3$  не превышает 3 %.

### 8.3.4 Определение погрешности угловой коррекции чувствительности

Измерительный блок поверяемого радиометра ЭУФ излучения устанавливают на поворотный столик с микрометрическим винтом таким образом, чтобы обеспечить нормальное падение потока излучения на приемник излучения. Регистрируют показания  $I(\varphi)$  поверяемого СИ ЭУФ излучения в зависимости от угла падения потока излучения  $\varphi$  от  $0^\circ$  до  $30^\circ$  с шагом  $1^\circ$ . Показания поверяемого СИ ЭУФ излучения  $I(\varphi)$  для угла  $\varphi$  нормируют на показание СИ  $I(\varphi_0)$  при нормальном угле падения  $\varphi_0$  потока излучения. Рассчитывают угловую зависимость  $f(\varphi)$  отклонения относительной чувствительности СИ от функции  $\cos \varphi$  по формуле

$$f(\varphi) = 100 \{I(\varphi)/[I(\varphi_0)\cos \varphi] - 1\}. \quad (8)$$

Погрешность угловой коррекции чувствительности поверяемого СИ ЭУФ излучения  $\Theta_4$  рассчитывают по формуле

$$\Theta_4 = \int_{0^\circ}^{30^\circ} |f(\varphi)| \sin 2\varphi d\varphi. \quad (9)$$

Значение  $\Theta_4$  должно быть не более 3 %.

При превышении указанного значения погрешности угловой коррекции чувствительности допускается ограничивать угол зрения поверяемого СИ ЭУФ излучения.

## 9 Обработка результатов измерений

Обработку результатов измерений характеристик радиометров ЭУФ излучения и определение основной относительной погрешности проводят в соответствии с ГОСТ 8.207.

9.1 Оценку относительного среднего квадратического отклонения  $S_0$  результатов измерений для  $n$  независимых измерений определяют по формуле (2).

СКО  $S_0$  определяют по результатам измерений в соответствии с 8.3.3 в динамическом диапазоне  $10^3 - 10^8$  Вт/(м<sup>2</sup>·ср).

9.2 Границу относительной неисключенной систематической погрешности  $\Theta_0$  определяют по формуле

$$\Theta_0 = 1,1 \left( \sum_{j=1}^4 \Theta_j^2 \right)^{1/2}, \quad (10)$$

где  $\Theta_j$  — составляющие неисключенной систематической погрешности:

$\Theta_1$  — погрешность спектральной коррекции чувствительности ( $\Theta_1 \leq 8$  % — по 8.3.1);

$\Theta_2$  — погрешность определения абсолютной чувствительности ( $\Theta_2 \leq 10$  % — по 8.3.2);

$\Theta_3$  — погрешность, возникающая из-за отклонения коэффициента линейности от единицы ( $\Theta_3 \leq 3$  % — по 8.3.3);

$\Theta_4$  — погрешность угловой коррекции чувствительности ( $\Theta_4 \leq 3$  % — по 8.3.4).

9.3 Предел допускаемой погрешности ЭУФ радиометра энергетической яркости  $\Delta$  рассчитывают по формуле

$$\Delta = K S_{\Sigma_0} = K \left( \sum_{j=1}^4 \Theta_j^2 / 3 + S_0^2 \right)^{1/2}, \quad (11)$$

где  $K$  — коэффициент, определяемый соотношением случайной и неисключенной систематической погрешностей.

Если граница относительной неисключенной систематической погрешности радиометров ЭУФ излучения  $\Theta_0 > 8 S_0$ , то случайной погрешностью по сравнению с систематической пренебрегают и принимают  $\Delta = \Theta_0$ .

9.4 Результаты поверки радиометров ЭУФ излучения для измерения энергетической яркости считают положительными, если предел допускаемой погрешности не превышает 20 %.

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке и радиометр ЭУФ излучения допускают к применению в качестве средства измерений энергетической яркости ЭУФ излучения.

10.2 При отрицательных результатах поверки свидетельство аннулируют и выдают извещение о непригодности.

## Библиография

- [1] CIE N53 Methods of characterizing the performance of radiometers and photometers. — 1982. — 24 p.

---

УДК 543.52:535.214.535.241:535.8:006.354      ОКС 17.020      Т84.10      ОКСТУ 0008

Ключевые слова: экстремальный ультрафиолет, энергетическая яркость, пространственное разрешение, спектральная чувствительность, средства измерений, ультрафиолетовое излучение, радиометр

---

Редактор *Л.В. Афанасенко*  
Технический редактор *Н.С. Гришанова*  
Корректор *Ю.М. Прокофьева*  
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 08.11.2011. Подписано в печать 02.12.2011. Формат 60 × 84  $\frac{1}{8}$ . Гарнитура Ариал.  
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,00. Тираж 144 экз. Зак. 1181.

---

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.  
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru  
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.  
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 8.