ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 8.893— 2015**

## Государственная система обеспечения единства измерений

# СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ ИМПУЛЬСНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

## Методика поверки

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

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

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 386 «Основные нормы и правила по обеспечению единства измерений в области ультрафиолетовой спектрорадиометрии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 августа 2015 г. № 1210-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Сентябрь 2019 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «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 (www.gost.ru)*

© Стандартинформ, оформление, 2016, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Государственная система обеспечения единства измерений**

# СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЯРКОСТИ ИМПУЛЬСНЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

**Методика поверки**

State system for ensuring the uniformity of measurements.
Instruments of measurement of spectral radiance of puls plasma source. Verification procedure

**Дата введения — 2016—08—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на средства измерений (далее — СИ) амплитудного значения спектральной плотности энергетической яркости (далее — СПЭЯ) импульсных плазменных излучателей — радиометры-яркомеры.

Радиометры-яркомеры обеспечивают в диапазоне длин волн 200—400 нм измерения амплитудного значения СПЭЯ плазменных излучателей в динамическом диапазоне, нижняя граница которого составляет не более $10^7$ Вт/(м$^3$ · ср), верхняя — не менее $10^{10}$ Вт/(м$^3$ · ср). Радиометры-яркомеры на основе оптической системы формирования изображения излучателя, монохроматора, приемника УФ-излучения — фотоэлемента или фотоумножителя, обеспечивающих временное разрешение импульса длительностью 1—100 мкс, и цифровой осциллограф для регистрации и обработки сигналов.

Методы оценки погрешностей радиометров-яркомеров, представленные в настоящей методике, соответствуют рекомендациям № 53 Международной комиссии по освещению.

Межповерочный интервал — один год.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.197 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности потока излучения, спектральной плотности энергетической освещенности, спектральной плотности силы излучения, потока и силы излучения в диапазоне длин волн 0,001—1,600 мкм

ГОСТ Р 8.736 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения

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 ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

**Издание официальное**

## 3 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование операции | Номер пункта настоящего стандарта | Проведение операций 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 в диапазоне длин волн от 200 до 400 нм | 8.3.2 | + | + |
| Определение погрешности, возникающей из-за отклонения коэффициента линейности от единицы. Определение границ диапазона измерений СПЭЯ | 8.3.3 | + | — |
| Оформление результатов поверки | 10 | + | + |

## 4 Средства поверки

При проведении поверки применяются средства, представленные в таблице 2.

Таблица 2

| Номер пункта стандарта | Наименование средств поверки, нормативные документы, метрологические характеристики |
|---|---|
| 8.3.1 | Установка для измерений СПЭЯ в диапазоне длин волн от 200 до 400 нм в составе государственного эталона СПЭЯ импульсного излучения ВЭТ 84-10—2003 по ГОСТ 8.197. Относительное суммарное среднее квадратическое отклонение (СКО) — не более 3 % |
| 8.3.2 | Установка для измерений абсолютной чувствительности радиометров-яркомеров в диапазоне длин волн от 200 до 400 нм в составе государственного эталона СПЭЯ импульсного излучения ВЭТ 84-10—2003 по ГОСТ 8.197. Относительное суммарное СКО — не более 3 % |
| 8.3.3 | Установка для измерений коэффициента линейности чувствительности радиометров-яркомеров в составе государственного эталона СПЭЯ импульсного излучения ВЭТ 84-10—2003 по ГОСТ 8.197. Относительное суммарное СКО — не более 4 % |

## 5 Требования к квалификации поверителей

Поверку должны проводить лица, аттестованные в качестве поверителей, освоившие работу с радиометрами-яркомерами и используемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию на средства поверки и радиометры-яркомеры.

## 6 Требования безопасности

При поверке радиометров-яркомеров в диапазоне длин волн 200—400 нм соблюдают правила электробезопасности. Измерения должны проводить два оператора, аттестованные по группе электробезопасности не ниже III, прошедшие инструктаж на рабочем месте по безопасности труда при эксплуатации электрических установок.

## 7 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:
- температура окружающей среды — (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха — (65 ± 15) %;
- атмосферное давление — (84—104) кПа;
- напряжение питающей сети — (220 ± 4) В;
- частота питающей сети — (50 ± 1) Гц.

## 8 Подготовка и проведение поверки

Методика поверки радиометров-яркомеров включает подготовку к поверке, внешний осмотр, опробование и определение метрологических характеристик. При подготовке к поверке радиометров-яркомеров необходимо включить все приборы в соответствии с их инструкциями по эксплуатации.

### 8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должны быть установлены:
- соответствие комплектности радиометров-яркомеров паспортным данным;
- отсутствие механических повреждений блоков радиометров-яркомеров, сохранность соединительных кабелей и сетевых разъемов;
- четкость надписей на панели радиометров-яркомеров;
- наличие маркировки (тип и заводской номер радиометров-яркомеров);
- отсутствие сколов, царапин и загрязнений на оптических деталях радиометров-яркомеров.

### 8.2 Опробование

При опробовании должны быть установлены:
- наличие показаний радиометра-яркомера при освещении УФ-излучением;
- правильное функционирование переключателей пределов измерений, режимов работы радиометров-яркомеров.

### 8.3 Определение метрологических характеристик

#### 8.3.1 Определение погрешности спектральной коррекции чувствительности

Погрешность радиометра-яркомера, вызванную неидеальной спектральной коррекцией чувствительности, определяют по результатам измерений отклонений относительной спектральной чувствительности (ОСЧ) поверяемого СИ от стандартной, равной единице, в пределах рабочего спектрального диапазона 200—400 нм. ОСЧ поверяемого СИ определяют по относительному амплитудному значению СПЭЯ эталонного источника, поверенного в ранге вторичного эталона по ГОСТ 8.197. При определении погрешности измерений относительной спектральной чувствительности в диапазоне длин волн 200—400 нм изображение эталонного излучателя формируют на входной диафрагме монохроматора радиометра-яркомера. Показания поверяемого СИ $I(\lambda)$ регистрируют поочередно пять раз на каждой длине волны с шагом 10 нм в диапазоне длин волн 200—400 нм. Затем за выходной щелью монохроматора устанавливают обрезающий светофильтр и регистрируют показания поверяемого СИ $J(\lambda)$, соответствующие рассеянному излучению в монохроматоре.

Результат $i$-го измерения ОСЧ поверяемого СИ $S_i(\lambda)$ рассчитывают по известным значениям относительной СПЭЯ $L^{\circ}(\lambda)$ эталонного СИ по формуле

$$S_i(\lambda) = \left[I_i(\lambda) - J_i(\lambda)\right] / \left[L^{\circ}(\lambda)\right]. \quad (1)$$

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

$$S_0 = \frac{\left\{\sum_{i=1}^{5}\left[S(\lambda) - S_i(\lambda)\right]^2\right\}^{1/2}}{S(\lambda)\left[n(n-1)\right]^{1/2}}. \quad (2)$$

Граница относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений ОСЧ $\Theta_1(\lambda)$, %, определяемая по формуле

$$\Theta_1(\lambda) = 100\left|S(\lambda) - 1\right|, \tag{3}$$

в диапазоне длин волн 200—400 нм не должна превышать 5 %.

**8.3.2 Определение погрешности абсолютной чувствительности радиометров-яркомеров**

Погрешность абсолютной чувствительности радиометра-яркомера определяют по абсолютному амплитудному значению СПЭЯ эталонного источника, поверенного в ранге вторичного эталона по ГОСТ 8.197 на фиксированной длине волны $\lambda_0$, соответствующей максимальному значению показаний поверяемого СИ $I_{max}(\lambda_0)$ в диапазоне длин волн 200—400 нм.

При определении погрешности измерений абсолютной чувствительности на фиксированной длине волны $\lambda_0$ изображение эталонного излучателя формируют на входной диафрагме монохроматора радиометра-яркомера. Показания поверяемого СИ $I_{max}(\lambda_0)$ регистрируют поочередно пять раз на фиксированной длине волны $\lambda_0$. Затем за выходной щелью монохроматора устанавливают обрезающий светофильтр и регистрируют показания поверяемого СИ $J(\lambda_0)$, соответствующие рассеянному излучению в монохроматоре.

Результат $i$-го измерения абсолютной чувствительности поверяемого СИ $S_i^{абс}(\lambda_0)$ рассчитывают по известному амплитудному значению абсолютной СПЭЯ $L^{абс}(\lambda_0)$ эталонного СИ по формуле

$$S_i^{абс}(\lambda_0) = \left[I_{max\,i}(\lambda_0) - J_i(\lambda)\right] / \left[L^{абс}(\lambda_0)\right]. \tag{4}$$

Для каждой длины волны определяют среднее значение абсолютной чувствительности $S^{абс}(\lambda_0)$.

Граница относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений абсолютной чувствительности $\Theta_2(\lambda_0)$ в %, определяемая по формуле

$$\Theta_2(\lambda_0) = 100\left|S(\lambda_0) - 1\right|, \tag{5}$$

не должна превышать 5 %.

**8.3.3 Определение погрешности, возникающей из-за отклонения коэффициента линейности от единицы. Определение границ диапазона измерений СПЭЯ**

Измерение коэффициента линейности радиометра-яркомера проводят для определения границ диапазона измерений СПЭЯ. Коэффициент линейности определяют по отклонению значения чувствительности СИ от постоянного значения в рабочем диапазоне измеряемой величины. Фиксируют ток источника синхротронного излучения, соответствующий нижней границе диапазона измерений СПЭЯ, указанной в паспорте поверяемого СИ, и составляющий не более $10^7$ Вт/(м$^3$·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

$$K = (I_1 + I_2) / 3I_1 \tag{6}$$

и погрешность поверяемого СИ $\Theta_3$, вызванную нелинейностью чувствительности СИ

$$\Theta_3 = 100\left|K - 1\right|. \tag{7}$$

При определении границ диапазона измерений энергетической яркости и силы излучения поверяемого СИ ток излучателя увеличивают таким образом, чтобы значение СПЭЯ увеличилось в два раза. Измеряют значения сигналов и рассчитывают соответствующее значение погрешности $\Theta_3$. Измерения повторяют до достижения верхней границы диапазона измерений, указанной в паспорте поверяемого СИ и составляющей не менее $10^{10}$ Вт/(м$^3$ · ср) для СПЭЯ. По результатам измерений определяют границы диапазона измерений энергетической яркости поверяемого СИ, в пределах которого значение погрешности $\Theta_3$ не превышает 6 %.

## 9 Обработка результатов измерений

Обработку результатов измерений характеристик радиометров-яркомеров и определение предела допускаемой погрешности проводят в соответствии с ГОСТ 8.736.

9.1 Оценку относительного среднеквадратического отклонения $S_0$ результатов измерений для $n$ независимых измерений проводят по формуле (1).

СКО $S_0$ определяется по результатам измерений в соответствии с 8.3.3 в динамическом диапазоне СПЭЯ ($10^7$—$10^{10}$) Вт/(м$^3$ · ср).

9.2 Границу относительной неисключенной систематической погрешности определяют по формуле

$$\Theta_0 = 1{,}1\left(\sum_{j=1}^{4}\Theta_j^2\right)^{1/2}, \qquad (8)$$

где $\Theta_j$ — составляющие неисключенной систематической погрешности;

$\Theta_1$ — погрешность спектральной коррекции;

$\Theta_2$ — погрешность определения абсолютной чувствительности;

$\Theta_3$ — погрешность, возникающая из-за отклонения коэффициента линейности от единицы.

9.3 Предел допускаемой погрешности радиометров-яркомеров $\Delta_0$ рассчитывают по формуле

$$\Delta_0 = K S_{\Sigma 0} = K\left(\sum_{j=1}^{3}\Theta_j^2/3 + S_0^2\right)^{1/2}, \qquad (9)$$

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

В случае если $\Theta_0 > 8S_0$, то случайной погрешностью по сравнению с систематической пренебрегают и принимают $\Delta_0 = \Theta_0$.

9.4 Результаты измерений характеристик радиометров-яркомеров считаются положительными, если предел допускаемой погрешности не превышает 10 %.

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке и радиометр-яркомер допускают к применению в качестве средства измерений СПЭЯ импульсных плазменных излучателей в диапазоне длин волн 200—400 нм.

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

УДК 543.52:535.214.535.241:535.8:006.354 ОКС 17.020

Ключевые слова: спектральная плотность энергетической яркости, относительная спектральная чувствительность, средства измерений, ультрафиолетовое излучение, радиометр, яркомер, импульсный плазменный излучатель

Редактор *О.В. Рябиничева*
Технические редакторы *В.Н. Прусакова, И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.И. Рычкова*
Компьютерная верстка *Д.В. Кардановской*

Сдано в набор 27.09.2019. Подписано в печать 25.10.2019. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,65.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru stinfo.ru

gost.e-ecolog.ru