ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.843— 2013

Государственная система обеспечения единства измерений

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ СИЛЫ ИЗЛУЧЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ

Методика поверки

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

Предисловие

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

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом 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 28 октября 2013 г. № 1288-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Апрель 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, 2015, 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

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 2
7 Условия поверки 3
8 Подготовка и проведение поверки 3
9 Обработка результатов измерений 11
10 Оформление результатов поверки 12

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ СИЛЫ ИЗЛУЧЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ

Методика поверки

State system for ensuring the uniformity of measurements. Insruments of measurement of radiant power and efficiency of semiconductor emitter diodes. Verification procedure

Дата введения — 2015—02—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на средства измерений силы излучения и эффективности полупроводниковых излучающих диодов, определяемой отношением эффективной бактерицидной, эритемной силы излучения к силе излучения светодиодов в спектральных диапазонах УФ-А и УФ-В, и устанавливает методику их поверки.

В качестве средств измерений силы излучения и эффективности полупроводниковых излучающих диодов используются спектрорадиометры и многоканальные радиометры, конструкция которых обеспечивает выполнение условий типа А (телесный угол 0,01 ср) или типа В (телесный угол 0,001 ср), в соответствии с рекомендациями № 127 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 8.552 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений потока излучения, энергетической освещенности, спектральной плотности энергетической освещенности в диапазоне длин волн 0,0004—0,400 мкм

ГОСТ Р 8.736 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов наблюдений. 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	8.3.2	+	+
Определение погрешности, обусловленной отклонением коэффициента линейности от единицы	8.3.3	+	–
Примечание — Знак «+» означает, что выполнение операций обязательно, знак «–» — не обязательно.			

4 Средства поверки

При проведении поверки применяются средства, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта настоящего стандарта	Наименование средств поверки, нормативные документы
8.3.1	Установка для измерений спектральной чувствительности приемников излучения в диапазоне длин волн 0,2—1,6 мкм в составе вторичного эталона ВЭТ 162-3—2003 по ГОСТ 8.552. Относительное суммарное среднее квадратическое отклонение (СКО) — не более 3 %.
8.3.2	Установка для измерений абсолютной чувствительности радиометров в составе вторичного эталона ВЭТ 84-14—2012 по ГОСТ 8.197. Относительное суммарное СКО — не более 2,0 %.
8.3.3	Установка для измерений коэффициента линейности чувствительности радиометров излучения в составе вторичного эталона ВЭТ 162-3—2003 по ГОСТ 8.552. Относительное суммарное СКО — не более 2,0 %.

5 Требования к квалификации поверителей

Поверку должны проводить лица, аттестованные в качестве поверителей, освоившие работу с радиометрами и используемыми средствами поверки, изучившие настоящий стандарт и эксплуатационную документацию на средства поверки и радиометры излучения.

6 Требования безопасности

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

8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

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

8.2 Опробование

При опробовании должно быть установлено:

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

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение погрешности спектральной коррекции чувствительности

Погрешность средства измерений силы излучения и эффективности полупроводниковых излучающих диодов, вызванную неидеальной спектральной коррекцией чувствительности, определяют по результатам измерений отклонений относительной спектральной чувствительности (ОСЧ) поверяемого средства измерений от стандартной, равной единице в пределах рабочего спектрального диапазона 0,2—1,1 мкм и нулю вне рабочего диапазона. ОСЧ поверяемого средства измерений силы излучения и эффективности полупроводниковых излучающих диодов сравнивают с известной спектральной чувствительностью эталонного фотопреобразователя излучения, поверенного в ранге рабочего эталона по ГОСТ 8.552 в диапазоне длин волн 0,2—1,1 мкм. Эталонное и поверяемое средства измерений поочередно устанавливают за выходной щелью монохроматора таким образом, чтобы поток монохроматического излучения проходил в апертурную диафрагму. Показания эталонного $I^{\circ}(\lambda)$ и поверяемого средств измерений $I(\lambda)$ регистрируют поочередно пять раз на каждой длине волны с шагом 1 нм в диапазоне 0,2—1,1 мкм. Затем за выходной щелью монохроматора устанавливают светофильтр, и регистрируют показания эталонного $J^{\circ}(\lambda)$ и поверяемого $J(\lambda)$ средств измерений, соответствующие рассеянному излучению в монохроматоре. Результат i-го измерения ОСЧ поверяемого средства измерений $S_i(\lambda)$ рассчитывают по известным значениям ОСЧ $S^{\circ}(\lambda)$ эталонного средства измерений и отношению значений измеренных сигналов по формуле

$$S_i(\lambda) = S^{\circ}(\lambda) \cdot [I_i(\lambda) - J_i(\lambda)]/[I^{\circ}_i(\lambda) - J_i^{\circ}(\lambda)]. \quad (1)$$

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

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

Граница относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений ОСЧ Θ_0 определяется погрешностью рабочего эталона ПИ и ЭО по ГОСТ 8.552 (из свидетельства о поверке).

Относительное суммарное СКО результатов измерения ОСЧ S_Σ рассчитывают по формуле

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

Погрешность спектральной коррекции поверяемого средства измерений Θ_1 в процентах, вызванную отклонением относительной спектральной чувствительности $S(\lambda)$ от стандартной $S^{СТ}(\lambda)$, рассчитывают по формуле

$$\Theta_1 = \left|\frac{\int_{0,2}^{1,1} E(\lambda)\cdot S(\lambda)d\lambda \cdot \int_{0,2}^{1,1} E^{СТ}(\lambda)\cdot S^{СТ}(\lambda)d\lambda}{\int_{0,2}^{1,1} E(\lambda)S^{СТ}(\lambda)d\lambda \cdot \int_{0,2}^{1,1} E^{СТ}(\lambda)\cdot S(\lambda)d\lambda} - 1\right| \cdot 100, \quad (4)$$

где $E(\lambda)$ — относительная спектральная плотность энергетической освещенности контрольных источников излучения;

$E^{СТ}(\lambda)$ — относительная спектральная плотность энергетической освещенности стандартного источника излучения.

Для определения возможности применения поверяемого радиометра ЭУФ излучения в соответствии с настоящей методикой установлен перечень контрольных и стандартных источников излучения. Табулированные значения $E(\lambda)$ и $E^{СТ}(\lambda)$ приведены в таблицах 3—11.

Таблица 3 — Значения $E^{СТ}(\lambda)$, отн. для стандартного источника излучения

Длина волны, нм	$E^{СТ}(\lambda)$,отн
316	0,000
318	0,033
320	0,052
322	0,073
324	0,094
326	0,133
328	0,184
330	0,251
332	0,352
334	0,451
336	0,634
338	0,812
340	1,000
342	0,811
344	0,633
346	0,454

Окончание таблицы 3

Длина волны, нм	$E^{ст}(\lambda)$,отн
348	0,350
350	0,253
352	0,181
354	0,134
356	0,092
358	0,071
360	0,053
362	0,031
364	0,000
366	0,000

Таблица 4 — Значения $E(\lambda)$, отн. для контрольного источника излучения

Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн
316	0,000
318	0,000
320	0,032
322	0,051
324	0,074
326	0,093
328	0,131
330	0,183
332	0,252
334	0,353
336	0,454
338	0,633
340	0,814
342	1,000
344	0,812
346	0,631
348	0,452
350	0,352
352	0,251
354	0,180
356	0,133
358	0,091
360	0,072

Окончание таблицы 4

Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн
362	0,050
364	0,033
366	0,000

Таблица 5 — Значения $E(\lambda)$, отн. для контрольного источника излучения

Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн
316	0,031
318	0,053
320	0,072
322	0,091
324	0,132
326	0,181
328	0,253
330	0,351
332	0,453
334	0,632
336	0,813
338	1,000
340	0,813
342	0,632
344	0,453
346	0,351
348	0,253
350	0,181
352	0,132
354	0,091
356	0,072
338	0,053
360	0,031
362	0,000

Таблица 6 — Значения $E^{ст}(\lambda)$, отн. для стандартного источника излучения

Длина волны, нм	$E^{ст}(\lambda)$, отн
350	0,000
355	0,034
360	0,054

Окончание таблицы 6

Длина волны, нм	$E^{ст}(\lambda)$, отн
362	0,103
364	0,152
366	0,201
368	0,315
370	0,453
372	0,652
375	1,000
378	0,654
380	0,452
382	0,313
384	0,204
386	0,153
388	0,104
390	0,052
395	0,031
400	0,000

Таблица 7 — Значения $E(\lambda)$, отн. для контрольного источника излучения

Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн
348	0,000
353	0,033
358	0,052
360	0,104
362	0,151
364	0,204
366	0,313
368	0,452
370	0,650
373	1,000
376	0,653
378	0,451
380	0,311
382	0,203
384	0,151
386	0,102
388	0,054

Окончание таблицы 7

Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн
393	0,033
398	0,000

Таблица 8 — Значения $E(\lambda)$, отн. для контрольного источника излучения

Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн
352	0,000
357	0,032
362	0,053
364	0,102
366	0,154
368	0,203
370	0,314
372	0,454
374	0,653
377	1,000
380	0,652
382	0,454
384	0,314
386	0,202
388	0,154
390	0,103
392	0,053
397	0,032
402	0,000

Таблица 9 — Значения $E^{ст}(\lambda)$, отн. для стандартного источника излучения

Длина волны, нм	$E^{ст}(\lambda)$, отн
370	0,000
375	0,035
380	0,069
382	0,104
384	0,184
386	0,263
388	0,342
390	0,423
392	0,502
394	0,578

Окончание таблицы 9

Длина волны, нм	$E^{ст}$ (λ), отн
398	0,654
402	1,000
406	0,653
410	0,576
412	0,500
414	0,421
416	0,344
418	0,261
420	0,181
422	0,102
424	0,065
429	0,033
434	0,000

Таблица 10 — Значения $E(\lambda)$, отн. для контрольного источника излучения

Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн
372	0,000
377	0,037
382	0,067
384	0,102
386	0,181
388	0,264
390	0,344
392	0,420
394	0,504
396	0,581
400	0,652
404	1,000
408	0,651
412	0,578
414	0,504
416	0,423
418	0,342
420	0,264
422	0,183
424	0,103

Окончание таблицы 10

Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн
426	0,068
431	0,031
436	0,000

Таблица 11 — Значения $E(\lambda)$, отн. для контрольного источника излучения

Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн
370	0,000
375	0,038
380	0,071
382	0,103
384	0,182
386	0,261
388	0,343
390	0,421
392	0,501
394	0,583
398	0,651
402	1,000
406	0,654
410	0,579
412	0,502
414	0,424
416	0,343
418	0,263
420	0,184
422	0,105
424	0,069
429	0,035
434	0,000

8.3.2 Определение погрешности абсолютной чувствительности средств измерений

При определении абсолютной чувствительности средств измерений силы излучения и эффективности полупроводниковых излучающих диодов используют источник излучения на основе УФ-светодиода в условиях типа А — на расстоянии 100 мм в телесном угле 0,01 ср и типа В — на расстоянии 316 мм в телесном угле 0,001 ср от эталонного средства измерений силы излучения и эффективности полупроводниковых излучающих диодов.

Предел допускаемой погрешности эталонного средства измерений силы излучения и эффективности полупроводниковых излучающих диодов Θ_1 в указан в свидетельстве о поверке.

Показания эталонного средства измерений I° и поверяемого I регистрируют поочередно 5 раз. Значение абсолютной чувствительности S поверяемого средства измерений рассчитывают по формуле

$$S = I / I^{\circ}. \quad (5)$$

Определяют среднее арифметическое значение результата измерений $\bar{I}$. Оценку относительного среднеквадратического отклонения S_0 результата измерений от среднего арифметического для n независимых измерений рассчитывают по формуле

$$S_0 = \frac{[\sum_{i=1}^{n}(\bar{I} - I_i)^2]^{1/2}}{\bar{I}[n(n-1)]^{1/2}}. \quad (6)$$

Значение систематической погрешности абсолютной чувствительности поверяемого средства измерений силы излучения и эффективности полупроводниковых излучающих диодов Θ_2 определяется по максимальному отклонению показаний поверяемого средства измерений I от эталонного I° по формуле

$$\Theta_2 = [1 - (I/I^{\circ})]100\ \%. \quad (7)$$

Эффективность полупроводниковых излучающих диодов определяется отношением эффективной бактерицидной, эритемной силы излучения к силе излучения светодиодов в спектральных диапазонах УФ-А и УФ-В.

8.3.3 Определение погрешности, обусловленной отклонением коэффициента линейности от единицы. Определение границ диапазона измерений силы излучения и эффективной силы излучения

Измерение коэффициента линейности средств измерений проводят для определения границ диапазона измерений силы излучения и эффективной силы излучения. Коэффициент линейности определяют по отклонению значения чувствительности средств измерений от постоянного значения в рабочем диапазоне измеряемой величины. Измеряют измерений силы излучения и эффективной силы излучения полупроводниковых излучающих диодов, соответствующий нижней границе диапазона измерений, указанной в паспорте поверяемого средства измерений. Увеличивают ток излучателя вдвое и регистрируют показания поверяемого средства измерений I_2. Измерения проводят пять раз. Определяют средние значения измеренных сигналов, СКО S_0, суммарное СКО результатов измерений, рассчитывают коэффициент линейности

$$K = (I_1 + I_2)/2I_1, \quad (8)$$

и погрешность поверяемого средства измерений Θ_3, вызванную нелинейностью чувствительности рассчитывают по формуле

$$\Theta_3 = 100\ |K - 1|. \quad (9)$$

Измерения повторяют до достижения верхней границы диапазона измерений, указанной в паспорте поверяемого средства измерений.

9 Обработка результатов измерений

Обработку результатов измерений характеристик радиометров излучения и определение основной относительной погрешности проводят в соответствии с ГОСТ Р 8.736.

9.1 Оценку относительного среднеквадратического отклонения S_0 результатов измерений для n независимых измерений проводят по формуле (2).

9.2 Границу относительной неисключенной систематической погрешности рассчитывают по формуле

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

Θ_j — составляющие неисключенной систематической погрешности;

Θ_1 — погрешность спектральной коррекции;

Θ_2 — погрешность определения абсолютной чувствительности;

Θ_3 — погрешность, возникающая из-за отклонения коэффициента линейности от единицы.

9.3 Предел допускаемой погрешности результатов измерений силы излучения и эффективности полупроводниковых излучающих диодов Δ_0 рассчитывают по формуле

$$\Delta_0 = KS_{\Sigma_0} = K\left(\sum_{j=1}^{4}\Theta_j^2/3 + S_0^2\right)^{1/2}, \quad (11)$$

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

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

Результаты измерений считаются положительными, если предел допускаемой погрешности средств измерений силы излучения и эффективности полупроводниковых излучающих диодов не превышает 10 %.

10 Оформление результатов поверки

10.1 При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке и спектрорадиометры (многоканальные радиометры) допускают к применению в качестве средства измерений силы излучения и эффективности полупроводниковых излучающих диодов.

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: сила излучения, полупроводниковый излучающий диод, бактерицидная и эритемная эффективная сила излучения, светодиод, спектральный диапазон, средства измерений, ультрафиолетовое излучение

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 12.03.2019. Подписано в печать 20.05.2019. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,40.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru