
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
8.842—
2013

Государственная система обеспечения
единства измерений

**СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИЗЛУЧАЮЩИХ
ДИОДОВ**

Методика поверки

Издание официальное



Москва
Стандартинформ
2015

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 28 октября 2013 г. № 1287-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). 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 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 (gost.ru)

© Стандартиформ, 2015

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

II

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	11

Государственная система обеспечения единства измерений

**СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ
ИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ****Методика поверки**State system for ensuring the uniformity of measurements.
Instruments for measurement of radiation flux of semiconductor emitter diodes. Verification procedure

Дата введения — 2015—02—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на средства измерений потока излучения (далее — ПИ) полупроводниковых излучающих диодов — радиометры, используемые в диапазоне длин волн 0,2—0,4 мкм в динамическом диапазоне 10^{-4} — $2 \cdot 10^{-2}$ Вт, и устанавливает методику их поверки.

В качестве средств измерений ПИ полупроводниковых излучающих диодов используются радиометры-гониометры.

Межповерочный интервал — 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 8.552—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

ГОСТ Р 8.736—2011 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.

3 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 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	+	+

П р и м е ч а н и е — Знак «+» означает, что выполнение операций обязательно.

4 Средства поверки

При проведении поверки применяются средства, представленные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Номер пункта настоящего стандарта	Наименование средств поверки, нормативные документы
8.3.1	Установка для измерений относительной спектральной чувствительности приемников излучения в составе вторичного эталона ВЭТ 162-3—2003 по ГОСТ 8.552. Относительное суммарное среднее квадратическое отклонение (СКО) — не более 2,0 %
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 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.

6 Требования безопасности

При поверке радиометров 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. При работе с источниками УФ-излучения необходимо использовать средства защиты персонала от УФ-излучения — защитные очки, щитки, перчатки и т. п.

7 Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- 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

8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

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

8.2 Опробование

При опробовании должно быть установлено:

- наличие показаний радиометра при облучении;
- правильное функционирование переключателей пределов измерений, режимов работы радиометра.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение погрешности спектральной коррекции чувствительности

Погрешность радиометра, вызванную неидеальной спектральной коррекцией чувствительности, определяют по результатам измерений отклонений относительной спектральной чувствительности (далее — ОСЧ) поверяемого радиометра от стандартной, равной единице в пределах рабочего спектрального диапазона и нулю — вне рабочего диапазона. ОСЧ поверяемого радиометра сравнивают с известной спектральной чувствительностью эталонного приемника излучения, поверенного в ранге рабочего эталона по ГОСТ 8.552. Измерения относительной спектральной чувствительности поверяемого радиометра проводят с использованием источника излучения, монохроматора типа МДР, или аналогичного, комплекта светофильтров, а также фотодиодов типа ФД-288, или аналогичных, поверенных в ранге рабочего эталона ПИ. При определении погрешности измерений ОСЧ эталонный приемник излучения и поверяемый радиометр поочередно устанавливают за выходной щелью монохроматора таким образом, чтобы поток монохроматического излучения проходил в выходную диафрагму монохроматора. Показания эталонного приемника излучения $I^*(\lambda)$ и поверяемого радиометра $I(\lambda)$ регистрируют поочередно пять раз на каждой длине волны с шагом 5 нм в рабочем спектральном диапазоне. Затем за выходной щелью монохроматора устанавливают светофильтр и регистрируют показания эталонного приемника излучения $J^*(\lambda)$ и поверяемого радиометра $J(\lambda)$, соответствующие рассеянному излучению в монохроматоре. Результат i -го измерения ОСЧ поверяемого радиометра $S_i(\lambda)$ рассчитывают по известным значениям ОСЧ $S^*(\lambda)$ эталонного приемника излучения и отношению значений измеренных сигналов по формуле

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

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

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

Граница относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений ОСЧ Θ_0 определяется погрешностью РЭ ПИ в соответствии со свидетельством о поверке.

Относительное суммарное СКО результатов измерения ОЧ S_{Σ} определяют по формуле

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

Погрешность спектральной коррекции поверяемого радиометра Θ , в процентах, вызванную отклонением относительной спектральной чувствительности $S(\lambda)$ от стандартной $S^{ст}(\lambda)$, постоянной в пределах рабочего спектрального диапазона и равной 0 вне диапазона, определяют по формуле

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

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 в соответствии с настоящим стандартом установлен перечень контрольных и стандартных источников излучения. Значения $E(\lambda)$ и $E^{ст}(\lambda)$ приведены в таблицах 3—11.

Т а б л и ц а 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
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

Т а б л и ц а 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
362	0,050
364	0,033
366	0,000

Т а б л и ц а 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
358	0,053
360	0,031
362	0,000

Т а б л и ц а 6 — Значения $E^{\text{CT}}(\lambda)$, отн. для стандартного источника излучения

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

Т а б л и ц а 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
393	0,033
398	0,000

Т а б л и ц а 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

Т а б л и ц а 9 — Значения $E^{CF}(\lambda)$, отн. для стандартного источника излучения

Длина волны, нм	$E^{CF}(\lambda)$, 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
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

Т а б л и ц а 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
426	0,068
431	0,031
436	0,000

Т а б л и ц а 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 радиометра-гониометра

Эталонный и поверяемый радиометры поочередно устанавливают на одинаковом расстоянии от УФ-излучателя на основе светодиода и юстируют по углу для получения максимального сигнала. Показания эталонного радиометра P° и поверяемого радиометра P регистрируют поочередно пять раз. Значение абсолютной чувствительности поверяемого радиометра S рассчитывают по формуле

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

Определяют среднее арифметическое значение абсолютной чувствительности поверяемого радиометра, суммарное СКО результата измерений с учетом погрешности эталонного радиометра по формулам (1)—(3).

Для измерения полного потока излучения необходимо установить радиометр перед излучателем на подвижное плечо гониометра, определить рабочий телесный угол Ω с учетом расстояния R от радиометра до излучателя и диаметра D апертурной диафрагмы по формуле

$$\Omega = \pi D^2/4R^2. \quad (6)$$

С использованием гониометра определяют зависимость показаний радиометра потока излучения $P(\varphi)$ от угла отклонения φ от геометрической оси излучателя с шагом $2,5^{\circ}$. Показания радиометра $P(\varphi)$ для каждого угла φ нормируют на показание радиометра $P(\varphi_0)$, соответствующее максимуму углового распределения потока излучения. Поворачивают излучатель относительно геометрической оси на угол ψ с шагом $2,5^{\circ}$ и повторяют измерения. Рассчитывают угловую зависимость потока излучения $P(\varphi, \psi)$ и определяют полный поток излучения по формуле

$$P = P(\Omega) \int \int P(\varphi) d\varphi d\psi. \quad (7)$$

Определяют среднее арифметическое значение полного потока излучения и суммарное СКО результата измерений с учетом погрешности эталонного радиометра по формуле (3).

8.3.3 Определение погрешности, обусловленной отклонением коэффициента линейности от единицы

Коэффициент линейности определяют по отклонению значения чувствительности радиометра от постоянного значения в рабочем диапазоне измерений потока излучения с использованием эталонного радиометра. Эталонным и поверяемым радиометрами измеряют поток излучения источника, соответствующий нижней границе диапазона измерений потока, указанной в паспорте поверяемого радиометра. Измерения проводят пять раз. Определяют средние значения показаний эталонного радиометра P_1 и поверяемого радиометра P_2 , СКО S_0 , суммарное СКО результатов измерений и рассчитывают коэффициент линейности

$$K = (P_1 + P_2)/2P_1 \quad (8)$$

и погрешность поверяемого радиометра Θ_3 , вызванную нелинейностью чувствительности поверяемого радиометра

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

Увеличивают поток источника вдвое и регистрируют показания эталонного и поверяемого радиометров и определяют соответствующее значение погрешности Θ_3 . Измерения повторяют до достижения верхней границы диапазона измерений, указанной в паспорте поверяемого радиометра.

9 Обработка результатов измерений

Обработку результатов измерений характеристик радиометров и определение предела допускаемой погрешности результатов измерений потока излучения проводят в соответствии с ГОСТ 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 определяют по формуле

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

где 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 радиометра для измерений потока излучения Δ_0 рассчитывают по формуле

$$\Delta_0 = K S_{\Sigma 0} = K \left(\sum_{j=1}^4 \Theta_j^2 / 3 + S_0^2 \right)^{1/2}, \quad (11)$$

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

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

Результаты поверки радиометра считаются положительными, если предел допускаемой погрешности не превышает 10 %.

10 Оформление результатов поверки

10.1 При положительных результатах оформляется свидетельство о поверке и радиометр допускают к применению в качестве средства измерений потока излучения 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

T84.10

ОКСТУ 0008

Ключевые слова: излучающий полупроводниковый диод, поток излучения, спектральная чувствительность, средства измерений, радиометр-гониометр, спектральный диапазон

Редактор А.Ю. Томилин

Технический редактор Е.В. Беспрозванная

Корректор Е.Д. Дульнева

Компьютерная верстка И.А. Налейкиной

Сдано в набор 12.02.2015. Подписано в печать 26.02.2015. Формат 60 × 84^{1/8}. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,45. Тираж 47 экз. Зак. 942.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru