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
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 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

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Март 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 (*gost.e-ecolog.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 8
10 Оформление результатов поверки 9

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПОТОКА ИЗЛУЧЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ

Методика поверки

State system for ensuring the uniformity of measurements. Insruments 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 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.			

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 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 ± 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

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

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

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 ОСЧ S_Σ рассчитывают по формуле

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

Погрешность спектральной коррекции поверяемого радиометра Θ_1 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, рассчитывают 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.

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

Длина волны, нм	$E^{СТ}(\lambda)$, отн.	Длина волны, нм	$E^{СТ}(\lambda)$, отн.
316	0,000	342	0,811
318	0,033	344	0,633
320	0,052	346	0,454
322	0,073	348	0,350
324	0,094	350	0,253
326	0,133	352	0,181
328	0,184	354	0,134
330	0,251	356	0,092
332	0,352	358	0,071
334	0,451	360	0,053
336	0,634	362	0,031
338	0,812	364	0,000
340	1,000	366	0,000

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

Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн.	Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн.
316	0,000	342	1,000
318	0,000	344	0,812
320	0,032	346	0,631
322	0,051	348	0,452
324	0,074	350	0,352
326	0,093	352	0,251
328	0,131	354	0,180
330	0,183	356	0,133
332	0,252	358	0,091
334	0,353	360	0,072
336	0,454	362	0,050
338	0,633	364	0,033
340	0,814	366	0,000

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

Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн.	Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн.
316	0,031	340	0,813
318	0,053	342	0,632
320	0,072	344	0,453
322	0,091	346	0,351
324	0,132	348	0,253
326	0,181	350	0,181
328	0,253	352	0,132
330	0,351	354	0,091
332	0,453	356	0,072
334	0,632	358	0,053
336	0,813	360	0,031
338	1,000	362	0,000

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

Длина волны, нм	$E^{ст}(\lambda)$, отн.	Длина волны, нм	$E^{ст}(\lambda)$, отн.
350	0,000	378	0,654
355	0,034	380	0,452
360	0,054	382	0,313
362	0,103	384	0,204
364	0,152	386	0,153
366	0,201	388	0,104
368	0,315	390	0,052
370	0,453	395	0,031
372	0,652	400	0,000
375	1,000	—	—

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

Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн.	Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн.
348	0,000	376	0,653
353	0,033	378	0,451
358	0,052	380	0,311
360	0,104	382	0,203
362	0,151	384	0,151
364	0,204	386	0,102
366	0,313	388	0,054
368	0,452	393	0,033
370	0,650	398	0,000
373	1,000	—	—

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

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

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

Длина волны, нм	$E^{ст}(\lambda)$, отн.	Длина волны, нм	$E^{ст}(\lambda)$, отн.
370	0,000	406	0,653
375	0,035	410	0,576
380	0,069	412	0,500
382	0,104	414	0,421
384	0,184	416	0,344
386	0,263	418	0,261
388	0,342	420	0,181
390	0,423	422	0,102
392	0,502	424	0,065
394	0,578	429	0,033
398	0,654	434	0,000
402	1,000	—	—

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

Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн.	Длина волны, нм	$E(\lambda)$, отн.
372	0,000	408	0,651
377	0,037	412	0,578
382	0,067	414	0,504
384	0,102	416	0,423
386	0,181	418	0,342
388	0,264	420	0,264
390	0,344	422	0,183
392	0,420	424	0,103
394	0,504	426	0,068
396	0,581	431	0,031
400	0,652	436	0,000
404	1,000	—	—

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

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

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

$$S = P/P°. \quad (5)$$

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°. 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° и повторяют измерения. Рассчитывают угловую зависимость потока излучения $P(\varphi, \psi)$ и определяют полный поток излучения по формуле

$$P = P(\Omega)\int_{\varphi}\int_{\psi} P(\varphi)\,d\varphi d\psi. \quad (7)$$

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 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

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

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

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

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

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

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

Сдано в набор 12.03.2019. Подписано в печать 10.04.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,49.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

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

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru