
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
2015

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. № 1288-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 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.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	8
10 Оформление результатов поверки	9

Государственная система обеспечения единства измерений

**СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ СИЛЫ ИЗЛУЧЕНИЯ
И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ****Методика поверки**

State system for ensuring the uniformity of measurements. Instruments 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, зритемной 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 8.552—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 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 Р 8.736—2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения

П р и м е ч а н и е — 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

1

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 средства 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 $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- 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 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 $I^e(\lambda)$ 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 $J^e(\lambda)$ 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 $S^e(\lambda)$ эталонного средства измерений и отношению значений измеренных сигналов по формуле

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

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

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

Граница относительной неисключенной систематической погрешности результата измерений ОСЧ θ_0 определяется погрешностью рабочего эталона ПИ и ЭО по ГОСТ 8.552 (из свидетельства о поверке).

Относительное суммарное СКО результатов измерения ОСЧ S_{Σ} определяют 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 $S^{CT}(\lambda)$, определяют по формуле

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

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

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

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

Т а б л и ц а 3 — Значения $E^{CT}(\lambda)$, отн. для стандартного источника излучения

Длина волны, нм	$E^{CT}(\lambda)$, отн.	Длина волны, нм	$E^{CT}(\lambda)$, 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

Т а б л и ц а 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

Т а б л и ц а 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	338	0,053
336	0,813	360	0,031
338	1,000	362	0,000

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

Длина волны, нм	$E^{CT}(\lambda)$,отн.	Длина волны, нм	$E^{CT}(\lambda)$,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		

Т а б л и ц а 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		

Т а б л и ц а 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		

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

Длина волны, нм	$E^{CT}(\lambda)$,отн.	Длина волны, нм	$E^{CT}(\lambda)$,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		

Т а б л и ц а 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		

Т а б л и ц а 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 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 указан в свидетельстве о поверке.

Показания эталонного средства измерений I^0 и поверяемого I регистрируют поочередно пять раз. Значение абсолютной чувствительности S поверяемого средства измерений рассчитывают по формуле

$$S = I/I^0. \quad (5)$$

Определяют среднее арифметическое значение результата измерений \bar{I} . Оценку относительного среднеквадратического отклонения S_0 результата измерений от среднего арифметического для n независимых измерений определяют 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^0 по формуле

$$\Theta_2 = [1 - (I/I^0)]100 \%. \quad (7)$$

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 значения силы излучения и эффективность силы излучения полупроводниковых излучающих диодов, соответствующие 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 и рассчитывают коэффициент линейности по формуле

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

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 8.736—2011.

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 результатов измерений силы излучения и эффективности полупроводниковых излучающих диодов 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 излучения $\Theta_0 > 8S_0$ 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 спектро-радиометры (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.

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

Редактор *А.Ю. Томили*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 20.02.2015. Подписано в печать 05.03.2015. Формат 60 × 84 $\frac{1}{8}$. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,40. Тираж 45 экз. Зак. 972.

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

