ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.888— 2015

Государственная система обеспечения единства измерений

СВЕТОДИОДЫ ЭТАЛОННЫЕ НЕКОГЕРЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Технические требования

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 206 «Эталоны и поверочные схемы», подкомитетом ПК-10 «Оптические и оптико-физические измерения»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 августа 2015 г. № 1114-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, 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

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Требования к условиям проведения измерений и оборудованию . . . 2
4.1 Условия измерений . . . 2
4.2 Требования к эталонным светодиодам . . . 2
4.3 Требования к фотометрам . . . 3
4.4 Требования к фотометрическим шарам . . . 5
5 Измерение средней силы света . . . 5
5.1 Оптическая схема . . . 5
5.2 Методы измерения . . . 5
6 Измерение светового потока . . . 6
6.1 Гониофотометрический метод . . . 6
6.2 Метод фотометрических шаров . . . 6
7 Спектральные измерения . . . 7
7.1 Режим облучения . . . 7
7.2 Измерение средней силы света светодиода . . . 8
7.3 Режим полного светового потока . . . 8
8 Определение колориметрических характеристик . . . 9
8.1 Расчет цветовых характеристик из спектрального распределения мощности излучения . . . 9
8.2 Определение доминирующей длины волны . . . 9
8.3 Определение характеристик монохроматичности . . . 10
Библиография . . . 11

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

СВЕТОДИОДЫ ЭТАЛОННЫЕ НЕКОГЕРЕНТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Технические требования

State system for ensuring the uniformity of measurements.
Reference Light-imitting diodes (LED) of noncoherent radiation. Technical requirements

Дата введения — 2016—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на светодиоды эталонные некогерентного излучения и устанавливает технические требования к ним.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.023 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений световых величин непрерывного и импульсного излучений

ГОСТ 8.195 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения, спектральной плотности энергетической освещенности, силы излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм

ГОСТ 8.205 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений координат цвета, координат цветности, показателей белизны и блеска

ГОСТ 8.332 Государственная система обеспечения единства измерений. Световые измерения. Значения относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения

ГОСТ 7601 Физическая оптика. Термины, буквенные обозначения и определения основных величин

ГОСТ 26148 Фотометрия. Термины и определения

ГОСТ Р 8.850 Государственная система обеспечения единства измерений. Характеристики люксметров и яркомеров. Общие 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

Издание официальное

(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 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и обозначения по ГОСТ 7601, ГОСТ 26148, рекомендациям [1], а также следующие термины с соответствующими определениями и обозначениями:

3.1 **фотометрия:** Наука об изучении и измерении параметров и характеристик переноса энергии оптического излучения.

3.2 **характеристика спектральной чувствительности;** $s(\lambda)$: Чувствительность фотометрической головки как функция длины волны.

3.3 **фотометрическая головка;** ФГ: Приемник излучения, относительная спектральная чувствительность которого скорригирована под относительную спектральную световую эффективность монохроматического излучения для дневного зрения.

3.4 **гониофотометр:** Фотометр для измерения углового распределения фотометрических характеристик источника света.

3.5 **средняя сила света светодиода:** Сила света светодиода, определяемая с учетом различной интенсивности излучения элементов светодиода.

3.6 **частичный поток излучения светодиода;** Φ_{x°**:** Поток излучения, исходящий от светодиода, распространяющийся в пределах телесного угла x° (с центром в механической оси светодиода) и определяемый по круглой диафрагме и расстоянию, измеренному от конца светодиода.

3.7 **доминирующая длина волны:** Длина волны монохроматического излучения, на которой при аддитивном смешивании со стандартизованным ахроматическим излучением может быть получено цветовое равенство с рассматриваемым цветным излучением.

3.8 **относительная спектральная световая эффективность монохроматического излучения для дневного зрения;** $V(\lambda)$**:** Относительная спектральная световая эффективность излучения для стандартного фотометрического наблюдателя МКО для дневного зрения и поля зрения 2°.

4 Требования к условиям проведения измерений и оборудованию

4.1 Условия измерений

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:
- температура окружающей среды — (25 ± 2) °С;
- относительная влажность воздуха — (65 ± 20) %;
- атмосферное давление — (101 ± 4) кПа;
- напряжение питающей сети — (220 ± 22) В.

Измерения характеристик светодиодов проводят с использованием источника питания постоянного тока в условиях установившегося температурного равновесия.

4.2 Требования к эталонным светодиодам

4.2.1 Требования к оптическим характеристикам эталонных светодиодов

Эталонный светодиод, смонтированный в специально сконструированном корпусе, должен быть соответствующим типу испытуемого светодиода. Светодиод должен быть предварительно отобран и отожжен в течение 1000 ч при номинальных значениях электрических параметров (стабилизация по току и контроль напряжения). К паспорту на эталонный светодиод должен быть приложен протокол «отжига».

Корпус эталонного светодиода должен иметь систему контроля температуры и иметь возможность постоянного регулирования тока для обеспечения постоянной оптической выходной мощности.

Оптическая и механическая оси светодиода должны совпадать (рисунок 1).

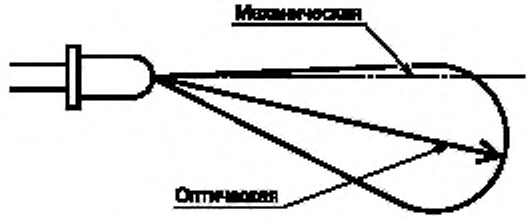


Рисунок 1 — Светодиод, механическая и оптическая оси которого указывают в разных направлениях

4.2.2 Требования к стабильности температуры эталонных светодиодов

Эталонный светодиод должен использоваться в помещении со стабильной температурой.

Эталонный светодиод должен иметь систему активного контроля температуры. К системе активного контроля температуры относятся радиатор с элементом Пельтье. Для контроля процессов нагрева и охлаждения необходимо использовать регулятор с обратной связью.

4.2.3 Требования к кратковременной стабильности эталонных светодиодов

Эталонный светодиод должен сохранять свои фотометрические и колориметрические характеристики в течение 10 мин после выхода на режим.

Отклонения фотометрических характеристик не должны превышать 0,2 %.

4.2.4 Требования к временной стабильности эталонных светодиодов

Эталонный светодиод должен сохранять свои фотометрические и колориметрические характеристики в течение 500 ч.

Отклонения фотометрических характеристик не должны превышать 0,5 %.

Отклонения коррелированной цветовой температуры для эталонных светодиодов белого цвета не должно превышать 50 К.

4.3 Требования к фотометрам

Фотометр/радиометр, применяемый для контроля светодиодов, как правило, состоит из приемника излучения, фильтра, корригированного под $V(\lambda)$, входной диафрагмы и электронной цепи для усиления и измерения выходного сигнала приемника излучения.

4.3.1 Приемники излучения

Для создания фотометров и радиометров, применяемых для контроля светодиодов, используют кремниевые фотодиоды. Кремниевые фотодиоды чувствительны от УФ-диапазона до ближней ИК-области до 1100 нм при пике чувствительности 850—950 нм. Кремниевые фотодиоды имеют линейную характеристику в нескольких декадных полосах частот входного потока излучения и практически пренебрежимую температурную зависимость чувствительности в видимой области. Следует учесть, что фильтры имеют более высокую температурную зависимость светопроницаемости.

4.3.2 Угловая и пространственная чувствительность фотометров/радиометров

Фотометр и радиометр для измерения средней силы света/излучения светодиода не требуют рассеивателя перед светочувствительной площадкой приемника излучения, так как свет падает под малым углом. Они должны иметь постоянную чувствительность только в диапазоне углов, под которыми излучение от испытуемого светодиода может падать на фотометр или радиометр. Поэтому для измерения интенсивности на передней поверхности фотометра или радиометра косинусная корректировка, как правило, не требуется, но для реализации светочувствительной области большей, чем светочувствительная область детектора, допускается использовать светорассеиватель. Необходимо учесть, что при малом расстоянии до источника требуется значительно больший размер светочувствительной области детектора, чем передняя диафрагма фотометра. Фотометр/радиометр, используемый с фотометрическим шаром для измерения силы света или потока излучения, требует наличия рассеивателя перед светочувствительной площадкой приемника излучения.

Для измерения средней силы света светодиода чувствительность на входной диафрагме фотометра/радиометра должна быть постоянна, чтобы обеспечить равное значение силы излучения по всей площади входной диафрагмы. Некоторые светодиоды имеют малый угол луча или неравномерное распределение силы излучения, что может вызывать неравномерное распределение освещенности в

диафрагме. Если чувствительность на входной диафрагме непостоянна, это может привести для таких светодиодов к значительным ошибкам в измеренной средней силе излучения светодиода, и особенно — при малых расстояниях между светодиодом и приемником излучения (до 100 мм).

4.3.3 Спектральная чувствительность фотометров/радиометров

Спектральная чувствительность $s(\lambda)$ фотометра/радиометра может быть выражена абсолютным коэффициентом s_0 и относительной функцией $s_r(\lambda)$, причем

$$s(\lambda) = s_0\, s_r(\lambda). \qquad (1)$$

Описание процедуры определения спектральной чувствительности детекторов оптического излучения — в соответствии с ГОСТ 8.195.

Если на приемник падает излучение со спектральным распределением $X(\lambda)$, фототок i может быть рассчитан по формуле

$$i = \int_0^\infty X(\lambda) s(\lambda) d\lambda = X_0 s_0 \int_0^\infty s_r(\lambda) V(\lambda) d\lambda, \qquad (2)$$

где $X(\lambda) = X_0\, s(\lambda)$;

X_0 — коэффициент нормализации;

$V(\lambda)$ — относительная спектральная световая эффективность монохроматического излучения для дневного зрения.

$X(\lambda)$ представляет собой либо фотометрическое, либо радиометрическое измеряемое свойство.

Относительная спектральная чувствительность фотометра должна быть как можно ближе к $V(\lambda)$ в соответствии с ГОСТ 8.332.

Относительная спектральная чувствительность радиометра должна быть как можно более ровной в видимой области спектра.

4.3.3.1 Фотометр для измерений эталонных светодиодов белого цвета

Фотометры классифицируют по коэффициенту f_1'. Число f_1' рекомендовано для контроля эталонных светодиодов. Если коррекцию спектрального несоответствия проводят не всегда (как указано в 5.2.3), рекомендуется для контроля эталонных светодиодов использовать фотометр со значением f_1' < 1,5 %. Число f_1' определяют как

$$f_1' = \frac{\int |s^*(\lambda)_{rel} - V(\lambda)| d\lambda}{\int V(\lambda) d\lambda}, \qquad (3)$$

где $s^*(\lambda)_{rel}$ — нормализованная относительная спектральная чувствительность детектора

$$s^*(\lambda)_{rel} = s(\lambda)_{rel} \frac{\int S(\lambda)_A V(\lambda) d\lambda}{\int S(\lambda)_A S(\lambda)_{rel} d\lambda}, \qquad (4)$$

где $S(\lambda)_A$ — относительное спектральное распределение стандартного источника света А по ГОСТ 8.023. Последнее включено в формулу (4) для учета того, что фотометры калибруют с использованием лампы накаливания с вольфрамовой нитью, настроенной на температуру распределения стандартного источника света А. Погрешности измерения для белых светодиодов будут сведены к минимуму, если число f_1' мало. Однако погрешность необходимо оценивать надлежащим образом.

4.3.3.2 Фотометр для контроля эталонных цветных (не белых) светодиодов

В случае одноцветных светодиодов ошибки спектрального несоответствия могут быть большими, даже если число f_1' достаточно мало, из-за того, что некоторые спектры светодиодов достигают пика на концах функции $V(\lambda)$, где отклонение оказывает небольшое воздействие на f_1', но может внести большой вклад в погрешность измерения.

При контроле одноцветных светодиодов необходимо предоставление относительной спектральной чувствительности фотометра с примерами, как применять коррекцию ошибок спектрального несоответствия и как оценивать погрешности измерения измеряемых фотометрических свойств данного цветного светодиода.

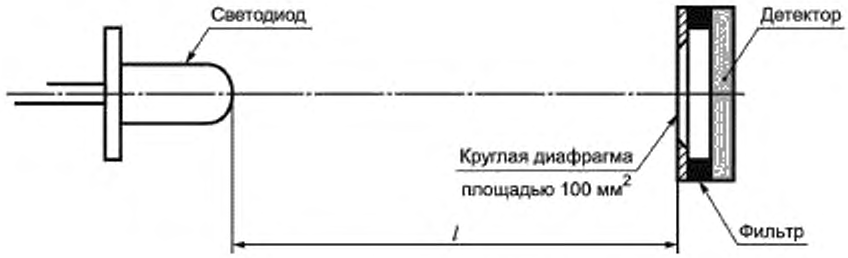
4.4 Требования к фотометрическим шарам

Следует использовать фотометрические шары диаметром не менее 200 мм. Отражение внутреннего покрытия должно быть от 90 % до 98 %, для измерения частичного светового потока — от 95 % до 98 % в диапазоне длин волн от 360 до 800 нм.

5 Измерение средней силы света

5.1 Оптическая схема

Для измерений средней силы света эталонного светодиода используют оптические схемы А и В (рисунок 2). Для схемы А расстояние l = 0,316 м, для схемы В l = 0,100 м.



l — расстояние между светодиодом и плоскостью входной диафрагмы детектора, м

Рисунок 2 — Схема стандартных условий А и В для измерения средней силы света светодиода

Светодиод центрируют так, чтобы механическая ось светодиода проходила через центр диафрагмы детектора.

В обеих оптических схемах используют детектор с круглой входной диафрагмой площадью 100 мм^2.

5.2 Методы измерения

5.2.1 Метод калибровки эталонного светодиода по фотометру

Фотометр для определения средней силы света эталонного светодиода должен быть калиброван по коэффициенту преобразования по спектру эталонного источника типа А на расстоянии, соответствующем оптической схеме А или оптической схеме В. Относительная спектральная чувствительность фотометрической головки и относительные спектральные распределения мощности излучения эталонных светодиодов должны быть известны.

Фотометр помещают на точное расстояние l (в соответствии со схемой А или В). Среднюю силу света эталонного светодиода $I_{сд}$ определяют по формуле

$$I_{сд} = F\,l^2\,\frac{R}{S_{сд}}, \qquad (5)$$

где R — сигнал фотометрической головки;

$S_{сд}$ — коэффициент преобразования фотометрической головки для соответствующей оптической схемы (А или В);

F — коэффициент поправки на спектральное несоответствие, определяемый по формуле

$$F = \frac{\int \varphi_{сд}(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int \varphi_0(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \times \frac{\int \varphi_0(\lambda) S_{фг}(\lambda) d\lambda}{\int \varphi_{сд}(\lambda) S_{фг}(\lambda) d\lambda}, \quad (6)$$

где $\varphi_{сд}(\lambda)$ — относительное спектральное распределение излучения калибруемого светодиода;

$\varphi_0(\lambda)$ — относительное спектральное распределение излучения источника типа А;

$S_{фг}(\lambda)$ — относительная спектральная чувствительность фотометрической головки;

$V(\lambda)$ — относительная спектральная световая эффективность монохроматического излучения для дневного зрения ГОСТ 8.332.

6 Измерение светового потока

Для измерения полного светового потока эталонного светодиода используют гониофотометры или фотометрические шары. Для измерения частичного светового потока эталонного светодиода используют фотометрические шары.

6.1 Гониофотометрический метод

Фотометрическая головка гониофотометра должна соответствовать требованиям, указанным в 4.3.

Гониофотометр должен быть экранирован от окружающего света и от отраженного света в пределах прибора.

Диапазон сканирования по углам должен охватывать весь телесный угол, в котором испытуемый светодиод испускает свет.

Расстояние между фотометром и калибруемым светодиодом должно быть не менее 300 мм. Если гониофотометр также предназначен для измерения средней силы света светодиода, расстояние l должно быть 100 мм для схемы А и 316 мм — для схемы В.

При измерении пространственного распределения силы света $I(\theta,\phi)$ эталонного светодиода полный световой поток Ф определяют по формуле

$$\Phi = \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} I(\theta, \phi) \sin\theta d\theta d\phi, \quad (7)$$

где $I(\theta,\phi)$ — пространственное распределение силы света в телесном угле θ при угле наблюдения ϕ.

При измерении пространственного распределения освещенности $E(\theta,\phi)$ по воображаемой сферической поверхности с радиусом r полный световой поток Ф определяют по формуле

$$\Phi = r^2 \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} E(\theta, \phi) \sin\theta d\theta d\phi, \quad (8)$$

где $E(\theta,\phi)$ — пространственное распределение освещенности в телесном угле θ при угле наблюдения ϕ;

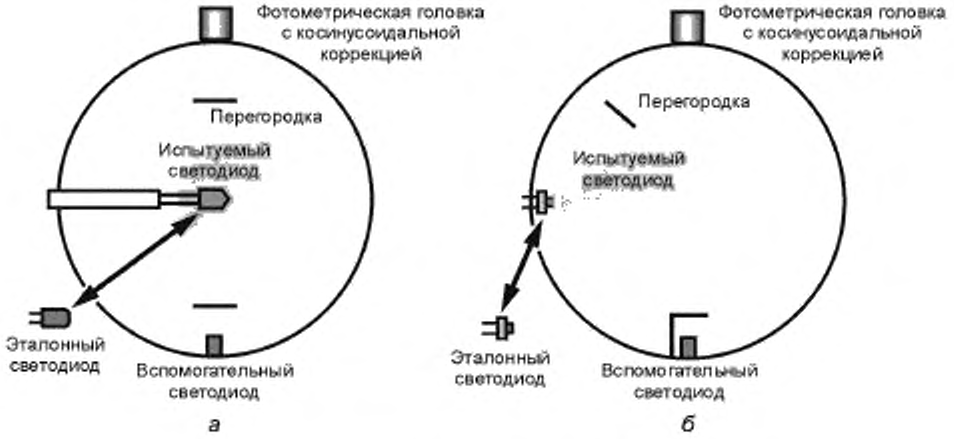
r — расстояние от излучающей поверхности светодиода до чувствительной поверхности фотометра.

6.2 Метод фотометрических шаров

6.2.1 Измерение полного светового потока

Полный световой поток эталонного светодиода измеряют методом сравнения с эталонным источником света, калиброванным по полному световому потоку.

Оптические схемы фотометрических шаров для измерения полного светового потока эталонных светодиодов представлены на рисунке 3.



а — для эталонных светодиодов, у которых присутствует обратное излучение,
б — для эталонных светодиодов без обратного излучения.

Рисунок 3 — Оптические схемы фотометрических шаров для полного светового потока эталонных светодиодов

Фотометрическая головка должна соответствовать требованиям, указанным в 4.3.

6.2.2 Поправка на спектральное несоответствие

Фотометр калибруют с помощью эталонного источника света, затем измеряют фотометрические характеристики эталонных светодиодов любого цвета с применением коррекции спектрального несоответствия по ГОСТ Р 8.850.

Коэффициент коррекции спектрального несоответствия F определяют по формуле

$$F = \frac{\int \varphi_{сд}(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int \varphi_{0}(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \times \frac{\int \varphi_{0}(\lambda) S_{фг}(\lambda) T_{сф}(\lambda) d\lambda}{\int \varphi_{сд}(\lambda) S_{фг}(\lambda) T_{сф}(\lambda) d\lambda}, \quad (9)$$

где $\varphi_{сд}(\lambda)$ — относительное спектральное распределение калибруемого светодиода;

$\varphi_{0}(\lambda)$ — относительное спектральное распределение эталонного источника света;

$T_{сф}(\lambda)$ — спектральный коэффициент пропускания фотометрического шара;

$S_{фг}(\lambda)$ — относительная спектральная чувствительность фотометрической головки;

$V(\lambda)$ — относительная спектральная световая эффективность монохроматического излучения для дневного зрения.

7 Спектральные измерения

Для проведения измерений спектральных характеристик излучения эталонных светодиодов должен быть использован спектрорадиометр с полосой пропускания не более 1,5 нм.

Шаг сканирования должен быть не более 1 нм.

7.1 Режим облучения

Измеряют излучение от светодиода, распространяющееся в одном направлении в пределах малого телесного угла.

Спектрорадиометр калибруют с помощью стандартной спектральной лампы (как правило, квазигалогеновой лампы с вольфрамовой нитью). Для калибровки используют фотометрический шар диаметром 50 мм. Излучение от стандартной лампы и эталонного светодиода должно попадать в спектрорадиометр с одинаковым пространственным и угловым распределением и одинаковыми условиями поляризации.

7.2 Измерение средней силы света светодиода

Спектрорадиометр в режиме облучения должен быть настроен по оптической схеме А или В (см. 5.1) и калиброван по абсолютному спектральному облучению. Измеряют абсолютную спектральную плотность энергетической освещенности $E(\lambda)$ эталонного светодиода. Среднюю силу света светодиода $I_{сд}$ вычисляют по формуле

$$I_{сд} = l^2 \cdot 683 \int_{\lambda} E(\lambda) V(\lambda) d\lambda, \quad (10)$$

где l — расстояние между эталонным светодиодом и плоскостью входной диафрагмы спектрорадиометра, м;

$V(\lambda)$ — относительная спектральная световая эффективность монохроматического излучения для дневного зрения.

7.3 Режим полного светового потока

Измеряют среднее пространственное распределение спектральной характеристики излучения эталонного светодиода. Оптическая схема измерений представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 — Оптическая схема измерений в режиме полного потока

Систему (спетрорадиометр плюс шар) калибруют с помощью стандартной лампы полного потока спектрального излучения (как правило, лампы накаливания с вольфрамовой нитью). Спектральный поток пространственно интегрируют по всему телесному углу.

7.3.1 Измерение полного светового потока

Измеряют абсолютную плотность спектрального потока излучения эталонного светодиода $\Phi(\lambda)$. Полный световой поток Φ_V вычисляют по формуле

$$\Phi_V = 683 \int \Phi(\lambda) V(\lambda) d\lambda, \quad (11)$$

где $V(\lambda)$ — относительная спектральная световая эффективность монохроматического излучения для дневного зрения.

8 Определение колориметрических характеристик

Цвет света, излучаемого эталонным светодиодом, зависит от координат цветности, которые могут быть получены следующими способами:

- расчетом из спектрального распределения мощности излучения;
- определением доминирующей длины волны;
- определением характеристик монохроматичности.

8.1 Расчет цветовых характеристик из спектрального распределения мощности излучения

Каждый цветовой оттенок, характеризующийся спектральной плотностью мощности излучения $P(\lambda)$, может быть выражен набором трех параметров по ГОСТ 8.205:

$$X = \int_{\lambda} \bar{x}(\lambda) P(\lambda) d\lambda; \tag{12}$$

$$Y = \int_{\lambda} \bar{y}(\lambda) P(\lambda) d\lambda; \tag{13}$$

$$Z = \int_{\lambda} \bar{z}(\lambda) P(\lambda) d\lambda, \tag{14}$$

где X, Y и Z — значения трех основных цветов, соответствующие возбуждению (т. е. мощности) каждой из составляющих трех основных цветов (красного, зеленого и синего), образующих излучение цвета $P(\lambda)$;

$\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$ — удельные координаты цвета для стандартного колориметрического наблюдателя.

Значения X, Y и Z указывают на количество красного, зеленого и синего цвета в спектре $P(\lambda)$.

На практике удобнее использовать координаты цветности (x, y), которые рассчитывают по формулам:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}; \tag{15}$$

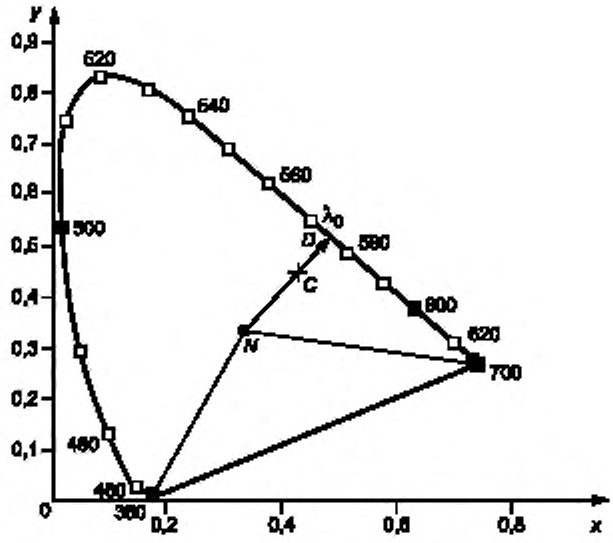
$$y = \frac{Y}{X+Y+Z}. \tag{16}$$

В соответствии с формулами (15) и (16) значение координаты цветности определяет степень возбуждения одной из групп цветовых рецепторов, деленную на нормированное суммарное возбуждение ($X + Y + Z$). Значение координаты z вычисляют с помощью аналогичного выражения

$$z = \frac{Z}{X+Y+Z} = 1 - x - y. \tag{17}$$

8.2 Определение доминирующей длины волны

Доминирующей длиной волны калибруемого светодиода считают длину волны монохроматического излучения, расположенную на краю цветовой диаграммы (рисунок 5) в месте пересечения прямой линии, проведенной к краю диаграммы, проходящей через точку N равной энергии (x_N = 0,3333, y_N = 0,3333) источника белого света и точку с координатами цветности (x, y), соответствующими калибруемому источнику света с границей локуса. Точка пересечения этой прямой с внешней границей цветовой диаграммы и будет определять доминирующую длину волны источника.



N — точка равной энергии; *C* — точка с координатами цветности исследуемого источника;
D — точка на границе цветовой диаграммы, указывающая доминирующую длину волны

Рисунок 5 — Цветовая диаграмма МКО 1931

8.3 Определение характеристик монохроматичности

Характеристикой монохроматичности считают условную чистоту цвета светодиода *p*, определяемую по следующим формулам:

$$p = \frac{x - x_n}{x_d - x_n} \tag{18}$$

или

$$p = \frac{y - y_n}{y_d - y_n}, \tag{19}$$

где x и y — координаты цветности рассматриваемого излучения;

x_n и y_n — координаты цветности ахроматического излучения;

x_d и y_d — координаты цветности доминирующей длины волны.

Библиография

[1] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 29—2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

УДК 621.3.089.6:006.354 ОКС 17.180

Ключевые слова: светодиод, некогерентное излучение

Редактор *Н.Е. Рагузина*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 12.03.2019. Подписано в печать 18.03.2019. Формат 60×84½. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,40.

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