ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.971— 2019

Государственная система обеспечения единства измерений

ЛАМПЫ, СВЕТИЛЬНИКИ И МОДУЛИ СВЕТОДИОДНЫЕ

Методы измерения фотометрических и колориметрических характеристик

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»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 августа 2019 г. № 518-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*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, 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 проведению измерений 3
4.1 Стандартные условия измерений 3
4.2 Требования к лаборатории и условиям окружающей среды 3
4.3 Требования к электрическим параметрам и электрооборудованию для измерений 4
4.4 Стабилизация перед проведением измерений 5
4.5 Оборудование для фотометрических и колориметрических измерений 6
5 Подготовка к измерениям, требования к установке и режиму работы испытуемого устройства 9
5.1 Отжиг (старение) 9
5.2 Требования к испытуемому устройству 9
5.3 Установка и юстировка 9
5.4 Режим работы светодиодных устройств 9
6 Измерение фотометрических характеристик 10
7 Измерение колориметрических характеристик 12
8 Неопределенности измерений 13
9 Представление результатов измерений 15
Библиография 17

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ЛАМПЫ, СВЕТИЛЬНИКИ И МОДУЛИ СВЕТОДИОДНЫЕ

Методы измерения фотометрических и колориметрических характеристик

State system for ensuring the uniformity of measurements. Light-emitting diode (LED) lamps, luminaires and modules. Methods of photometric and colorimetric characteristics measurement

Дата введения — 2020—04—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на светодиодные лампы, светильники и модули и устанавливает методы измерения их фотометрических (полный световой поток, световая отдача, распределение силы света, яркость) и колориметрических (координаты цветности, коррелированная цветовая температура, индекс цветопередачи, угловая цветовая неоднородность) характеристик.

Настоящий стандарт не распространяется на испытания готовой продукции (ламп, светильников и светодиодных модулей), проводимые испытательными лабораториями и центрами.

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

ГОСТ 8.654 Государственная система обеспечения единства измерений. Фотометрия. Термины и определения

ГОСТ 13088 Колориметрия. Термины, буквенные обозначения

ГОСТ 32144—2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ 34100.3/ISO/IEC Guide 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения

ГОСТ Р 8.749—2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Светодиоды. Методы измерения фотометрических характеристик

ГОСТ Р 8.827 Государственная система обеспечения единства измерений. Метод измерения и определения индекса цветопередачи источников излучения

ГОСТ Р 8.850—2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Характеристики люксметров и яркомеров. Общие положения

ГОСТ Р 54350—2015 Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 54814/IEC/TS 62504:2011 Светодиоды и светодиодные модули для общего освещения. Термины и определения

Издание официальное

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 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 8.654, ГОСТ Р 54814, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **светодиодный источник света:** Электрический источник света, в котором источником излучения является светодиод или группа светодиодов.

3.2 **светодиодная лампа:** Источник света, состоящий из одного или нескольких светодиодов или светодиодных модулей, смонтированных в одном или нескольких цоколях.

3.3 **устройство управления:** Устройство, преобразующее входные электрические сигналы в номинальные значения тока и напряжения для светодиодов или светодиодных модулей.

3.4 **светодиодный светильник:** Светильник, состоящий из одного или нескольких светодиодных источников света.

3.5 **отжиг (светодиодного источника света):** Период предварительной подготовки светодиодного источника света, после которого стабилизируются его фотометрические и электрические характеристики.

3.6 **время стабилизации (светодиодного устройства):** Время, необходимое светодиодному источнику света для достижения стабильных значений фотометрических и электрических выходных параметров при постоянных значениях входных электрических параметров.

3.7 **рабочая температура:** Температура, связанная с эффективностью светодиодного источника света. Рабочая температура измеряется в специально обозначенной точке t_p. Расположение этой точки должно быть указано производителем либо определено в лаборатории как точка с наибольшей температурой при работе прибора в штатном режиме.

3.8 **нормируемая максимальная рабочая температура (светодиодного модуля) $t_{p.n}$:** Наибольшая допустимая температура t_p-точки, соответствующая номинальному режиму работы светодиодного модуля, указанному производителем или ответственным поставщиком.

Примечание — В обозначении $t_{p.\,n}$ буква n — это нормированный срок службы светодиодного модуля, выраженный в тысячах часов.

3.9 **коэффициент полезного действия (светильника):** Отношение полного светового потока светильника, измеренного в определенных условиях применения, с его собственными лампами и компонентами, к сумме световых потоков этих же ламп, когда они работают вне светильника с теми же компонентами и в тех же условиях.

3.10 **частичный световой поток источника света Φ_α:** Световой поток, создаваемый источником света внутри определенного конусного угла α и определяемый по формуле

$$\Phi_\alpha = \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\alpha/2} I(\theta,\varphi) \sin\theta d\theta d\varphi \,, \qquad (1)$$

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

3.11 **фотометрическая головка;** ФГ: Приемник излучения, относительная спектральная чувствительность которого корригирована под относительную спектральную световую эффективность монохроматического излучения для дневного зрения $V(\lambda)$.

3.12 **интервал допуска:** Диапазон допустимых значений характеристики.

Примечание — Допустимые предельные отклонения лежат в пределах интервала допуска (кроме специально оговоренных случаев).

3.13 **интервал приемки:** Диапазон допустимых измеренных значений характеристики.

4 Требования к проведению измерений

4.1 Стандартные условия измерений

Измерения фотометрических, колориметрических и электрических характеристик светодиодных устройств проводят с использованием оборудования, обеспечивающего стандартные условия испытаний, которые соответствуют заданным условиям эксплуатации испытуемого устройства (ИУ).

Все измерения должны иметь прослеживаемость к единице СИ (международной метрической системы единиц). В протокол измерений включают сведения о погрешностях/неопределенностях измерений (см. раздел 8). Все значения погрешностей/неопределенностей, связанные с оборудованием, рассчитывают с доверительной вероятностью 95 % при коэффициенте охвата k=2.

Все параметры стандартных условий испытаний должны находиться в пределах интервала допуска. Отклонение какого-либо параметра стандартных условий испытаний за пределы интервала допуска учитывают при расчете погрешности/неопределенности измерений.

4.2 Требования к лаборатории и условиям окружающей среды

4.2.1 Помещение для испытаний

В помещении, где проводят испытания, влияние внешних факторов (таких, как дым, пыль, вибрации) на результаты испытаний должно быть исключено.

Оборудование должно быть размещено так, чтобы минимизировать влияние постороннего и рассеянного света.

Для защиты от засветки входного окна фотометрической головки и зеркал гониофотометра следует использовать экраны. Экраны должны быть установлены таким образом, чтобы посторонний свет мог попасть во входное окно фотометрической головки только после не менее чем двух отражений от черных поверхностей.

Все поверхности, находящиеся в зоне видимости входного окна фотометрической головки, в том числе скошенные края зеркал, должны быть окрашены матовой черной краской.

4.2.2 Температура окружающей среды

Температура окружающей среды должна быть 25 °С. Интервал допуска составляет ±1,2 °С.

Температуру окружающей среды измеряют в определенных точках вблизи ИУ. При проведении измерений с применением интегрирующей сферы датчик температуры располагают внутри сферы на той же высоте, что и ИУ, или на близкой к ИУ высоте. Датчик температуры должен быть экранирован от попадания прямого излучения от ИУ. Следует исключить влияние кондиционера или нагревательных приборов на ИУ и датчик температуры.

Если заданная заказчиком температура испытаний отличается от 25 °С, то измерения проводят при двух температурах, чтобы определить коэффициент преобразования фотометрических параметров, измеренных при температуре 25 °С, в фотометрические параметры для заданной температуры. Коэффициент преобразования определяют через отношение полных световых потоков (или силы света, или яркости) ИУ, измеренных в термокамере или в измерительном комплексе с температурным контролем.

4.2.3 Температура поверхности (температура t_p-точки)

Все измерения светодиодных модулей, за исключением предназначенных для работы при заданных температурах окружающей среды, проводят при номинальной температуре t_p. Допустимое отклонение — ±2,5 °С. Термометр не должен быть расположен на пути измеряемого светового луча. Следует убедиться в надежности контакта между термометром и поверхностью ИУ.

4.2.4 Движение воздуха

Измерения на ИУ следует проводить в интервале допуска движения воздуха от 0 до 0,25 м/с. Скорость движения воздуха измеряют вблизи ИУ.

При измерениях на гониофотометре скорость движения гониометра должна удовлетворять установленным выше требованиям. Отклонение за пределы интервала допуска учитывают при расчете погрешности/неопределенности измерений.

4.2.5 Рабочее положение

ИУ должно оставаться в рабочем положении в течение всего времени стабилизации и испытаний. Невозможность выполнения этого требования учитывают при расчете погрешности/неопределенности измерений.

4.3 Требования к электрическим параметрам и электрооборудованию для измерений

4.3.1 Напряжение и ток

Номинальные значения напряжения или тока (для светодиодных модулей с питанием постоянным током) ИУ измеряют на клеммах питания.

Допустимое отклонение от номинальных параметров электропитания составляет: ±0,4 % — для переменного напряжения; ±0,2 % — для постоянного напряжения и постоянного тока. Для выполнения этих требований результаты измерений должны находиться в пределах интервала приемки.

4.3.2 Измерения электрических параметров

Погрешность/неопределенность поверки/калибровки вольтметров и амперметров переменного тока должна быть не более 0,2 %; вольтметров и амперметров постоянного тока — не более 0,1 % номинальных значений.

Погрешность/неопределенность поверки/калибровки измерителей мощности и анализаторов мощности переменного тока должна быть не более 0,5 % номинальных значений. Полоса пропускания должна быть не менее 100 кГц. Нижняя граница полосы пропускания может быть 5 или 30 кГц, если отсутствуют высокочастотные составляющие (выше 5 или 30 кГц соответственно).

Наличие высокочастотных составляющих в светодиодном устройстве зависит от вспомогательной аппаратуры. Для устройств управления, генерирующих высокочастотные составляющие, для анализатора мощности может быть недостаточной полоса пропускания 100 кГц, в этом случае его следует подбирать в соответствии с характеристиками устройства управления.

Все питающие провода и соединения должны быть надежно закреплены и иметь достаточно низкое сопротивление. При измерениях электрических параметров следует применять четырехпроводную схему подключения ИУ. Для светодиодных светильников соединительные клеммы являются контрольными точками для измерения напряжения.

При измерениях светодиодных устройств с очень маленькой потребляемой мощностью сопротивление вольтметра или измерителя мощности должно быть достаточно высоким для исключения погрешности от токов утечки.

Внутреннее сопротивление схемы для измерения напряжения должно быть не менее 1 МОм.

Для ИУ с высоким сопротивлением используют оборудование с высоким внутренним сопротивлением.

Мощность постоянного тока измеряют напрямую ваттметром или рассчитывают из измеренных напряжения и тока.

4.3.3 Электропитание

4.3.3.1 Мощность

Выходной ток источников питания должен соответствовать току, потребляемому подключенной нагрузкой. В частности, выходное сопротивление источника питания, стабилизирующего ток, должно быть согласовано с сопротивлением нагрузки.

4.3.3.2 Питание переменным током

Напряжение питания переменного тока регулируют на клеммах питания ИУ.

Отклонения напряжения питания в процессе измерений ИУ не должны превышать интервала приемки по 4.3.1. Превышение интервала приемки учитывают при расчете погрешности/неопределенности измерений.

Напряжение питания должно иметь синусоидальную форму. Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения K_U по ГОСТ 32144—2013 (подпункт 4.2.4.1) сети питания (блок питания, кабели и соединения), измеряемый на питающих клеммах ИУ, не должен превышать 1,5 %. Если измеряемое ИУ имеет коэффициент мощности более 0,9, то значения K_U могут находиться в интервале от 1,5 % до 3 %.

Результаты электрических измерений зависят от значения K_U, на которое оказывают влияние внутреннее сопротивление источника электропитания сети и форма кривой тока светодиодного устройства. Это влияние тем больше, чем меньше коэффициент мощности и больше значение генерируемой высокочастотной составляющей. Погрешность/неопределенность измерений может быть существенной, если электрическая сеть имеет высокое сопротивление при данных частотах.

Влияние сопротивления электрической схемы (длина кабелей, петли) на электрические измерения проверяют в автономном режиме. Результаты учитывают при оценке погрешности/неопределенности измерений.

Интервал допуска частоты питающего напряжения не должен превышать ±0,2 % от заданной величины.

4.3.3.3 Питание постоянным током

Напряжение питания постоянным током регулируют на клеммах питания ИУ.

Отклонения напряжения питания в процессе измерений ИУ не должны превышать интервала приемки по 4.3.1.

Для светодиодных модулей с питанием постоянным током регулировку тока проводят в пределах интервала приемки.

Значение переменной составляющей в напряжении питания не должно превышать 0,5 % значения напряжения.

4.3.3.4 Электромагнитная совместимость

Аппаратура для электропитания и другие электрические приборы, находящиеся поблизости, не должны оказывать заметного влияния на работу оборудования для электрических и фотометрических измерений.

4.4 Стабилизация перед проведением измерений

Измерения следует проводить после того, как ИУ и испытательное оборудование достигнут стабильного состояния. В процессе стабилизации измерения световых и электрических характеристик проводят не реже, чем через одну минуту.

4.4.1 Светодиодные лампы и светильники

Данный метод применяют для светодиодных устройств со встроенной системой теплоотвода.

ИУ должно работать не менее 30 мин до начала измерений. Его состояние считают стабильным, если отношение максимальных и минимальных показаний световых и электрических характеристик в течение последних 15 мин составляет менее 0,5 % минимального значения.

Если обнаруживаются большие флуктуации и стабилизация не достигается в течение 45 мин работы лампы или 150 мин работы светильника, то при измерениях наблюдаемые отклонения должны быть занесены в протокол. Если же вместо случайных отклонений наблюдается плавное и стабильное увеличение (или уменьшение) измеряемых значений, то измерения могут быть начаты только после достижения ИУ состояния, соответствующего критериям стабилизации.

Стабилизация связана с достижением теплового равновесия составными частями ИУ. Предварительный отжиг (работа источника света до монтажа в измерительном комплексе) приводит к уменьшению времени стабилизации.

4.4.2 Светодиодные модули

Тепловое состояние светодиодных модулей без встроенного теплоотвода оценивают рабочей температурой t_p, измеренной в t_p-точке. Для достижения заданной температуры в светодиодных модулях используют внешнее устройство с контролем температуры, обеспечивающее теплоотвод или дополнительный нагрев.

Модуль считают достигшим стабильного состояния, если значение заданной рабочей температуры t_p в течение 15 мин изменяется в пределах ±1 °С.

Для светодиодных модулей со встроенным теплоотводом сначала проводят процедуру стабилизации по 4.4.1 при температуре окружающего воздуха 25 °С с записью значений температуры t_p, после чего проводят измерения при дополнительных значениях t_p, указанных заказчиком.

4.5 Оборудование для фотометрических и колориметрических измерений

Для проведения фотометрических и колориметрических измерений применяют:

- комплексы с интегрирующей сферой: интегрирующая сфера с фотометром, интегрирующая сфера со спектрорадиометром;
- гониофотометрические комплексы: гониометр с фотометром (в том числе гониофотометры ближней зоны), гониометр со спектрорадиометром, гониометр с трехканальным колориметром;
- яркомеры (фотоэлектрические и цифровые).

Выбор средства измерений зависит от типа ИУ и от измеряемых параметров. Измерения ИУ малых размеров, для которых не требуется определять распределение силы света (например, светодиодных ламп), проводят на комплексах с интегрирующей сферой. Измерения светильников, для которых обычно требуются данные о распределении силы света, проводят на гониофотометрических комплексах. Для определения колориметрических характеристик применяют комплексы сфера — спектрорадиометр, гониометр — спектрорадиометр или гониометр — колориметр. Комплекс гониометр — колориметр следует применять только для измерений относительных колориметрических характеристик.

Все средства измерений должны быть поверены/откалиброваны с прослеживаемостью к единице СИ. Все фотометрические измерения проводят на фотометрах, спектральные характеристики которых соответствуют функции относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения $V(\lambda)$ по ГОСТ 8.332.

4.5.1 Требования к спектральной чувствительности фотометров

Относительная спектральная чувствительность фотодетекторов фотометрических головок и яркомеров, используемых для измерений, должна быть корригирована под функцию $V(\lambda)$. Коэффициент спектрального несоответствия f_1' по ГОСТ Р 8.850 не должен превышать 3 %.

Если это требование выполняется, то коррекция спектрального несоответствия требуется только при измерениях ИУ с цветными светодиодами. Если коррекция спектрального несоответствия применяется при измерениях каждого ИУ, то допускается невыполнение этого требования. В этом случае текущие значения f_1' заносят в протокол измерений.

В любом случае спектральное несоответствие учитывают при расчете погрешности/неопределенности измерений.

4.5.2 Интегрирующие сферы

4.5.2.1 Общие требования

Интегрирующая сфера должна быть оборудована вспомогательной лампой для измерения самопоглощения. Самопоглощение зависит от соотношения размеров ИУ и сферы, формы и размеров ИУ и эталонной лампы, а также отражающих характеристик ИУ и покрытия сферы.

Когда ИУ устанавливают в центре сферы (4π-геометрия), площадь поверхности ИУ должна составлять не более 2 % площади внутренней поверхности сферы. Когда ИУ устанавливают у бокового отверстия сферы (2π-геометрия), диаметр отверстия не должен превышать 1/3 диаметра сферы. Когда линейное ИУ устанавливают в центре сферы, его длинная ось должна совпадать с линией, проведенной между фотометрической головкой и центром сферы, чтобы минимизировать размеры экрана.

Внутреннее покрытие сферы должно быть диффузным, высокоотражающим, спектрально неселективным и нефлюоресцирующим. Для измерений рекомендуется использовать сферы с коэффициентом отражения покрытия не менее 90 %.

Держатель источника света и вспомогательное оборудование внутри сферы должны иметь как можно меньшие размеры и покрытие с максимально возможным диффузным отражением.

Для обеспечения косинусной коррекции на входное отверстие для фотометрической головки или спектрорадиометра устанавливают рассеиватель или вспомогательную сферу. Косинусная погрешность должна быть не более 15 %.

Воспроизводимость измерений при закрывании и открывании сферы должна быть в пределах ±0,5 %.

Если определение чувствительности сферы не проводят перед каждым измерением, то интервал между поверками/калибровками определяется таким образом, чтобы чувствительность сферы изменялась за этот интервал не более чем на 0,5 %.

Поверку/калибровку интегрирующей сферы проводят с использованием эталона, имеющего сходное с ИУ распределение силы света. Различие в распределении силы света учитывают при расчете погрешности/неопределенности измерений.

4.5.2.2 Комплекс сфера — спектрорадиометр

Комплекс сфера — спектрорадиометр следует поверять/калибровать с использованием эталона полного спектрального потока излучения, имеющего прослеживаемость к единице СИ. В случае отсутствия такого эталона поверка/калибровка может быть проведена с использованием эталонной лампы спектральной плотности энергетической освещенности или эталонной лампы полного светового потока, имеющих прослеживаемость к единице СИ. В этом случае метод и связанные с ним параметры должны быть записаны в протокол измерений.

Спектрорадиометр, используемый в комплексе сфера — спектрорадиометр, должен удовлетворять следующим требованиям:

- диапазон длин волн — от 380 до 780 нм;
- неопределенность измерения длины волны спектрорадиометром не должна превышать 0,5 нм при $k = 2$;
- спектральная ширина щели и шаг сканирования не должны превышать 5 нм.

Спектрорадиометр должен иметь линейный отклик на входящее излучение на каждой длине волны видимого диапазона. Влияние нелинейности и внутреннее рассеяние света учитывают при расчете погрешности/неопределенности измерений.

Вспомогательная лампа для измерения самопоглощения сферы должна иметь спектр излучения во всем рабочем диапазоне длин волн спектрорадиометра.

4.5.2.3 Комплекс сфера — фотометр

Комплекс сфера — фотометр калибруют с использованием эталона полного светового потока, имеющего прослеживаемость к единице СИ по ГОСТ 8.023. Эталонная лампа и ИУ должны иметь похожие спектральные распределения излучения.

Комплекс сфера — фотометр должен иметь относительную спектральную чувствительность, соответствующую функции относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения $V(\lambda)$. При необходимости коррекцию спектрального несоответствия проводят на основе данных об относительном спектральном распределении ИУ и относительной спектральной чувствительности комплекса.

Вспомогательная лампа для измерения самопоглощения сферы должна иметь спектр излучения во всем видимом диапазоне длин волн.

4.5.3 Гониофотометры

Гониофотометр должен иметь угловой диапазон сканирования, соответствующий полному телесному углу, в котором светодиодное устройство излучает свет. Это особенно важно для измерений полного светового потока.

Угловая юстировка ИУ должна быть проведена с точностью ±0,5° от заданного направления. Угловое разрешение гониометра должно быть не хуже 0,1°.

При измерениях пространственного распределения силы света на гониофотометрах дальней зоны источник излучения считается точечным. Силу света рассчитывают из измеренной освещенности согласно закону обратных квадратов.

Для гониофотометров дальней зоны измерения проводят на следующих расстояниях:

- для ИУ, имеющего близкое к косинусному (Ламбертову) распределение (угол излучения ≥ 90°) во всех *C*-плоскостях: ≥ 5*d*;
- для ИУ, имеющего широкое угловое распределение, отличное от косинусного (угол излучения ≥ 60°) в некоторых *C*-плоскостях: ≥ 10*d*;
- для ИУ, имеющего узкое угловое распределение, высокий градиент распределения силы света или требующего контроля уровня сигнала фотометров от переотраженного света (бликов): ≥ 15*d*;
- для ИУ, имеющего большие несветящиеся области между светящимися поверхностями: ≥ 15($d + s$),

где d — максимальный размер излучающей поверхности ИУ, а s — наибольшее расстояние между двумя соседними светящимися поверхностями.

Для гониофотометров ближней зоны расстояние не нормируется.

Полный световой поток при измерениях на гониофотометрах ближней зоны получают интегрированием распределения освещенности.

В случае если гониофотометр имеет мертвую угловую зону более 0,1 стерадиана телесного угла, при определении погрешности/неопределенности измерений оценивают составляющую, связанную с мертвой зоной.

4.5.3.1 Комплекс гониофотометр — фотометрическая головка

Относительное спектральное распределение фотометрической головки должно соответствовать функции относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения $V(\lambda)$ по ГОСТ 8.332.

При необходимости проводят коррекцию спектрального несоответствия по известным значениям относительного спектрального распределения излучения ИУ и относительной спектральной чувствительности фотометрической головки. Фактор коррекции спектрального несоответствия — по ГОСТ Р 8.850—2013 (пункт 5.1.3).

Гониофотометр поверяют/калибруют с использованием эталона силы света или эталона освещенности, имеющих прослеживаемость к единице СИ по ГОСТ 8.023. Если измеряют полный световой поток, то поверку/калибровку проводят с использованием эталона полного светового потока, имеющего прослеживаемость к единице СИ. При этом мертвая угловая зона гониофотометра не должна влиять на результаты измерения полного светового потока эталонной лампы.

4.5.3.2 Комплекс гониофотометр — спектрорадиометр

Комплекс гониофотометр — спектрорадиометр поверяют/калибруют с использованием эталона спектральной плотности силы излучения или эталона спектральной плотности энергетической освещенности, имеющих прослеживаемость к единице СИ.

При измерениях на комплексе полного светового потока или спектральной плотности полного потока излучения поверку/калибровку проводят с использованием эталона спектральной плотности полного потока излучения, имеющего прослеживаемость к единице СИ. Мертвая угловая зона комплекса не должна влиять на результаты измерения спектральной плотности полного потока излучения эталонной лампы.

Спектрорадиометр, используемый в комплексе гониофотометр — спектрорадиометр, должен удовлетворять следующим требованиям: диапазон длин волн — от 380 до 780 нм; неопределенность определения длины волны спектрорадиометром не должна превышать 0,5 нм при $k = 2$; спектральная ширина щели и шаг сканирования не должны превышать 5 нм.

Спектрорадиометр должен иметь линейный отклик на входящее излучение на каждой длине волны видимого диапазона. Влияние нелинейности и внутреннего рассеянного света учитывают при расчете погрешности/неопределенности.

4.5.3.3 Комплекс гониофотометр — колориметр

Комплекс гониофотометр — колориметр включает в себя трехканальные колориметрические головки для измерения координат цвета X, Y, Z, которые должны иметь спектральную чувствительность, соответствующую цветовым функциям сложения по ГОСТ 13088. Канал Y должен также удовлетворять требованиям 4.5.3.1.

Если эти условия не выполняются, то комплекс может быть использован только для измерения цветовых различий.

4.5.4 Яркомеры

Для измерений применяют как фотоэлектрические яркомеры, измеряющие яркость точек, так и цифровые яркомеры, измеряющие распределение яркости поверхности. Яркомеры поверяют/калибруют с использованием эталона яркости, имеющего прослеживаемость к единице СИ по ГОСТ 8.023.

Относительное спектральное распределение яркомера должно соответствовать функции относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения $V(\lambda)$ по ГОСТ 8.332.

При необходимости проводят коррекцию спектрального несоответствия по известным значениям относительного спектрального распределения излучения ИУ и относительной спектральной чувствительности фотометра. Фактор коррекции спектрального несоответствия — по ГОСТ Р 8.850—2013 (пункт 5.1.3).

При измерениях цифровым яркомером погрешность/неопределенность измерений оценивают сравнением с результатами измерения распределения яркости типичного светодиодного устройства с использованием фотоэлектрического яркомера.

5 Подготовка к измерениям, требования к установке и режиму работы испытуемого устройства

5.1 Отжиг (старение)

Отжиг проводят в течение 500 ч при номинальных значениях электрических параметров (стабилизация по току и контроль напряжения).

5.2 Требования к испытуемому устройству

Заказчик измерений должен предоставить все необходимые инструкции для правильного использования устройства. Оптические части приборов должны быть чистыми (кроме случаев с особыми требованиями заказчика измерений).

5.3 Установка и юстировка

5.3.1 Рабочее положение

Светодиодные лампы при измерениях должны находиться в вертикальном положении. В случае особых требований заказчика измерений лампу следует испытывать в том положении, в котором ее будут использовать в дальнейшем (см. 4.2.5).

Светодиодные светильники при измерениях устанавливают в рабочем положении в соответствии с рекомендациями производителя так, чтобы потоки воздуха внутри и снаружи поддерживали такой же тепловой режим, как при обычном использовании светильника, а все составные части были неподвижно расположены в проектном положении. Регулируемые части должны быть установлены согласно технической документации производителя. В случае установки светодиодных светильников в положение, отличное от рабочего положения, указанного в технической документации производителя, в протоколе измерений указывают этот факт и выполняют оценку составляющей погрешности/неопределенности, связанной с положением испытуемого светильника.

Светодиодные модули могут работать в любом положении при условии, что их температура установлена и поддерживается на уровне рабочей температуры t_p.

Испытуемое устройство должно быть установлено так, чтобы нежелательный охлаждающий эффект от теплопроводности вспомогательных элементов его крепления был пренебрежимо мал.

5.3.2 Система координат

ИУ должно быть привязано к определенной системе фотометрирования, для которой должно быть указано световое и цветовое распределение. Положение устройства в этой системе фотометрирования должно быть обязательно указано. Центр системы фотометрирования должен быть на одной оптической оси с оптическим центром ИУ.

Системы координат — по ГОСТ Р 54350—2015 (пункты 10.2.2, 10.2.3, приложение Г).

5.3.3 Оптический центр

Оптический центр ИУ — центр фигуры, ограниченной контуром светящей поверхности.

Положение фотометрического центра светильников — по ГОСТ Р 54350—2015 (приложение Д).

Если используют гониофотометр дальней зоны и ИУ с множеством светоизлучающих зон, которые отделены друг от друга и не могут удовлетворять требованиям к расстоянию согласно 5.3.2, то следует проводить пошаговые измерения каждой излучающей зоны с соответствующим оптическим центром.

Примечание — Светоизлучающие зоны считаются отделенными друг от друга, если при измерениях этих зон вместе наблюдается значительное отклонение от закона обратных квадратов.

5.4 Режим работы светодиодных устройств

Светодиодные устройства с функцией диммирования при проведении всех измерений должны быть отрегулированы на максимальный уровень светового потока, если заказчиком не заданы другие режимы.

Светодиодные устройства с внутренними цепями обратной связи без внешней регулировки измеряют, как и обычные ИУ.

Светодиодные устройства с изменяемыми координатами цветности должны быть отрегулированы по основным параметрам в соответствии с требованиями производителя или заказчика.

Светодиодные устройства белого свечения с перестраиваемым спектром должны быть отрегулированы по параметрам, заданным в соответствующем стандарте или заказчиком.

Многоцветные светодиодные устройства измеряют при настройке на полную мощность. Проводят измерения каждого цвета отдельно и всех цветов вместе при установке на полную мощность.

5.4.1 Светодиодные лампы

Светодиодные лампы измеряют в стандартных условиях, и результаты измерений должны быть представлены при температуре окружающей среды 25 °С. Если производителем заявлена другая рабочая температура, то представляют либо результаты измерений при данной температуре, либо коэффициенты преобразования в виде таблицы или графика.

5.4.2 Светодиодные модули

Для светодиодных модулей без устройства управления заказчик должен предоставить технические требования к вспомогательному оборудованию, которое может быть использовано при измерениях.

Светодиодные модули без встроенного теплоотвода измеряют в стандартных условиях при номинальной рабочей температуре. Температуру в t_p-точке устанавливают в соответствии с ее значением для измерений. Если t_p-точка неизвестна, то производитель или заказчик должны указать контрольную температурную точку. Если для правильной работы светодиодного модуля требуется теплоотвод, то следует использовать во время измерений подходящее устройство с контролем температуры.

Светодиодный модуль может иметь более одного значения нормируемой максимальной рабочей температуры $t_{p.\,n}$.

Светодиодные модули со встроенным теплоотводом сначала измеряют в стандартных условиях при температуре окружающей среды 25 °С, записывая значение t_p. Затем измерения проводят при заданной температуре в t_p-точке. Если t_p-точка неизвестна, то заказчик должен указать контрольную температурную точку.

5.4.3 Светодиодные светильники

Светодиодные светильники измеряют в стандартных условиях при температуре окружающей среды 25 °С. Если заявленная нормируемая максимальная рабочая температура (температура окружающей среды в условиях эксплуатации ИУ) окружающей среды отличается от 25 °С, то следует использовать коэффициент преобразования для данной температуры (см. 4.2.2).

6 Измерение фотометрических характеристик

6.1 Полный световой поток

Метод измерения светового потока выбирают в зависимости от геометрических параметров ИУ и от того, какие еще характеристики должны быть определены в процессе измерений.

Могут быть использованы следующие методы:

- метод А. Измерение светового потока с использованием интегрирующей сферы с фотометрической головкой или спектрорадиометром;
- метод Б. Определение светового потока по распределению силы света;
- метод В. Определение светового потока по распределению освещенности и фотометрическому расстоянию.

Метод А применяют для светодиодных ламп и модулей. Для светодиодных светильников применяют метод Б или В, при выполнении условий 4.5.2.1 может быть применен метод А.

В интегрирующей сфере для установки ИУ применяют два положения (см. ГОСТ Р 8.749—2011, пункт 6.2.1):

- 4π-геометрия — для всех типов светодиодных устройств: ИУ устанавливают в центре сферы в рабочем положении. Если это возможно, ИУ ориентируют так, чтобы минимальное количество прямого света падало на экран. Линейные источники устанавливают так, чтобы их ось совпадала с линией,

проведенной между центрами фотометрической головки и сферы. Сферу калибруют с использованием эталонной лампы светового потока, которую устанавливают в том же положении, что и ИУ;

- 2π-геометрия — для светодиодных устройств с полусферическим и направленным распределением без обратного излучения: ИУ устанавливают на стенку сферы в рабочем положении. Для предотвращения прямого освещения фотодетектора источником света следует использовать экран. Сферу калибруют с использованием эталонной лампы светового потока с полусферическим распределением, которую устанавливают в том же положении, что и ИУ.

Если ИУ и эталонная лампа светового потока имеют разные размеры и отражающие характеристики, то применяют коэффициент коррекции самопоглощения с использованием вспомогательной лампы. Для комплекса сфера — спектрорадиометр измерения вспомогательной лампы и коррекцию самопоглощения проводят на основе спектральных измерений.

В случае различия в угловом распределении силы света ИУ и эталонной лампы должны быть оценены поправочные коэффициенты и составляющие погрешности/неопределенности, вызванные этим различием.

6.2 Частичный световой поток

Для определенного конусного угла α частичный световой поток получают из суммы распределений силы света $I(\theta_i, \varphi_j)$, измеренных с шагом сканирования $\Delta\theta$ и $\Delta\varphi$.

Если одна из измеренных точек θ_k соответствует углу $\alpha/2$, то суммирование проводят по следующей формуле:

$$\Phi_\alpha = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{k} I(\theta_i,\varphi_j)\Omega_j, \tag{2}$$

где

$$\Omega_i = \begin{cases} \frac{2\pi}{n}\left[\cos(\theta_i) - \cos(\theta_i + \frac{\Delta\theta}{2})\right] & \text{для } i=1 \\ \frac{2\pi}{n}\left[\cos(\theta_i - \frac{\Delta\theta}{2}) - \cos(\theta_i + \frac{\Delta\theta}{2})\right] & \text{для } 1 < i < k \\ \frac{2\pi}{n}\left[\cos(\theta_i - \frac{\Delta\theta}{2}) - \cos(\theta_i)\right] & \text{для } i = k; \end{cases} \tag{3}$$

n — номер угла θ;

k — номер угла φ.

Если $\alpha/2$ находится точно между двумя точками угла θ, то есть $\alpha/2 = \theta_k + \Delta\theta/2$, то

$$\Phi_\alpha = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{k} I(\theta_i,\varphi_j)\Omega_j\ . \tag{4}$$

где

$$\Omega_i = \begin{cases} \frac{2\pi}{n}\left[\cos(\theta_i) - \cos(\theta_i + \frac{\Delta\theta}{2})\right] & \text{для } i=1 \\ \frac{2\pi}{n}\left[\cos(\theta_i - \frac{\Delta\theta}{2}) - \cos(\theta_i + \frac{\Delta\theta}{2})\right] & \text{для } 1 < i < k. \end{cases} \tag{5}$$

Отношение полного светового потока к частичному можно получить с использованием гониофотометра, если он не калиброван по абсолютной шкале. Полный световой поток измеряют с использованием интегрирующей сферы, а частичный световой поток определяют как произведение отношения потоков на значение полного светового потока.

При определении частичного светового потока в конусных углах 90° и более измерения проводят с шагом сканирования не более 5° для углов θ (угол γ в системе координат C, γ) и не более 45° — для углов φ (угол C в системе координат C, γ). Меньший угловой шаг сканирования может быть применен для ИУ специального применения (например, для уличных светильников).

6.3 Световая отдача

Определение световой отдачи — по ГОСТ Р 54350—2015 (пункт 10.12).

6.4 Распределение силы света

Измерения распределения силы света проводят на гониофотометре. Условия применения гониофотометров — по 4.5.3.

Кроме особо оговоренных случаев, измерения проводят в системе координат C, γ (см. 5.3.2).

Угловой интервал между показаниями силы света в вертикальной плоскости и угловой интервал между соседними вертикальными плоскостями должны быть такими, чтобы полученное распределение силы света позволяло провести интерполяцию результатов измерений с удовлетворительной точностью. Число плоскостей определяется характером распределения (симметричное или неоднородное) и конечной целью измерений.

6.5 Осевая сила света и угол излучения

Определение осевой силы света — по ГОСТ Р 8.749—2011 (раздел 5).

Примечание — При определении распределения силы света гониофотометром направление (0,0) обычно совпадает с оптической осью источника излучения. Ось проходит через фотометрический центр и перпендикулярна к светоизлучающей плоскости (за исключением особых требований производителя). Осевую силу света определяют в направлении наблюдаемого угла излучения (т.е. оси, вокруг которой распределение силы света практически симметрично), и угол излучения оценивают вокруг наблюдаемой оптической оси.

6.6 Измерение яркости

6.6.1 Среднюю яркость всего светильника измеряют в одном или нескольких направлениях. Гониофотометром измеряют силу света (ее распределение), а затем рассчитывают среднюю яркость делением силы света на площадь проекции излучающей поверхности на плоскость, в которой находится входное окно приемника излучения.

6.6.2 Метод измерения «пятна яркости» используют для оценки частичной неравномерности яркости больших уличных светильников. Среднюю яркость маленьких площадок («пятен яркости») на светящей поверхности светильника измеряют в одном или нескольких направлениях. Максимальное и минимальное значения яркости обычно задаются. Количество и положение этих точек должны быть указаны в регламентирующих документах. Измерения проводят гониофотометром в заданном направлении или яркомером, измеряющим среднюю яркость каждого пятна.

Данный метод применяют для светодиодных светильников, которые не имеют рассеивающего покрытия, то есть представляют собой сумму точечных источников света.

7 Измерение колориметрических характеристик

Для измерения колориметрических характеристик следует использовать спектрорадиометры. Трехканальные колориметры не обладают достаточной точностью при измерениях абсолютных колориметрических величин, поэтому могут быть использованы только для определения цветовых различий в разных направлениях.

Значения колориметрических характеристик светодиодных ламп, модулей и светильников могут иметь угловую неоднородность.

Колориметрические или спектральные измерения проводят в следующих геометриях:

- вдоль заданного направления;
- определением направленного распределения с использованием комплексов гониометр — колориметр или гониометр — спектрорадиометр;
- определением пространственно усредненных результатов измерений, которые могут быть получены следующими методами:

- 1 — измерения с использованием комплекса сфера — спектрорадиометр полного светового потока с последующим пересчетом в пространственно усредненные колориметрические характеристики;

- 2 — измерения с использованием комплекса гониометр — спектрорадиометр с пересчетом данных измерений в полный световой поток, из которого затем получают пространственно усредненные колориметрические характеристики,

- 3 — измерения с использованием комплекса гониометр — колориметр $X(\theta,\varphi)$, $Y(\theta,\varphi)$, $Z(\theta,\varphi)$. Пространственно интегрированные координаты цвета рассчитывают по следующим формулам:

$$X = \int_{\varphi=0}^{2\pi}\int_{\theta=0}^{\pi} X(\theta,\varphi)\sin\theta d\theta d\varphi; \quad (6)$$

$$Y = \int_{\varphi=0}^{2\pi}\int_{\theta=0}^{\pi} Y(\theta,\varphi)\sin\theta d\theta d\varphi; \quad (7)$$

$$Z = \int_{\varphi=0}^{2\pi}\int_{\theta=0}^{\pi} Z(\theta,\varphi)\sin\theta d\theta d\varphi. \quad (8)$$

Координаты цветности, коррелированная цветовая температура и другие колориметрические характеристики рассчитывают из координат цвета.

Индекс цветопередачи может быть получен только методами 1 и 2.

7.1 Коррелированная цветовая температура (для белых светодиодных источников излучения)

Расчет коррелированной цветовой температуры проводят по [1].

7.2 Индекс цветопередачи

Определение индекса цветопередачи — по ГОСТ Р 8.827.

7.3 Угловая цветовая однородность

Угловую цветовую однородность определяют как наибольшее отклонение координат цветности (u', v') светодиодного источника излучения в разных направлениях от пространственно усредненных координат цветности (u'_a, v'_a) и рассчитывают по формуле

$$\Delta_{u',v'} = \sqrt{(u'-u'_a)^2+(v'-v'_a)^2}. \quad (9)$$

Координаты цветности (u', v') измеряют с использованием комплексов гониометр — колориметр или гониометр — спектрорадиометр с интервалом вертикального угла не более 10° (рекомендуется 2,5°) и интервалом горизонтального угла не более 90° (рекомендуется 22,5°). Для зеркальных ламп угловой шаг должен быть не более 1/10 угла излучения (диаметр конуса, излучающего более 1/2 максимальной силы света), но не более 10°. Данными измерений в точках, где сила света составляет менее 10 % максимальной, можно пренебречь при расчетах.

Средние значения координат цветности (u'_a, v'_a) получают при измерении комплексом гониометр — колориметр, используя расчеты по формулам (6)—(8).

8 Неопределенности измерений

Оценка неопределенностей измерений — по ГОСТ 34100.3.

Для всех измеряемых характеристик расширенную неопределенность рассчитывают при доверительной вероятности 95 %. Расширенную неопределенность определяют с точностью до двух значащих цифр.

Каждый протокол испытаний должен содержать сведения о значениях неопределенностей для типичного изделия, сходного с ИУ по следующим параметрам: геометрическая форма, распределение силы света, спектральное распределение, ненаправленное или направленное (угол луча — между

плюс 50 % и минус 25 % от значения для ИУ) излучение, значения цветовой температуры (не более ±15 % от цветовой температуры ИУ).

Лаборатории должны иметь подробный бюджет неопределенностей для похожего типа продукции. Если такой бюджет неопределенностей сделан для ряда изделий, параметры которых имеют определенный диапазон (например, коррелированную цветовую температуру от 2700 К до 4000 К), то устанавливается максимальное значение неопределенности внутри диапазона.

Для распределения силы света неопределенность измерения должна быть представлена минимум в одном направлении, в котором сила света достаточно равномерна. Неопределенность установки угла (включая положение ИУ в гониометре) представляют отдельно.

Для распределения яркости неопределенность измерения должна быть представлена минимум в одной точке, где распределение яркости достаточно однородное.

8.1 Методика оценки бюджета неопределенностей

Следует учитывать вклад в бюджет неопределенностей следующих факторов:

- точность установки температуры и неопределенность измерений температуры;
- точность установки электрических параметров и неопределенность их измерений (электропитание, электроизмерительные приборы);
- пульсация излучения от ИУ;
- эталон, используемый для калибровки (данные из сертификата калибровки);
- рабочие характеристики эталона, используемого для калибровки (старение, электрические измерения, процедура калибровки);
- линейность измерительных приборов;
- воспроизводимость и повторяемость.

Для всех измерений следует учитывать вклад в бюджет неопределенностей не только измерительного комплекса и методики измерений, но и конкретных характеристик ИУ.

8.2 Измерения светового потока, силы света и яркости

Кроме указанных в 8.1, в бюджете неопределенностей при измерениях светового потока, силы света и яркости следует учитывать следующие факторы:

8.2.1 Для измерений с использованием гониофотометра

- ровность зеркал и влияние поляризации;
- спектральная отражательная способность зеркал;
- рассеянный свет (пространственный);
- точность установки ИУ;
- спектральное несоответствие (детектор + зеркало, различия в спектральном распределении калибровочного эталона и ИУ);
- приемная площадка детектора;
- косинусная погрешность фотометрической головки;
- неопределенность определения расстояния, если фотометрическая головка откалибрована по освещенности;
- неопределенность, вызванная отражением зеркал, если фотометрическая головка откалибрована по освещенности.

8.2.2 Для измерений с использованием комплекса сфера — фотометр

- самопоглощение;
- тепловой режим;
- неоднородность коэффициента отражения поверхности сферы;
- отражения внутри сферы;
- спектральное несоответствие (детектор + сфера, различия в спектральном распределении калибровочного эталона и ИУ);
- механическая повторяемость при открывании и закрывании сферы;
- стабильность коэффициента преобразования сферы между калибровками;
- косинусная погрешность фотометрической головки;
- эффект флюоресценции покрытия сферы.

8.2.3 Для измерений с использованием комплекса сфера — спектрорадиометр

- самопоглощение;
- тепловой режим;
- неоднородность коэффициента отражения поверхности сферы;
- неопределенность измерения длины волны спектрорадиометром;
- внутреннее рассеяние спектрорадиометра;
- спектральная ширина щели спектрорадиометра;
- косинусная погрешность детектора спектрорадиометра;
- механическая повторяемость при открывании и закрывании сферы;
- стабильность коэффициента преобразования сферы между калибровками;
- эффект флюоресценции покрытия сферы.

8.2.4 Для измерений с использованием комплекса гониометр — спектрорадиометр

- ровность зеркал и влияние поляризации;
- спектральная отражательная способность зеркал;
- рассеянный свет (пространственный);
- точность установки ИУ;
- приемная площадка детектора;
- косинусная погрешность;
- неопределенность измерения длины волны спектрорадиометром;
- внутреннее рассеяние спектрорадиометра;
- спектральная ширина щели спектрорадиометра,
- неопределенность определения расстояния, если спектрорадиометр откалиброван по эталону спектральной плотности энергетической освещенности;
- неопределенность, вызванная отражением зеркал, если спектрорадиометр калибруется по эталону спектральной плотности энергетической освещенности.

8.3 Измерение колориметрических характеристик

Кроме указанных в 8.1, в бюджете неопределенностей при определении координат цветности, коррелированной цветовой температуры и индекса цветопередачи следует учитывать следующие факторы:

- неопределенность измерения коррелированной цветовой температуры калибровочного источника излучения;
- внутреннее рассеяние спектрорадиометра;
- спектральная ширина щели спектрорадиометра;
- неопределенность измерения длины волны спектрорадиометром;
- динамический диапазон во всем спектральном диапазоне.

8.4 Электрические параметры

Кроме указанных в 8.1, в бюджете неопределенностей следует учитывать следующие факторы:

- полоса пропускания измерителя мощности переменного тока;
- входное сопротивление измерителя мощности переменного тока.

8.5 Световая отдача

Корреляцию между измерениями светового потока и электрической мощности, потребляемой ИУ, можно применять для снижения неопределенности измерений. Например, если изменение потребляемого тока вызывает однонаправленное изменение светового потока и электрической мощности ИУ с одинаковой чувствительностью, то этот фактор при оценке неопределенности измерения световой отдачи можно исключить.

9 Представление результатов измерений

9.1 Общая информация

Протокол измерений должен содержать:

- наименование и адрес испытательной лаборатории, дату и номер протокола;
- данные о заказчике измерений;

- дату проведения испытаний и виды измерений: краткое описание проведенных измерений;
- перечень прилагаемых документов.

9.2 Информация об испытуемом устройстве

Испытуемое устройство:

- идентификационный номер ИУ;
- если известно: наименование производителя, тип, номер модели, номинальные значения электрических параметров, номинальные значения светового потока, цветовой температуры, индекса цветопередачи, а также размеры светящей поверхности ИУ;
- описание ИУ, в том числе его оптических частей; рекомендуется приложение фотографии;
- другая необходимая информация (например, метод отбора образцов для испытаний при испытаниях типа);
- для светодиодных модулей: номинальное значение максимальной температуры $t_{p.\,n}$ и описание дополнительного теплоотвода (при использовании);
- для светодиодных светильников: номинальное значение максимальной температуры окружающего воздуха t_q;
- для светодиодных светильников с возможностью замены источников света: количество светодиодных ламп или светодиодных модулей и их описание (наименование производителя, тип, номер модели, номинальные значения электрических параметров, максимальной рабочей температуры, светового потока, коррелированной цветовой температуры, индекса цветопередачи).

Вспомогательное оборудование (устройства управления, электропитания):

- наименование производителя, тип, модель, заводской номер;
- номинальные значения электрических параметров.

9.3 Информация о методе испытаний

Должна быть представлена следующая информация:

- краткое описание фотометрического метода [(для гониофотометра — тип и фотометрическое расстояние; для сферы — диаметр и тип геометрии (4π или 2π)];
- краткое описание использованного оборудования (сфера — фотометр; сфера — спектрорадиометр; гониофотометр или гониометр — спектрорадиометр);
- указание об условиях измерений (стандартные или соответствующие особым условиям работы ИУ);
- рабочее положение ИУ;
- для измерений распределения силы света светильников: ориентация и наклон ИУ в процессе измерений, относительное положение в системе координат, а также положение фотометрического центра ИУ;
- температура окружающего воздуха, значения напряжения и частоты тока;
- время старения и стабилизации;
- прослеживаемость и ссылка на сертификаты калибровки эталонов фотометрических и колориметрических (спектрорадиометрических) величин.

Подробное описание всего использованного для измерений оборудования может быть представлено по соответствующему требованию.

9.4 Фотометрические и/или колориметрические данные

Фотометрические и/или колориметрические данные представляют в протоколе испытаний для конкретного ИУ. Протокол должен включать в себя все сопутствующие измерения электрических характеристик, температуры поверхности ИУ и параметров окружающей среды.

Неопределенности измерений оценивают в соответствии с разделом 8 и включают в протокол.

Если значение неопределенности установлено для изделия сходного типа, в протоколе испытаний приводят тип изделия, используемый в бюджете неопределенностей.

Библиография

[1] Рекомендации Международной комиссии по освещению (МКО) Публикация № 015 Колориметрия

УДК 621.3.089.6:006.354 ОКС 17.180

Ключевые слова: светодиоды, светодиодные лампы, светодиодные светильники, светодиодные модули, методы измерения, фотометрические и колориметрические характеристики

БЗ 7—2019/136

Редактор *Л.И. Нахимова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Л.С. Лысенко*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 21.08.2019. Подписано в печать 16.09.2019. Формат 60 × 84 $^{1}/_{8}$. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,37.
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 gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru