

Установка для измерения фотометрических характеристик ряда светильников со светодиодами¹

А. РОСАТО*, М. СКОРПИО**, С. СИБИЛИО*, ДЖ. ЧАМПИ*

* Второй неапольский университет, Аверса, Италия

** Университет Саннио, Беневенто, Италия

E-mail: mscorpio@email.it

Аннотация

Предложена простая и дешёвая установка для измерения фотометрических характеристик небольших светильников со светодиодами. Установка состоит из расположенной в тёмной комнате фотометрической скамьи с обычным яркомером и фотояркомером и позволяет измерять распределение яркости цели, на которую падает световой поток источника света. При помощи измеренного распределения яркости, коэффициента отражения поверхности цели и закона обратных квадратов легко получить распределение силы света этого источника света.

Надёжность и точность предложенных установки и методики были оценены применительно к светодиоду, использовавшемуся в качестве источника света, посредством сравнения результатов измерений с данными изготовителя.

Ключевые слова: СД, фотояркомер, определение силы света, определение светового потока, измерение распределения яркости.

1. Введение

По мере расширения применения светодиодов (СД) в качестве источников света возрастает важность описания не одного только источника света, а всей состоящей из осветительной арматуры и источника света системы. В отличие от светильников, в которых используются другие источники света, в светильнике с СД источник света нельзя с лёгкостью отделить от осветительной арматуры. Как следствие, эти светильники следует измерять при помощи методов «абсолютной фотометрии», а не «относительной фотометрии» [1], что приводит к широкому использованию гониофотометров. Несмотря на преимущества при опи-

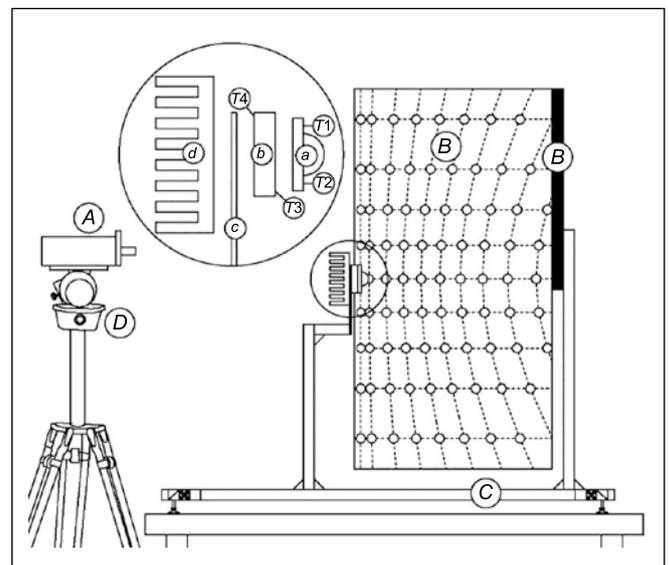
сании СД, применение гониофотометров ограничено стоимостью их приобретения и эксплуатации. В частности, стоимость гониофотометра превышает €100000, и она возрастает по мере увеличения размеров измеряемого светильника. Учитывая это, хотелось бы иметь дешёвую (по сравнению с гониофотометром) систему, которая позволяла бы с приемлемой точностью описывать фотометрические характеристики разрабатываемых светильников.

Ранее был предложен упрощённый подход к фотометрической оценке глубокоизлучателей [2]. Здесь же описаны простая экспериментальная установка, смонтированная на факультете архитектуры и промышленной эстетики «Luigi Vanvitelli» для измерения фотометрических характеристик СД или светильников с СД, методика проведения измерений и результаты оценки точности измерений характеристик отдельного СД. Стоимость приобретения и эксплуатации предложенной установки гораздо ниже, чем в случае гониофотометра. Эта установка позволяет с достаточной точностью получать

значимые результаты, и её можно использовать на всех этапах разработки нового светильника. Разработанная установка позволяет измерять распределение силы света во всём полупространстве и может использоваться применительно не только к источникам света, излучающим узкие пучки лучей, но и к источникам с любым другим распределением излучения. Для получения недорогого устройства в качестве целей были использованы не ламбертовские поверхности, а более простые и дешёвые материалы. Установка основана на использовании фотояркомера (*imaging luminance measurement device*), позволяющего получить распределение яркости при освещении цели источником света, и преобразовании этого распределения яркости в распределение освещённости, после чего при помощи закона Ламберта рассчитывается распределение силы света источника света.

Для оценки точности установки были проведены два эксперимента. Первый из них предусматривал проверку правильности результатов измерений яркости, что осуществлялось посредством сравнения результатов измерений, проведённых с использованием фотояркомера, с результатами, полученными при помощи обычных яркомеров. Второй эксперимент проводился с целью определения надёжности и точности предложенного метода измерений и заключался в сравнении полученного экспериментально распределения силы света источника света с данными изготовителя.

Рис. 1. Схематическое изображение экспериментальной установки.
А – люксметр,
В – картон с целями,
С – опорная конструкция,
D – треножник,
a – источник света,
b – ячейка Пельтье,
c – опорная пластина,
d – радиатор, T1-T4, – термопары типа T



¹ Перевод с англ. Е.И. Розовского

2. Экспериментальная установка

На факультете архитектуры и промышленной эстетики «Luigi Vanvitelli» была создана тёмная комната размером 3,0×3,0×3,0 м. Согласно Приложениям А европейских стандартов EN13032–1 [3] и EN13032–4 [4], стены этой тёмной комнаты были закрыты чёрной тканью, прикреплённой к жёсткой раме, что позволяло максимально уменьшить рассеянный свет. Температура в комнате регулировалась при помощи системы кондиционирования воздуха.

На рис. 1 представлено схематическое изображение экспериментальной установки. Эта смонтированная в тёмной комнате установка состояла из опорной конструкции, источника света, источника постоянного тока, ячейки Пельтье, радиатора, блока сбора данных, фотояркомера и двух целей.

Исследовавшийся источник света a помещался на ячейку Пельтье b , с которой он термически контактировал, и полученная конструкция закреплялась на опорной пластине c и радиаторе d . При помощи ячейки Пельтье можно обеспечить постоянство температуры p - n -перехода СД, а выделяемое тепло отводится радиатором. Опорная конструкция C – это модульная конструкция, изготовленная из алюминиевых профилей и обеспечивающая жёсткую фиксацию источника света, целей, приборов и всех остальных элементов, которые требуются для проведения измерений. Эта изготовленная из алюминиевых профилей модульная конструкция позволяет регулировать положение источника света. Излучаемый источником света световой поток падает на две поверхности (цели) B , формируя распределения яркости, которые захватываются яркомером A .

В изображённой на рис. 1 установке поверхности целей B формируют воображаемый куб с размером ребра 1,000 м, в центре которого находится источник света. Поворачивая источник света вокруг оси $\gamma = 0^\circ$ с шагом 90° , можно исследовать всё полупространство. Цель № 1 была установлена в вертикальном положении перед источником света на расстоянии 0,500 м от него, а цель № 2 была установлена сбоку от источника света на расстоянии 0,500 м от него тоже в вертикальном положении и перпендику-

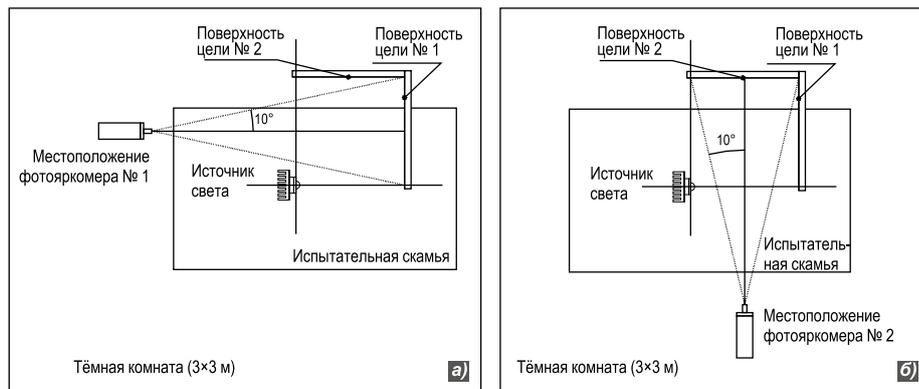


Рис. 2. План тёмной комнаты с яркомером, расположенным в точках № 1 (а) и № 2 (б)

лярно цели № 1. На рис. 2 приведён план тёмной комнаты с указанием положения источника света, положений двух освещаемых целей и двух точек, в которых размещали фотояркомер для захвата распределений яркости по поверхностям целей № 1 (рис. 2, а) и № 2 (рис. 2, б).

Для измерения распределения силы света и, тем самым, для определения положений целей была выбрана система координат C - γ [3, 5]. Применительно к целям данной работы, измерения силы света осуществлялось с шагами 5° по углу γ и 10° по углу C . Яркомер (обычный или фото) размещали на профессиональном фотографическом треножнике, снабжённом головкой, позволяющей осуществлять точное перемещение в 3-х направлениях. И наконец, значения как токов и напряжений питания СД и ячейки Пельтье, так и температуры, измерялись и сохранялись при помощи мультиметра FLUKE NetDAQ 2640A [6].

Для измерения температуры в пяти разных точках установки использовались термопары типа T^2 (точность измерений $\pm 1^\circ\text{C}$): термопары $T1$ и $T2$ были размещены на поверхности печатной платы как можно ближе к СД, термопара $T3$ – на поверхности ячейки Пельтье со стороны печатной платы, термопара $T4$ – на противоположной поверхности ячейки Пельтье, а последняя термопара ($T5$) – недалеко от источника света для контроля температуры окружающей среды.

Расстояние между источником света и целями было выбрано в соответствии с фотометрическим законом расстояний. В этом случае источник света можно считать точечным, и рас-

считывать силу света при помощи закона Ламберта с пренебрежимо малой, меньшей чем 0,5 %, погрешностью [7]. При известном положении источника света, закон Ламберта позволяет, зная освещённость E на поверхности расположенной в направлении γ цели, расстояние d между источником света и рассматриваемой точкой и углом α между нормалью к поверхности цели и углом падения света, рассчитать значение силы света I_γ :

$$I_\gamma = \frac{E \cdot d^2}{\cos \alpha}. \quad (1)$$

Считая поверхность цели ламбертовской, можно воспользоваться соотношением

$$E = \frac{\pi L_\gamma}{\rho}, \quad (2)$$

где L_γ – яркость, измеренная на поверхности цели в направлении γ , ρ – коэффициент отражения поверхности цели. Подставив (2) в (1), получаем выражение, которое использовалось в данной работе для расчёта силы света в направлении γ :

$$I_\gamma = \frac{\pi \cdot L_\gamma \cdot d^2}{\rho \cdot \cos \alpha}. \quad (3)$$

3. Фотометрическое описание целей

Это исследование началось с выбора материала поверхности цели. Для фотометрического описания картонной поверхности при различных положениях источника света и яркомера были измерены значения коэффициента отражения и выявлены отклоне-

² Медь-константановые. – Прим. пер.

ния от диффузного (ламбертовского) характера отражения.

Коэффициенты отражения двух картонов были измерены при помощи спектрофотометра *Konica Minolta 2600d* (диаметр интегрирующей сферы 52 мм, диапазон длин волн 360–740 нм, среднеквадратичное отклонение спектрального коэффициента отражения в пределах 0,1 %). Измерения коэффициентов отражения каждого картона производились в трёх точках. Коэффициенты отражения в каждой из точек измерялись с использованием трёх разных иллиuminантов (*A*, *D50* и *D65*), и все измерения проводились с учётом и без учёта зеркальной составляющей. Значения коэффициентов отражения, полученные в разных точках и при использовании разных иллиuminантов, говорят о том, что выраженные в процентах отличия между значениями, полученными с учётом и без учёта зеркальной составляющей, составляют 0,28–0,33 %. Это чрезвычайно малое расхождение позволяет считать, что все поверхности целей имеют коэффициент отражения, равный 72,19 %.

На рис. 3, а приведена компоновка установки, позволяющая измерять пространственные изменения яркости одной и той же точки поверхности при перемещении источника света и яркомера по круговой траектории. Для каждого положения яркомера и источника света были проведены три измерения яркости.

Для измерения яркости использовался обычный яркомер *LS110* [8] (угловая апертура $1/3^\circ$, точность $\pm 2\%$ или ± 1 единица последнего разряда измеренного значения). Как следует из рис. 2, если учитывать относительное пространственное расположение источника света, цели и яркомера, то при проведении измерений свет падал на цели под углами от 0 до 55° . По этой причине источник света размещали под углами 0, 35 и 55° относительно нормали к исследовавшейся поверхности картона, и измерения яркости проводили для пяти направлений: -20 , -10 , 0, 10 и 20° относительно нормали к поверхности. Принимая в качестве опорного значение яркости в направлении 0° , можно определить относительное изменение яркости ΔL :

$$\Delta L = \frac{L_\theta - L_0}{L_0} \times 100, \% \quad (4)$$

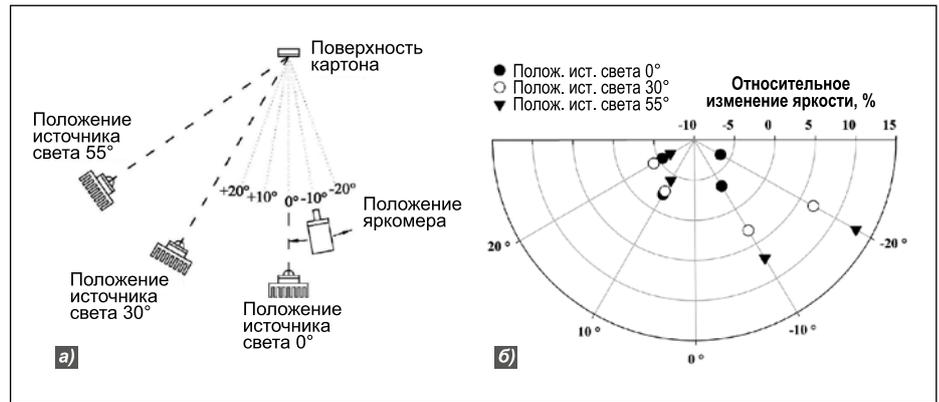


Рис. 3. Установка, сконструированная для измерения пространственного изменения яркости поверхности (а), и относительное пространственное изменение яркости (б)

где L_θ – яркость, измеренная в направлении θ .

На рис. 3, б для всех положений источника света приведены зависимости ΔL от направления измерения значений яркости. Из этого графика следует, что изменение всегда было меньше чем 10 %, за исключением случая, когда источник света располагался под углом 55° , а яркомер – под углом -20° .

Учитывая цели данной работы и полученные экспериментальные данные, поверхность картона (а затем и поверхность цели) было решено считать ламбертовской. Как следствие этого допущения, коэффициент отражения можно было считать постоянным во всех направлениях, так что яркость цели не зависела от угла наблюдения.

4. Методика

Для того, чтобы источник света можно было с пренебрежимо малой погрешностью считать точечным, диффузно отражающая поверхность размещалась в дальнем поле.

Распределение силы света источника света рассчитывалось при помощи уравнения (3), начиная при этом с определения распределения яркости поверхности цели.

Измерения проводились при помощи фотокамеры для измерения яркости и цвета *LMK 98–3 Colour* [9] компании *TechnoTeam* [10], в которой используются ПЗС *Sony ICX 285 AL*. Разрешающая способность этой фотокамеры равна 1380×1032 пикселя, а размер пикселя равен $6,45 \times 6,45$ мкм. При проведении измерений использовали объектив *TT25* с фокусным расстоянием 25 мм и полем зрения $19,9^\circ$

(ширина) $\times 15,1^\circ$ (высота). Прибор имеет относительную спектральную чувствительность $f_1 = 2,7\%$ и точность $\pm 4,7\%$. Измеренные распределения яркости сохраняются в цветовом формате, когда разные цвета соответствуют разным значениям яркости, или в табличном формате, когда каждому из пикселей изображения ставится в соответствие некое значение яркости. При этом значения яркости отображаются как при помощи псевдоцветов, так и в виде таблиц (в кд/м²).

На рис. 4 показано типичное измеренное распределение яркости белой картонной цели. Как видно на рис. 4, на поверхность картона предварительно были нанесены концентрические окружности и кружки, соответствующие выбранным точкам измерения. Яркость измерялась применительно к кругу диаметром $7,7 \cdot 10^{-3}$ м, площадь которого охватывала 333 пикселя матрицы ПЗС. Соответствующее этому кругу значение яркости, которое использовалось для определения силы света в этом направлении, было получено усреднением 333 значений яркости.

Измерения проводились в три этапа:

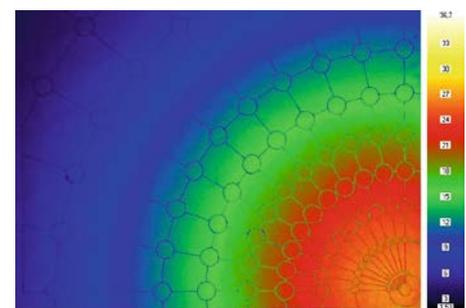


Рис. 4. Представленное в псевдоцветах типичное распределение яркости поверхности цели № 1 (перед источником света)

Рис. 5. Фотография установки

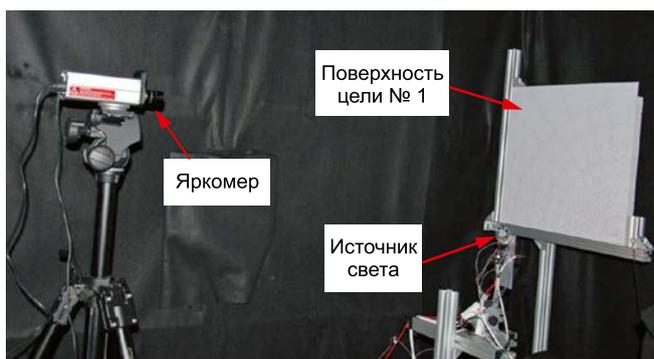
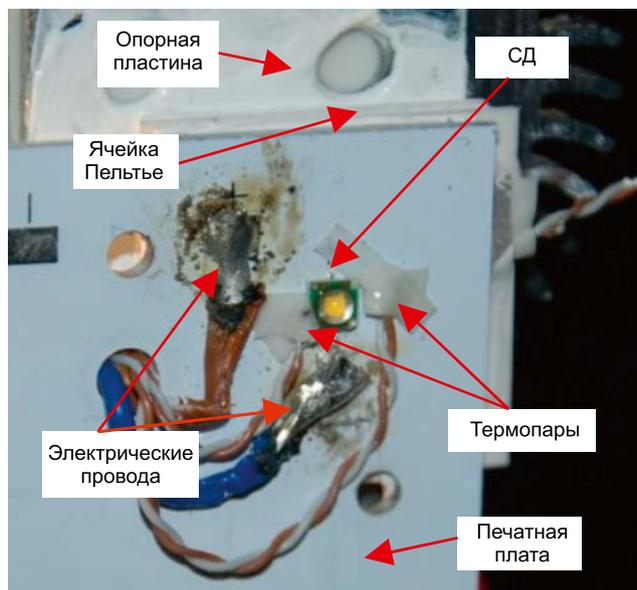


Рис. 6. Подробное изображение источника света, использовавшегося при калибровке



• Первый этап: все части испытательной скамьи были помещены в тёмную комнату, после чего были проверены их относительное расположение и юстировка.

• Второй этап: при помощи фотояркомера типа *LMK* с объективом *TT25* были измерены значения яркости всех целей, обозначенных на поверхностях двух листов белого картона. Измерения начинали только после электрической и термической стабилизации источника света [4, 11]. Полученные распределения яркости обрабатывались при помощи программного обеспечения *LMK* для получения средних значений яркости каждой из целей.

• Третий этап: полученные значения яркости при помощи уравнения (3) были преобразованы в распределение силы света.

На рис. 5 приведена фотография экспериментальной установки, на которой видно относительное расположение яркомера, цели № 1 и источника света.

В конце для дополнительной проверки значений яркости, получен-

ных при помощи фотояркомера, были проведены измерения с использованием обычного яркомера *LS110* [8]. Яркости целей были измерены при помощи двух яркомеров, поочередно устанавливаемых в одном и том же месте, после чего в соответствии с [12] была рассчитана относительная разность яркостей:

$$e_{r,L} = \frac{L_V - L_T}{L_T} \times 100, \% \quad (5)$$

где L_V – значение яркости, полученное при помощи фотояркомера, а L_T – значение яркости, полученное при помощи обычного яркомера и принятое в качестве опорного.

Расчётные значения $e_{r,L}$ всегда были меньше, чем 6 %, изменяясь в интервале от -5,71 до 5,35 %, и обычно оказывались отрицательными, так что значения яркости, полученные при помощи фотояркомера, обычно были меньше значений, полученных при помощи обычного яркомера. В частности, в случае цели № 1 максимальная относитель-

ная разность яркостей соответствовала точке $C = 40^\circ$, $\gamma = 42,5^\circ$ ($e_{r,L} = (7,44 - 7,76) / 7,76 \cdot 100 = 4,12 \%$), а в случае цели № 1 – точке $C = 70^\circ$, $\gamma = 47,5^\circ$ ($e_{r,L} = (5,66 - 6,00) / 6,00 \cdot 100 = 5,67 \%$).

5. Результаты и обсуждение

Для калибровки установки и оценки методики измерения распределения силы света и полного светового потока использовался СД *Cree led X-Lamp XP-E* [13] мощностью 0,30 Вт с заявленным световым потоком 35,409 лм [13].

Для обеспечения возможности сравнения результатов измерений с данными изготовителя, при проведении калибровки мощность этого СД поддерживалась равной 0,30 Вт; прямой ток при этом был равен 105 мА. На всём протяжении измерений температура *p-n*-перехода поддерживалась на уровне 25 °С, а температура в помещении – на уровне 21 °С. При этом регистрировали и сохраняли значения всех электрических и тепловых характеристик.

На рис. 6 показаны исследованный источник света, расположенный на печатной плате, а также термопары *T1* и *T2* (см. рис. 1), электрические провода, ячейка Пельтье и опорная пластина. Для уменьшения теплового сопротивления между поверхностью печатной платы и термопарами для крепления термопар использовалась теплопроводящая клейкая лента.

На рис. 7 приведены полученные экспериментально (непрерывные линии) и заявленные изготовителем (штриховая линия) кривые силы света, соответствующие трём полуплоскостям C ($C0$, $C70$ и $C90$, где $C70$ – полуплоскость, в которой при измерениях было зарегистрировано максимальное значение силы света).

Относительная разность яркостей $e_{r,L}$ была рассчитана в соответствии с [12] с использованием в качестве опорных значений данных изготовителя:

$$e_{r,L} = \frac{L_{EXP} - L_{MAN}}{L_{MAN}} \times 100, \% \quad (6)$$

где L_{EXP} – значение яркости, полученное экспериментально, а L_{MAN} – значение яркости, заявленное изготовителем и принятое в качестве опорного.

Рис. 7 демонстрирует хорошее совпадение экспериментальных данных

и данных изготовителя. В то же время, следует отметить, что если данные изготовителя говорят о примерном совпадении значений силы света, соответствующих одним и тем же углам γ и разным углам C , то экспериментальные данные при одном и том же угле γ несколько зависят от угла C . Анализ экспериментальных данных позволил выделить четыре диапазона углов γ , для которых были получены разные значения относительной разности яркостей:

- Диапазон $0-30^\circ$, в котором относительная разность яркостей может быть как положительной, так и отрицательной, и лежит в пределах от 2,77 до -5,50 %.

- Диапазон $30-60^\circ$, в котором относительная разность яркостей может быть только отрицательной и лежит в пределах от -4,16 до -18,52 %.

- Диапазон $60-80^\circ$, в котором относительная разность яркостей может быть как положительной, так и отрицательной, и лежит в пределах от 7,61 до -4,79 %.

- Диапазон $80-90^\circ$, в котором относительная разность яркостей может быть только отрицательной. Можно заметить, что в этом диапазоне углов γ значения относительной разности яркостей очень непостоянны. Для направлений $C = 70^\circ, \gamma = 82,5^\circ$; $C = 70^\circ, \gamma = 90^\circ$ и $C = 90^\circ, \gamma = 82,5^\circ$ относительная разность яркостей меньше чем 20 %, для направлений $C = 0^\circ, \gamma = 82,5^\circ$ и $C = 70^\circ, \gamma = 87,5^\circ$ относительная разность яркостей равна, соответственно, 22,42 и -23,63 %, тогда как для остальных направлений относительная разность яркостей превышает 40 %.

Согласно уравнению (6), отрицательное значение относительной разности яркостей означает, что результат измерений меньше заявленного изготовителем значения. Большое различие между измеренным и заявленным значениями наблюдалось при углах γ , лежащих в диапазоне $82,5-90^\circ$, и может быть связано с тем, что электрические провода и термопары рассеивают свет, распространяющийся в этих направлениях.

На основе измеренного распределения силы света источника света можно рассчитать его полный световой поток.

Полный световой поток получают суммированием световых потоков, излучаемых во всех направлениях.

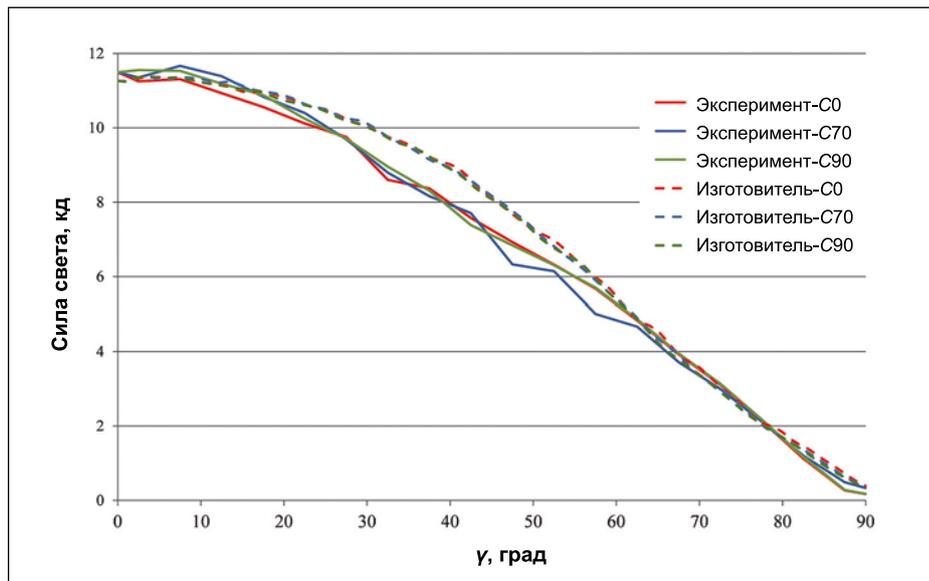


Рис. 7. Сравнение экспериментальных и заявленных производителем распределений силы света в полуплоскостях C_0 , C_90 и C_70 (C_70 – полуплоскость, в которой зарегистрировано максимальное значение силы света)

В данной работе считалось, что весь излучаемый источником свет падает на воображаемую полусферу (в центре которой расположен источник света), которую разделили на 648 зон, ограниченных линиями, отстоящими друг от друга на $\Delta C = 10^\circ$ и $\Delta \gamma = 5^\circ$, и для этих зон были рассчитаны соответствующие телесные углы.

Полный световой поток, рассчитанный на основе результатов измерений, оказался равным 31,49 лм, а по данным изготовителя он должен был быть равен 35,409 лм. Сравнив экспериментальное и заявленное изготовителем значения полного светового потока и выбрав последнее в качестве опорного, можно рассчитать относительную погрешность [12], которая оказалась равной -11 %. Результаты эксперимента подтверждают потенциальную полезность предлагаемой установки, которая позволила получить результаты, сопоставимые с полученными в аналогичной работе [2].

6. Выводы

В данной работе приведено полное описание предлагаемой простой установки для измерения характеристик СД и небольших светильников с СД, которая была разработана и изготовлена в лаборатории контроля искусственной окружающей среды факультета архитектуры и промышленной эстетики «Luigi Vanvitelli» Второго неапольского университета. Приведены принятые допущения и методика из-

мерений, а также оценки надёжности и точности результатов измерений. Целью работы было создание экспериментальной установки, позволяющей определить распределения силы света и полные световые потоки небольших светильников с СД. Эта установка является прообразом системы, стоимость приобретения и эксплуатации которой будет намного ниже, чем у гониофотометрических систем аналогичного назначения, и которую можно будет использовать на всех этапах процесса проектирования нового светильника.

Надёжность и точность предложенных установки и методики были проверены при помощи измерения характеристик СД, использовавшегося в качестве источника света, и сравнения результатов измерений с данными изготовителя этого СД. Различия оценивались применительно как к распределению, так и к абсолютным значениям силы света.

Полученные результаты говорят о том, что на результаты измерений влияют как пространственное распределение коэффициента отражения поверхности цели, так и относительное расположение источника света и яркомера. Если не учитывать значения силы света, соответствующие направлениям, в которых сказывается влияние затенения электрическими проводами и термопарами, то максимальная относительная погрешность измерения оказалась равной -18,52 %. Что касается полного све-

того потока, то в этом случае относительная разность между результатами измерений и данными изготовителя оказалась равной –11 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. IES LM-79–08, New York: Illuminating Engineering Society, 2008.
2. *Bellia, L, Spada, G.* Photometric characterisation of small sources with high dynamic range illuminance mapping//Lighting Research and Technology. – 2014. – Vol. 46. – P. 329–340.
3. EN13032–1 Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires. Part 1: Measurement and file format.
4. EN13032–4: Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires. Part 4: LED lamps, modules and luminaires.
5. The photometry and goniophotometry of luminaires, CIE Publication 121, 1996.
6. http://us.flukecal.com/products/data-acquisition-and-test-equipment/data-acquisition/netdaq-networked-data-acquisition-unit?quicktabs_product_details=2.
7. The measurement of absolute luminous intensity distribution, CIE Publication 70, 1987.
8. Konica Minolta, Luminance Meter LS110.
9. Techno Team, Luminance and color measuring camera LMK 98–3 Color.
10. TechnoTeam. Retrieved 24 November 2014, from http://www.technoteam.de/product_overview/rigo801/products/index_eng.html.
11. CIE International Standard S025/E:2015 Test Method for LED Lamps, LED Luminaires and LED Modules.
12. UNI CEI ENV 13005:2000 Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement.
13. Cree. Retrieved 24 November 2014, from <http://www.cree.com/LED-Components-and-Modules/Products/XLamp/Discrete-Directional/XLamp-XPE>.

От редакции

В переводе статьи А. Росато и др. термин «*imaging luminance measurement device*» переведён как «фотояркоммер». Ранее общепринятый вариант этого термина «*imaging luminance meter*» переводился в журнале, как «яркоммер на приборах с зарядовой связью (яркоммер на ПЗС, ПЗС-яркоммер)», что, будучи верно применительно к конкретным приборам, несколько сужает сферу действия русскоязычного термина. В ГОСТ 55707–2013 «Освещение наружное утили-

тарное. Методы измерений нормируемых параметров» используется термин «цифровой яркоммер: Измерительный оптико-электронный прибор с ПЗС матрицей для получения изображения измеряемого поля с распределением яркости», который в отрыве от определения является слишком всеобъемлющим. Что касается термина «фотояркоммер», образованного по аналогии с термином «фотоаппарат», то он, на наш взгляд, правильно отражает принцип действия прибора, не ограничивая его определённым типом приёмника. Редакция просит читателей журнала сообщить своё мнение по этому вопросу по адресу: journal.svetotekhnika@mail.ru.



Антонио Росато (Antonio Rosato),

Ph.D. Доцент факультета архитектуры и промышленной эстетики «Luigi Vanvitelli» Второго неапольского университета



Серджио Сибиллио (Sergio Sibilio),

Ph.D. Профессор факультета архитектуры и промышленной эстетики «Luigi Vanvitelli» Второго неапольского университета, научный координатор

научно-исследовательской группы E3 «Энергоэффективность и окружающая среда»



Микеланджело Скорпио (Michelangelo Scorpio),

Ph.D. Научный сотрудник строительного факультета Университета Сканио. Текущая область деятельности:

обеспечивающие зрительный комфорт и энергобережение



Джованни Чампи (Giovanni Ciampi)

Аспирант факультета архитектуры и промышленной эстетики «Luigi Vanvitelli» Второго неапольского университета

На ВДНХ воссоздано историческое освещение

Весной 2014 г. Правительство Москвы приступило к реализации масштабного проекта возрождения Выставки достижений народного хозяйства (ВДНХ), приуроченного к её 75-летию. Когда осенью 2016 г. очередь дошла до системы освещения, выяснилось, что



на территории комплекса сохранились фонари, выполненные в стиле сталинского ампира, но почти все в аварийном состоянии.

Так, уникальные светильники отраженного света 1950-х годов, расположенные около центральных павильонов, до реставрации не горели и были похожи скорее на обветшалые колонны. У фонарей отсутствовали отдельные детали, поэтому, чтобы достоверно восстановить кронштейны, цоколи и светильники, архитекторам пришлось изготовить утраченные фрагменты по архивным материалам – чертежам и фотографиям.

В советское время в фонарях использовались люминесцентные лампы. Им на замену были установлены современные светодиодные светильники *IntiLED* серии «*IntiTUBE*» длиной 130 см, по 9 шт. на каждую колонну, а также светильники серии «*IntiSPOT*» – для короны. Теперь, как и на старых фотографиях, можно наблюдать «свечу» фонаря, которая горит целиком нейтральным белым светом, а скрытые за кожухом светильники «*IntiTUBE*» располагаются вертикально по всей высоте столба, оставаясь при этом незаметными. Всего было реконструировано 46 фонарей.

Разработка концепции, поставка, монтаж: компания «Брайтлэк».

www.lightrussia.ru
12.02.2017