

СВЕТОДИОДНАЯ ОПТИКА КОМПАНИИ LEDiL. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КСС

В статье приведены основные технические характеристики оптических компонентов компании LEDiL, а также способы визуализации кривых силы света.

В. Охрименко

OPTIC MODULES OF LEDiL. VISUALIZATION OF RADIATION PATTERNS

Abstract – The main characteristics of optic modules are considered in this article.

V. Okhrimenko

ВВЕДЕНИЕ

Финская компания LEDiL специализируется на выпуске вторичной оптики. Многообразие выпускаемой продукции позволяет найти линзы, наиболее полно удовлетворяющие требования заказчиков [1-4]. Кроме того, компания предоставляет файлы в формате IES (Illuminating Engineering Society – Общество проектирования осветительных приборов), которые могут быть полезны в случае работы со специализированным программным обеспечением (например, DIALux), позволяющим моделировать освещенность разных объектов при использовании оптических линз в процессе проектирования светотехнических систем.

В статье приведена информация о характеристиках светодиодной оптики компании LEDiL, а также о простых способах визуализации кривых силы света в случае использования стандартного программного обеспечения:

- IESViewer
- DIALuxevo
- Autodesk 3ds MAX.

КРИВЫЕ СИЛЫ СВЕТА

В технической документации на светодиоды приводится их энергетическая характеристика, т.е. значение полного светового потока, поскольку именно этот параметр характеризует излучение, распространяемое от источника по всем направлениям. Однако потребителя зачастую интересует не полный световой поток, а тот поток, который распространяется в определенном направлении или падает на определенную поверхность. Проекторы должны обеспечить большой световой поток в сравнительно узком телесном угле. При освещении рабочего стола интересует поток, приходящийся на вполне конкретную поверхность или объект. Поэтому в светотехнике кроме светового потока (Φ) применяются и другие физические величины – это сила

света (I), освещенность (E), яркость (L) и др.

Распределение излучения реального источника в окружающем пространстве, как правило, неравномерно. Поэтому полный световой поток не является исчерпывающей характеристикой источника, если неизвестно распределение излучения по разным направлениям окружающего пространства. Чтобы характеризовать распределение светового потока пользуются таким понятием как пространственная плотность светового потока в разных направлениях окружающего пространства. Пространственную плотность светового потока, которая определяется как отношение светового потока к телесному углу (в пределах которого он равномерно распределен и с вершиной в точке расположения источника), называют силой света.

Сила света (I) – отношение светового потока (Φ), распространяющегося внутри телесного угла (Ω), к этому углу. Единица измерения силы света в Международной системе единиц (СИ) – кандела ($1 \text{ кд} = 1 \text{ лм/ср}$), что соответствует световому потоку 1 лм , равномерно распределенному внутри телесного угла 1 стерадиан (ср). Телесный угол – часть пространства, заключенного внутри конической поверхности. Среднюю силу света можно рассчитать по формуле

$$I = \Phi / \Omega.$$

Оптические компоненты (линзы и рефлекторы) предназначены для того, чтобы сформировать пространственное распределение (т.е. диаграмму направленности) светового потока источников для решения конкретных задач освещения.

Важная характеристика диаграммы направленности – ширина телесного угла, в пределах которого интенсивность излучения составляет не менее половины значения, измеренного в направлении ее максимума. Этот параметр обычно обозначают как "ширина диаграммы направленности" или "угол половинной яркости" (Full Width at Half Maximum –

FWHM). Форма диаграммы направленности определяет, какая часть общего светового потока заключена внутри упомянутого телесного угла.

В примере (рис. 1) максимальная сила света источника – 200 кд, половина силы света, соответственно, – 100 кд. Угол, при котором сила света достигает 100 кд, т.е. угол половинной яркости равен $15^\circ + 15^\circ = 30^\circ$ (половина этого угла отмечена на рисунке розовым цветом). Угол половинной яркости (иногда называемый еще углом свечения) – одна из величин, характеризующих источник света. Этот угол показывает насколько направлен или рассеян световой поток. Его определяют, как угол светового конуса, при котором сила света источника равна половине его максимальной силы. Как правило, более направленные источники отличаются более узким углом половинной яркости.

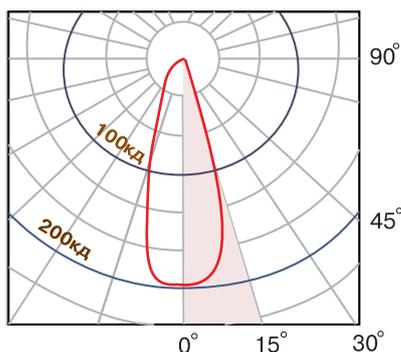


Рис. 1. Определение угла половинной яркости

Существует ряд рекомендованных региональными стандартами типовых диаграмм распределения

силы света. В табл. 1 приведены примеры обозначения некоторых диаграмм направленности (глубокой, косинусной, широкой, равномерной, синусной и пр.) в зависимости от ширины светового пучка (луча). Подробное описание типовых диаграмм можно найти в соответствующих национальных стандартах. Их классификация основана на двух характеристиках: зоне направлений максимальной силы света и коэффициенте формы (K_ϕ). Под последним подразумевается отношение максимальной силы света в данной плоскости к среднеарифметической силе света для этой плоскости. На рис. 2 приведены некоторые типовые диаграммы направленности светильников.

Важнейшей характеристикой светильников и, безусловно, линз являются кривые силы света. Во многих случаях светильники разрабатываются не для одного конкретного приложения, а для типового и массового использования. От того, как распределяется в пространстве световой поток, зависит их назначение.

Кривые силы света (КСС) – диаграммы распределения силы света (I), представленные в полярных или декартовых системах координат. Как правило, КСС, приводимые в документации производителей, – это графическое изображение распределения светового потока в пространстве, которое представляется в виде графиков $I = f(a)$ и $I = f(b)$, где a и b – углы распространения светового потока, соответственно в продольной и поперечной плоскостях. Например, чем больше кривые напоминают овал, вытянутый вдоль оптической оси источника, тем

Таблица 1. Типовые диаграммы направленности

Тип кривой силы света		Зона направлений максимальной силы света, град	Коэффициент формы кривой силы света
Обозначение	Наименование		
К	Концентрированная	0...15	$K_\phi \geq 3$
Г	Глубокая	0...30, 180...150	$2 \leq K_\phi < 3$
Д	Косинусная	0...35, 180...145	$1.3 < K_\phi < 2$
Л	Полуширокая	35...55, 145...125	$1.3 \leq K_\phi$
Ш	Широкая	55...85, 125...95	$1.3 \leq K_\phi$
М	Равномерная	0...180	$K_\phi \leq 1.3 (I_{\min} > 0.4I_{\max})$
С	Синусная	70...90, 110...90	$1.3 < K_\phi (I_0 < 0.7I_{\max})$

I_0 – сила света в направлении оптической оси (0°),
 I_{\min}, I_{\max} – минимальное и максимальное значение силы света.

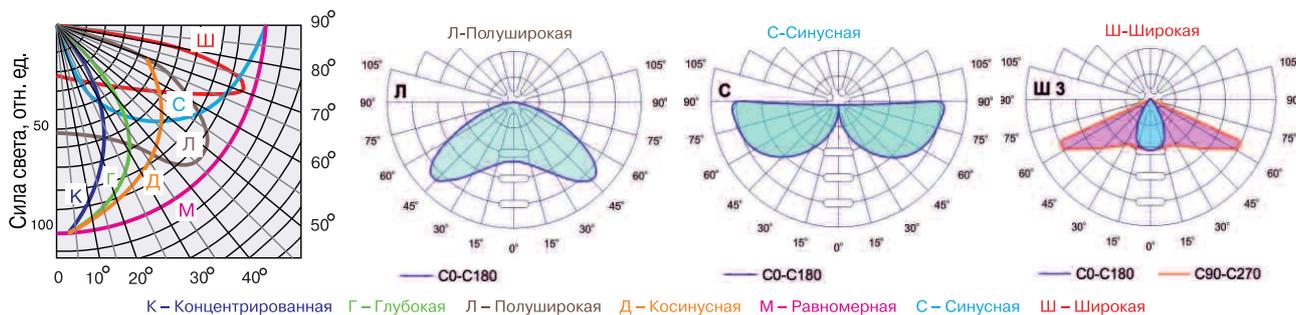


Рис. 2. Типовые диаграммы распределения силы света

выше освещенность в центре светового пятна.

ВЫБОР ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Формирование заданного светового потока – нетривиальная задача, требующая специальных знаний, опыта, времени и пр. Поэтому всегда предпочтительнее использовать продукцию компаний, специализирующихся на разработке и производстве оптических линз для светодиодов. В последнее время в ассортименте оптических элементов для светодиодных светильников, в том числе и для уличных, наметилась тенденция к переходу от одиночных линз к блочным. Основные причины – это существенное снижение суммарной стоимости линз, а также отказ от использования дополнительного защитного стекла, что исключает искажения и снижает потери светового потока.

Уличное освещение – одна из сфер, где востребовано применения светодиодных светильников. Надлежащее освещение автомобильных дорог играет ключевую роль в обеспечении безопасности движения. Поэтому проект освещения автомагистрали должен разрабатываться с учетом всех действующих норм и правил, а также реальных условий эксплуатации, т.е. следует принимать во внимание потери светового потока, назначение дороги, характер движения и дорожного покрытия. Светильники, устанавливаемые на дорогах и шоссе, должны удовлетворять специфическим требованиям для обеспечения качественного освещения. Это, в первую очередь, – надежность и долговечность, прочность и герметичность конструкции корпуса, гарантия работоспособности в жестких условиях эксплуатации (в широком диапазоне температур, большой влажности, при обледенении и т.п.).

Уличный светильник должен обеспечить весьма специфическое пространственное распределение светового потока. Основная задача, которую следует решить при создании светильника, – это выбрать

оптические компоненты (линзы), которые будут обеспечивать гарантированную для выбранных светодиодов диаграмму направленности. Кроме того, необходимо учитывать конструктивные особенности линз, т.к. они оказывают значительное влияние на конструкцию светильника. Форма и размеры линз определяют порядок размещения светодиодов при их монтаже на печатной плате, а также габаритные размеры и внешний вид светильника, который зависит и от устойчивости выбранных оптических компонентов к воздействию окружающей среды. Необходимо также предусмотреть возможность модернизации светильника посредством простой замены оптических элементов для получения иной диаграммы КСС. И, конечно, стоимость, которая во многом зависит от стоимости оптических компонентов и технологических особенностей их использования. Учет всех перечисленных, а также упомянутых факторов, которые следует принимать во внимание при проектировании светодиодных светильников, – нетривиальная проблема. Важнейшая фотометрическая характеристика светильников и, соответственно, линз – кривые силы света. Собственно, диаграмма направленности светового потока и должна гарантировать необходимую освещенность автомобильных магистралей, пешеходных переходов и т.п.

Расчеты освещенности объектов обычно выполняются с помощью специального программного обеспечения (например, DIALux или иного), использование которого позволяет определить не только важные фотометрические характеристики (величину светового потока, уровень освещенности и пр.), а также пространственное распределение светового потока. Исходя из результатов моделирования, выбираются необходимые оптические компоненты (линзы, рефлекторы и пр.), рассчитывается требуемое число светодиодов, а также другие важные электротехнические и др. параметры светильников.

В процессе выбора светодиода с первичной оп-

тикой и, если потребуется, дополнительной вторичной оптикой, прежде всего необходимо проанализировать их диаграммы направленности. Т.е. определить, имеется ли ось или плоскость симметрии, а также расположение максимальных значений силы света и пр. Если диаграмма круглосимметричная, следует найти максимальную силу света и значение угла половинной яркости (FWHM). Если выбранный светодиод не обеспечивает требуемые параметры освещенности, следует применять вторичную оптику. Как правило, формирование простых круглосимметричных типовых диаграмм (типа К, Г, Д и др.), можно обеспечить благодаря первичной оптике, и это обычно не вызывает особых затруднений.

В наружном освещении и для освещения производственных помещений применяют светильники с косинусной и полуширокой диаграммой направленности. Для общего освещения офисов в основном используются светильники прямого и рассеянного света с косинусной диаграммой. Для подсветки выделенных архитектурных зон и фрагментов интерьера следует выбирать светильники прямого света с концентрированной диаграммой. Чтобы создать "приглушенное" освещение (например, в холле офиса) применяются светильники отраженного света с синусной диаграммой.

Однако далеко не всегда при использовании типовых диаграмм направленности можно создать желаемую освещенность объекта. Для формирования нестандартных несимметричных диаграмм обычно используются специальные линзы или их комбинации.

Очевидно, что при использовании одного и того же источника света, можно добиться разной силы света и освещенности. Если направить весь световой поток или большую его часть внутрь малого телесного угла, то в этом направлении можно получить большую силу света в определенном направлении, как, например, в прожекторе или в автомо-

бильной фаре. Если сконцентрировать, благодаря отражателям или линзам даже сравнительно небольшой световой поток на малой площади, то можно достигнуть большей освещенности этой поверхности.

Оптическая система светодиодного светильника представляет собой отражающую и/или преломляющую оптическую систему, формирующую распределение светового потока в окружающем пространстве. Чтобы выбрать оптимальный вариант оптической системы для конкретного приложения, следует принимать во внимание много характеристик. Это эффективность, внешний вид, конструктивные особенности и многие другие. Однако первостепенная задача – правильный выбор КСС оптической системы. Именно эта характеристика наиболее важна для создания требуемой пространственной освещенности объекта.

В подавляющем большинстве случаев в справочной документации производители линз на диаграмме приводят значения силы света в канделах, причем для источника со световым потоком 1000 лм. Традиционно на КСС-диаграммах даны кривые силы света в двух перпендикулярных плоскостях, проходящих через оптическую ось системы, и обозначаемых C0-C180 и C90-C270 (рис. 3). Если кривые – симметричные, то зачастую диаграмма дается только для одной плоскости. Если график КСС приведен в декартовых координатах, по оси абсцисс откладываются углы в одной из плоскостей, по оси ординат – значения силы света (рис. 3).

Нельзя не отметить, что диаграммы, приведенные только для двух взаимно перпендикулярных плоскостей, дают лишь общее представление о пространственном распределении светового потока. Строго говоря, для симметричных и несимметричных КСС невозможно определить с большой достоверностью освещенность объекта, используя диаграммы только для двух взаимно перпендику-

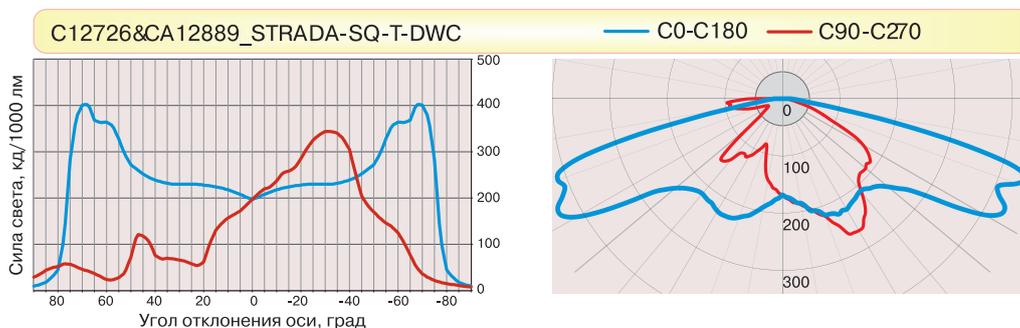


Рис. 3. КСС в прямоугольной и полярной системах координат

лярных плоскостей. В этом случае только использование прототипа светильника гарантирует получение результата, максимально приближенного к реальной картине.

Более того, пользуясь диаграммами КСС только для двух взаимно перпендикулярных плоскостей и не имея соответствующего опыта, крайне сложно представить распределение светового пятна на поверхности. В разного рода справочной документации можно найти примеры изображения светового пятна, получаемого при освещении поверхности с использованием светодиодов и некоторых типов линз. На рис. 4 приведены примеры распределения светового пятна для некоторых линз серии STRADA (LEDiL). Едва ли этой информации для большинства неопытных пользователей будет достаточно.

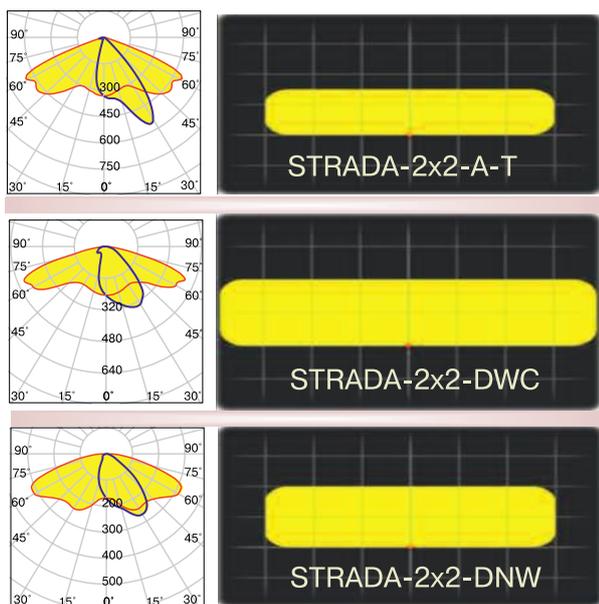


Рис. 4. Примеры светового пятна при использовании линз серии STRADA

Простой пример, наглядно иллюстрирующий ориентацию двух взаимно перпендикулярных плоскостей КСС-диаграммы уличных светильников по отношению к автостраде, показан на рис. 5. Плоскость, обозначенная на рисунке красным цветом (0...180°), расположена вдоль дороги, плоскость синего цвета (90...270°) – поперек дороги.

Вместе с тем, наличие для выбранных источников света файлов в формате IES и соответствующего программного обеспечения позволяет ознакомиться с реальной картиной освещенности объекта и пространственного распределения формируемого светового потока.

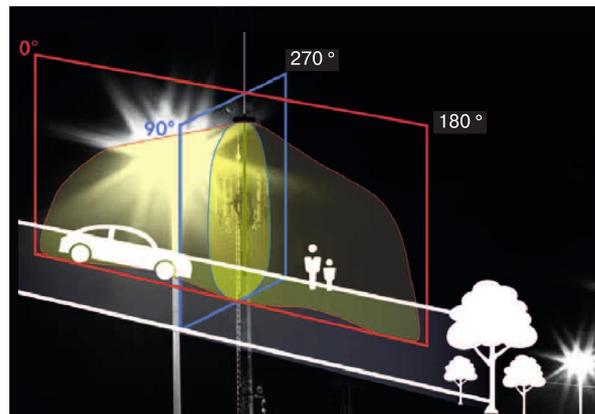


Рис. 5. Ориентация взаимно перпендикулярных плоскостей КСС-диаграммы по отношению к автостраде

IES – стандартный цифровой формат данных, предназначенный для обмена фотометрическими данными, широко используется ведущими производителями светотехнического оборудования и является одним из основных промышленных стандартов. Файлы с расширением IES содержат информацию о пространственном распределении силы света и задействуются во многих программах для моделирования источников освещения. Их можно найти на web-сайтах ведущих производителей светильников и вторичной оптики.

Для просмотра IES-файлов в виде диаграмм можно использовать разные версии популярной программы IES Viewer (например, IES Viewer v3.5), которая является незаменимым помощником в просмотре КСС-диаграмм, представленных в полярных координатах, а также для их визуализации. Кроме того, для этих целей можно рекомендовать программу DIALuxevo 7 (компании DIAL GmbH, Германия), ориентированную на расчет параметров освещения как внутри, так и снаружи помещений, а также мощный полнофункциональный профессиональный программный пакет для создания и редактирования трехмерной графики и анимации Autodesk 3ds MAX. Для моделирования освещения автомобильных дорог, транспортных развязок, мостов, эстакад и т.п. также можно применять программу Light-in-Night Road. Эта программа обеспечивает возможность просмотра и одновременного сравнения кривых силы света нескольких светильников, а также наглядную визуализацию освещаемых объектов и результатов расчета освещения в виде нанесенных на объекты линий равной освещенности, сетки расчетных точек или заливки в фиктивных цветах.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КСС

На рис. 6 приведен вид главного окна программы IES Viewer v3.5. Назначение вспомогательных окон и клавиш управления не требует особого пояснения, интуитивно понятно и во многом совпадает с уже ставшими стандартными в ОС Windows. Программа позволяет выбрать и загрузить нужный IES-файл.

Основное преимущество программы заключается в том, что в одном рабочем окне возможно представить кривые силы света в полярных координатах для разных плоскостей сечения с шагом 5 или 10 градусов, и одновременно в другом окне – наблюдать соответствующее им изображение, полученное в результате визуализации цифровой модели источника света для данной плоскости сечения, по сути, визуализацию цифрового IES-файла. Кроме того, вслед за перемещением указателя манипулятора типа мышь по изображению КСС-диаграммы во всплывающем окне приводятся значения силы света и угла для конкретной точки на диаграмме. В качестве примера на рис. 7 приведены КСС-диаграммы и визуализированные изображения, полученные с помощью программы IES Viewer для источников света:

- FCN14875_JENNY-T4 (светодиод CXA1520)
- FCN15357_RONDA-ZT45_V10_SIMULATED 1000LM.IES.

На рис. 8 приведены КСС-диаграммы и визуализированные изображения для разных плоскостей сечения для источника света, содержащего рекомендованную для уличного освещения линзу C12362_STRADA-2x2-DWC и светодиод серии XP-G2 (Cree).

В отличие от программы IESViewer, в более мощной программе, например, DIALuxvo 7 возможно получить изображение формируемого светового пятна на поверхности для источников света, параметры которых описаны в IES-файле.

На рис. 9 приведены примеры распределения светового пятна при использовании разных линз, в том числе типа C12419_STRADA-2x2-A-T, C12362_STRADA-2x2-DWC и C12360_STRADA-2x2-DNW, использованных в примерах, показанных на рис. 4.

На рис. 10 приведен вид рабочего окна программы Autodesk 3ds MAX – профессионального программного пакета, предназначенного для создания и редактирования трехмерной графики и анимации, который можно использовать для формирования и просмотра освещенности разных объектов.

СВЕТОДИОДНАЯ ОПТИКА КОМПАНИИ LEDiL

Оптические линзы компании LEDiL предназначены для использования совместно со светодиодами разных производителей (Cree, LG, Lumileds, Nichia, OSRAM и др.) Их высокое качество определяет при-

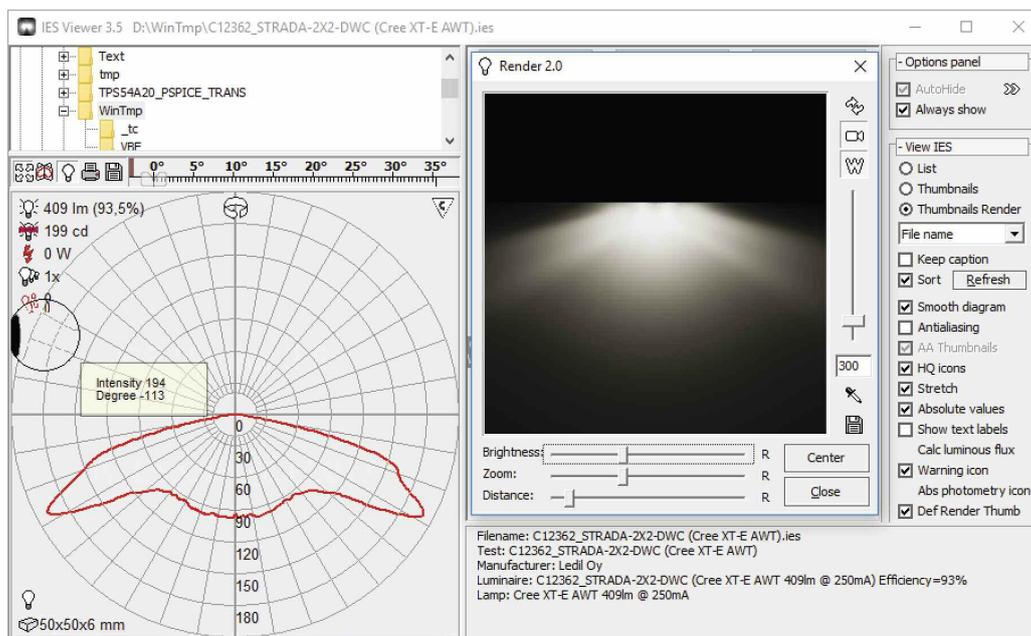


Рис. 6. Вид главного окна программы IES Viewer

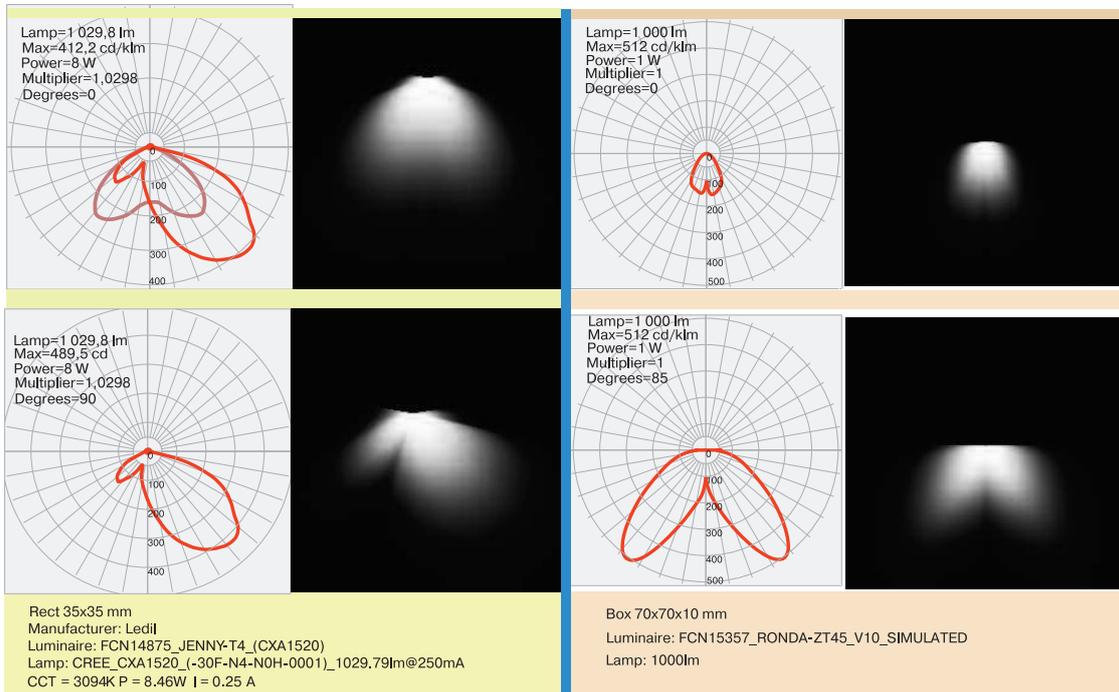


Рис. 7. КСС-диаграммы и визуализированные изображения, полученные с помощью программы IES Viewer

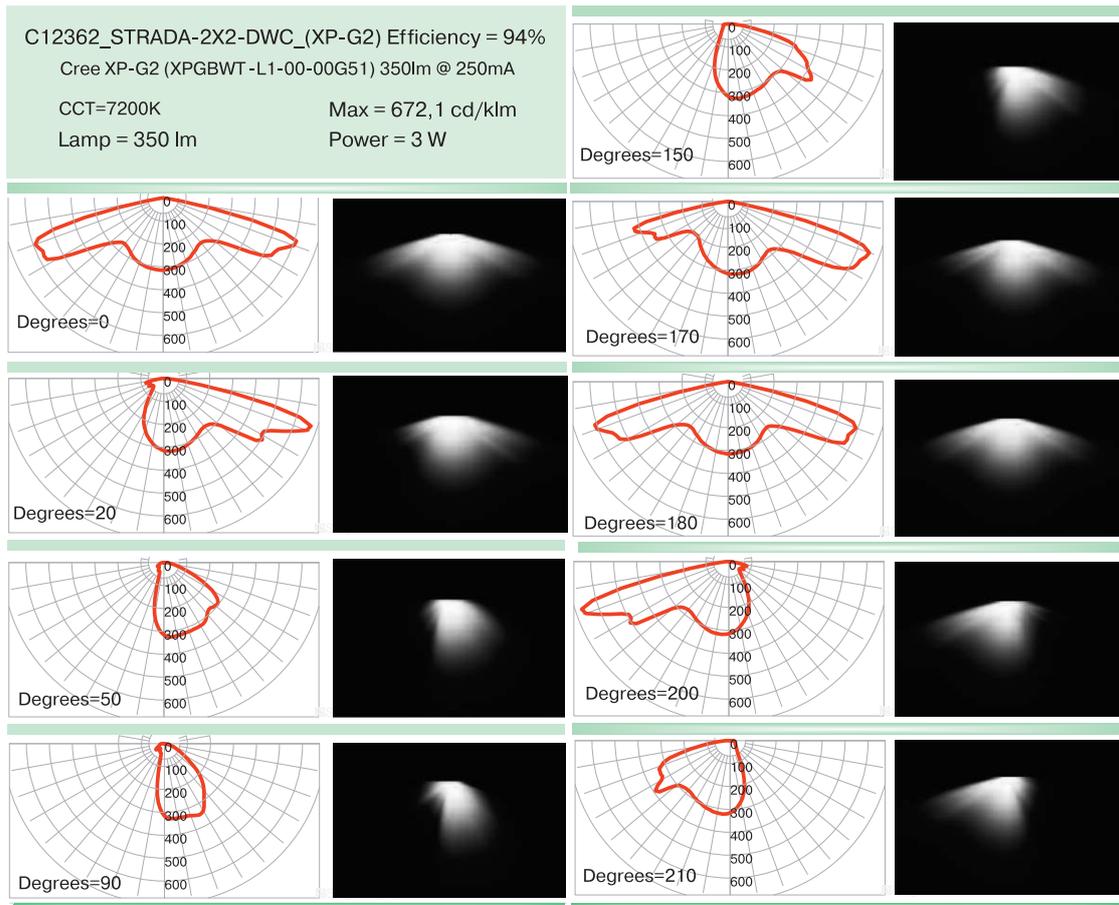


Рис. 8. КСС-диаграммы и визуализированные изображения для разных плоскостей сечения

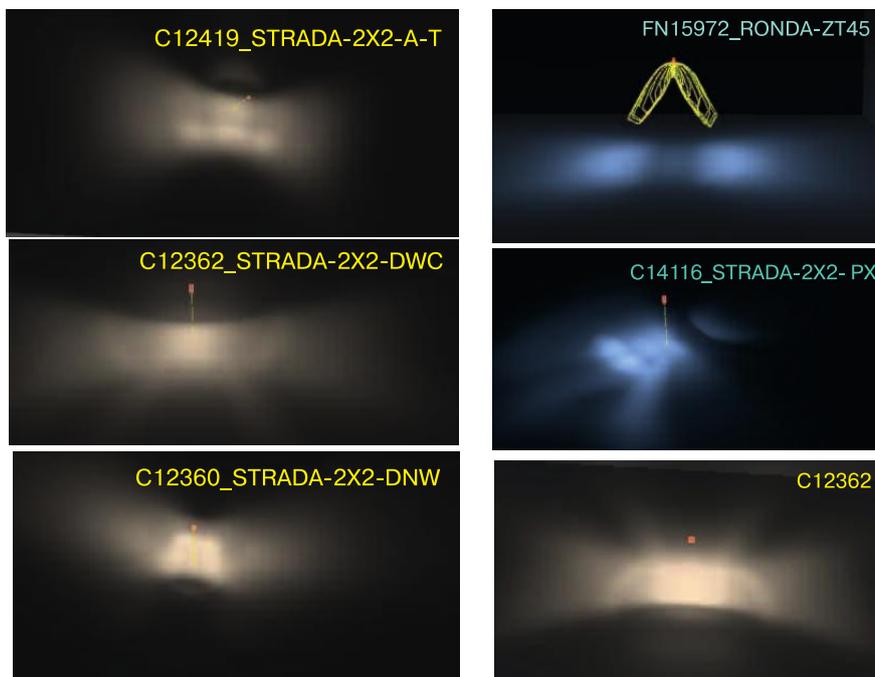


Рис. 9. Примеры изображения светового пятна при использовании программы DIALuxevo 7

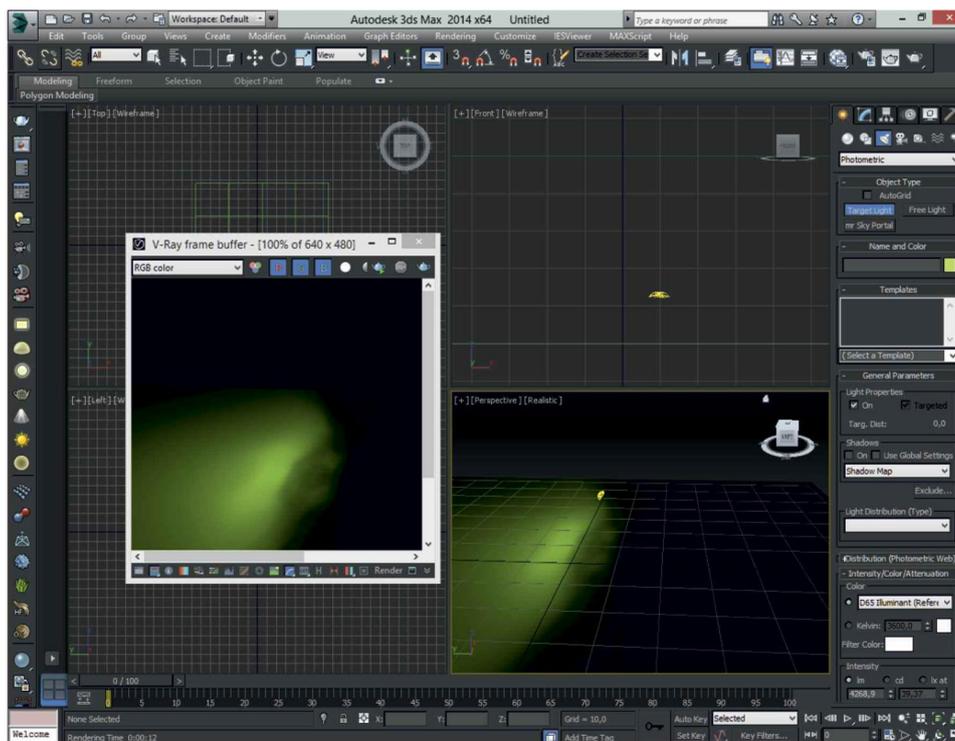


Рис. 10. Вид рабочего окна программы Autodesk 3ds MAX

менение полиметилметакрилата (ПММА). Этот материал отличается высокой прозрачностью, водостойкостью, устойчивостью к воздействию повышенных температур и ультрафиолетового излучения. К преимуществам относится и тот факт, что

спектр проходящего через него светового потока остается неизменным.

Компания LEDiL предлагает также линзы, изготовленные из оптического силикона, благодаря особенностям которого линзы не желтеют и остают-

ся прозрачными при длительной эксплуатации в условиях высоких температур или повышенной влажности воздуха. Оптический силикон – перспективный материал для создания светодиодной оптики, т.к. он лишен ряда недостатков органического стекла (ПММА) и вместе с тем обладает всеми его основными преимуществами (устойчивостью к высоким температурам и хорошей оптической прозрачностью).

По конструктивному исполнению различают круглые и прямоугольные линзы, а также линзы специальной формы. Особенностью прямоугольных линз является возможность их установки вплотную друг к другу без зазоров, что важно при их применении в системах наружного освещения. Выпускаются линзы как для одного, так и для нескольких (от 3 до 16 и более) светодиодов. Линзы типа STRADELLA-IP-16 (размерами 100×60 мм) и STRADELLA-IP-28 (100×100 мм) рассчитаны на использование, соответственно, 16 и 28 светодиодов, имеющих типоразмер корпуса 3535.

Компания LEDiL предлагает как отдельные, так и модульные (блочные) линзы, ориентированные на применение в светодиодных светильниках для уличного освещения. Это линзы серии JENNY, SITARA, STELLA/STELLA-G2, STRADA, STRADELLA, TATIANA. Модульные линзы унифицированы, т.е. имеют фиксированные размеры и совместимы по форме, числу оптических элементов, их взаимному расположению и точкам крепления. Это дает возможность при замене линз корректировать диаграмму направленности без каких-либо конструктивных изменений существующего светильника.

Одиночные или блочные силиконовые линзы серии JENNY размером от 35×35 мм (например, JENNY-CY) до 280×35 мм (JENNY-8x1-CY) предназначены для применения со светодиодами, имеющими типоразмер корпуса до 7070. Производство линз этой серии началось сравнительно недавно. Планируется, что линзы будут изготавливаться с кривыми силы света типа FT45, CY, T4.

Круглые силиконовые линзы типа STELLA-G2 (рис. 11) диаметром 90 мм ориентированы на применение с мощными светодиодами, изготовленными по технологии COB (Chip on Board), с диаметром до 30 мм. По классификации консорциума Zhaga, приведенной в книге Zhaga Book 3, светоизлучающие диоды диаметром 30 мм соответствуют обозначению LES30 (LES – Light Emitting Surface). Ожидается, что линзы серии STELLA-G2 будут выпускаться с КСС типа T2, T3, T4, VSM (рис. 11) и соот-



Рис. 11. Круглая силиконовая линза FN16441_STELLA-G2-T3 и виды КСС-диаграмм для линз типа STELLA-G2

ветствовать классу защиты электротехнического оборудования IP67 (International Protection).

В продукции компании LEDiL, предназначенной для применения в уличных светильниках, наиболее широко представлены модульные и одиночные линзы серии STRADA и STRADELLA с симметричными и асимметричными диаграммами направленности. Они ориентированы на использование совместно со светодиодами ведущих компаний, в том числе и компании Cree (например, Cree XLamp и др.). Оптическая эффективность (η) этих линз – 92...94%.

Одиночные и блочные линзы серии STRADA – пожалуй, самой универсальной серии линз, – предназначены специально для применения в светильниках для уличного освещения.

Это одиночные линзы из органического стекла типа STRADA-A/B/C/C2/DW/T-DW/DN/FT/FW/K/S/S-14/ME (размером 19.6×15.5 мм) для применения со светодиодами, имеющими типоразмер корпуса до 3535, и STRADA-SQ-XX (25×25 мм) для светодиодов 7070.

Кроме того, выпускаются разнообразные модульные линзы из органического стекла и поликарбоната:

- STRADA-2x2-XX (размером 50×50 мм) с асимметричной характеристикой для светодиодов с типоразмером корпуса до 5050
- STRADA-2x2CSP-XX (50×50 мм) для мощных светодиодов, изготовленных по технологии CSP (Chip-Scale Packaging)
- SITARA-2x2-XX (50×50 мм) – поликарбонатные линзы (IP67), оптимизированные для применения с плоскими мощными светодиодами типа flat SMD LEDs (типоразмером до 5050), соответствующие требованиям по энергоэффективности министерства энергетика Индии

- STRADA-IP-2x6-XX (173×71.4 мм) с асимметричной характеристикой для светодиодов 5050
- STRADA-2x2MX-XX (90×90 мм) с асимметричной характеристикой для светодиодов 7070, соответствующие классу защиты электротехнического оборудования IP67
- STRADA-6x1-XX (119.8×25.2 мм) с асимметричной характеристикой для светодиодов 3535.

Семейство линз STRADA содержит также силиконовые модульные линзы типа STRADA-2x2MXS (размером 90×90 мм) для применения со светодиодами с типоразмером корпуса до 7070 или светодиодами, изготовленными по технологии COB (диаметром 9 мм). Линзы серии STRADA-2x2MXS соответствуют классу защиты электротехнического оборудования IP67.

Линзы типа STRADA-2x2S-XX (размером 50×50 мм) с асимметричной диаграммой КСС также изготавливаются из оптического силикона. Эти линзы предназначены для использования со светодиодами, имеющими типоразмер корпуса 5050, и ориентированы на применение в уличных светильниках при освещении широких автострад и дорог средней ширины в соответствии с нормативными документами, принятыми в Европе, США и Индии.

Особенность модульных линз – стойкость к воздействию окружающей среды. Это позволяет отказаться от использования защитного стекла, которое, кроме того, что вносит существенные потери, может исказить диаграмму направленности. Модульные линзы STRADA-2x2 в соответствии со своим обозначением рассчитаны на использование с четырьмя светодиодами. Особенность большинства линз серии STRADA – асимметричная диаграмма направленности, именно благодаря которой удается формировать на поверхности световое пятно в виде полосы с оптимальным для улиц и дорог освещением.

Модульные линзы из органического стекла STRADA-6x1 (рис. 12) размерами 119.8×25.2 мм предназначены для применения в уличных светильниках при освещении узких улиц и дорог средней ширины, а также при освещении пешеходных пере-

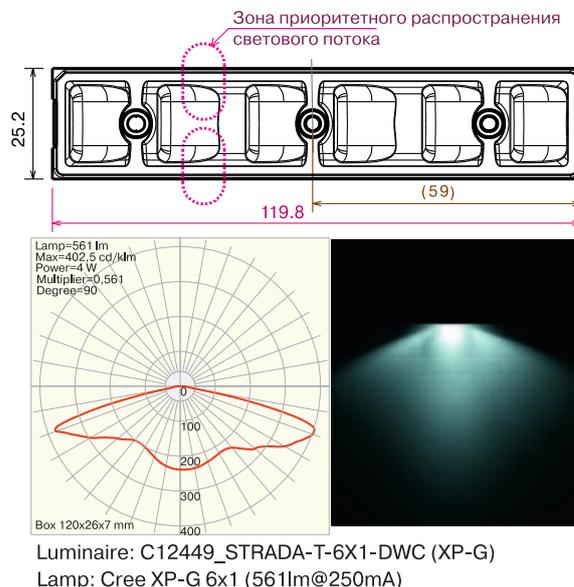


Рис. 12. Примеры светового пятна при использовании линзы C12449_STRADA-T-6X1-DWC

ходов в соответствии с европейскими нормами. Линзы этой серии имеют асимметричную диаграмму направленности. Основные параметры блочных линз серии STRADA-6x1 приведены в табл. 2, а фотометрические данные на рис. 12.

В сравнении с серией STRADA линзы серии STRADELLA имеют меньшую стоимость, а номенклатура ограничена. Использование линз серии STRADELLA позволяет снизить затраты на производство светодиодных светильников для освещения улиц и других объектов без существенной потери качества. Эти линзы предназначены для использования со светодиодами средней и повышенной мощности, имеющими типоразмер корпуса 3535. Основные параметры изготавливаемых из органического стекла одиночных и блочных линз серии STRADELLA приведены в табл. 3. Фотометрические данные новой линзы CP16165_STRADELLA-IP-16-T2-PC габаритными размерами 100×60×9 мм (класс защиты IP67), ориентированной на применение при освещении улиц и пешеходных переходов в соответствии с европейскими нормами, приведены на рис. 13.

Таблица 2. Параметры линз STRADA-6x1

Тип	Число светодиодов (типоразмер корпуса)	Габаритные размеры, мм	Пропускная способность (η), %	Материал
STRADA-T-6x1-ME	6 (3535)	119.8×25.2×8.2	93	ПММА
STRADA-T-6x1-DNW	6 (3535)	119.8×25.2×5.6	93	
STRADA-T-6x1-DWC	6 (3535)	119.8×25.2×5.5	94	

Таблица 3. Параметры линз STRADELLA

Тип	Число светодиодов	Размеры, мм	Класс защиты
STRADELLA-XX	1	13.9×13.9	-
STRADELLA-8-XX	8	49.5×49.5	
STRADELLA-9-XX	9	49.5×49.5	
STRADELLA-16-XX	16	49.5×49.5	
STRADELLA-IP-16-XX	16	100×60	IP-67
STRADELLA-IP-28-XX	28	100×100	

Модульная линза из органического стекла типа C14128_TATIANA-1x4-B (рис. 14) габаритными размерами 102×25×7 мм – одна из немногих линз, предназначенных для применения в уличных светильниках при освещении узких улиц и дорог средней ширины с использованием наклонных осветительных опор. Кроме того, эти линзы могут применяться в освещении туннелей и подземных переходов. Линзы предназначены для использования со светодиодами, имеющими типоразмер корпуса до 3535. Модуль состоит из четырех линз, которые можно просто разделить на четыре отдельные линзы размерами 25×25 мм, что позволяет их использовать при модификации существующих светильников, в которых применяются линзы типа STRADA-

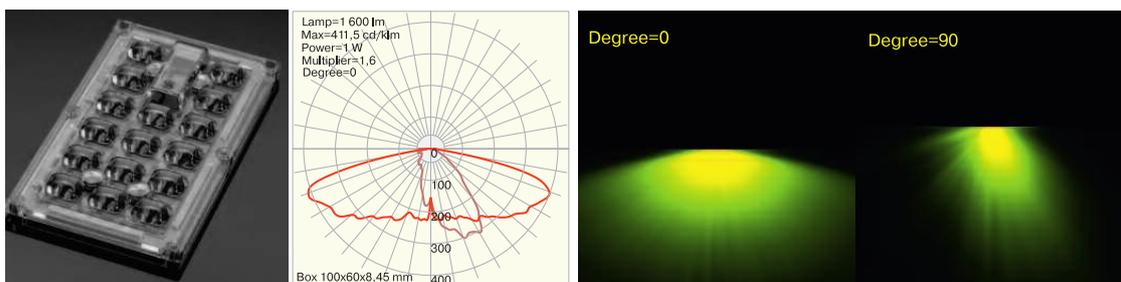
SQ-XX (25×25 мм).

Модульные линзы STRADA-2x2-PX и STRADA-2x2-FN ориентированы, соответственно, на освещение пешеходных переходов с осветительных опор, расположенных на противоположных сторонах улиц с правосторонним движением, и освещение пешеходных переходов с одной опоры на улицах с малой интенсивностью движения.

В качестве примера на рис. 15 приведены варианты изображения светового пятна на поверхности, полученные благодаря программе Autodesk 3ds MAX, при использовании популярных модульных линз для уличного освещения серии STRADA и STRADELLA.

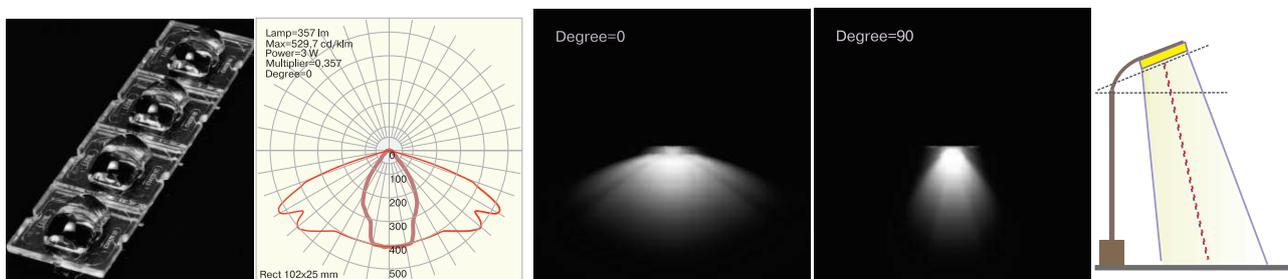
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря ряду несомненных преимуществ светодиодные светильники можно встретить в офисных, торговых и складских помещениях, промышленных и жилых зданиях, архитектурной и наружной подсветке, при освещении автострад, улиц и пр. Немаловажный параметр, который следует принимать во внимание при выборе типа светодиодного светильника, – кривые силы света. Для визуализации и сравнительной качественной оценки КСС разных линз можно воспользоваться стандартными



Luminaire: CP16165_STRADELLA-IP-16-T2-PC_(Cree_XP-G3)_SIMULATED Lamp: Cree_XP-G3

Рис. 13. Линза CP16165_STRADELLA-IP-16-T2-PC



Luminaire: C14128_TATIANA-1X4-B_(XM-L2) Lamp: XM-L2_(TATIANA)_357lm@250mA_P=2.84023W_I=249.8mA

Рис. 14. Линза C14128_TATIANA-1x4-B

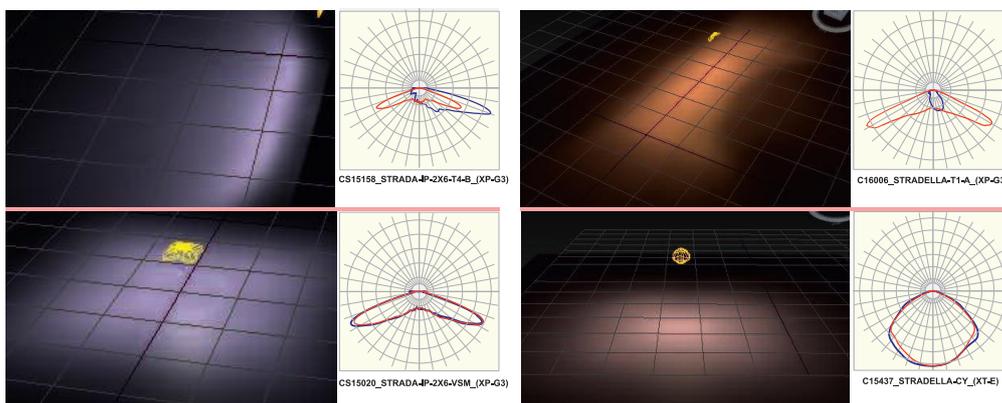


Рис. 15. Варианты изображения светового пятна на поверхности, полученные при использовании программы Autodesk 3ds MAX

специализированными программами.

Компания LEDiL предоставляет подробные характеристики для выпускаемых линз, наличие которых, благодаря соответствующему программному обеспечению, позволяет в ряде случаев исключить дорогостоящие натурные испытания по определению пространственного распределения светового потока.

Дополнительную информацию о продукции компании LEDiL можно найти в [1-4], сети Интернет по

адресу: www.ledil.com или в фирме VD MAIS – официальном дистрибьюторе компании LEDiL.

ЛИТЕРАТУРА

1. LEDiL. Guide for street lighting optics.
2. LEDiL. Range & precision. LEDiL's optics offer both. 2018 first edition.
3. STRADA lens guide.
4. Light that is right. Latest from LEDiL.

Светодиоды 3030 и 2835 от CREE уже на рынке!

Светодиоды J Series™ средней и малой мощности от лидера отрасли:

- стандартные форм-факторы 3.0x3.0x0.5 мм и 2.8x3.5x0.7 мм
- номинальные значения напряжения 3 и 6 В
- биннинг по цветовой температуре и световому потоку
- диапазон цветных температур 2700...6500 К по ANSI
- индексы передачи цвета 70, 80 и 90 CRI для всех значений CCT
- соответствие требованиям RoHS и REACh, рекомендовано UL® (E495478)

Серия	Мощность, Вт	Ток (тип.), мА	Световой поток (тип. для CRI=70, 4000 К), Лм	Падение напряж. (тип.), В	Макс. ток, мА
JВ3030 3V	0.2	65	35.5	2.8	240
JK3030 3V	1	350	156	3.2	400
JK3030 6V	1	150	152	6	200
JE2835 3V	0.5	150	79	3	240
JK2835 6V	1	150	153	6.2	200

VD MAIS – официальный дистрибьютор компании CREE в Украине

тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (032) 245-5478,
(095) 274-6897, (048) 734-1954, info@vdmαιs.ua, www.vdmαιs.ua

LEDiL



ОПТИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ КОМПАНИИ LEDiL

www.ledil.com

Поддержка
приложений

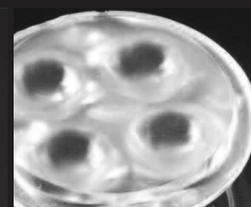
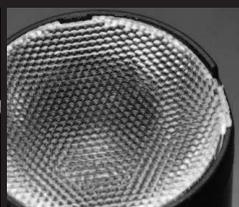
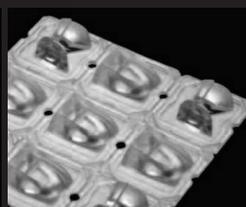
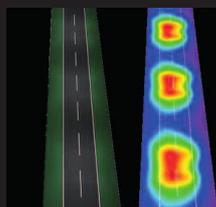
Пользовательские
решения

Симметричные

Асимметричные

Рефлекторы

Массивы



НПФ VD MAIS – официальный дистрибьютор компании LEDiL в Украине

тел.: (044) 220-0101, (057) 719-6718, (0562) 319-128, (032) 245-5478,
(095) 274-6897, (048) 734-1954, info@vdmajs.ua, www.vdmajs.ua