

Екатерина Ильина | ekaterina.ilyina@LEDiL.com |
 Сакен Юсупов | saken.jusupov@LEDiL.com

Оптическая икебана, или Как правильно комбинировать разную оптику в светильниках

Об искусстве икебана обычно думают, как о копировании естественных форм растений, как они растут в полях и горах. Однако икебана не является ни копией, ни миниатюрой. В икебана мы аранжируем одну маленькую ветку и один цветок в безграничном космическом пространстве и бесконечном времени, и эта работа вмещает всю душу человека. В этот момент единственный цветок в нашем сознании символизирует вечную жизнь.
Икэнобо Сэнкэй. Истинная утонченность



Икебана — это создание цветочных композиций, поэтому ее также называют искусством («путь цветов»). Это традиционное японское искусство компоновки срезанных цветов и побегов в специальных сосудах, а также искусство правильного размещения этих композиций в интерьере. В основу икебаны положен принцип изысканной простоты, достигаемый выявлением естественной красоты материала. В отличие от букетов западного образца, икебана подчиняется строгим законам линейного построения. Заранее определено число цветков, цветовая комбинация и ритм.

Освещение фасадов, улиц парков и даже промышленных объектов — это тоже искусство, когда светотехник рисует ярким светом на черном холсте ночных городов. И люди смотрят по вечерам на эту картину и даже живут и работают внутри нее. Конечно, не все светотехники обладают пониманием «истинной утонченности». Иногда это видно на неудачно освещенных городских улицах, но, тем не менее, все светотехники стараются найти оптимальное решение, которое должно соответствовать строгим канонам ГОСТов и учитывать цели и задачи инвесторов по экономии электричества при освещении улиц. Современная оптика для светодиодных светильников дает светотехникам новый инструментарий для решения этих задач. Подобно тому, как в искусстве икебана художник может создать разные композиции из веток и цветов, которые украсят конкретный интерьер, так и инженер светотехник может создавать из типовых линз с разными световыми диаграммами уличный светильник, оптимизированный для освещения какой-то конкретной улицы. И что немаловажно, создавать разные световые диаграммы можно в рамках одного и того же корпуса типового светильника, что заметно упрощает и удешевляет процесс освещения улицы. В этой статье мы рассмотрим, как можно создавать комбинации из световых диаграмм разных линз и какие возможности это дает.

Освещение улиц — одна из важных мер безопасности дорожного движения, поэтому его параметры канонизированы в нормативных документах СП52.13330.2016 и ГОСТ Р 58107.1-2018. Для того чтобы выполнить требования этих ГОСТов, нужно применять светильники с различными световыми диаграммами. В технической

документации к светильникам световые диаграммы (КСС) представляют в виде схематичных картинок (рис. 1, 2). Но в реальности уличный светильник формирует сложное световое (фотометрическое) тело, которое на сопроводительных картинках к уличным светильникам изображают в виде разрезов продольного и поперечного сечения. Тут важно понимать, что эти картинки лишь наглядная иллюстрация, их нельзя использовать для точной оценки пригодности того или иного светильника для освещения конкретной дороги. Пригодность светильника может достоверно оценить только светотехнический расчет, который выполняют инженеры светотехники. Российская классификация уличных светильников описывает формы световых диаграмм (рис. 1).

А европейцы классифицируют световые диаграммы уличных светильников несколько подробнее, и не по сечению светового тела, а по световому пятну на дороге (рис. 2).

Дороги бывают разными: по классу, количеству полос, типу покрытия, схеме расстановки опор (рис. 3).

Но типовые схемы установки дорог не описывают всего того многообразия схем обустройства и освещения дорог, которое встречается на российских просторах. В любом городе есть много улиц, которые строились и освещались в разное время, в разных условиях и разными подрядчиками. Каждый из них проектировал освещение улиц, исходя из доступного оборудования и особенностей местных

- ГОСТ Р 54350-2015 Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний
- Справочная книга по светотехнике под ред. Ю.Б.Айзенберга
- Оба источника - классификация КСС, а не инструкция к применению
- Допуски в классификации КСС определены в пределах +20 / -10%

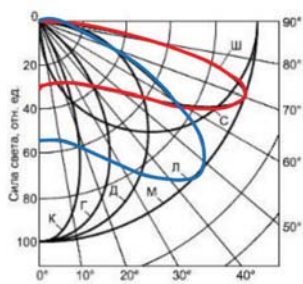


Рисунок 1 - Типы кривых силы света

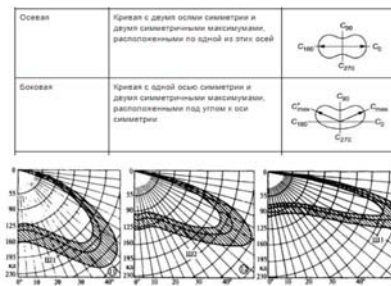


Рис. 4.9. Диаграммы типовых КСС светильников и поля допусков из расчета силы света (Фсв = 1000 лк)

Рис. 1. Типы КСС в российских нормативах

условий на тот момент времени. А сейчас нужно решать задачу замены старых ламповых светильников на новые светодиодные на опорах, которые были расставлены еще в давние времена. При этом нужно не только осветить улицу «по ГОСТу», но и сделать освещение предельно экономным, так как большинство улиц в России сейчас освещается по энергосервисным контрактам, а для инвесторов важно сэкономить каждый ватт электроэнергии. Чтобы выполнить все эти требования на многочисленных нестандартных участках дорог, нужно иметь под рукой светильники с большим выбором световых диаграмм. Задачу конструирования нужной КСС под ту или иную дорогу проще всего решать

при помощи оптики LEDiL, потому что эта компания производит самый большой в мире ассортимент уличных линз. Линзы представлены в виде нескольких семейств с разной степенью интеграции линз в модули, начиная от одиночных линз разного размера и заканчивая модульными линзами на 64 светодиода. Внутри каждого семейства линзы с разными КСС выполнены в стандартных размерах и взаимозаменяемы, что позволяет легко применять однотипные линзы с разными световыми диаграммами в корпусе одного

Световое тело и его продольное и поперечное сечение

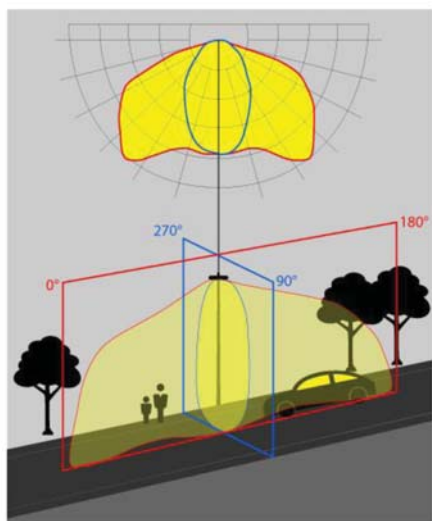
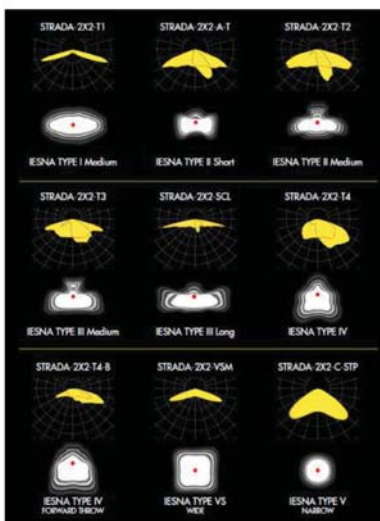


Рис. 2. Европейские нормы IESNA I-V

Классификация КСС ведется по форме светового пятна на дороге



Рекомендуемые схемы расположения опор типовых осветительных установок

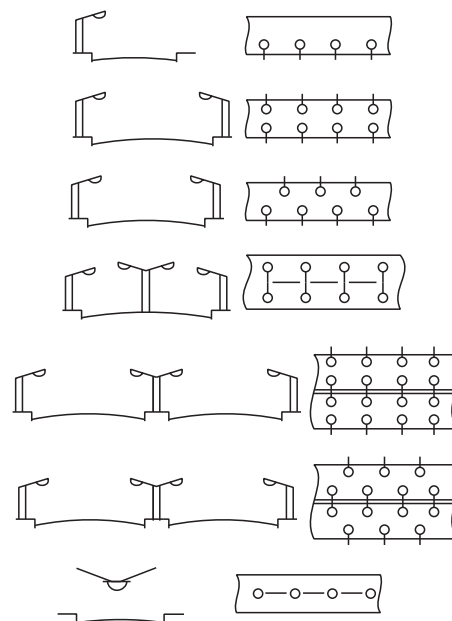


Рис. 3. Типовые схемы установки опор из [1]

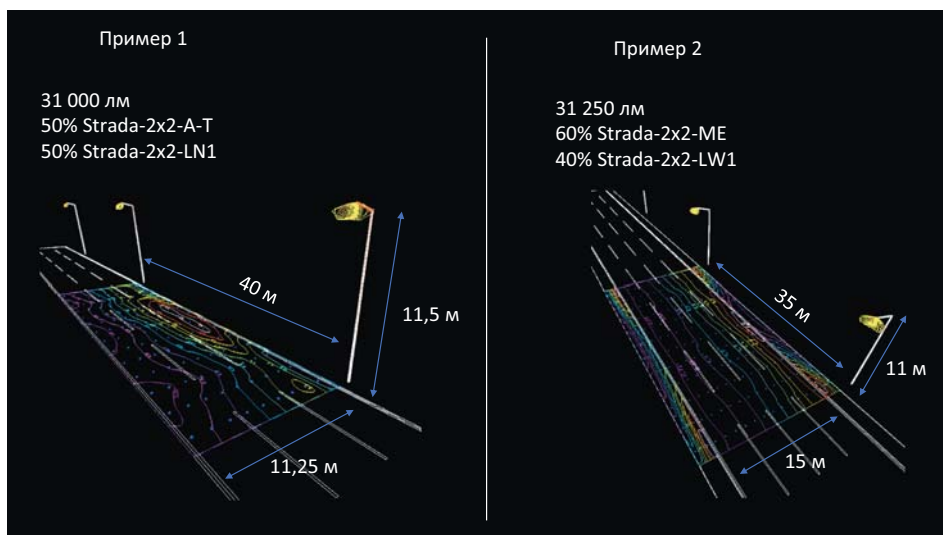


Рис. 4. Результаты расчета в фиктивных цветах для обоих примеров

Таблица 1. Результаты светотехнического расчета для примера №1

| Линза | Стекло | СД | $\Phi_{ср}$, лм | $L_{ср}$, кд/м ² | U_0 | UI | TI | Е, лк | EIR |
|---|--------|-------|------------------|------------------------------|-------|------|----|-------|------|
| C13301_STRADA-2x2-T3 | есть | XP-G3 | 41000 | 1,27 | 0,47 | 0,78 | 10 | 20,2 | 0,39 |
| C17446_STRADA-2x2-LN1 + C12419_STRADA-2x2-A-T (50/50) | | | 31000 | 1,25 | 0,59 | | | 20,7 | 0,37 |

Таблица 2. Нормативные требования для загородных и городских дорог

| Документ | Класс дороги | MF | L_m , кд/м ² | U_0 | UI | TI, % | Е, лк | U |
|----------------------------------|--------------|------|---------------------------|-------|-----|-------|-------|------|
| СП 52.13330.2016 (городская) | A4 | 0,67 | 1,2 | 0,4 | 0,7 | 12 | 20 | 0,35 |
| ГОСТ Р 58107.1-2018 (загородная) | IB | 0,8 | | | | 10 | 15 | |

Таблица 3. Результаты светотехнического расчета для примера №2

| Линза | Стекло | СД | $\Phi_{ср}$, лм | $L_{ср}$, кд/м ² | U_0 | UI | TI, % | Е, лк | EIR |
|--|--------|-------------|------------------|------------------------------|-------|------|-------|-------|------|
| C13299_STRADA-2x2-ME | есть | Luxeon 5050 | 31250 | 1,27 | 0,46 | 0,88 | 12 | 23,9 | 0,59 |
| C13299_STRADA-2x2-ME + C16927_STRADA-2x2-LW1 в соотношении 3/2 | | | | 1,20 | 0,48 | 0,89 | 10 | 23,5 | 0,61 |

и того же светильника без дополнительных изменений его конструкции.

Применяя уличные линзы LEDiL, можно сконструировать нужную КСС уличного светильника, оптимизированного под конкретные участки дороги, монтируя разные линзы в светильник. Рассмотрим пример освещения трехполосной загородной дороги класса IB шириной 11,25 м, при высоте опор 11,5 м с шагом 40 м, светильники установлены с углом наклона 15°, вылет 0,5 м. Для того чтобы выполнить требования СП 52.13330.2016 вполне подойдет линза Strada-2x2-T3. В данном случае световой поток светильника составит 41 000 лм. Но если применить комбинацию линз C17446_STRADA-2x2-LN1 и C12419_STRADA-2x2-A-T в соотношении 50/50%, то можно выполнить все требования СП 52.13330.2016 при световом потоке 31 000 лм. То есть, подобрав оптимальное индивидуальное

оптическое решение под конкретный участок дороги, мы смогли не только выполнить нормы, но и за счет выбранного более эффективного светораспределения сэкономить 30% электроэнергии! Результаты светотехнического расчета для данного примера представлены в таблице 1, а для комбинации линз в фиктивных цветах — на рис. 4.

Теперь рассмотрим другой пример, в котором показано, как комбинация линз помогает решить технически сложную задачу. Пусть нужно осветить загородную трассу класса IB в четыре полосы шириной 15 м. Часто по экономическим соображениям такие дороги освещают, устанавливая опоры с одной стороны. На просторах наших дорог много опор с кронштейнами с общей высотой установки светильников около 11 м. Угол наклона — 15°. Шаг между светильниками — 35 м. Вылет опоры относительно

дороги — 4 м, длина кронштейна — 2,5 м, а вылет светильника — 1,5 м.

Отметим, что по требованиям загородная дорога класса IB наиболее близка к городской дороге класса A4. На загородных трассах нормы по слепящему действию (TI) довольно жесткие. Посмотрим нормы в таблице 2. Если в городе требование TI = 12, то за городом требуется TI = 10. Для решения вышеописанной задачи в городе, например, подойдет линза C13299_STRADA-2x2-ME.

Но для загородной трассы понадобится другое решение: оптимальным будет сочетание линз C13299_STRADA-2x2-ME и C16927_STRADA-2x2-LW1 в сочетании 60 на 40% соответственно. В этом случае правильно подобранная комбинация линз позволяет добиться выполнения требований нормативов по слепящему действию для дорог с неудобным расположением опор. Результаты расчета для обоих вариантов линз представлены в таблице 3, а для комбинации линз в фиктивных цветах — на рис. 4.

Важно отметить, что линзы семейства Strada-2x2 имеют широкий ассортимент уличных КСС (рис 5).

С их помощью можно сконструировать световые диаграммы для самых сложных участков дорог. Конструктивно они оптимально подходят для создания мощных уличных светильников, которые с 2021 года нужно делать с защитным стеклом.

Большинство линз STRADA-2x2 механически совместимы с новыми российскими светодиодами CLP-5050F5A, которые уже выпускает компания «Клевер».

Освещение улиц российских городов и загородных трасс подчинено строгим нормативным регламентам, а энергосервис требует предельной энергоэффективности светотехнических решений. Как ни странно, такой набор жестких граничных условий задачи дает широкий простор для творчества инженерам светотехникам, которые составляя композиции из линз с разными КСС, создают лаконичное решение — светильник со световой диаграммой, оптимальный для определенной дороги или же для ее конкретного участка. В этом их работа схожа с японским искусством составления букетов из цветов. Если в основу икебаны положен принцип изысканной простоты, достигаемый выявлением естественной красоты материала в рамках традиционных правил и сложившихся канонов, то основа работы инженера светотехника — это

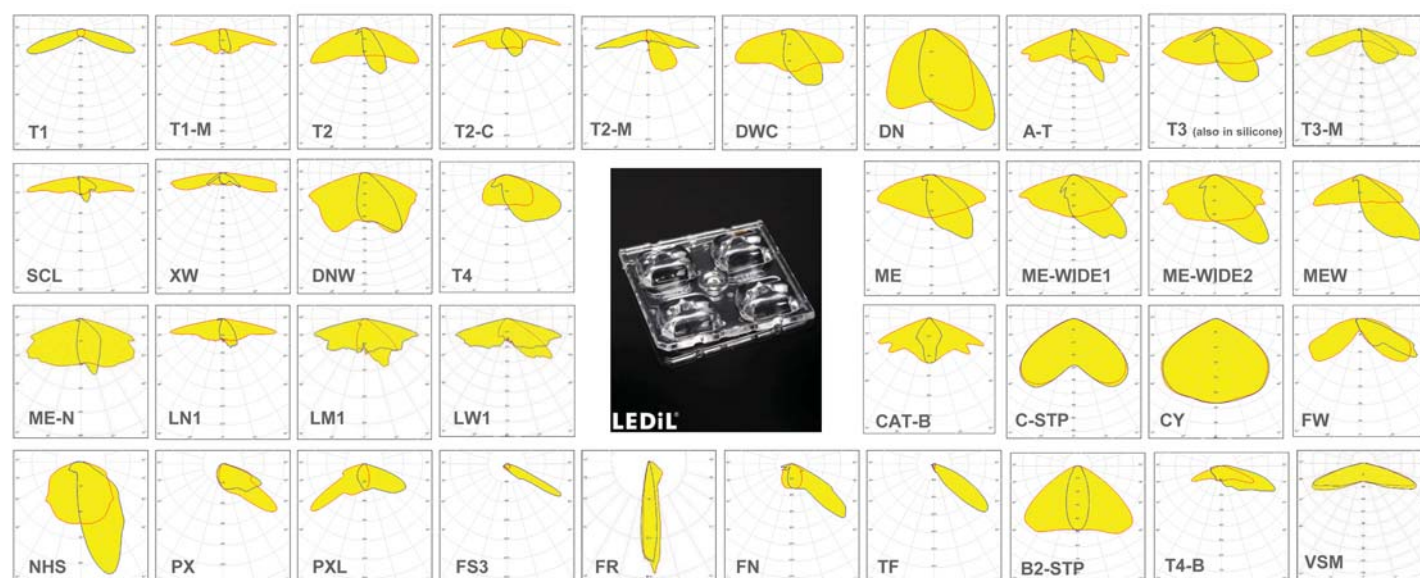


Рис. 5. Световые диаграммы линз STRADA-2x2

поиск простоты решений сложных задач, в рамках нормативных требований и необходимости экономить электроэнергию. К сожалению, не все производители светильников обладают необходимыми инженерными ресурсами для решения столь сложных задач. Специалисты компании LEDiL готовы поделиться своим пониманием «истинной утонченности» в искусстве составления световых диаграмм. Для этого был создан и сейчас успешно работает сервис «Бесплатный светотех-

нический расчет» [4]. Искусство составления и подбора оптимальных световых диаграмм под конкретные дороги или разные участки дорог дает значительную экономию электроэнергии при освещении по сравнению с освещением той же дороги типовыми универсальными светильниками. Энергоэффективность систем освещения — это принципиально важный параметр для энергосервисных контрактов. Умение делать индивидуальные светотехнические решения для освещения дорог, которые

значительно энергоэффективнее и/или позволяют выполнять жесткие условия в типовых универсальных проектах может стать серьезным конкурентным преимуществом для многих производителей светильников. ●

Литература

1. СП 52.13330.2016.
2. ГОСТ Р 58107.1-2018.
3. EN13201.
4. www.svetolego.com/svetotehraschet