

# СОДЕРЖАНИЕ

## #3, 2014

### РАЗРАБОТКА И КОНСТРУИРОВАНИЕ

**2 Пьер Фавароло, Лукас Осл, Сабина Гудвин, Рубен Бонс**  
Совместное моделирование тепловых и электрических параметров светодиодов

**5 Нэт Кэннон**  
Решение типовых проблем твердотельного освещения

**9 Барбара Стамп**  
Новые методы проектирования и производства для создания светодиодных 3D-ламп

### ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ, ДРАЙВЕРЫ И УПРАВЛЕНИЕ ОСВЕЩЕНИЕМ

**12 Цзяньчжун Цзяо**  
ANSI признает необходимость в стандартах испытаний светодиодных драйверов

**14 Скотт Барни**  
Выбор светодиодного драйвера

**18 Аркадий Камчатков, Антон Гальцов**  
Источник постоянного тока LEDinGRAD

### ТЕПЛОТВОД

**23 Александр Корнич**  
Обзор конфигураций систем активного охлаждения мощных светодиодных светильников

### ОПТИКА

**29 Сакен Юсупов, Денис Курдюков**  
LEDiL + Seoul = долговечные LED-светильники

**33** Рефлекторы LEDiL для автодорожных светильников

### ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

**34 Нина Соловьева**  
Светильники из Поднебесной наизнанку: что скрыто в китайских светодиодных светильниках

**39** Светодиодный светильник «Каури» от компании Uniel. Обзор

**42 Рафаил Тукшаитов**  
Светодиодный светильник «Каури» от компании Uniel. Мнение эксперта

**44** Витрина

### ДИСКУССИЯ

**47** Преимущества светодиодного освещения на примере уличных светильников от НПО «Дюма»

**49 Татьяна Кощеенко**  
Дизайн как средство коммуникации

**51 Берно Рам**  
Экологичный свет Philips

**53** В промышленном освещении мелочей не бывает

### ПРОЕКТЫ

**55 Марика Волкова**  
Модернизированные районные библиотеки

### ТОЧКА ЗРЕНИЯ

**58 Елена Белова**  
Фасадное освещение глазами студентов

Руководитель проекта и главный редактор журнала «Современная светотехника» **Михаил Заславский**; ответственный секретарь **Марина Грачёва**; редакторы: **Елизавета Воронина**; **Виктор Ежов**; **Екатерина Самкова**; **Владимир Фомичёв**; редакционная коллегия: **Борис Рудяк**; **Владимир Фомичёв**; **Леонид Чанов**; реклама: **Динара Бараева**; **Антон Денисов**; **Елена Живова**; **Екатерина Прима**; распространение и подписка: **Марина Панова**, **Василий Рябишников**; директор по рекламе: **Ольга Попова**; арт-директор: **Михаил Павлюк**; директор издательства: **Михаил Симаков**

Адрес издательства: Москва, 115114, ул. Дербеневская, д. 1, п/я 35, тел.: (495) 741-7701; факс: (495) 741-7702; эл. почта: info@elcp.ru, www.elcp.ru

**ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА:** Мир электроники (Самара): 443080, г. Самара, ул. Революционная, 70, литер 1; тел./факс: (846) 267-3139, 267-3140; e-mail: info@eworld.ru, www.eworld.ru. Радиоэлектроника: 620107, г. Екатеринбург, ул. Гражданская, д. 2, тел./факс: (343) 370-33-84, 370-21-69, 370-19-99; e-mail: info@radioel.ru, www.radioel.ru. ЭЛКОМ (Ижевск): г. Ижевск, ул. Ленина, 38, офис 16, тел./факс: (3412) 78-27-52, e-mail: office@elcom.udmlink.ru, www.elcompany.ru. ЭЛКОТЕЛ (Новосибирск): г. Новосибирск, м/р-н Горский, 61; тел./факс: (3832) 51-56-99, 59-93-31; e-mail: info@elcotel.ru, www.elcotel.ru. Издательство «Электроника инфо»: 220015, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Пушкина 29Б. Тел./факс: +375 (17) 204-40-00. E-mail: electronica@nsys.by, www.electronica.by. IMRAD (Киев): 03113, г. Киев, ул. Шутова, д. 9, оф. 211; тел./факс: +380 (44) 495-2113, 495-2110, 495-2109; e-mail: imrad@tex.kiev.ua, www.imrad.kiev.ua; Представитель в Китае и Тайване (Media Representative in China/Taiwan/Hong Kong) Pro Media Services Co., Ltd., Mr. K.H.Pu. Tel: +886-4-24730700 (БЕСПЛАТНО), +886-4-24730700, Fax: +886-4-24731316. Email: image.media@url.com.tw. Skype: image.media

Индекс для России и стран СНГ по каталогу агентства «Роспечать» — 33218, индекс для России и стран СНГ по объединённому каталогу «Пресса России. Российские и зарубежные газеты и журналы» — 73556. Свободная цена. Издание зарегистрировано в Комитете РФ по печати. ПИ № ФС77-37935.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в рекламных объявлениях. Ответственность за достоверность фактов, исследований, собственных имен и прочих сведений несут авторы публикаций.

Тираж 5 000 экз.

Учредитель: ООО «ИД Электроника».

Отпечатано в типографии ООО «Акцент Групп», 194044, Санкт-Петербург, Б. Сампсониевский пр., д. 60, лит. И.

# Совместное моделирование тепловых и электрических параметров светодиодов

**Пьер Фавароло (Pier Favarolo),**  
руководитель отдела регулирования тепловой нагрузки, Zumtobel Group

**Лукас Осл (Lukas Osl),**  
инженер, Zumtobel Group  
**Сабина Гудвин (Sabine Goodwin),**  
ведущий инженер, CD-Adapco  
**Рубен Бонс (Ruben Bons),**  
директор отдела электроники, CD-Adapco

*Бининг светодиодов, выполненный производителем, обеспечивает наиболее подходящие характеристики светильников. Однако, по мнению инженеров компаний Zumtobel и CD-Adapco, для оптимизированного проекта необходимо определить все характеристики выбранных светодиодных компонентов, а также произвести системное моделирование.*

Перед производителями светильников, работающими со светодиодами, стоит непростая задача — уложиться в жесткие временные рамки проектирования изделий и успеть вывести их на быстро меняющийся рынок твердотельного освещения. Процесс разработки осложняется физической природой светодиодов и тем, как эти компоненты функционируют в конкретной системе. Одним из способов ускорить проектирование изделий и получить полное представление о характеристиках светильника является моделирование. Инженеры компании Zumtobel установили, что моделирование взаимосвязанных тепловых и электрических параметров светодиодов, начиная с момента включения источников света и заканчивая работой в установившемся режиме, позволяет создавать надежные в эксплуатации светильники.

Производители светодиодов сортируют их по бинам на основе значений прямого напряжения, а также других характеристик, обеспечивая соответствие заданным требованиям. Несмотря на довольно-таки малые

производственные допуски, наблюдается значительный разброс по таким показателям как потребляемый ток и температура внутри светодиодных кристаллов, что расширяет диапазон цветовых характеристик даже в пределах одной партии. Кроме того, эти различия работают не в пользу самого главного преимущества светодиодных источников света — продолжительного срока службы. Компания Zumtobel, которая занимается поставками интегрируемых светотехнических изделий для профессионального освещения, решает эту проблему путем исследования взаимосвязанных тепловых и электрических характеристик светодиодов с помощью совместного моделирования с использованием программного обеспечения CSM+ и симулятора NGSPICE.

Производители светодиодов, как правило, указывают в документации зависимость прямого тока от прямого напряжения. Эти параметры представлены на графиках электрических характеристик, а также на характеристиках цвета и светового потока в привязке к электрическим параметрам. Однако этих сведений недостаточно, чтобы оценить характеристики на системном уровне.

Светодиод, как и любой диод, не пропускает тока до тех пор, пока приложенное прямое напряжение не достигнет пороговой величины. Вольтамперная характеристика светодиода с той величины, когда он начинает пропускать ток, определяет цвет и яркость излучения. Другими словами, испускаемый свет в большой степени зависит от вольтамперной характеристики каждого отдельного светодиода.

## ТЕПЛОВЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СВЕДИОДИОДОВ

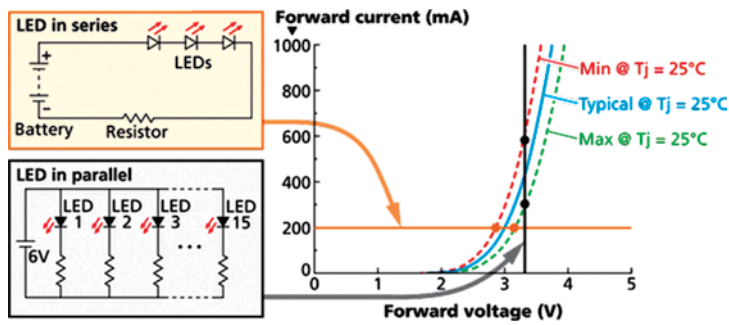
Хотя принцип работы светодиода достаточно прост, разработка светильника с заданными характеристиками яркости и цвета может оказаться сложным делом из-за уникальности рабочих параметров светодиодов.

Неизбежные вариации характеристик материалов и технологических процессов часто становятся причиной неожиданного разброса электрических характеристик светодиодов. Поскольку совокупный световой поток и спектр излучения в большой мере зависят от управляющего напряжения и тока, из-за вариаций производственных параметров ухудшается качество света. Чтобы избежать несоответствия характеристик конечной продукции ожидаемым, производители светодиодов классифицируют светодиоды по световому потоку, цвету и прямому напряжению. Такой бининг позволяет уменьшить разброс, но не устранить его.

Выбор топологии схемы, в которой светодиоды установлены параллельно или последовательно друг другу, тоже значительно влияет на ее чувствительность к вариациям параметров (см. рис. 1). Чтобы отказ одного светодиода не повлиял на выход из строя всей цепи, эти компоненты устанавливаются параллельно друг другу. Это значит, что каждый источник света в цепи работает при одинаковом напряжении, в отличие от последовательной топологии, когда через все светодиоды протекает одинаковый ток. Как правило, параллельно включенные светодиоды работают на круто восходящем участке характеристики, что повышает их чувствительность к разбросу производственных параметров даже в пределах одного бина, что видно по трем разным значениям прямого тока на вертикальной линии на рисунке 1.

Светодиод имеет очень высокую чувствительность к изменению температуры. Температура эксплуатации не только влияет на срок службы светодиодов, но и на восприятие глазами светового потока, а также на тепловые характеристики, или количество тепла, рассеиваемого светильником.

Такие проблемы как изменение цвета в процессе эксплуатации и ухудшение светового потока со временем являются следствием вариаций температуры. И хотя одним из



**Рис. 1. У параллельно установленных светодиодов — высокая чувствительность к вариациям вольт-амперных характеристик в пределах одного бина**  
 LED in series — последовательно установленные светодиоды; Battery — батарея; Resistor — резистор; LED in parallel — параллельно установленные светодиоды; Forward current (mA) — прямой ток, мА; Forward voltage (V) — прямое напряжение, В; Typical — типовая характеристика

главных преимуществ светодиодов считается их продолжительный срок службы, оно не реализуется в полной мере, если тепловой расчет оказался неверным. Так, например, произошло со многими первыми изделиями для твердотельного освещения, что привело к сокращению темпов внедрения светодиодных технологий в системы освещения.

Некоторых из описанных выше вариаций можно избежать с помощью управления электрической схемой, или драйвера. Однако чтобы правильно построить схему питания светодиодного светильника со стабильным цветом и яркостью, необходимо знать тепловые и электрические характеристики, чтобы установить взаимозависимость между электрическими параметрами схемы, температурой, рассеянием тепла и охлаждением.

### СВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕПЛОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Инженеры компании Zumtobel воспользовались программным комплексом STAR-CCM+ (предназначенным для анализа характеристик воздушных потоков и расчета тепловых параметров) совместно с NGSPICE — открытым симулятором электронных схем общего назначения, чтобы точно установить взаимосвязь между электрическими и тепловыми характеристиками светодиодов. Связь между этими двумя приложениями осуществлялась с помощью интерактивного средства JAVA macro.

С помощью симулятора NGSPICE определяются прямое напряжение и прямой ток светодиодов. Электрическая мощность определяется на основе этих данных с использованием собственного метода, разработанного компанией Zumtobel. Далее на основе информации о температуре, полученной с помощью программы

STAR-CCM+, рассчитывается оптическая мощность, или та доля потребляемой энергии, которая была преобразована в видимый свет.

Тепловая мощность, или доля энергии, рассеянной в виде тепла, рассчитывается как разность между электрической и излучаемой мощностью. Данные о тепловой мощности используются в программе STAR-CCM+ для расчета всех значений температур системы, которые затем возвращаются в симулятор NGSPICE на последующем этапе моделирования. Поскольку температура оказывает значительное влияние на электрические характеристики светодиодов, этот цикл повторяется до тех пор, пока не установится равновесное состояние.

Этот процесс был опробован на прототипе светильника из двух параллельно соединенных светодиодов, которые были установлены на алюминиевую панель (см. рис. 2). Дан-



**Рис. 2. Испытуемый прототип светильника состоит из двух параллельно установленных светодиодов**

ная модель, представляющая собой одну из стандартных тестовых конфигураций, была тщательно изучена в лаборатории компании Zumtobel. В этом методе для измерения тока и напряжения каждого светодиода применяется четырехполюсник.

Температура измерялась с помощью термодатчика Т-типа, установленных в определенные точки медных ламелей, печатных плат и теплоотводов. Эти контролируемые участки использовались в качестве опорных точек в тепловом моделировании.

Кроме того, при тестировании осуществлялось параметрическое исследование, чтобы лучше понять, как производственные допуски (на толщину проводников, теплопроводность и т.д.) влияют на тепловую характеристику системы. Одним из важных элементов экспериментальной установки является измеритель тока, последовательно подключенный к одному из светодиодов, в результате чего сопротивление этого плеча схемы выше. Таким образом, у каждого источника света в рассматриваемой схеме — разные электрические характеристики и рабочие температуры.

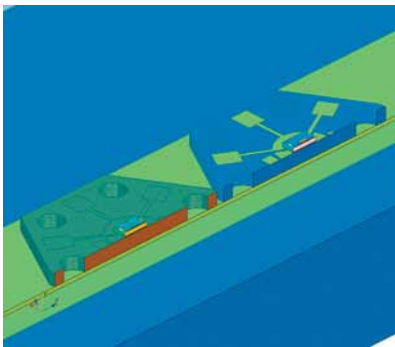
### ПАРАМЕТРЫ КОМПОНЕНТОВ И МОДЕЛИ

В симуляции использовались геометрические размеры и те параметры материалов для изготовления светодиодов, которые были предоставлены производителем. Для минимизации времени расчета была построена только полусимметричная модель. Чтобы учесть то влияние, которое оказало использование измерителя тока на схему, был смоделирован токочувствительный резистор, установленный параллельно одному из светодиодов.

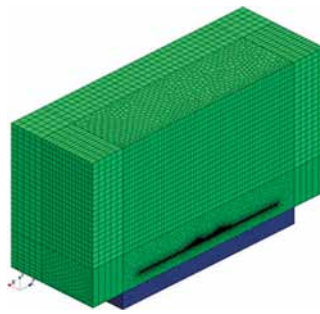
Как видно из рисунка 3, большое внимание было уделено моделированию основных элементов системы, в т.ч. печатной платы на металлической основе с медными проводниками, контактной площадке светодиода с электрическим соединением и полупроводниковому кристаллу. При симуляции в программе STAR-CCM+ учитывалось также явление естественной конвекции и необходимость в ограничении рабочей температуры полупроводникового кристалла.

Чтобы обеспечить высокую точность симуляции, в программе STAR-CCM+ использовалась конформная сетка. Как видно из рисунка 4, эта сетка позволяет симулировать воздух окружающей среды и некоторые небольшие физические элементы в центральной области светодиодного кристалла. Параметры воздушного потока и тепловую характеристику системы можно получить, выполнив симуляцию устойчивого режима с помощью соответствующих решателей.

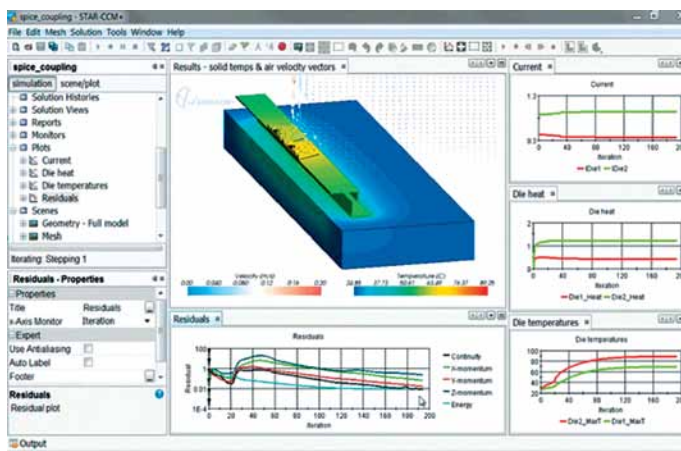




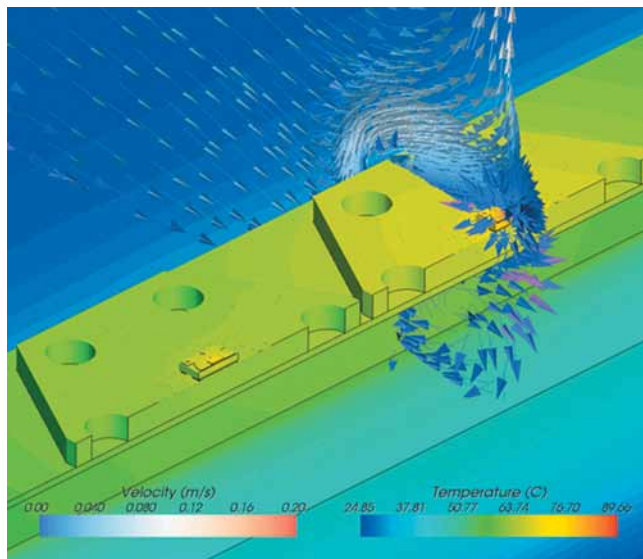
**Рис. 3.** Модель светильника, полученная с помощью программы STAR-CCM+, состоит из печатной платы, контактной площадки светодиодов и полупроводникового кристалла



**Рис. 4.** Для построения элементов модели в программе STAR-CCM+ используется конформная сетка



**Рис. 5.** На скриншоте совмещены данные, полученные с помощью симулятора NGSPICE и программы STAR-CCM+ после 20 обновлений, включая 200 итераций STAR-CCM+



**Рис. 6.** По окончании симуляции с помощью программы STAR-CCM+ были получены данные о температуре твердого тела и воздушного потока вокруг каждого из светодиодов

## РЕЗУЛЬТАТЫ СИМУЛЯЦИИ

На рисунке 5 представлен скриншот комбинированного интерфейса, который облегчает отслеживание разных параметров системы, включая прямой

ток через каждый светодиод и температуру кристаллов. При включении системы выполняется приближенная оценка величины тока, температуры и оптической мощности в соответствии

с начальными условиями, когда входное напряжение начинает превышать пороговый уровень. Симуляция продолжается до тех пор, пока светодиоды не выйдут в устойчивый режим.

В процессе моделирования на каждый проход NGSPICE пришлось 10 проходов STAR-CCM+. Примерно через 200 итераций, выполненных программой STAR-CCM+ (на что потребовалось всего около 20 минут работы ноутбука), значения прямого тока сошлись в одной точке, и установилась температура кристалла. Это решение было получено примерно через 50 обновлений между симулятором NGSPICE и программой STAR-CCM+.

На рисунке 6 показано распределение температуры твердых тел. Как и ожидалось, увеличение сопротивления плеча, связанное с использованием измерителя тока (который имитировался с помощью токоограничивающего резистора) привело к появлению значительной разницы между конечными температурами каждого светодиода. На поперечном разрезе одного из них показано поле скоростей естественного конвекционного потока воздуха при охлаждении системы.

## ВЫВОДЫ

Несколько последних лет светодиодные источники света получают широкое распространение благодаря малому размеру, эффективности и продолжительному сроку службы. Однако чтобы полностью реализовать эти преимущества, необходимо при проектировании светодиодных светильников учитывать взаимосвязь между электрическими характеристиками схемы, температурой, тепловым рассеиванием и охлаждением.

Чтобы разработать светильники с заданными характеристиками и вовремя вывести продукцию на рынок, производителям светотехники требуются средства, позволяющие установить параметры законченного изделия. Например, чтобы обеспечить высокий спрос своей продукции на рынке, компания Zumtobel во главу угла ставит производство светильников со стабильным цветом и яркостью. С этой целью инженеры компании выполняют моделирование тепловых и электрических характеристик изделий на ранних этапах проектирования, не прибегая к использованию физических прототипов и к тестированию. Таким образом изготовленная продукция получает высокое качество и выходит в установленные сроки.

# Решение типовых проблем твердотельного освещения

**Нэт Кэннон (Nat Cannon), инженер по применению, Cree**

*В статье анализируются типовые случаи отказов светодиодов в системах твердотельного освещения, и предлагаются рекомендации по избежанию возможных ошибок при проектировании, а также способы создания надежных в эксплуатации изделий.*

Одновременно с быстрым совершенствованием светодиодных компонентов, которое наблюдается несколько последних лет, в твердотельном освещении и проектировании систем происходит вторая революция. На заре твердотельного освещения часто случались технические ошибки, в результате которых появлялись чудовищно выглядевшие лампы замещения и светильники. Некоторые из этих изделий время от времени до сих пор мелькают на рынке, но большинство ошибок проектирования стало менее очевидным. Однако и эти менее заметные ошибки препятствуют раскрытию рыночного потенциала отдельных проектов, ухудшают репутацию компаний и затрудняют в целом дальнейшее распространение технологии твердотельного освещения.

С момента появления сервиса Cree Services осенью 2011 г. инженеры этого подразделения протестировали свыше 500 светильников и ламп замещения в соответствии с программой TEMPO (Thermal, Electrical, Mechanical, Photometric, Optical — тепловые, электрические, механические, фотометрические и оптические характеристики). Программа испытаний TEMPO обеспечивает уникальную возможность ускорить проектирование твердотельных светильников и реализовать творческий потенциал инженеров. И все-таки по-прежнему существует несколько типовых ошибок, которые совершают даже очень опытные разработчики систем твердотельного освещения. В этой публикации обсуждаются четыре наиболее часто встречающиеся ошибки, даются

рекомендации, как их избежать и создать осветительные приборы высокого качества.

## ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ

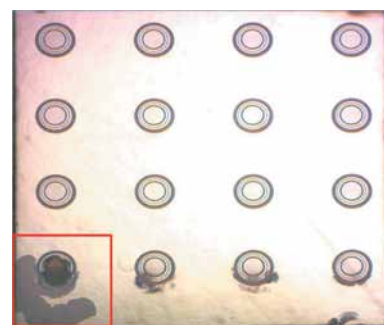
Прежде всего, рассмотрим, как влияют на эксплуатацию светодиодов электрические параметры. Электрическое перенапряжение (electrical overstress, EOS), или воздействие на компонент слишком высокого тока либо напряжения, не предусмотренного спецификацией, — основная причина отказа светодиодов, не зависящая от того, кем они были произведены. Такого рода отказы возникают в результате большого количества тепла, генерируемого при большом переходном токе или напряжении и сосредоточенного в малом объеме пространства. При перегреве повреждаются материалы, из которых изготовлены светодиоды.

Компания Cree недавно установила жесткий режим испытаний светодиодов трех основных категорий от разных производителей: среднемощных одно- и многокристалльных светодиодов; высокоомощных однокристалльных светодиодов; высокоомощных светодиодов, выполненных по технологии COB (chip-on-board — кристалл-на-подложке). Это испытание состояло в подаче прямоугольных импульсов мощностью до 1700 Вт и продолжительностью 0,1–70 мс на отдельные светодиоды для имитации воздействия очень высокого тока или напряжения в реальных условиях. Критерии отказа были основаны на измерениях тока утечки через переход, которые осуществлялись после подачи каждого отдельного импульса. Превышение током значения, указанного в спецификации, рассматривалось как отказ. На рисунке 1 показан пример отказа в результате прохождения через высокоомощный светодиод чрезмерно большого тока.

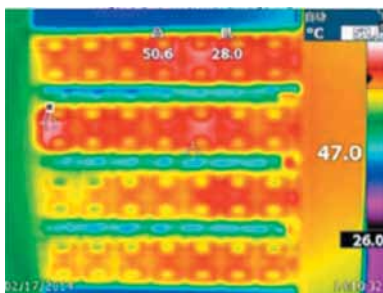
Как правило, однокристалльные высокоомощные светодиоды, у которых имеется множество контактных сквозных отверстий, лучше всего

защищены от электрического перенапряжения, а пластиковые малоомощные светодиоды в пластиковых корпусах наиболее уязвимы к воздействиям такого рода. Светодиодные COB-матрицы с относительно большим числом параллельных цепочек кристаллов надежнее в эксплуатации, чем COB-матрицы с меньшим числом этих компонентов. Прочность светодиодов большего размера выше, чем у компонентов меньшего размера. Испытания всех этих типов источников света показали, что с ростом соотношения мощность/число отказов уменьшается время наработки на отказ.

Такие события как удар молнии или броски тока в драйвере при включении питания приводят к возникновению электрического перенапряжения, воздействующего на светодиоды. Однако этого воздействия можно избежать с помощью надежных мер защиты, к которым относится применение металлооксидных варисторов, предохраняющих от чрезмерных напряжений, и резисторов с положительным температурным коэффициентом (ПТК) для защиты от сверхтоков. В целом, рекомендуется предусмотреть схему, которая обеспечивает защиту светодиода от импульсов длительностью более 0,1 мс и величиной, которая в 2–3 раза превышает максимальный номинальный ток светодиода. Более детальный анализ этого вопроса см. на [1].



**Рис. 1.** В результате электрического перенапряжения светодиоды могут перестать функционировать



**Рис. 2.** Недостаточное использование материалов теплового интерфейса приводит к возникновению большого температурного градиента

## ТЕПЛОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Нерешенные проблемы теплового регулирования ведут к преждевременному отказу светодиодов. Расчетный срок службы всех светодиодов зависит от их рабочей температуры. Одним из наиболее критичных параметров системы освещения является ее способность отвести тепло, генерируемое в переходах светодиодов.

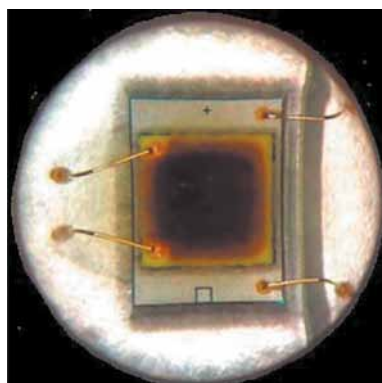
Поскольку эксплуатация светодиода при высоких температурах перехода сокращает световой поток и срок службы этих компонентов, следует уделять должное внимание вопросам теплового регулирования схемы, сборки и светодиодов в приложениях по освещению. Неправильно рассчитанный тепловой режим эксплуатации может привести к тем же повреждениям источников света, что и химическая несовместимость материалов, о которой пойдет речь далее. Но, в отличие от последствий этой проблемы, результаты теплового повреждения необратимы.

Как правило, светодиоды монтируются на подложку FR-4 или на печатную плату с металлическим основанием (metal-core printed-circuit board, MCPCB), у которой имеется теплоотвод. Светодиодная COB-матрица монтируется на теплоотвод с установленным на нем разъемом. Хороший тепловой контакт между COB-матрицей и теплоотводом позволяет успешно реализовать систему освещения. Для обеспечения оптимальных рабочих характеристик используется материал теплового интерфейса (thermal interface material, TIM). Поскольку хорошим тепловым изолятором является воздух, необходимо, чтобы он заполнил все пустоты между COB-матрицей и теплоотводом. Без материала теплового ин-

терфейса лишь ограниченное число участков поверхности светодиода передает тепло радиатору. Пустоты, заполненные таким материалом, намного лучше обеспечивают отвод тепла. Так или иначе, при проектировании необходимо уделить тщательное внимание созданию тракта для передачи тепла во внешнюю среду. Рисунок 2 иллюстрирует случай, когда в результате недостаточного количества материала теплового интерфейса для отвода тепла возник большой температурный градиент величиной в 22°C.

## ХИМИЧЕСКАЯ НЕСОВМЕСТИМОСТЬ

Наличие несовместимых летучих органических соединений (volatile organic compounds, VOC) в светодиодных системах освещения может привести к ухудшению их рабочих характеристик и сокращению срока службы. Клеи, конформные покрытия, материалы герметизирующих прокладок и заливочные компаунды, которые часто применяются в конструкциях светодиодных светильников или ламп, содержат летучие органические соединения. Химически несовместимые летучие органические соединения, находящиеся на поверхностях или вблизи светодиодных кристаллов, уменьшают световой поток или вызывают изменения в цветовом составе света. На рисунке 3 показаны резуль-



**Рис. 3.** Обесцвечивание генерируемого излучения в результате несовместимости химических соединений

таты воздействия этих соединений, находящихся на поверхности светодиодного кристалла.

Восприимчивость светодиодов к летучим органическим соединениям — известная проблема для всех типов светодиодов с синим, яркосиним и белым свечением. Эти про-

блемы не наблюдаются у светодиодов с зеленым, янтарным и красным свечением благодаря тому, что их излучение имеет большие длины волн, т.е. меньший энергетический уровень.

Химическая несовместимость материалов в системах твердотельного освещения — локальное явление, возникающее из-за герметизации отдельных частей системы, что приводит к повышению рабочей температуры светодиодов в отсутствие или при затрудненной вентиляции воздуха. Однако эти эффекты можно предотвратить, тщательно продумав конструкцию и протестировав ее. Более подробное обсуждение этого вопроса см. на [2].

## ОБРАЩЕНИЕ СО СВЕТОДИОДАМИ И ИХ ПРОИЗВОДСТВО

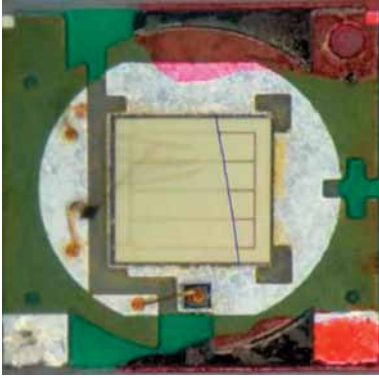
Правильное обращение со светодиодами в процессе изготовления систем твердотельного освещения — еще один важный вопрос, непонимание которого может привести к отказу готовых изделий. Мы остановимся на отказах четырех основных видов, вызванных следующими причинами: проникновение влаги; искривление печатной платы; некачественная пайка и плохое покрытие припоем, а также неправильная технология монтажа.

**Проникновение влаги.** Многие светодиоды и, в первую очередь с пластиковыми корпусами, подвержены разрушению в результате проникновения в них влаги. Большинство светодиодов поставляются в герметичной гидрозащищенной упаковке, обеспечивающей продолжительный срок хранения. Если же влагочувствительные светодиоды после вскрытия этой упаковки подвергаются воздействию высокой влажности, их поверхность повреждается при пайке, как видно из рисунка 4.



**Рис. 4.** В результате воздействия высокой влажности поверхность светодиодов повреждается при пайке





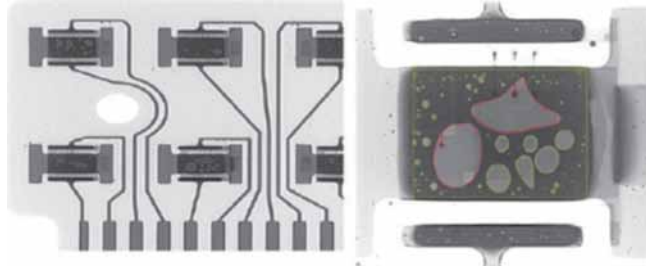
**Рис. 5.** Трещина на светодиодном кристалле (синяя линия), возникшая в результате искривления печатной платы

Светодиоды, которые находились во влажных условиях в течение времени, которое превысило максимальный срок хранения без упаковки, должны просушиться при заданных условиях до отправления на пайку. Просушка светодиодов при рекомендованной температуре в течение определенного времени устраним влагу и позволит производителю восстановить их исходное состояние.

Необходимо соблюдать условия хранения непаяных светодиодов, которые были вскрыты или извлечены из оригинальной упаковки, во избежание воздействия на них влаги. На этот случай рекомендуется следующее.

- Хранить извлеченные из упаковки светодиоды в герметичном контейнере с жесткими стенками и свежим влагопоглотителем. Контейнер должен быть оснащен индикатором относительной влажности.
- Хранить компоненты в сухом шкафу или контейнере с продувкой сжатым азотом, благодаря которой влажность поддерживается ниже максимально допустимого уровня.
- Извлеченные светодиоды можно снова запечатать в оригинальную упаковку на некоторое время. Упаковка должна оснащаться индикатором влажности и свежим влагопоглотителем.

**Искривление печатной платы.** Изгиб печатной платы — неизбежное явление, которое часто встречается в процессе монтажа. Эта деформация является основной причиной возникновения растягивающей нагрузки на электронные



**Рис. 6.** Рентгеновское изображение светодиодных кристаллов позволяет выявить непропаи с большим объемом пустот

компоненты собранной платы. В результате этого напряжения возникают микротрещины на светодиодных компонентах с керамической основой, и возникает вероятность отказа (см. рис. 5).

Перечислим причины возникновения изгиба печатной платы, в результате которого появляются трещины в установленном на ней светодиодном кристалле:

- закручивающее усилие при винтовом креплении;
- неровная или выпуклая поверхность платы;
- пайка оплавлением компонентов платы;
- пробивка отверстий в плате или разделение печатных плат.

Трещины в светодиодном кристалле и подложке, появившиеся в результате искривления печатной платы, становятся причинами нестабильной работы или частичных отказов светодиодов на керамических подложках. Эти повреждения можно свести к минимуму с помощью следующих мер.

- Не следует чрезмерно затягивать винты при установке светодиодной платы на радиатор. Для оптимального крутящего усилия рекомендуется использовать автоматизированную затяжку и винтовое крепление.
- Не следует применять чрезмерное количество термопасты, очень толстую термоленту/тепловую площадку.
- Не рекомендуется наносить термопасту или использовать термоленту только под светодиодным компонентом. Для минимизации возможного искривления или изгиба платы в процессе ее крепления паста наносится ровным слоем и в контролируемом количестве.
- Нельзя устанавливать светодиодную плату на деформированную,

выпуклую или неровную поверхность.

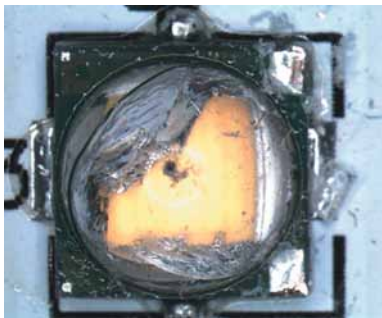
- Не рекомендуется использовать избыточное количество припоя для монтажа светодиодов на печатную плату.

Монтажные операции со светодиодными платами после сборки необходимо выполнять таким образом, чтобы минимизировать их искривление и изгиб.

**Некачественная пайка и плохое покрытие припоем.** Для обеспечения хорошего теплового регулирования необходимо придерживаться определенных правил при проектировании, монтаже и работе светодиодов в осветительных системах. Плохо пропаянные участки между светодиодом и платой, а также недостаточный отвод тепла от платы к радиатору — основные причины отказа этих источников света. На рисунке 6 показаны результаты некачественной пайки светодиодов на плату. Действительная причина данного дефекта заключается в некачественной промышленной пайке, а не в неверной тепловой конструкции.

Большинство светодиодов, предназначенных для систем освещения, устанавливается на плату методом оплавления припоя в специальной печи или установке в соответствии с заданным профилем пайки. Выбранный припой и метод его нанесения определяют требуемое количество этого вещества. Чтобы получить наиболее приемлемые результаты, следует использовать автоматизированный дозатор или трафаретный принтер.

При налаживании процесса пайки или при подготовке к производству нового изделия рекомендуется проверять соответствие требованиям и качество паяных соединений на нескольких пробных платах. Самый



**Рис. 7.** В результате неправильного автоматизированного монтажа компонентов при сборке печатной платы может повредиться светодиод

простой и быстрый способ этой проверки состоит в использовании рентгенографии. Если же он недоступен по какой-то причине, кристаллы разрезают на части, чтобы оценить качество пайки. При обнаружении большого количества пустот параметры процесса пайки корректируются.

**Монтаж компонентов.** Это автоматизированная операция, в процессе которой манипулятор извлекает светодиоды из доза-

тора и устанавливает их на плату. Производство, не соответствующее специфическим требованиям к монтажу светодиодов, характеризуется невысоким выходом годных (см. рис. 7). При монтаже светодиодов с помощью манипулятора следует учесть ряд переменных факторов, которые влияют на производительность монтажной установки. Это связано с тем, что большинство автоматизированных манипуляторов предназначено для высокоскоростного монтажа полупроводниковых компонентов с плоскими, а не куполообразными корпусами, как у светодиодов. Светодиодам требуется свой набор технологических параметров при использовании манипулятора, чтобы оптимизировать производительность установки. Главным образом, проблемы монтажа светодиодов с помощью манипулятора обусловлены физическими различиями между традиционными SMD-компонентами, к которым относятся интегральные схемы, и SMD-светодиодами.

За несколько последних лет были достигнуты определенные успехи, позволившие преодолеть эти проблемы монтажа светодиодных компонентов.

Большая часть из них была решена путем адаптации соответствующего оборудования, выбора насадок или подающего устройства. Подробнее на эту тему см. [3].

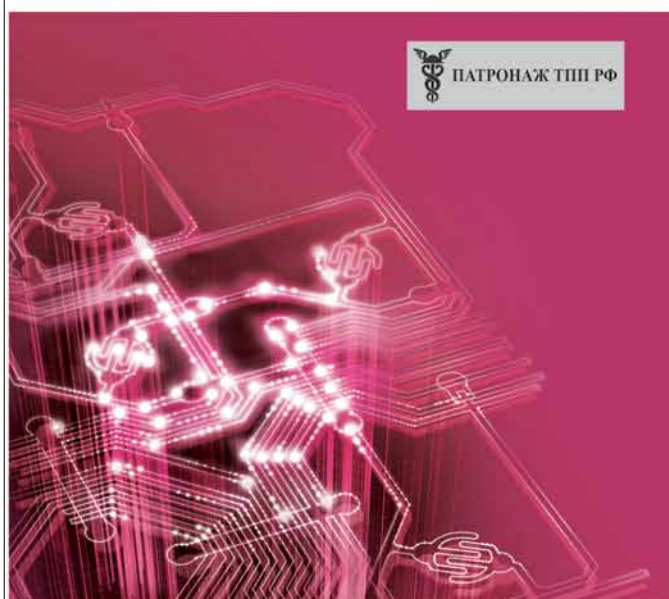
## Выводы

Несмотря на огромные успехи, достигнутые за последние годы в области проектирования систем твердотельного освещения, испытания ТЕМРО выявляют ряд менее заметных проблем. Электрическое перенапряжение, неправильное тепловое регулирование, химическая несовместимость, неправильное обращение со светодиодами и использование несоответствующего монтажного оборудования — основные источники плохих характеристик систем освещения. Этих проблем можно избежать, тщательно следуя тем принципам проектирования, которые предлагают производители светодиодов, в т.ч. компания Cree.

## ЛИТЕРАТУРА

1. [www.cree.com/xlamp\\_app\\_notes](http://www.cree.com/xlamp_app_notes).
2. [www.cree.com/xlamp\\_app\\_notes/chemical\\_compatibility](http://www.cree.com/xlamp_app_notes/chemical_compatibility).
3. [www.cree.com/xlamp\\_app\\_notes](http://www.cree.com/xlamp_app_notes).

В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА «РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. АВТОМАТИЗАЦИЯ»



## РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

- Электронные компоненты
- Комплектующие
- Печатные платы
- Светотехника
- Материалы
- Конструктивы
- Технологии
- Промышленное оборудование и инструменты
- Контрольно-измерительные приборы и лабораторное оборудование

**28-30 октября 2014**

Санкт-Петербург, СКК

Организатор выставки:



[radel2@farexpo.ru](mailto:radel2@farexpo.ru), [www.farexpo.ru/radel](http://www.farexpo.ru/radel) тел.: +7 (812) 777-04-07, 718-35-37  
Место проведения: Санкт-Петербург, СКК, пр. Ю. Гагарина, 8, м. «Парк Победы»



# Новые методы проектирования и производства для создания светодиодных 3D-ламп

**Барбара Стамп (Barbara Stumpp),**  
технический журналист

*В статье рассматриваются преимущества технологии 3D-MID (3D molded interconnect devices — объемные литые монтажные основания), с помощью которой создаются светодиодные 3D-лампы, по виду и характеристикам схожие с традиционными лампами накаливания. Эта технология позволяет сократить стоимость разработки и производства светодиодных ламп.*

В настоящее время светодиоды намного превосходят другие источники света по сроку службы и рабочим характеристикам. Но, к сожалению, стоимость систем твердотельного освещения пока остается высокой. Более того, сложность механической конструкции светодиодных ламп, имитирующих внешний вид ламп накаливания, повышает производственные расходы за счет интеграции светодиодов, радиаторов, оптических компонентов и драйверов. Технология 3D-MID обеспечивает совершенно иные возможности проектирования, а также позволяет сократить производственные расходы на изготовление светодиодных ламп. С ее помощью можно создавать объемные конструкции и использовать разные материалы.

Светодиоды составляют основу растущего числа светотехнических приложений. В настоящее время эти источники света используются в подсветке жидкокристаллических дисплеев, панелях и фарах автомобилей, освещают летные поля аэродромов, не вызывая заметного светового загрязнения. Главными преимуществами этих источников света является их продолжительный срок службы (более 25 тыс. ч), малое энергопотребление, низкий профиль, позволя-

ющий создавать лампы небольшого размера, и долговременная стабильность. К настоящему времени цена светодиодной лампы достигает 20 долларов, что в пять раз превышает цену галогеновой лампы. Около 80% бытовых потребителей игнорируют такие преимущества светодиодных ламп как продолжительный срок службы и малое энергопотребление из-за очень высокой цены. Для повышения привлекательности светодиодных ламп и светильников на рынке необходимо снизить их стоимость.

Высокая стоимость отчасти обусловлена тем, что светодиодные компоненты имеют плоскую структуру, в результате чего свет излучается только с одной стороны. Чтобы увеличить угол свечения до 300°, используется оптика, рефлекторы, а светодиоды устанавливаются в куполообразные рассеиватели. Потребители также желают, чтобы светодиодные лампы имели вид традиционных ламп накаливания. Стоимость современных светодиодных ламп также определяется стоимостью входящих в их состав дополнительных компонентов — AC/DC-преобразователей, устройств по управлению световым потоком и по регуляции цвета. Новая технология по разработке и изготовлению объемных конструкций позволит сократить производственные расходы и предоставить дополнительное пространство в светодиодных лампах для компонентов.

## ЛУЧШАЯ ФОРМА ПУЧКА

Технология MID решает проблемы, связанные с формированием структуры и изготовлением ламп. Она обеспечивает интеграцию электронных и механических компонентов на компактной пластиковой подложке. Установленные с ее помощью компоненты образуют пространственную структуру, в которой светодиоды создают всенаправленное излучение. Более

того, такие лампы по внешнему виду очень напоминают лампы накаливания (см. рис. 1).



**Рис. 1.** Представление компании LPKF о том, как должны выглядеть лампы со светодиодами, которые установлены на объемное основание, чтобы обеспечить всенаправленное излучение

MID зарекомендовала себя эффективной технологией для изготовления антенн, устанавливаемых в пластиковые корпуса мобильных телефонов. Проводящие дорожки и электронные компоненты монтируются непосредственно на пластиковый остов. Эта технология также применяется в твердотельном освещении. Например, для создания основания светодиодных модулей в линейной трековой системе Homelights Clip n' Slide использовалась технология LDS. Эти модули получают питание через сформированные межсоединения, контактирующие с шиной питания (см. рис. 2).



**Рис. 2.** Светодиодная трековая система Homelights Clip n' Slide создана с помощью технологии LDS, позволяющей добавлять электрические контакты в осветительный модуль

LDS (Laser Direct Structuring — формирование структуры с помощью прямого лазерного излучения) — наиболее широко распространенная технология, используемая в MID-процессах и изготовлении ламп Clip n' Slide. Основным материалом в технологии LDS является термопластмасса со специальным наполнителем, у которого значительно более высокая устойчивость к лазерному излучению. При обработке такого композитного материала лазерным излучением происходит локальное разрушение материала основы, но частицы наполнителя остаются целыми, обеспечивая необходимую шероховатость поверхности и хорошее сцепление с металлическим покрытием, которое затем наносится путем электролизной металлизации.

На выставке Productronica 2013 компания LDKF продемонстрировала полный цикл создания новых изделий, начиная с разработки и заканчивая серийным производством. У MID-технологии имеется большой потенциал в экономически эффективном изготовлении светодиодных ламп с множественными компонентами. Кроме того, эта технология обеспечивает практически неограниченные возможности для конструктивного исполнения.

### ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ И ТЕПЛОВАЯ ПРОВОДИМОСТЬ

Применение технологии LDS позволяет реализовать необходимые электрические и тепловые контакты. Как правило, проводящие дорожки изготавливаются из меди толщиной до 10 мкм, на которую наносится верхний слой никеля и золота. Для объемных структур типовой LDS-процесс обеспечивает разрешение 200 мкм (ширина и длина проводника с точностью по 100 мкм). С помощью более точных лазерных установок на заказ создаются структуры с разрешением 75×75 мкм (ширина/длина).

Для того чтобы светодиоды непрерывно работали при температурах

125–135°C и 185°C (макс.) в течение продолжительного срока службы, необходима тепловая регуляция, эффективность которой зависит от формы осветительного элемента.

В случае если светодиоды установлены в ряд, для их охлаждения достаточно алюминиевых направляющих, используемых, например, в изделиях Clip n' Slide. Для светодиодных 3D-ламп требуется очень надежный радиатор, обеспечивающий механическую прочность и отвечающий стандартам, специфическим для той или иной страны.

### ПРОВОДЯЩИЕ ДОРОЖКИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКОМ ОСНОВАНИИ

Для реализации теплоотвода применяется металлическое основание. Чтобы одновременно использовать объемные металлические структуры в качестве оснований, на которые монтируются компоненты и радиаторы, в компании LDKF были созданы два LDS-совместимых порошковых покрытия, служащих диэлектрическим слоем. Покрытия PowderCoating с LDS-добавкой, которые могут применяться в электростатических процессах, уже хорошо зарекомендовали себя в серийном производстве. Порошковое покрытие играет роль электрического изолятора между металлическим основанием и проводящими дорожками на его поверхности. Компонент с покрытием можно обрабатывать с помощью LDS-процесса, реализуя электронные свойства.

Два разных порошковых покрытия состоят из отверждаемых материалов — полиуретана и полиэстера. При нанесении покрытия электрически заряженный порошок оседает под воздействием электростатического поля на заземленное обрабатываемое изделие. В процессе формирования структуры покрытие полимеризуется при температурах 170–200°C. При повторном разогреве никакого размягчения не происходит.

Термически устойчивое покрытие LDS PowderCoating PES 200 имеет

белый цвет. Напряжение расслоения составляет 8,44–6,27 кВ и зависит от толщины покрытия, минимальное значение которой равно 80 мкм. У термически устойчивого стекловидно-белого покрытия LDS PowderCoating PU 100 от LDKF напряжение расслоения составляет 7,43–4,29 кВ при толщине слоя 60 мкм. Оба порошковых покрытия обладают химической устойчивостью и невосприимчивостью к УФ-излучению. Материал PES 200 обладает прочностью на пробой на острых краях структуры, тогда как при использовании PU 100 требуется, чтобы минимальный радиус краев составлял 2 мм. Материал PE 200 термостоек при температуре 240°C, а PU 100 — при 270°C; продолжительность воздействия на оба материала — 5 с.

К основным преимуществам покрытия LDS PowderCoating относятся очень хорошая совместимость с электрически проводящими основаниями, а также с процессом оплавления припоя, при котором электронные компоненты припаиваются к основанию лампы при температурах 240–270°C. При этом основание может изготавливаться и из других материалов — пластика или стекла при условии достаточно хорошей электропроводности и адгезии поверхности.

С участием компании MID-Tronic, специализирующейся на производстве высокотехнологичных материалов, был создан первый опытный образец светодиодной лампы с порошковым покрытием (см. рис. 3). Массивное основание этой лампы выступает в качестве теплоотвода с отвержденным покрытием LDS PowderCoating. Лазер сформировал проводящие дорожки, которые затем были покрыты слоем металлизации. Этот образец лампы продемонстрировал безупречную работу. Чтобы уменьшить вес изделия, в дальнейшем предполагается использовать



**Рис. 3.** Рабочий образец светодиодной лампы от MID-Tronic на алюминиевом основании, изготовленной с помощью технологии LDS

литое полое алюминиевое основание взамен цельного.

### ТЕПЛОВАЯ РЕГУЛЯЦИЯ И ПЛАСТМАССОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Даже лампы с пластиковым основанием могут рассеивать тепло. Изготовление оснований не должно быть дорогостоящим, а в качестве метода производства рекомендуется литьевое формование. Поскольку большая часть тепла проходит через подложку, необходимо создать теплопроводящий LDS-совместимый пластик, который мог бы быстро отводить тепло от светодиодного кристалла.

Для производства литьевым формованием соответствующих оснований, являющихся и теплоотводом, и монтажной платой, используется специальная пластмасса с наполнителем, которая активируется лазерным излучением. Однако слишком большое содержание наполнителя делает полимер хрупким.

Таким образом, чтобы оснастить лампы пластиковыми основаниями, необходимо найти оптимальное соотношение между содержанием теплопроводящего наполнителя и LDS-наполнителя. При этом наполнитель распределяется по объему литьевой детали так, чтобы тепло в максимальной степени отводилось в том месте, где установлен светодиод. Задача разработчика — оптимизировать тепловой эффект. Цена используемых при этом материалов невысока.

Альтернативным решением является использование более толстых медных слоев на пластиковых компонентах. При этом толщина слоя проводящих дорожек увеличивается, например с 35 до 70 мкм, после предварительной электролизной металлизации. В результате повышается напряжение, при котором изделие работает безотказно. Установка све-

тодиодов непосредственно на теплоотвод обеспечит новым лампам большие преимущества. Благодаря теплопроводному пластику возможности LDS-технологии для создания монтажных схем и теплового интерфейса значительно расширяются.

### МОНТАЖ КОМПОНЕНТОВ НА 3D-ОСНОВАНИЕ

Создание электропроводящих дорожек и теплоотвода на пластиковой или алюминиевой основе — только часть задачи по реализации технологичной конструкции лампы. Необходимо также упростить установку и пайку светодиодов и других компонентов.

Времена, когда компоненты устанавливались вручную на 3D-основание, прошли. В настоящее время используется, например, новый установщик Hydra от Essentec для монтажа электронных компонентов на 3D-основание (см. рис. 4). Производительность этой системы достигает 2500 компонентов в час в 3D-режиме.

Следует заметить, что до недавних пор не была решена проблема, связанная с влиянием силы тяжести на процесс дозирования и установки компонентов на негоризонтальную поверхность. В новой системе Hydra применяется встроенный автомат, который устанавливает держатель подложек в горизонтальном положении для дальнейшего монтажа с помощью загрузочно-разгрузочной руки. До пайки компонентов можно воспользоваться клеем, который удержит их в заданном положении, даже если основание окажется перевернутым.

При работе с системой Hydra необходимо тщательно учитывать требования к проектированию. Эта установка весом до 2 кг обрабатывает подложки размером до

300×300×50 мм с точностью размещения менее 60 мкм. Благодаря таким характеристикам Hydra успешно справляется с задачами на уровне крупносерийного производства.

### ВЫВОДЫ

LDS-технология обладает очень большим потенциалом применения в светодиодном освещении, поскольку это очень эффективный, недорогой и испытанный метод, пригодный для серийного производства. LDS позволяет создавать для светодиодных ламп подложки произвольной формы.

Применение теплопроводного пластика вместо алюминия повысит производительность установок, сократит время проектирования, позволит сэкономить на расходах и своевременно вывести новые лампы на рынок.

Технология LDS также обеспечивает интеграцию дополнительных электронных компонентов и функций, не прибегая к использованию дополнительных средств. В дальнейшем эта универсальная технология позволит уменьшить вес светодиодных ламп и создавать недорогие осветительные элементы.



Рис. 4. В системе Hydra от Essentec используется робот-установщик для манипулирования образцом и загрузочно-разгрузочная рука для монтажа электронных компонентов на 3D-основание

## На Шадринском телефонном заводе начнут выпускать светодиодные лампы и светильники

Правительство Курганской области и китайская провинция Цзилинь подписали рабочий документ о двухстороннем социально-экономическом партнерстве.

Подписание документа состоялось в минувшую субботу, 12 июля, в Шадринске.

По информации пресс-службы губернатора региона, китайские партнеры в скором времени начнут производство на Шадринском телефонном заводе светодиодных ламп, экономичность

которых в два раза выше аналогичных ламп последнего поколения и в 15 раз — ламп накаливания. Кроме того, инвесторы из Поднебесной готовы запустить в регионе производство высокоплотных светодиодных экранов.

— В провинции Цзилинь проживает более 20 млн человек, там очень развитая промышленность. Убежден, что мы найдем много точек соприкосновения с руководством провинции, будем делать все возможное, чтобы анало-

гичные предприятия заходили на территорию Курганской области. Нам это очень интересно, — прокомментировал итог встречи с представителями КНР врио губернатора Курганской области Алексей Кокорин. В ближайшее время зауральская делегация отправится в Китай с ответным визитом.



# ANSI признаёт необходимость в стандартах испытаний светодиодных драйверов

**Цзяньчжун Цзяо (Jianzhong Jiao), директор отдела технических норм и перспективных технологий, OSRAM Opto Semiconductors**

*В статье рассказывается о тех усилиях, которые прилагает организация ANSI по разработке стандартов испытаний драйверов на соответствие светотехническим характеристикам светодиодных ламп и светильников.*

IES LM-79, первый стандарт испытаний для светодиодного освещения, был опубликован в 2008 г. С тех пор многие сопутствующие стандарты были разработаны или разрабатываются такими организациями как IES (Illuminating Engineering Society — Светотехническое инженерное общество), ANSI (American National Standards Institute — Американский национальный институт стандартов), UL (Underwriters Laboratories — некоммерческая организация по испытанию оборудования и материалов) и NEMA (National Electrical Manufacturers Association — Национальная ассоциация производителей электрооборудования). При этом до недавних пор были обойдены вниманием

стандарты испытаний драйверов для твердотельного освещения. К настоящему времени институт ANSI создал стандарт испытаний драйверов, который позволит разработчикам приложений твердотельного освещения точнее сравнивать и лучше понимать характеристики драйверов.

Упомянутые стандарты испытаний описывают светодиодные компоненты, подсистемы (например, светодиодные модули), светодиодные лампы и светильники. В своей совокупности эти документы обеспечивают унифицированные и воспроизводимые методы тестирования характеристик светодиодных изделий, описывают изменения данных характеристик со временем, определяют прочность конструкций и надежность систем твердотельного освещения.

## ИСПЫТАНИЯ СВОТОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Итак, производители и разработчики имеют возможность оценить рабочие характеристики светодиодных ламп и светильников с помощью стандарта IES LM-79; характеристики светодиодных сборок — с помощью стандарта IES LM-85; относительное значение полного све-

тового потока светодиодных сборок при заданной наработке — с помощью IES LM-80 и TM-21; относительное значение полного светового потока светодиодных ламп и светильников при заданной наработке — с помощью IES LM-84 и TM-28; зависимость электрических и фотометрических характеристик светодиодных модулей от температуры — с помощью IES LM-82. Однако среди этих широко распространенных стандартов отсутствует документ, который регламентировал бы использование светодиодных драйверов.

Светодиодные драйверы оказывают влияние на рабочие характеристики и эффективность светодиодов, а также на изменение этих параметров и надежность приложения. Поскольку светодиодный драйвер считается главным компонентом светотехнической системы, требуются соответствующие стандарты для испытания характеристик и определения его поведения в течение длительного времени. Однако участники отрасли до сих пор не могут прийти к единому мнению относительно этих стандартов.

Сначала разработке стандарта испытаний драйверов воспрепятствовали производители электронных балластов для разрядных ламп высокой интенсивности и люминесцентных ламп. На ранних этапах создания этого стандарта производители утверждали, что поскольку драйверы проще балластов, а для балластов не применялись стандарты испытаний, отсутствует необходимость в разработке стандарта для драйверов светодиодов. В результате такой позиции многих производителей предложение по разработке стандартов испытаний для светодиодных драйверов, поданное в организацию по стандартам, не получило должной поддержки.



## РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ДРАЙВЕРОВ

В 2009 г. ассоциация NEMA начала разработку стандарта, регламентирующего характеристики светодиодных драйверов, в виде основных принципов проектирования (документ NEMA SSL1, Electronic Drivers for LED Devices, Arrays, or Systems появился в 2010 г.). Черновик раздела этого документа, посвященный испытаниям, впоследствии был изъят. В 2011 г. в организацию IES поступило второе предложение по разработке стандартов испытаний светодиодных драйверов, однако TPC (Testing Procedures Committee — Комитет по технологиям проведения испытаний) заключил, что драйверы не имеют непосредственного отношения к освещению и потому находятся вне компетенции IES TPC.

Наконец, в 2012 г. та же заявка, что и в IES TPC, была представлена в рабочую группу C82-04 комитета ANSLG (American National Standard Lighting Group), отвечающего за стандарты испытаний драйверов для твердотельного освещения. К тому времени на рынке появилось много светодиодных драйверов с очень разными характеристиками и уровнями надежности. Таким образом, производители драйверов и разработчики стали в гораздо большей мере заинтересованы в создании соответствующего метода испытаний.

В 2013 г. рабочая группа ANSLG C82-04, приступившая к черновой разработке стандартного метода измерений, приняла согласованное решение по области определения этого документа. К настоящему времени установлено следующее: «Данный стандарт описывает процедуры проведения испытаний и меры предосторожности при измерении рабочих характеристик светодиодных драйверов. Отступление от порядка испытаний, определяемого этим стандартом, допускается при условии, что иные методы тестирования в значительной мере обеспечивают соответствие результатам, полученным с помощью описанного в этом документе метода. В случае возникновения сомнений в правильности результатов, полученных с помощью любого другого метода, необходимо обосновать его применение».

## СТАНДАРТ ANSI ANSLG

Этот документ ANSI идентифицирует рабочие характеристики све-

тодиодных драйверов для твердотельного освещения. В отличие от испытаний светодиодов или ламп и светильников, выходной световой поток которых можно охарактеризовать или измерить, выходной сигнал драйвера является входным для нагрузки — светодиодов или светодиодных модулей и массивов. У драйвера измеряются только электрические характеристики. Чтобы их определить, необходимо установить точный метод измерения. Для обеспечения унифицированного подхода этот стандарт предусматривает измерение таких входных параметров как напряжение, ток, коэффициент мощности, суммарный коэффициент гармоник и пусковой ток. В этом документе приводятся подробные описания каждого из этих входных параметров.

В настоящее время на рынке предлагаются светодиодные драйверы двух типов: стабильного напряжения (constant-voltage, CV) и стабильного тока (constant-current, CC). CV-драйверы обеспечивают неизменное выходное напряжение в заданном диапазоне, даже если их входное напряжение или выходной ток изменяются в предусмотренных пределах.

Драйверы этого типа обеспечивают питание параллельно соединенных нагрузок при условии, что сумма рабочих токов этих нагрузок не превышает номинального выходного тока драйвера. Например, CV-драйвер с номинальным напряжением 24 В DC и током 700 мА способен управлять двумя светодиодными модулями с номинальным напряжением 24 В DC и током по 350 мА.

CC-драйверы обеспечивают стабильный ток в заданных пределах, даже если входное напряжение или напряжение нагрузки изменяются в установленном диапазоне. CC-драйверы обеспечивают питание последовательно соединенных нагрузок при условии, что сумма рабочих нагрузочных напряжений не превышает номинального выходного напряжения этого драйвера. Например, CC-драйвер с номинальным напряжением 24 В DC и током 350 мА способен управлять двумя модулями с номинальным напряжением 12 В DC и током 350 мА.

Драйверы, рассчитанные на более высокое выходное напряжение, обеспечивают питание большего

числа последовательно соединенных светодиодов или модулей. Драйвер с более высоким выходным током обеспечивает питание более мощных светодиодных модулей или большего числа модулей, подключенных к CV-драйверу параллельно. В обоих случаях высоковольтный драйвер имеет большую эффективность.

## НАПРЯЖЕНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Стабилизаторам напряжения и тока, как правило, требуется несколько вольт напряжения для собственной работы. Это напряжение не поступает на внешнюю нагрузку. Поскольку падение напряжения на стабилизаторе составляет меньшую долю от выходного напряжения высоковольтных драйверов, их эффективность выше, чем у низковольтных драйверов. Некоторые драйверы оснащаются несколькими выходами, например, двумя 24-В DC или четырьмя выходами по 350 мА для управления несколькими светодиодными модулями.

В каждом случае стандарт ANSI регламентирует порядок испытаний для измерения таких параметров выходного сигнала светодиодного драйвера как выходная мощность, эффективность, температура корпуса, время запуска и время разгона. Поскольку для CV-драйверов определяющим параметром является выходное напряжение, измеряются СКВ напряжение, максимальные и минимальные значения напряжения, величина пульсаций, а также соответствующий СКВ ток. Во всех указанных выше измерениях необходимо учитывать режим нагрузки. Стандарт ANSI определяет, что драйвер следует тестировать при номинальной нагрузке, указанной производителем.

Появление стандарта ANSI станет большим шагом, который обеспечит разработчиков приложений для твердотельного освещения достоверной и непротиворечивой информацией о рабочих характеристиках драйверов. Поскольку у светодиодных драйверов продолжительный срок службы, необходимо также контролировать, как изменяются параметры за большой промежуток времени, чтобы обеспечить надежное функционирование систем. С этой целью ANSI также разрабатывает стандарты испытаний для определения эксплуатационной надежности светодиодных драйверов.

# Выбор светодиодного драйвера

**Скотт Барни (Scott Barney),**  
вице-президент отдела продаж  
и маркетинга, ERG Lighting

В статье рассматривается процесс выбора драйвера для системы твердотельного освещения, выявляются потенциальные проблемы неправильных решений и анализируются преимущества вариантов, основанных на стандартных спецификациях.

На современном быстро меняющемся рынке освещения комплексный и правильный выбор светодиодных изделий достаточно сложен. Если добавить к этому ту путаницу, которая возникает из-за невразумительной терминологии, когда даже у экспертов нет однозначного мнения относительно базовых определений и стандартов, можно понять, как крайне сложен этот выбор. Принимая окончательное решение, разработчик или специалист, определяющий

спецификацию товара, должен понимать, какой метод управления предпочтителен для конкретного применения — по току или по напряжению. Кроме того, следует учитывать соответствие драйвера топологии светодиодной схемы, требованиям к регулировке яркости и мерцанию, возможность его применения при реализации нескольких выходных сигналов и т.д. Эта статья поможет разобраться во всех этих вопросах, упростив сложный процесс выбора светодиодного драйвера, а также понять и применить соответствующие функции в конкретном приложении.

## СТАБИЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ИЛИ ТОК?

Первая задача, которую необходимо решить разработчику, в большинстве случаев заключается в выборе источника питания со стабильным током или напряжением. Известно два основных типа светодиодных массивов — те, которые работают в режиме постоянного напряжения

(constant voltage, CV), и те, которые работают в режиме постоянного тока (constant current, CC). По сути, они по-разному устроены. Массив CV состоит из устройств, которые ограничивают ток через светодиоды во избежание их перегрева. К числу этих устройств относятся резисторы, резисторы стабильного тока (constant current resistors, CCR) и даже DC/DC-стабилизаторы. Напротив, в CC-массиве светодиоды включены последовательно, а несколько из этих цепочек могут соединяться параллельно.

CV-массив рекомендуется выбирать в двух следующих случаях:

- 1) разработчику еще предстоит определить параметры светодиодной матрицы и точное число светодиодных цепочек в приложении, чтобы установить величину потребляемого тока;
- 2) у светодиодного массива с неизменным выходным напряжением — фиксированный диапазон тока. При выборе драйвера необходимо удостовериться в соответствии заявленного напряжения требуемому, а также в том, что допустимый диапазон выходного тока выше, чем приблизительно рассчитанный потребляемый ток светодиодной нагрузки.

Если известна величина тока, необходимого для обеспечения нужд конкретной осветительной системы, следует выбирать светодиодный CC-массив как наиболее эффективное решение. Если светодиодному массиву требуется неизменный ток, используется светодиодный драйвер неизменного тока. У драйвера этого типа — неизменный диапазон напряжений с минимальными и максимальными значениями, в котором он осуществляет управление. При выборе этого драйвера необходимо убедиться, что напряжение светодиодного массива попадает в данный диапазон.

В таблице 1 перечислены преимущества и недостатки разных топологий AC/DC-драйверов, а также области их применения. Среди этих топологий нет явного лидера, т.к. их

Таблица 1. Обзор драйверных топологий

		Вход		Один выход	
		Два каскада преобразования	Один каскад преобразования	Неизменное напряжение	Неизменный ток
AC/DC	За	Относительно простые цепи: повышающий неизолированный ККМ и изолированный DC/DC-преобразователь, регулировка большой нагрузки, гибкость	Полностью изолированный обратноточевой ККМ, эффективность 90%, экономичность, малый размер	Универсальность: может управлять несколькими параллельными цепочками, требуется меньшее число компонентов	Драйвер оптимизирован под нагрузку → максимально возможная эффективность
	Против	Неэффективность (два последовательных каскада) → ~80%, требуются три каскада для драйвера с несколькими выходами → ~70%, относительно большие габариты, большая стоимость	Более сложная схема, плохое линейное подавление шумов и регулирование нагрузки → нагрузка не должна быть восприимчива к изменению напряжения или пульсациям	Требуется дополнительное оборудование для обеспечения неизменного тока → потребляемая мощность может оказаться выше	Драйвер предназначен под определенную конфигурацию цепочек, недостаток гибкости
	Приложения	Системы с жестким регулированием выходного сигнала и очень быстрым переходным процессом	Системы общего освещения, освещение парковок и улиц, чувствительные к стоимости приложения	Разнообразные конфигурации с использованием множества цепочек	Крупносерийные системы, приложения с очень высокой эффективностью



выбор зависит от требований приложения. Далее мы рассмотрим некоторые специфические проблемы при выборе светодиодного драйвера.

## ЗНАЧЕНИЕ ДИММИНГА

На начальном этапе разработки также следует проанализировать функцию регулировки яркости с учетом зрительного восприятия и рационального использования энергии. Для этого следует понимать особенности зрительного восприятия. Человеческий глаз замечает изменение яркости света на фоне уже имеющегося уровня освещенности. Световой поток светодиодной лампы приблизительно пропорционален протекающему через нее току. Регулировка яркости до 50% большинство людей не замечает, а уровень в 10% воспринимается всего лишь как чуть менее яркий свет. Следовательно, для создания ощутимого эффекта изменения яркости следует уменьшить ее до 1%. Заметим для сравнения, что минимальный уровень яркости в кинотеатрах составляет 0,1%.

Недостаток чувствительности глаза к изменению яркости освещения не означает, что если ее минимальная величина превышает 1%, димминг бесполезен. На самом деле, совсем наоборот. При уменьшении яркости светодиодного освещения до 10% экономия энергии составляет 90%, что немало. С точки зрения экономии энергии важен каждый процент, но если перед светотехниками поставлена задача обеспечить полноценный димминг, драйверы должны работать во всем диапазоне регулировки яркости вплоть до 0,1%.

## МЕРЦАНИЕ

Возможность регулировать яркость освещения связана с появлением мерцания. При этом возникает необходимость решить вопрос о приемлемом уровне этого эффекта. Мерцание определяется как флуктуации света (или тока через светодиод) на удвоенной частоте электросети, выраженные в процентах от устойчивого светового потока (или постоянно-го тока).

20 лет назад управление люминесцентными трубками осуществлялось с помощью магнитных балластов, из-за применения которых вблизи пикового значения циклически изменявшегося напряжения возникали заметные вспышки. Частота этой последовательности световых вспышек в два

раза превышала частоту сети. И хотя большинство людей не замечало этих колебаний яркости, было установлено, что у некоторых пользователей возникали головные боли и другие симптомы стресса. Некоторое время спустя на смену магнитным балластам пришли электронные, у которых доля мерцания составляет менее 2%. Это достаточно эффективный показатель, который быстро стал промышленным стандартом освещения хорошего качества.

Однако до сих пор решены не все вопросы, связанные с мерцанием. Свет современных светодиодных ламп плавно изменяется на частоте 120 Гц. Даже если показатель мерцания этих ламп приближается к 100%, оно значительно менее выражено, чем при использовании магнитных балластов. Разработчикам рекомендуется стремиться к тому, чтобы у ламп, предназначенных для светодиодного рабочего или офисного освещения, 120-Гц пульсации на выходе драйвера составляли менее 10%. В то же время считается приемлемым, если в декоративном светодиодном освещении (к которому относится, например, скрытое и наружное освещение, бра, фонари и т.д.) уровень мерцания составляет 100%.

## МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВКИ ЯРКОСТИ И МЕРЦАНИЕ

Димминг оказывает влияние на мерцание. В выходном сигнале светодиодного драйвера процент пульсаций на удвоенной сетевой частоте является тем параметром, который определяет мерцание света. Во многих светодиодных драйверах регулировка яркости реализована с помощью включения и выключения света на относительно высокой частоте. Такой метод регулировки называется широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), или цифровым диммингом. На этой частоте переключения человеческий глаз совершенно не замечает переключений, но получает меньший световой поток.

Однако существуют и такие светодиодные драйверы, которые модулируют световой поток путем его включения и выключения на удвоенной сетевой частоте; при невысоких уровнях яркости применение этих драйверов приводит к возникновению мерцания, во многом схожего с тем, которое возникало при использовании устаревших магнитных балластов. Более того, при использовании триака, который по-разному регулирует положитель-

ные и отрицательные полуциклы, в ШИМ-сигнале возникает хорошо заметная составляющая на сетевой частоте.

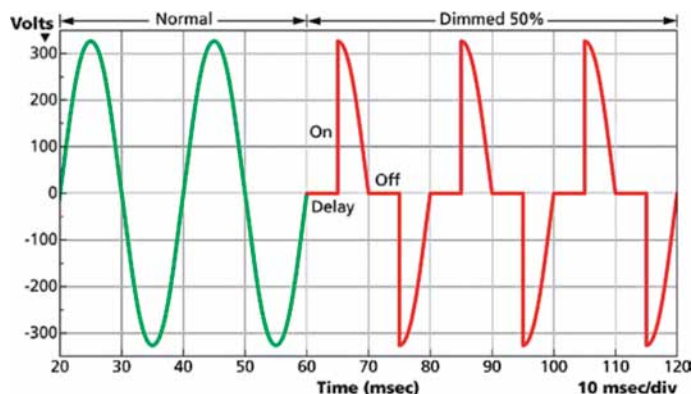
Другие светодиодные драйверы обеспечивают неизменный уровень постоянного тока для регулировки яркости. Иногда такая методология называется аналоговым диммированием. Для рабочего и офисного освещения этот подход является наиболее безопасным, хотя, возможно, и более дорогостоящим, чем цифровое регулирование яркости.

У разработчиков также возникает вопрос о том, как информацию о диммировании передать драйверам. Во многих случаях они должны функционировать совместно с уже традиционно используемыми настенными диммерами. На рисунках 1–2 наглядно видно, как отличаются два традиционных метода регулировки яркости, которые применяются в современных светодиодных системах на основе управления линией переменного тока. В димминге с отсечкой фазы по переднему фронту, как правило, используются два провода, а не три. Реализация димминга с отсечкой фазы по заднему фронту обходится значительно дороже, но с помощью этой методологии минимизируются электромагнитные помехи. Выбранный драйвер должен работать с диммерами приложения и, в первую очередь, в осветительных приборах для замещения устаревших источников света.

## СРОК СЛУЖБЫ СВЕТОДИОДНОГО ДРАЙВЕРА

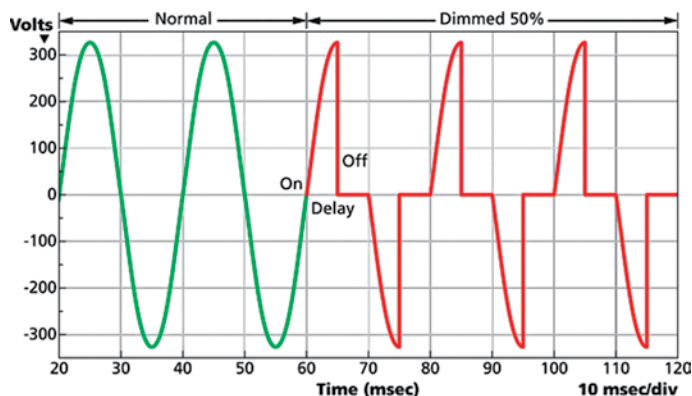
На этапе проектирования необходимо предусмотреть срок службы драйвера. Если температура светодиодной матрицы регулируется должным образом, через 50 тыс. ч эксплуатации ее световой поток должен превышать 70% от начальной величины. Очевидно, что от светодиодного драйвера требуется столь же продолжительный срок службы.

Срок службы драйвера определяется сроком службы отдельных электронных компонентов системы. Слабым звеном в данном случае выступают электролитические конденсаторы, у которых, как правило, гелевые электролиты постепенно испаряются по мере эксплуатации. Скорость испарения зависит от температуры внутри драйвера, которая, в свою очередь, связана с внешней температурой корпуса этого устройства. С повышением рабочей температуры растет скорость испарения



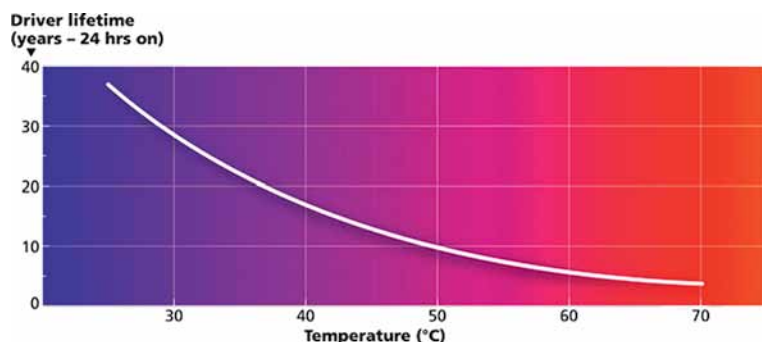
**Рис. 1. Димминг с отсечкой фазы по переднему фронту каждого полуцикла входного сигнала сетевого напряжения**

Volts — напряжение, В; Normal — нормальный режим; On — «Вкл.»; Delay — задержка; Off — «Выкл.»; Time (msec) — время, мс; Dimmed — сигнал с отсечкой; 10 msec/div — 10 мс/дел.



**Рис. 2. Регулировка яркости методом отсечки фазы по заднему фронту полуциклов входного сигнала сетевого напряжения**

Volts — напряжение, В; Normal — нормальный режим; On — «Вкл.»; Delay — задержка; Off — «Выкл.»; Time (msec) — время, мс; Dimmed — сигнал с отсечкой; 10 msec/div — 10 мс/дел.



**Рис. 3. Срок службы драйвера сокращается с ростом рабочей температуры**

Driver lifetime (years — 24 hrs on) — срок службы драйвера, лет (24 ч эксплуатации ежедневно); Temperature (°C) — температура, °C

не превышает в процессе эксплуатации устройства, если его характеристики соответствуют требованиям UL. Однако следует понимать, что если температура корпуса драйвера близка к предельной, его срок службы сократится в большей мере, чем в условиях эксплуатации при щадящей температуре. Производитель предоставляет характеристики драйвера, которые демонстрируют, как его срок службы коррелирует с самой высокой температурой эксплуатации. На рисунке 3 представлен пример такой характеристики для стандартного драйвера светодиодов.

Чтобы срок службы электролитических конденсаторов превышал срок службы светодиодного массива при заданной температуре, производитель должен установить в схему конденсаторы с длительным сроком эксплуатации.

## КАЧЕСТВО СЕТИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Немаловажную роль играет и вопрос о качестве сети электропитания. При выборе драйвера необходимо принять во внимание такие параметры как суммарный коэффициент гармоник (total harmonic distortion, THD), коэффициент мощности (power factor, PF, или КМ) и универсальное входное напряжение (universal input voltage), которые указаны в техническом описании.

**THD.** Искажение формы синусоидального сигнала может привести к опасным последствиям — к перегреву электрического оборудования и даже пожару на трансформаторных или коммутационных станциях. На фоне бурного роста электротехнических устройств с нелинейной нагрузкой показатель THD приобретает все большее значение. В настоящее время приемлемым является THD менее 20%. Показатель менее 10% считается исключительно хорошим.

**Коэффициент мощности.** Этот параметр играет первостепенную роль для энергосбытовых компаний, поскольку он позволяет понять разницу между фактически поставленной электроэнергией и энергией, зафиксированной счетчиком на стороне потребителя. Малые значения коэффициента обходятся дорого этим компаниям. Принятый стандартной величиной КМ является 0,9 или выше. Если КМ не указан в спецификации драйвера, по умолчанию считается, что его значение меньше 0,9. Фактически, стандарт-

и, следовательно, сокращается срок службы конденсатора.

На ярлыках большинства светодиодных драйверов в небольшом кружке указана максимальная

температура, или т.н. «точка Tc». Как правило, это температура самого горячего участка на корпусе устройства. Производитель должен указать такую температуру, которая

ное значение этого показателя у некоторых наименее дорогостоящих изделий для осветительных систем составляет всего 0,4. И хотя использование КМ, как правило, лишено смысла в случае устройств, используемых в освещении жилых помещений, необходимо уделять тщательное внимание при разработке систем с большим числом изделий со стандартным значением коэффициента мощности.

**Универсальное входное напряжение.** В США большинство коммерческих и промышленных осветительных приборов работает от сетевого напряжения 277 В, тогда как для нужд коммерческого и торгового освещения в большинстве случаев требуется напряжение 120 В. Светодиодный драйвер, который работает при двух этих значениях, имеет универсальное входное напряжение. Предполагается, что это устройство автоматически адаптируется к тому или иному сетевому напряжению.

## МНОГОКАНАЛЬНЫЕ ДРАЙВЕРЫ

Термины «выходы» и «каналы» часто взаимозаменяемы, но следует знать, что существует разница между выходами и независимыми выходами. Это различие имеет существенное значение для обеспечения надежного функционирования осветительного прибора.

В драйвере с несколькими выходами на токовую нагрузку все провода соединены параллельно, обеспечивая несколько трактов для тока. Несмотря на такую простоту схемного решения, у нее имеются некоторые существенные недостатки. В драйвере этого типа, например, протекающие по разным трактам токи не сбалансированы, что приводит к вариациям яркости каждого канала. Более того, если одна светодиодная нагрузка закорачивается, все остальные каналы выходят из строя; при отключении одной светодиодной нагрузки дополнительный ток распределяется по остальным нагрузкам, что может привести к их перегреву и преждевременному отказу. Даже в нормальном режиме работы несогласованных светодиодных нагрузок токи между ними не сбалансированы.

Напротив, драйвер с независимыми выходами управляет каждым каналом независимо от остальных. Эта архитектура также обеспечивает защиту от отказа остальных каналов в случае выхода из строя одного из

них. Вместо того чтобы управлять общим током величиной, например, 1 А, обеспечивается независимое управление каждым из четырех каналов по 250 мА, благодаря чему различие в яркости между каждой светодиодной нагрузкой становится минимальным.

Примером драйвера, в котором используются преимущества управления независимыми выходами, является устройство E54W Archilume от компании ERG Lighting, которое позволяет создавать разные комбинации каналов. У этого драйвера — четыре выходных сигнала по 350 мА, которые можно объединять попарно, образовав два канала по 700 мА. Драйвер E54W можно использовать и во многих других комбинациях. Если даже один из каналов останется неподключенным или непреднамеренно закоротится, это не повлияет на работу других каналов.

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА

Наконец, при проектировании драйвера следует учесть все компромиссы и их влияние на процесс выбора. Например, для снижения стоимости в жертву приносятся некоторые функции или характеристики. Рассмотрим пять возможных компромиссов.

**Пульсации на выходе.** Светодиодный драйвер, у которого отсутствует выходные пульсации тока, состоит из двух преобразовательных каскадов: первый из них генерирует стабильное напряжение питания, а второй — выходной ток. Двухкаскадная схема, состоящая из двух управляющих кристаллов и двух высокочастотных трансформаторов, имеет большую стоимость. Стоимость драйвера значительно уменьшается за счет использования одного преобразовательного каскада, который осуществляет не только коррекцию коэффициента мощности (ККМ) на входе, но и управляет выходным током. Компромисс состоит в том, что при этом либо недостаточно качественно работает ККМ, либо 50% пульсаций на удвоенной сетевой частоте поступают на выход.

**Время запуска.** Компромисс между стоимостью и эффективностью достигается при выборе времени запуска. Малое время запуска обеспечивается с помощью быстрой зарядки всех конденсаторов большим объемом энергии. Однако затем из-за избыточного объема энергии ухудшается эффективность осветительной

системы. Для устранения этого эффекта используются дополнительные компоненты, что повышает стоимость системы. При проектировании рекомендуется определить целесообразность в быстром запуске системы. Так, например, поскольку большинство уличных газоразрядных ламп высокой интенсивности зажигаются в течение минуты, нет необходимости в том, чтобы светодиодное освещение запускалось менее чем за секунду, т.к. это преимущество не имеет большого значения для пользователей, а фонари зажигаются лишь один раз в день.

**Уровень регулировки яркости и эффективность.** Несмотря на нынешние успехи в области технологий димминга, обеспечение меньших уровней яркости происходит за счет снижения эффективности.

**Стоимость и эффективность.** Как правило, светодиодный драйвер может работать с большей эффективностью благодаря переключающим транзисторам большого размера и высокочастотным трансформаторам, что увеличивает расходы.

**Универсальное входное напряжение и стоимость.** Драйвер с универсальным входным напряжением обладает возможностями, которые обеспечивают управление не только при высоком входном напряжении, но и токе. При необходимости обеспечить большой ток при малом напряжении компромисс достигается за счет приобретения драйвера, работающего с входным напряжением одной величины. Однако поскольку в большинстве случаев OEM-производители не знают, какое напряжение требуется покупателям, на рынке предлагаются драйверы с универсальным входным напряжением.

## ВЫВОДЫ

Анализ и выбор светодиодного драйвера для конкретного проекта не обязательно становится сложной задачей. Как видно из представленного обзора, понимание различий между источниками питания со стабильным током или напряжением, знание топологий светодиодных цепей, умение разбираться в вопросах регулировки яркости и мерцания светодиодов, а также учет различий между драйверами с несколькими или независимыми выходами позволяют правильно сформулировать вопросы поставщику этих устройств и определить функции, необходимые для оптимизации характеристик осветительной системы.



# Источник постоянного тока LEDinGRAD

**Аркадий Камчатов,**  
к.т.н., [ledingrad@yahoo.com](mailto:ledingrad@yahoo.com)  
**Антон Гальцов,**  
[galtsov@ledingrad.ru](mailto:galtsov@ledingrad.ru)

Компания «НеваРеактив» представляет серию высокоэффективных отечественных LED-драйверов торговой марки LEDinGRAD, которые являются одними из самых компактных и оптимальных по своим ценовым и техническим характеристикам на российском рынке.

«НеваРеактив» представляет идеальный источник питания (ИП) светодиодов для сборки светильников типа «Армстронг» (см. рис. 1, 2). Благодаря малым основным размерам и массе (Д×Ш×В — 115×23×29 мм, масса — 80 г) и особенностям корпуса драйвера источник питания, расположенный вплотную к стенке светильника, неразличим под светорассеивателем в корпусах толщиной от 30 мм. Источник питания удобно размещается во внутренней полости алюминиевых профилей для линейных светильников.

Новые драйверы обеспечивают мощность до 35 Вт с диапазоном выходного напряжения 75...96 В. Ток питания (350 мА) позволяет использовать светодиодные линейки и модули основных производителей.

Предусмотрена возможность модификации драйвера, в т.ч. с током питания 700 мА и выходным напряжением 36...48 В. Различные варианты источников питания постоянного тока (ИПТ) представлены в таблице 1.

Низкий уровень пульсаций выходного напряжения в источниках питания LEDinGRAD обеспечивает длительный срок службы светодиодов и качественный свет готового светильника:

- снижается рассеиваемая мощность, в результате чего уменьшается температура полупроводника и увеличивается срок его службы (который удваивается с понижением температуры р-п-перехода на каждые 10°C);

- низкий уровень пульсаций света положительно влияет на условия труда, улучшает психоэмоциональное состояние и работоспособность, повышает качество его жизни.

Специальный подбор компонентов обеспечивает оптимальный температурный режим источника питания. Это очень важный момент, т.к. для большинства электронных компонентов справедливо правило, гласящее, что срок их службы с возрастанием рабочей температуры значительно сокращается. Для электролитических конденсаторов, например, срок службы сокращается наполовину при увеличении рабочей температуры всего на 10°C.

Источник питания LEDinGRAD имеет следующие показатели и характеристики, подтвержденные в процессе испытаний и эксплуатации:

- высокие КПД (до 90%) и коэффициент мощности (0,98);
- компактность;
- низкий уровень пульсаций напряжения;
- активная коррекция коэффициента мощности;
- гальваническая развязка «вход-выход» (через оптопару);
- схема обратной связи со светодиодами (обратноходовый преобразователь);
- высокие показатели электромагнитной совместимости;
- соответствие требованиям по величинам гармоник сетевого тока;
- набор требуемых защит (в т.ч. при бросках напряжения на входе и при перегрузке);
- требуемые ограничения по выдаваемой мощности;



Рис. 1. Источник питания ИПТ-035-0350-40-3



Рис. 2. Шильдик источника питания ИПТ-035-0350-40-3

ИПТ LEDinGRAD	Диапазон входного напряжения, В	Ток светодиодной матрицы, мА	Диапазон выходного напряжения, В	Коэффициент пульсаций напряжения, %	КПД, %
ИПТ-035-0350-40-3	175...264	350	75...96	<5	90
Серия 350 мА, пониженный уровень пульсаций напряжения	175...264	350	75...96	<1	>88
Серия Xdrive, 350 мА	160...400	350	75...96	<5	>88
Серия 700 мА	175...264	700	36...48	<5	>90
Серия 700 мА, пониженный уровень пульсаций напряжения	175...264	700	36...48	<1	> 88
Серия Xdrive, 700 мА	160...400	700	36...48	<5	> 88

- надежность, значительное время наработки между отказами;
- I класс защиты от поражения электрическим током;
- оптимальная цена;
- гарантийный срок — три года.

Испытания ИП подтвердили отсутствие вредного взаимодействия с электроприборами и наличие защиты от внешних электромагнитных и электрических воздействий. ИП соответствует требованиям к величине гармоник сетевого тока, излучаемым в эфир помехам, имеет высокий показатель ЭМС. Отвечает действующим нормативным документам применительно к этому классу продукции.

В серию включен вариант исполнения ИП «Xdrive» — для работы в сетях с аномальными отклонениями сетевого напряжения. Возможно изготовление ИП для сложных условий эксплуатации, когда имеют место нестабильность входных параметров источника электроснабжения или высокий уровень пускового тока при подключенных к общей сети источниках повышенных помех.

Высокий уровень показателей экономичности (КПД, коэффициент мощности), незначительная цена ИП в сочетании с большим ресурсом работы светодиодных светильников позволяют существенно сэкономить на счетах за освещение, в т.ч. с учетом тенденции снижения стоимости светодиодной продукции.

Разработчикам источника питания LEDinGRAD удалось вывести его важнейшие технические характеристики на высокий уровень, сохранив при этом низкую стоимость и обеспечив тщательный подбор компонентов.

LED-драйверы LEDinGRAD серии ИПТ обеспечивают совокупность лучших параметров в одном приборе российского производства.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ИПТ-035-0350-40-3

Результаты испытаний на устойчивость ИП к помехам сведены в таблицу 2. График наибольших зарегистрированных пиковых, квазипиковых и средних значений напряжения радиопомех  $U$ , создаваемых изделием в порту электропитания переменного тока 220 В, 50 Гц, и нормы квазипиковых и средних значений напряжения радиопомех  $U_{\text{max}}$  по ГОСТ Р 51318.15 представлены на рисунке 3. ИП соответствует требованиям по эмиссии кондуктивных радиопомех по ГОСТ Р 51318.15.



**Рис. 3. Наибольшие зарегистрированные пиковые, квазипиковые и средние значения напряжения радиопомех  $U$  в дБ (мкВ), создаваемые изделием в цепи электропитания переменного тока 220 В, 50 Гц, и норма квазипиковых и средних значений по ГОСТ Р 51318.15**

Отклонения напряжения переменного тока 220 В, 50 Гц при работе изделия (по ГОСТ 30804.3.3):

- характеристика относительного изменения напряжения  $d(t)$  для интервала времени изменения напряжения 500 мс — 1%, что ниже допустимого значения 3,3%;
- установившееся относительное изменение напряжения  $d_c$  — 1,03%, что менее допустимого значения 3,3%;
- максимальное изменение напряжения  $d_{\text{max}}$  — 1,27%, что менее допустимого значения 4%;

– кратковременная доза фликера  $P_{\text{st}} = 0,99$ , что менее допустимого значения 1,0.

Изделие соответствует требованиям ГОСТ 30804.3.3.

Гармоники потребляемого тока, создаваемые изделием, не превышают допустимых значений по ГОСТ 30804.3.2. Гармонический состав потребляемого тока по цепи электропитания переменного тока 220 В, 50 Гц представлен на рисунке 4.

Изделие соответствует требованиям ГОСТ 30804.3.2.

**Таблица 2. Результаты испытаний ИП на устойчивость к электромагнитным помехам**

Вид испытательного воздействия	Значение параметров испытательного воздействия	Соответствие требованиям ГОСТ (критерий качества функционирования)
1	2	3
1. Электростатический разряд по ГОСТ 30804.4.2.	Контактный $\pm 6$ кВ, воздушный $\pm 8$ кВ. Степень жесткости 3*	Соответствует (A**)
2. Электромагнитное поле по ГОСТ 30804.4.3	10 В/м, 80...3000 МГц. Степень жесткости 3	Соответствует (A)
3. Наносекундные импульсные помехи по ГОСТ 30804.4.4.	Порт электропитания переменного тока 220 В, 50 Гц через устройство связи-развязки амплитудой — $\pm 2$ кВ. Степень жесткости 3	Соответствует (A)
4. Микросекундные импульсные помехи по ГОСТ Р 51317.4.5	Порт электропитания переменного тока 220 В, 50 Гц: «провод-земля» — $\pm 2$ кВ, степень жесткости 3; «провод-провод» — $\pm 1$ кВ, степень жесткости 2	Соответствует (A)
5. Кондуктивные помехи, наведенные радиочастотными электромагнитными полями по ГОСТ Р 51317.4.6	Порт электропитания переменного тока 220 В, 50 Гц напряжением 10 В, частотой 0,15...80 МГц. Степень жесткости 3	Соответствует (A)
6. Динамические изменения напряжения электропитания по ГОСТ 30804.4.11	–30%, 500 мс; –100%, 10 с	Соответствует (A)

\* Степень жесткости 3 соответствует максимальной интенсивности испытательного воздействия (помехи) со стандартными (регламентированными в нормативной документации) параметрами.

\*\* Критерий качества функционирования А означает отсутствие изменений в работе изделия при воздействии помехи со стандартными параметрами.

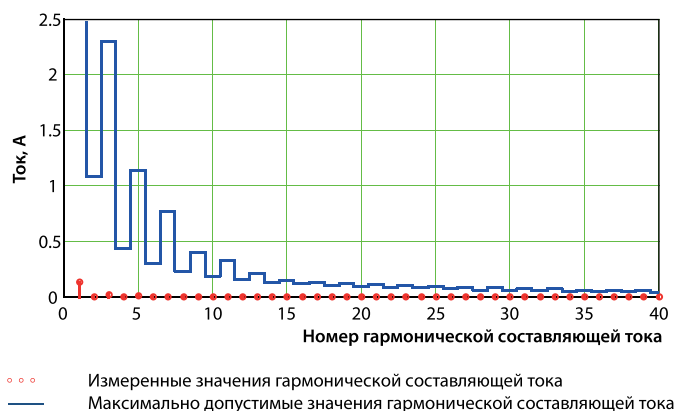


Рис. 4. Гармонические составляющие тока, потребляемого изделием, и норма гармонических составляющих тока  $I_{\text{max}}$  по ГОСТ 30804.3.2

Вывод: источник питания ИПТ-035-0350-40-3 соответствует требованиям по эмиссии кондуктивных радиопомех по ГОСТ Р 51318.15 и требованиям по гармоническим составляющим тока и фликера по ГОСТ Р 51317.3.2, ГОСТ Р 51317.3.3.

Исследования проведены испытательной лабораторией технических средств по требованиям электромагнитной совместимости Санкт-Петербургского государственного морского технического университета (СПбГМТУ). Действующий аттестат аккредитации № РОСС.RU.0001.21МЭ56 выдан Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

## Ленинградская область, медленно, но верно переходит на светодиодное освещение улиц

В сфере энергосбережения Ленинградской области все активнее используются сервисные контракты, цель которых — снижение затрат на эксплуатационные услуги за счет экономии энергии.

Успешные проекты по замене уличного освещения на светодиодные фонари реализуются в Тихвине, Кингисеппе, Киришах. Об этом вчера, 19 июня, сообщили в пресс-службе губернатора и правительства региона.

В Тихвине заменено на светодиодные 345 фонарей из 2,7 тысячи. В июле будет объявлен конкурс на замену еще 500 светильников. В Кингисеппе начинается обновление всех 1730 источников освещения. В Киришах светодиоды применяются в многоквартирных домах. В пяти школах Выборга в рамках энергосервисных контрактов установлено оборудование, позволяющее оптимизировать теплопотребление за счет автоматической регулировки подачи тепла. В среднем экономится около 25 процентов энергии.

«Замена уличного освещения на светодиодное — одно из основных направлений, где сегодня используются энергосервисные договоры. Они также заключаются при установке тепловых насосов на коммунальных объектах и индивидуальных тепловых пунктах с погодным и частотным регулированием в жилых домах», — рассказал на конференции «Энергосбережение и повышение энергоэффективности в регионах Российской Федерации» директор ГКУ «Центр энергосбережения и повышения энергоэффективности Ленинградской области» Павел Цыханвей. Конференция была организована в рамках II Российского международного

энергетического форума, который проходит в Ленэкспо (Санкт-Петербург).

В 2014 году Ленинградская область получила федеральные субсидии в объеме 58,9 млн рублей. С учетом этих средств планируется установить около 30 автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов с погодным и часовым регулированием (АИТП) в жилищном фонде. Это позволит не только снизить потребление тепловой энергии в домах, но и создать благоприятные условия для привлечения инвестиций в модернизацию котельных. Политика энергосбережения и энергоэффективности реализуется в рамках государственной программы «Обеспечение устойчивого функционирования и развития коммунальной и инженерной инфраструктуры и повышение энергоэффективности в Ленинградской области». Привлечено около 240 млн рублей бюджетных средств на реализацию подпрограммы энергоэффективности, около 115 млн рублей составили средства муниципальных бюджетов.

Бюджетные субсидии — не основные средства на энергосбережение. Они используются на тех объектах, где нет возможности привлечь внебюджетные источники. Основной упор делается на частные инвестиции, прежде всего промышленными предприятиями. Ресурсоснабжающие организации, которых сегодня в Ленинградской области насчитывается более двухсот, реализуют собственные энергосберегающие программы.

Основная цель программы энергосбережения Ленинградской области — помочь муниципалитетам, госучреждениям, предпринимателям,

предприятиям, потенциальным и существующим инвесторам снизить сроки окупаемости энергоэффективных проектов и вкладывать сэкономленные средства в эту сферу дальше. «Субсидии компенсируют предприятиям часть затрат на закупку оборудования и являются своего рода госгарантией», — считает Павел Цыханвей.

Приоритетная задача государственного учреждения «Центр энергосбережения и повышения энергоэффективности Ленинградской области» — информационно-разъяснительная деятельность, консультирование при подготовке технико-экономических обоснований, госконтрактов, анализ программ по энергосбережению и энергоэффективности, привлечение инвестиций компаний, которые обращаются в центр и хотели бы оказывать энергосервисные услуги.

Некоторые из них, уже успешно работающие в Ленинградской области, знакомят со своей деятельностью посетителей XXI Международной специализированной выставки «Энергетика и электротехника», которая проходит одновременно с энергофорумом. Центр представляет здесь коллективный стенд организаций — производителей энергоэффективного оборудования.

В этом году планируется запустить региональную государственную информационную систему в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Ленинградской области.

IA REGNUM





**ПРОМЫШЛЕННАЯ  
СВЕТОТЕХНИКА**  
4-я специализированная выставка

**2014**

**Светотехническая продукция  
для промышленности, транспорта,  
городской инфраструктуры**

**01-03 октября 2014 года  
Санкт-Петербург, Ленэкспо**

**01-02 октября** состоится 3-я всероссийская конференция:  
“LUMEN - Промышленная светотехника - производство  
и применение светотехнической продукции нового поколения”

- Производство современной светотехники: комплектующие, технологии, решения
- Светотехническая продукция для производственных и складских помещений
- Уличное освещение, архитектурная подсветка
- Вопросы гигиены света. Особенности выбора светотехники для детских и лечебных учреждений, общественных мест

Организатор: редакция журнала “Lumen & ExpertUnion”, тел. +7(985) 340-3349  
Участие бесплатное, регистрация на сайте <http://www.promlight-expo.ru/ticket>.



В рамках  
XVIII Международного Форума  
“Российский Промышленник 2014”

**Контакты:**  
Телефон +7 (495) 287 44 12  
[info@promlight-expo.ru](mailto:info@promlight-expo.ru)  
<http://www.promlight-expo.ru>



**LUMEN**

ЛАМПЫ ГАЛОГЕННЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ DOWNLIGHT  
ИСТОЧНИКИ СВЕТА  
ПОТОЛОЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ  
КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННАЯ СВЕТОТЕХНИКА»  
ПЛАНАРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НАТРИЕВЫЕ ЛАМПЫ  
УЛИЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ЛАМПЫ ДНАТ  
ЛАМПЫ T5 ПРА ДЛЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП СВЕТИЛЬНИКИ РАСТРОВЫЕ  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ LED  
СВЕТИЛЬНИКИ DOWNLIGHT СВЕТ В ПРИХОЖЕЙ LED  
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ СВЕТОДИОДНЫЕ ПАНЕЛИ  
СВЕТОТЕХНИКА ОФИСНЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ ПРОМЫШЛЕННЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ  
LED ДНАТ ПОТОЛОЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ПРА  
ОСВЕЩЕНИЕ ТЕПЛИЦ T5  
СВЕТИЛЬНИКИ РАСТРОВЫЕ ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩИЕ АППАРАТЫ  
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ЛАМПА ПРОИЗВОДСТВО СВЕТОДИОДОВ  
ЛАМПЫ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ  
ЛАМПЫ T5 СВЕТОДИОД  
ОСВЕЩЕНИЕ МАГАЗИНОВ ПРОМЫШЛЕННЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ  
ПРОМЫШЛЕННЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ  
ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩИЕ АППАРАТЫ  
УЛИЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ СВЕТОДИОДНЫЕ ФОНАРИ  
ПОТОЛОЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ  
СВЕТОТЕХНИКА  
СВЕТОДИОДНЫЕ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

# СОВРЕМЕННАЯ СВЕТОТЕХНИКА

[www.lightingmedia.ru](http://www.lightingmedia.ru)

электроника  
медиагруппа



# Обзор конфигураций систем активного охлаждения мощных светодиодных светильников

**Александр Корнич**  
ka6003@gmail.com

*Настоящий обзор базируется на результатах экспериментальных работ и интенсивного макетирования, выполненных в научно-исследовательской лаборатории канадской компании MP Lighting (г. Ванкувер; [www.mplighting.com](http://www.mplighting.com)) и направленных на разработку новой концепции активной системы охлаждения (АСО) для мощных светодиодных светильников (СДС). Новизна разработки защищена патентами США (№ 8070324) и Канады (№ 2770394), дальнейшее развитие концепции сопровождается последующими заявками на патентование.*

Как известно, традиционные пассивные системы охлаждения, основанные на применении стандартных или оригинальных тепловых радиаторов (ТР), могут обеспечивать удовлетворительные тепловые режимы СДС при входной электрической мощности до 20 Вт. Для более высоких значений мощности эффективность пассивного охлаждения снижается прежде всего ограничением практически достигаемой величиной  $\alpha$  — коэффициента конвективной составляющей общего процесса теплопереноса, который может составлять 8–12 Вт/(м<sup>2</sup>·°C) в условиях неподвижного воздуха, окружающего ТР. Компенсация этого ограничения за счет увеличения теплорассеивающей площади ТР ведет к неприемлемым для конструкции СДС параметрам (вес и габаритные размеры ТР). Этот фактор становится особенно критичным для СДС интенсивного освещения с повышенными требованиями к арт-дизайну.

Повышение эффективности охлаждения принципиально дости-

гается применением АСО, т.е. форсированным обдувом ТР (значение  $\alpha$  в этом случае может достигать 100–120 Вт/(м<sup>2</sup>·°C). Однако активное охлаждение приводит к усложнению конструкции СДС: появляются технические требования к вентилятору, источнику питания для него, схеме автоматического регулирования обдува (соответственно, и уровня шума). Поскольку СДС, по определению, является продуктом массового производства, и факторы простоты, надежности и себестоимости определенно доминируют, традиционные методы АСО оказываются малоприменимыми при проектировании современных СДС, и требуются инновационные технические решения.

Необходимо обозначить следующие ключевые вопросы проектирования: повышение эффективности теплового сопряжения ТР с печатной платой СД и металлическими элементами корпуса СДС; изменение конструкции ТР для приближения вентилятора к печатной плате СД; формирование «вортекс-генераторов» на ТР и внутри корпуса СДС; верное расположение датчика температуры петли управления вентилятором; электрическая совместимость цепи питания вентилятора и источника питания (драйвера) СДС; схема автоматического регулирования интенсивности обдува (скорости вращения) вентилятора. Как правило, решить эти вопросы невозможно простым механическим соединением известных узлов и компонентов, поэтому творческий подход и новые идеи всегда актуальны.

В результате возникает новый продукт — активный охлаждающий модуль (АОМ), как конструктивно и функционально законченный узел (FanSink). На рынке уже появляются стандартные модули подобного назначения от ведущих компаний.

Базовая конфигурация АСО приведена на рисунке 1 в составе трех основных частей (в дальнейшем изложении будут использованы их сокращения, максимально приближенные к рисунку): тепловой радиатор ТР (2); вентилятор ФЭН (3); схема термоконтроля СТК (4). Тепловая нагрузка системы охлаждения (1) может представлять собой либо кластер СД на общей печатной плате (Основание-Алюминий-Теплоотвод), либо интегральный СД (структура Chip-on-Board, COB). Тепловое сопряжение нагрузки (1) с ТР (2) выполняется посредством термического интерфейса (6) — специального теплопроводящего материала (мазь или прокладка), улучшающего тепловой контакт между частями АСО. Главная инновационная идея рассматриваемой активной охлаждающей системы состоит в том, что термистор с отрицательным термическим коэффициентом НТК используется не только для измерения температуры ТР (2) (как в традиционных схемах регулирования), но одновременно и для регулирования рабочего тока вентилятора ФЭН (3) путем его непосредственного включения в цепь питания (между «—» терминалом ФЭН и входом 2 схемы СТК (4) (рис.1).

Схема теплового контроля (4) выполнена в виде матрицы (последовательно-параллельное включение НТК термисторов), параметры которой рассчитываются по специальной методике, с целью обеспечить номинальный ток вентилятора (3) в рабочем диапазоне его мощности, и исключить одновременно явление саморазогрева матрицы термисторов этим рабочим током. Предложенное техническое решение предельно упрощает схему петли автоматической стабилизации температурного режима СДС, снижает ее габариты и вес (по сути, перечень элементов



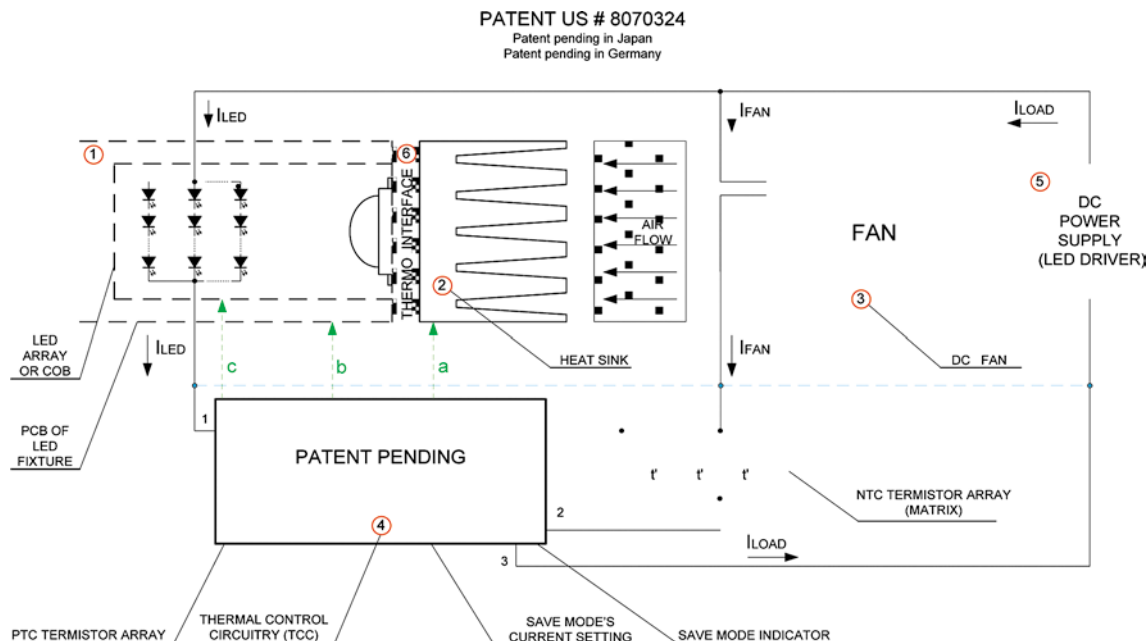


Рис. 1. Базовая конфигурация АСО

состоит лишь из НТК термисторов); значительно повышается надежность схемы при одновременном снижении себестоимости системы охлаждения.

Проследим логическую последовательность операций в алгоритме работы АСО. Если по какой-либо причине температура теплового радиатора (2) увеличивается, омическое сопротивление матрицы НТК термисторов уменьшается соответственно основной температурной НТК функции. Следовательно рабочий ток вентилятора (3) возрастает, увеличивая интенсивность обдува теплового радиатора (2). В результате его температура понизится (охлаждая СДС, как тепловую нагрузку), что приведет систему в состояние теплового равновесия. При обратном знаке первоначального отклонения температуры последовательность операций алгоритма будет также обратной, но результатом станет новое равновесие системы. Несложно понять, что стабилизирующее действие отрицательной обратной связи в контуре управления выполняется не столько из-за определенных электронных процессов в традиционных схемах (например, усиление, модуляция, фазировка сигналов); но за счет самого физического принципа действия НТК термистора, обеспечивающего необходимую «полярность» компенсирующего воздействия. Именно поэтому можно говорить об одновременном исполнении двойной функции НТК термисторной матрицы: как термочувствительного элемента для измерения температуры контролируемого

объекта, так и токорегулирующего элемента в цепи исполнительного звена — вентилятора.

Имеет смысл подчеркнуть то обстоятельство, что реализованная концепция совместного применения НТК терморезисторной матрицы, теплового радиатора и вентилятора может быть использована для разработки АСО в широком диапазоне мощностей возможных тепловых нагрузок (не только СДС) и для различных применений. Вопросы проектирования тогда сводятся фактически к правильному теплофизическому расчету теплового радиатора и электрическому расчету параметров НТК терморезисторной матрицы под рабочий ток соответствующего вентилятора.

Возвращаясь к применению АСО для охлаждения СДС необходимо отметить, что использование НТК терморезисторов в современном безвыводном исполнении (SMD-тип) позволяет реализовать НТК матрицу необходимой конфигурации (в большинстве случаев, как 3×2 или 3×3 SMD) в достаточно малых размерах (например, 7×4 мм). Таким образом появляется возможность располагать терморезисторную матрицу в непосредственной близости к источнику тепла (собственно, СД или COB), что значительно повышает чувствительность и быстродействие автоматической системы регулирования в целом. В своих опытах и производстве АСО для СДС мы успешно использовали НТК терморезисторы компаний-изготовителей MURATA и EPCOS.

Главной функцией (как это определено в патенте США № 8070324) СТК является измерительное и регулирующее действие в составе контура управления между тепловым радиатором (2) и вентилятором (3). Однако на последующих стадиях разработки выяснилось, что СТК можно использовать также для индикации (посредством миниатюрного СД SMD-типа) аварийного состояния АСО при недопустимом превышении рабочей температуры СДС (например, при отказе вентилятора и резком снижении обдува теплового радиатора). Возможно также формирование сигнала для внешнего дистанционного контроля подобной ситуации. Данные полезные функции потребовали вспомогательной защиты в дополняющих заявках на патентование. Кроме того, дальнейшие разработки показали, что конструктивное исполнение СТК и ее расположение в составе СДС является ключевым фактором при практической реализации АСО, значительно определяющим технические характеристики СДС в целом. Сейчас мы можем рассматривать, по меньшей мере, четыре версии реализации АСО, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки в отношении производства, последующего ремонта и обслуживания СДС.

В конфигурации А, показанной на рисунке 2, электронные компоненты СТК интегрированы непосредственно с СД или COB платой-основанием путем их пайки в непосредственной близости от источника света/тепла. Внешние соединения могут выпол-

няться через стандартный разъем (например, Zhaga connector) и электрические коннекторы (например, WAGA connectors) без применения пайки при сборке собственно АСО в составе СДС.

К преимуществам этой конфигурации мы можем отнести следующие свойства:

- Наилучший тепловой контакт между источником тепла (СД или COB) и СТК;
- Функциональная гибкость изменения АСО для различных СДС (тот же СД или COB может быть использован в сочетании с другими различными типами ТР и ФЭН просто путем новой механической сборки и внешних электрических соединений без перепайки;
- Относительно низкий объем сборочных работ.

К недостаткам этой конфигурации можно отнести следующие свойства:

- Необходимость использовать в сборке три коннектора типа WAGO connector;
- СТК принадлежит безраздельно СД или COB и не может быть использована в другой конфигурации АСО;
- Потребуется относительно долгое время, чтобы организовать производство COB с интегрированной СТК либо на собственном производстве, либо по кооперации (в настоящее время нам не известен ни один подобный производитель СД, COB).

Освоение подобной конфигурации может быть рекомендовано для развитых компаний с ресурсами и мотивацией к инвестированию в новые разработки.

На рисунке 3 показан второй вариант реализации АСО — конфигурация В. В данном случае СТК может быть собрана на отдельной небольшой печатной плате (Основание-Алюминий) размером около 20×14 мм в своем корпусе с тремя-четырьмя выводами под пайку (рис. 3 слева внизу) и миниатюрным СД индикатором аварийного состояния АСО. Подобный самостоятельный продукт может изготавливаться как микро-модуль или же специализированная микросхема для теплового контроля и управления вентилятором в составе АСО. В этом варианте сборки СДС модуль СТК располагается в специальном гнезде (соответствующего размера и формы) на промежуточной (несущей) печатной плате, обеспечивающей тепловой контакт с тепловым радиатором (2). В этой плате также имеется гнездо для теплового контакта выбранного типоразмера COB,

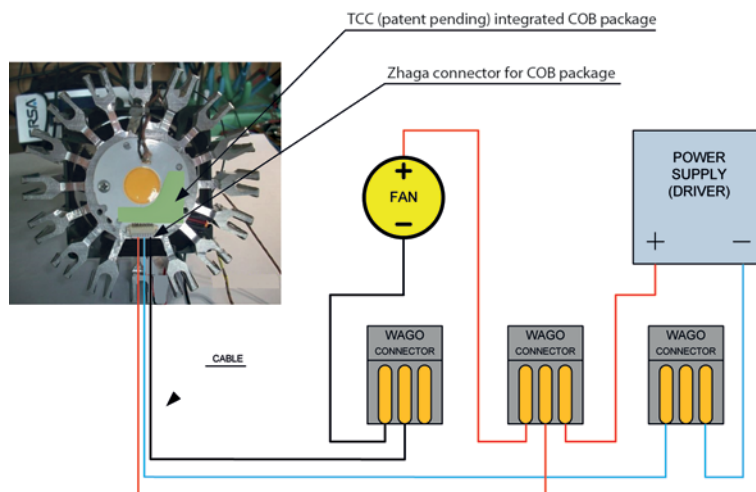


Рис. 2. Конфигурация А реализации АСО

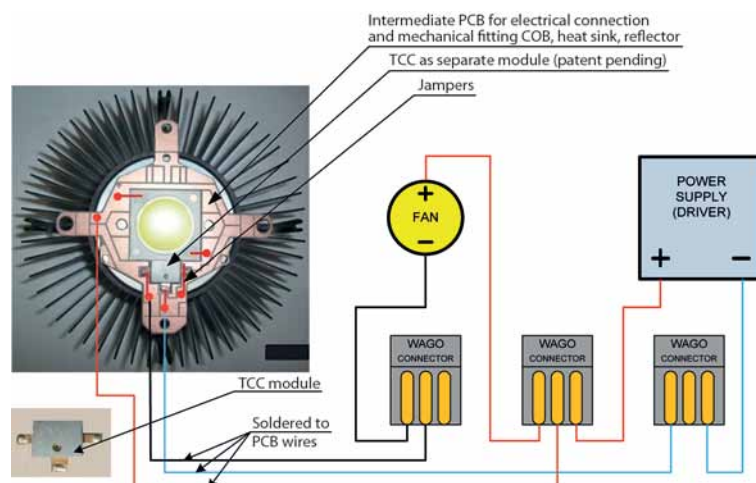


Рис. 3. Конфигурация В реализации АСО

например, 19×19 мм или 28×28 мм. Электрические соединения между модулем СТК, COB и промежуточной платой выполняются пайкой соответствующих перемычек (пять штук в простейшем случае). Для внешних соединений к промежуточной плате припаиваются три провода, и при помощи трех коннекторов WAGO полностью выполняется конфигурация АСО.

Эта конфигурация обладает следующими преимуществами:

- Наивысшая степень функциональной гибкости, позволяющая заменять практически все составляющие части АСО — различные типы СД или COB, тепловых радиаторов, вентиляторов;
- Удобное обслуживание при замене основных частей АСО.

К недостаткам могут быть отнесены:

- Относительно большой объем разнообразных сборочных и монтажных работ: пайка перемычек, про-

водов, соединения коннекторами, сборка и монтаж;

- Необходимость изготовления промежуточной платы с гнездами.

Эта конфигурация может быть рекомендована для использования на этапах макетирования, изготовления опытных образцов, ранних стадиях производства СДС небольшими опытными партиями.

На рисунке 4 показана третья версия реализации АСО — конфигурация С. Эта версия является, по сути, некоторой модификацией предыдущей и преследует цель уменьшить число паяных соединений, по возможности исключить из конструкции СДС промежуточную печатную плату и расширить выбор мест размещения модуля СТК.

Размеры модуля несколько увеличиваются за счет монтажа на его плате паяных коннекторов и крепежных отверстий (могут заменяться прижимными скобами), но появляется

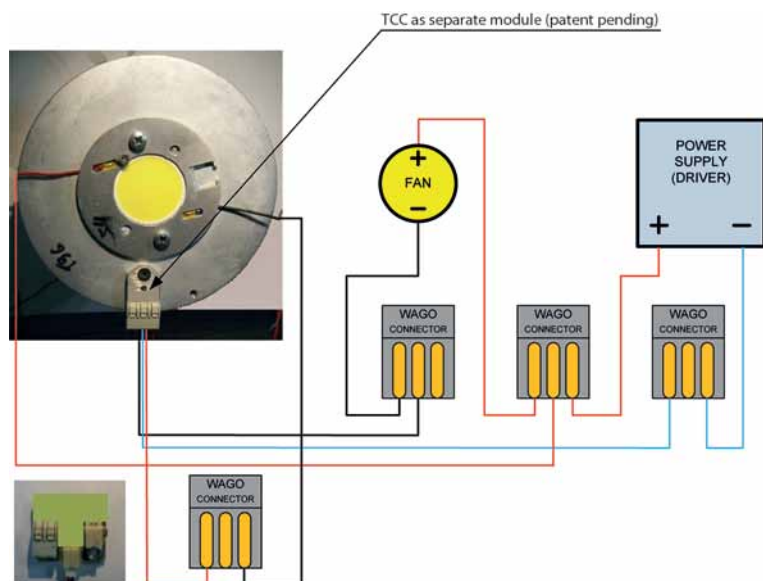


Рис. 4. Конфигурация С реализации АСО

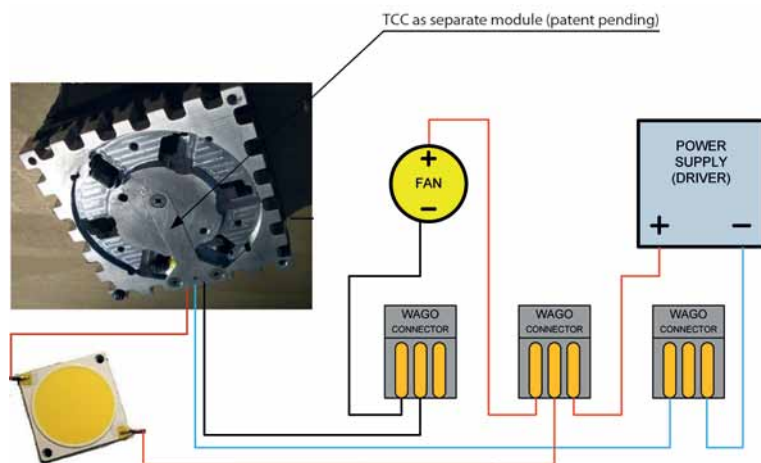


Рис. 5. Конфигурация D реализации АСО

возможность закрепить модуль механически или на тепловом радиаторе, или другом критическом в тепловом отношении элементе конструкции СДС. Модуль СТК также снабжается миниатюрным СД индикатором аварийного режима с фронтальным или боковым обозначением.

К преимуществам этой версии можно отнести:

- Свободу выбора места крепления модуля в конструкции СДС;
- Исключение паяных соединений и упрощение сборки и монтажа СДС;
- Исключение необходимости изготавливать промежуточную печатную плату.

Недостатки этой версии должны быть учтены в следующем:

- Относительно понижена степень тепловой связи между СТК и тепловым радиатором, а также са-

мым источником тепла СД или COB;

- Увеличение затрат на дополнительные коннекторы;
- Необходимость разработки и производства модуля СТК как отдельного изделия.

Эта конфигурация может быть рекомендована при переходе к средне-серийному производству СДС с активной системой охлаждения.

На рисунке 5 показана четвертая версия реализации АСО — конфигурация D. СТК может быть механически интегрирована с тепловым радиатором (2) как его составная часть, которая располагается непосредственно под источником тепла СД или COB. Эта конфигурация представляет собой прибор с замкнутым контуром тепловой связи, потому что СТК безраздельно принадлежит тепловому радиатору, воспринимает изменения его температуры

и обеспечивает соответствующий выходной электрический сигнал в виде изменения сопротивления НТК терморезисторной матрицы. Будучи электрически соединенной с вентилятором и источником питания, интегрированная в тепловой радиатор СТК образует замкнутый контур управления с отрицательной обратной связью по температуре. В определениях системы автоматического регулирования тепловой радиатор в данном случае выполняет функцию сравнивающего устройства: со стороны тепловой нагрузки (СД или COB) на него воздействует нагревающий тепловой поток, а со стороны вентилятора — охлаждающий. Терморезисторная матрица изменяет свое сопротивление пропорционально средней температуре теплового радиатора, т.е. разности этих тепловых потоков; что изменяет рабочий ток вентилятора и интенсивность его обдува. Таким образом НТК терморезисторная матрица работает как измерительный элемент, так и как исполнительный. В результате эта конфигурация представляет собой функционально и конструктивно законченный прибор — активный охлаждающий модуль (АОМ) с автоматической стабилизацией температурного режима.

Для этой конфигурации можно выделить следующие преимущества:

- Возможность применения АОМ для охлаждения различных СД кластеров, COB и других типов мощных электронных приборов; исключение необходимости изменять электрическую схему соединений АОМ при смене типа тепловой нагрузки;
- Надежный тепловой контакт между тепловой нагрузкой, СТК и тепловым радиатором.

К недостаткам этой конфигурации можно отнести:

- Относительную сложность конструкции теплового радиатора, необходимость вырезать гнездо специальной формы в его теле;
- Необходимость разработки и производства узла СТК специальной формы для интегрирования в тепловой радиатор.

Эта конфигурация может быть рекомендована как инновационный продукт в области охлаждающих систем, основанных на комбинации вентилятора и теплового радиатора (FANSINK).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате приведенного обзора можно сделать следующие выводы:



0+

ufi  
Approved  
Event

# ЭНЕРГИЯ ВАШЕГО РАЗВИТИЯ

## СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

**11-я Международная выставка  
компонентов и систем  
для силовой электроники**

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC

Тел.: +7 (812) 380 6003/ 07

Факс: +7 (812) 380 6001/ 00

E-mail: [power@primexpo.ru](mailto:power@primexpo.ru)

## POWER ELECTRONICS

**25–27 ноября 2014**

МЕСТО  
ПРОВЕДЕНИЯ

**МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО**

**Забронируйте стенд!**

[www.powerelectronics.ru](http://www.powerelectronics.ru)

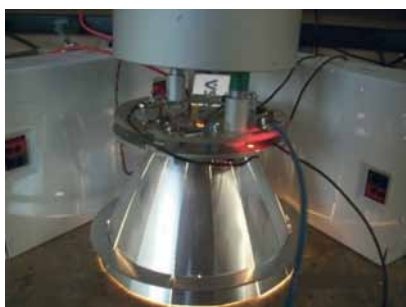


Рис. 6. Фотографии опытных образцов различных конфигураций АОС

1. По крайней мере три вида новых изделий могут производиться для решения общей задачи активного охлаждения мощных СДС путем их использования как составных частей этих систем.
2. Первый из них — СД кластер или СОВ световой излучатель, в который интегрирована конструктивно (на общей подложке-основании) НТК терморезисторная матрица. Как новая полезная функция в таком изделии реализуется измерение температуры подложки-основания, и формируется выходной электрический сигнал (в виде изменения сопротивления), способный непосредственно изменять рабочий ток вентилятора в составе активной воздушной системы

охлаждения. Также возможна визуальная индикация аварийного перегрева светового излучателя.

3. Второй из них — микромодуль (или специализированная интегральная микросхема), в котором помещена та же терморезисторная матрица, с теми же полезными функциями. Модуль имеет свой корпус, выводы и элементы механического крепления для надежного теплового контакта (пайка корпуса или винтовое соединение).

Он может закрепляться на различных объектах теплового контроля (в том числе СДС) и использоваться как датчик температуры и регулятор тока нагрузки (в том числе вентилятора) одновременно.

но. Функция аварийной индикации также реализована.

4. Третий из них — активный охлаждающий модуль (АОМ), в котором тепловой радиатор интегрирован как с НТК терморезисторной матрицей, так и с вентилятором в одну конструктивную единицу. АОМ может использоваться для термостабилизации различных тепловых нагрузок (в том числе СД или СОВ).

На рисунке 6 приведены фотографии опытных образцов различных конфигураций АОС, иллюстрирующих действие световой индикации (миниаптурный светодиод красного цвета) в случае недопустимого перегрева СДС по каким-либо причинам (обычно во время опытов симулировалась остановка вентилятора).

## С помощью энергосберегающих ламп в Нижнем Новгороде сэкономили 25 млн руб.

В городе работает специальная программа энергосбережения. С начала этого года было установлено более 6,5 тысяч фонарей.

«Это не просто энергосберегающие технологии, но еще и «умные» системы». Они реагируют на движение, по улицам города. Если к утру движение сокращается, то нет смысла палить по полной катушке электричество, и оно просто автоматически, через диммерное устройство снижает свое напряжение, сокращает количество светопотока», — рассказал в интервью

Олег Кондрашов, Глава Администрации Нижнего Новгорода.

«По нормативу, мы можем допускать отключение 1/3 светильников после двенадцати ночи, но новые светильники не отключаются, а просто снижается на 30% световой поток. Таким образом, равномерность освещения остается прежней», — прокомментировал Алексей Макеев, заместитель директора Управления городскими сетями наружного освещения. В этом году власти обещали уделить особое

внимание домам народной стройки, ветхому и частному фонду, где изначально в советские годы уличное освещение не устанавливали вообще. И именно по этим адресам больше всего жалоб от нижегородцев. Также к новому году в городе обновят и систему праздничной иллюминации. Всего на замену освещения во всех районах выделено 127 миллионов рублей.

LIGHTRUSSIA.RU



# LEDiL + Seoul = долговечные LED-светильники

**Сакен Юсупов,**  
**saken.jusupov@ledil.com,**  
**Денис Курдюков,**  
**kurdukov@microem.ru**

*Надежность и долговечность светодиодных светильников — это та тема, которая занимает умы всех причастных к нашему светловому бизнесу. Об этом думают производители и покупатели светодиодных светильников. Несколько лет назад, когда мы говорили о ресурсе работы светодиода в 100 тыс. ч, это казалось вечностью.*

на работоспособность всего изделия, а вот это уже сложнее, и гарантийный срок светодиодных светильников составляет, как правило, пять лет (пять пишем три в уме). И далеко не светодиоды определяют сейчас срок жизни светового прибора.

Хорошо известно, что самый недолговечный узел в светильнике — источник электропитания (драйвер). И связано это с тем, что в его состав входят конденсаторы, как правило, электролитические. А они сохнут и относительно быстро выходят из строя. Существуют, конечно, высоконадежные электролиты, но их цена

«кусается», и это не очень годится для создания дешевого светильника ЖКХ или ему подобных. Можно заменить электролитические емкости на пленочные высоковольтные конденсаторы, но их стоимость тоже не вполне гуманна. В итоге долговечность современного светильника во многом определяется качеством (и ценой) источника питания. Именно источник питания и есть та самая «ахиллесова пята», которая не позволяет маркетологам говорить о вечном как сфинкс светильнике, с которого только иногда нужно смахивать пыль эпох.

В наши дни маркетологи стали скромнее и говорят о ресурсе работы светодиода в 50 тыс. ч, что также воспринимается потребителями как половина вечности. Но умные покупатели не хотят слушать истории о долговечности болтов в составе светильника, им подавай гарантийный срок

Таблица 1. Сравнительные характеристики микросхем Acrich2 и Acrich2+

Наименование	Acrich2 IC	Acrich2+ IC
Коэффициент мощности	>0,97	>0,97
Коэффициент нелинейных искажений	<25%	<15%
Электромагнитные помехи	Требуется внешний фильтр	Не требуется внешний фильтр
Регулировка выходной мощности	По типу микросхемы 4 Вт или 8 Вт	1...16 Вт
Диммирование	AC-Triac/Phase Cut	Совместим с диммером по заднему фронту
		Улучшенная работа с диммером

Таблица 2. Характеристики светодиодов серии MJT







Обозначение	Корпус	Габариты корпуса, мм	Напряжение, V <sub>н</sub> , В	Световой поток, Ф <sub>в</sub> , лм	Оптимальный ток, I <sub>опт</sub> , мА	Коррелированная цветовая температура, C <sub>н</sub> , К	Индекс цветопередачи, CRI	2θ <sub>1/2</sub>
SAW8KG0B		5,6×3,0×0,75	22	60	20	2600...7000	82	115
SAW8P42A		6,5×4,0×0,80	13	13	20	3700...7000	82	115
SAW8WA2A		3,5×2,8×0,6	32,5	132	40	2600...7000	82	120
SAW09H0A		4,0×4,0×2,2	64	170	40	4200...6000	70	120
SAWWFS72A		2,5×2,5×2,2	23	107	40	2600...6000	80	130
SAW0LH0A		5,0×5,0×0,65	64	180	20	4700...7000	70	120





Рис. 1. Модуль UEM ASP



Рис. 2. Модуль UEM ASP S12-146x45-MJT4040

Сейчас многие умы бьются над решением этой сложной проблемы — как сделать долговечный драйвер за малые деньги. Интересный подход к решению проблемы нашли специалисты из Seoul. Они решили питать цепочку из многих светодиодов высоким выпрямленным сетевым напряжением без низковольтного преобразования. Компания Seoul разработала и запатентовала технологию питания светодиодов Acrich.

Seoul производит специализированную микросхему Acrich2 для питания высоковольтных светодиодов. Эта микросхема анализирует текущее напряжение сети и управляет четырьмя группами светодиодов. При возрастании входного напряжения микросхема последовательно включает группы светодиодов с 1 по 4, а при уменьшении напряжения выключает их в обратном порядке.

Серия Acrich2 IC объединяет два типа микросхем: Acrich2 и Acrich2+. Основными особенностями Acrich2+ IC являются возможность регулировки максимального тока, проходящего через светодиоды, и необходимость внешнего выпрямительного моста в схеме включения (см. табл. 1). В настоящее время доступно шесть различных типов светодиодов, выполненных по технологии MJT (см.

табл. 2). Такой подход позволяет подобрать наиболее подходящий тип светодиода для широкого спектра применений.

SAW8KG0B — основной светодиод, применяется в стандартных и заказных модулях Acrich2.

SAW8P42A — светодиод меньшей мощности, чем SAW8KG0B. За счет этого можно использовать больше светодиодов с одной микросхемой. Это позволяет распределить светодиоды по плате более равномерно и применить рассеиватель с меньшим поглощением светового потока. В результате возрастает эффективность (лм/Вт) конечного устройства.

SAW8WA2A — светодиод большей мощности, чем SAW8KG0B. За счет применения этого светодиода можно снизить стоимость изделия, т.к. для получения одиночного светового потока можно использовать меньшее количество светодиодов.

SAW09H0A — этот светодиод по световому потоку равен лучшим образцам традиционных 1-Вт светодиодов. Разработан специально для применения в уличных светильниках. Совместим с оптикой.

SAWWF572A — новый продукт, разработанный для применений с очень ограниченной площадью светящегося элемента. Является лучшим

светодиодом в классе midpower с показателем 15 лм/мм<sup>2</sup>.

SAWOLH0A — по характеристикам аналогичен SAW09H0A. За счет изменения типа корпуса снижена стоимость светодиода. Нет первичной оптики.

Компоненты — это всего лишь кирпичи, из которых нужно уметь построить «дом». И далеко не все умеют это делать, поэтому для построения качественного драйвера на основе компонентов Seoul Acrich2 требуются грамотные специалисты.

Давний технический партнер и дистрибьютор компании Seoul — фирма «МикроЭм» обладает требуемыми техническими компетенциями, позволившими разработать два светодиодных модуля на базе технологии Acrich2 и модульной оптики LEDiL (см. рис. 1, 2). Характеристики модулей приведены в таблице 3.

Как видно, модуль из 12 светодиодов имеет эффективность 105 лм/Вт, модуль из восьми — эффективность 88 лм/Вт. Это связано с тем, что при большем токе, протекающем через светодиоды, они работают с меньшей эффективностью.

Пульсации света составляют 85%, значит такие модули могут успешно применяться там, где не нормируется пульсация света: для освещения улиц, дворов, подъездов и подсобных помещений, а это миллионы светильников в России.

## ПРЕИМУЩЕСТВА МОДУЛЯ UEM ASP S8

Конструкция светодиодной платы позволяет использовать сотни различных типов линз LEDiL. На плату можно установить восемь различных одиночных линз в продольной и поперечной ориентации или же два модуля серий Strada-2x2 или HB-2x2 (см. рис. 3, 4). С модулем UEM ASP S8 совместимы 12 разных мультилинз 2x2 (см. рис. 5).

Таблица 3. Характеристики модулей на базе технологии Acrich2 и модульной оптики LEDiL

Параметры	UEM ASP S12-146x45-MJT4040	UEM ASP S8 LEDiL
Световой поток, лм	1681	1417
C <sub>x</sub>	0,3531	0,3445
C <sub>y</sub>	0,3731	0,3528
Коррелированная цветовая температура, CCT, К	4792	5025
Эффективность, лм/Вт	105,76	88,669
V <sub>пр</sub> , VAC	220,23	220,22
I <sub>пр</sub> , mA	72,931	73,324
Мощность, Вт	15,894	15,977
Коэффициент мощности, PF	0,9895	0,9894

Огромный ассортимент линз LEDiL, выполненных в едином габаритном стандарте с различными световыми диаграммами позволит создать светильник с любой необходимой КСС. К сожалению, конструкция модуля не позволяет использовать его без внешнего корпуса, который защитит модуль от дождя на улице. А при использовании внутри помещений корпус светильника должен обеспечить электробезопасность пользователей.

### ПРЕИМУЩЕСТВА МОДУЛЯ UEM ASP S12-146×45-MJT4040

Корпус светильника можно сделать намного проще, используя групповые линзы LEDiL Strada-IP-2×6 и HB-IP-2×6 (см. рис. 6, 7). В этом случае плата UEM ASP S12-146×45-MJT4040 располагается внутри линзы, которая через силиконовую прокладку прижимается к радиатору восемью винтами. Линза герметично (до IP67) защищает светодиодную плату от внешней среды, исключая тактильный контакт с любознательным потребителем. Материал и топология печатной платы рассчитаны на величину пробоя >2кВ, что обеспечивает электробезопасность светильника.

В настоящий момент с модулем UEM ASP S12-146×45-MJT4040 совместимы 6 разных групповых линз 2×6 (см. рис. 8). Разнообразие световых диаграмм позволяет применять светодиодные модули для создания по-настоящему долговечных уличных, промышленных светильников и светильников ЖКХ.

Разговор о любой новинке всегда заканчивается темой «цены вопроса». В настоящее время модули UEM ASP S8 и UEM ASP S12-146×45-MJT4040 только анонсированы на рынке и производятся в небольших количествах, поэтому их цена ориентировочно близка к стоимости аналогичного комплекта из традиционных светодиодов 3535 + драйвер IP66. С увеличением количества выпускаемых модулей цена решения на основе технологии Acrich2 будет значительно ниже цены решений, основанных на традиционных подходах. А если учесть, что за счет отказа от драйвера можно уменьшить и упростить дизайн корпуса, уменьшить его массу, облегчить и удешевить крепление светильника, то можно утверждать, что перед нами «Клондайк».

**Вывод:** светодиодные модули, питаемые микросхемой Acrich2 и герметично защищенные оптическими



Рис. 3. Модуль серии HB-2×2



Рис. 4. Модуль серии Strada-2×2

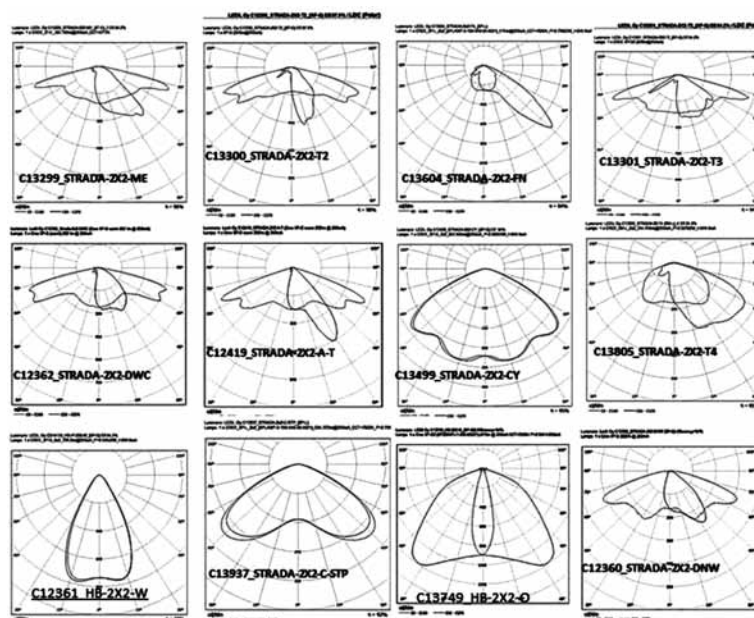


Рис. 5. Диаграммы направленности света мультилинз 2×2



Рис. 6. Групповые линзы LEiL серии HB-IP-2×6



Рис. 7. Групповые линзы LEDiL серии Strada-IP-2×6

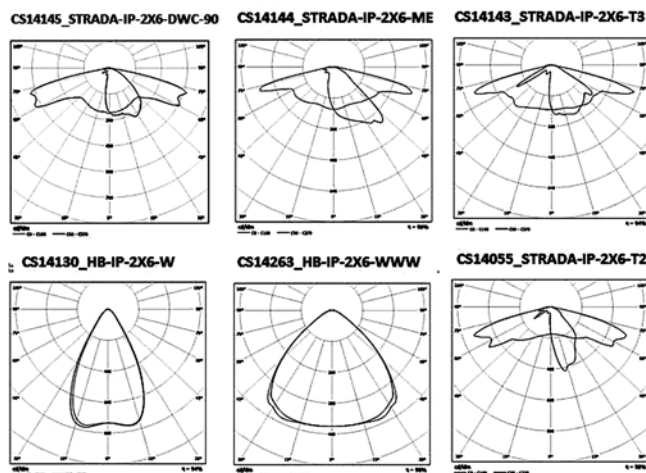


Рис. 8. Диаграммы направленности линз, совместимых с модулем UEM ASP S12-146×45-MJT4040

модулями LEDiL, позволят создать «вечный» уличный светильник, срок службы которого будет определяться только осознанно выбранным тепловым режимом работы светодиодов (т.е. конструкцией и размером радиатора). При крупносерийном производстве таких модулей и светильников на их основе они смогут конкурировать по цене с традиционными уличными светильниками на основе натриевых ламп.

Сочетание технологий Seoul и LEDiL открывает новые горизонты и возможности производителям светодиодных светильников — возможности и шанс опередить конкурентов и заработать.

## Крупнейшая в мире светодиодная ферма производит 10 000 головок салата в день

Бывший полупроводниковый завод Sony Corporation в Японии был преобразован в крупнейшую в мире крытую ферму.

Японский физиолог растений Сигехару Шимакура, генеральный директор Mirai Co., в партнерстве с GE Jарап, воплотил свою мечту о системе земледелия, которая будет наиболее оптимальным способом использовать воду, пространство и энергоэффективность. Несмотря на то, что ферма начала работать всего год назад, она уже производит 10 000 головок салата в день.

Ферма расположена в префектуре Мияги на востоке Японии — в области, которая сильно пострадала от мощного землетрясения и цунами в 2011 году. Площадь фермы — 25000 квадратных футов, это почти в два раза меньше футбольного поля. На территории инновационной фермы для выращивания растений оборудовали 18 стеллажей, которые поднимаются на 15 уровней вверх. Стеллажи освещаются при помощи

17500 светодиодных фонарей — это и является ключом подобной производительности. Светодиоды были разработаны фирмой GE специально для проекта, и излучают свет на длинных волнах, которые оптимальны для роста растений. Это позволяет Шимакуре контролировать и цикл день-ночь и ускорить производство.

Благодаря контролю температуры, влажности и орошения, на ферме также стало возможным сократить использование воды на целых 99% от количества, необходимого для обычного сельского хозяйства под открытым небом. "То, что мы должны сделать - это не только рост количества циклов день-ночь. Мы хотим добиться наилучшего сочетания фотосинтеза в течение дня, а также в ночное время путем регулирования освещения и окружающей среды", рассказывает Шимакура.

Система, разработанная на ферме, позволяет расти салату, богатому питательными веществами, в два с по-

ловиной раза быстрее, чем на открытом воздухе. Не менее эффективные результаты, чем демонстрирует вертикальная ферма. Брак продукции также снижен с обычных 50 процентов вплоть до 10 процентов от урожая. Это означает увеличение в 100 раз производительности на квадратный фут. Светодиоды также имеют больший срок службы, чем лампы дневного света, и потребляют на 40 процентов меньше энергии. Комментируя успешное партнерство, Шимакура добавил: "Я знаю, как вырастить хорошие овощи биологически, и я хотел интегрировать эти знания с оборудованием, чтобы воплотить знания в жизнь". Команда GE Jарап убеждена, что фермы, подобные построенной в префектуре Мияги, могут стать ключом к решению дефицита продовольствия в мире. Партнеры проекта уже открывают аналогичные фермы в Гонконге и на Дальнем Востоке России.

LIGHTRUSSIA.RU

## Колонисты Марса будут выращивать овощи под светодиодными светильниками

Канадские ученые работают над технологией, которая поможет выращивать овощи и фрукты на борту космических кораблей в условиях максимальной ограниченности энергетическими ресурсами.

Команда исследователей из Гуэлфского университета в Онтарио во главе с профессором исследовательского центра контроля окружающей среды Майком Диксоном работает над LED-технологией, которая поможет астронавтам выращивать овощи в космосе с максимальной эффективностью. Целью программы является проверка влияния различных длин волн света на растения.

Исследователи работают со светодиодами для оптимизации роста растений по нескольким причинам. Во-первых, из-за высокой эффективности LED-технологии при небольшой мощности можно получить максимальное количество фотонов, что важно при ограниченности ресурсов астронавтов. Во-вторых, светодиоды могут излучать свет именно тех длин волн, которые необходимы растениям; подобрать наиболее эффективные сочетания видимого и ультрафиолетового цвета для стимулирования роста растений.

В качестве тестовой культуры используется салат, так он легко и быстро выращивается. Информация, полученная в ходе эксперимента, будет использоваться для стимуляции роста более питательных овощей - к примеру, помидоров и клубники. Диксон считает, что благодаря светодиодным технологиям можно будет выращивать значительные объемы пищи всего через 15-20 лет. Быть может, как раз во время полета на Марс?

LIGHTRUSSIA.RU



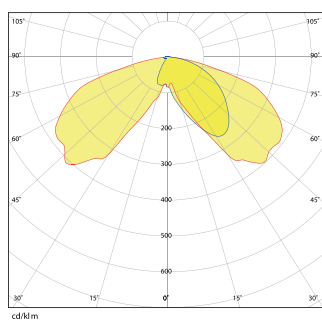
# Рефлекторы LEDiL для автодорожных светильников

LEDiL

Все мы привыкли к тому, что в светодиодных уличных светильниках применяют самые разные линзы: пластмассовые из PMMA и PC, из оптически прозрачного силикона и даже из боросиликатного стекла. Компания LEDiL в очередной раз удивляет профессионалов светотехнического рынка и анонсирует рефлекторы с уличными КСС для LED CoB.

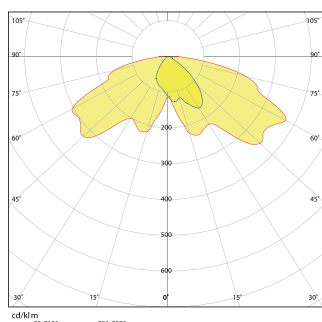
## CN13377\_BERTHA1-TYPE2-S

- Размеры: 82,4×139,6×57 мм
- IESNA Type II short light distribution
- Оптимальна для соотношения высота столба/расстояние между столбами 1/6
- Оптический КПД — 90%



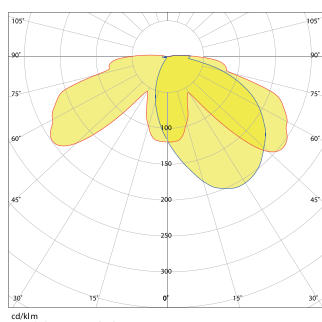
## CN12182\_BERTHA1-TYPE3-M

- Размеры: 73,5×150,6×52,7 мм
- IESNA Type III medium light distribution
- Оптимальна для соотношения высота столба/расстояние между столбами 1/7
- Оптический КПД — 78%



## CN12223\_BERTHA1-TYPE4-M

- Размеры: 79,7×134,7×51,6 мм
- IESNA Type IV medium light distribution
- Оптика для создания прожекторов заливающего света. Оптимальна для освещения пешеходных переходов, парковок.
- Оптический КПД — 86%



Более подробную информацию вы можете узнать на сайте: [www.ledil.com](http://www.ledil.com) или у дистрибьюторов компании.

# Светильники из Поднебесной наизнанку:

что скрыто в китайских светодиодных светильниках

**Соловьева Нина,**  
инженер компании ООО «Эталон»

*Начавшаяся и бурно набирающая обороты эпоха светодиодного освещения породила огромное количество производителей осветительного оборудования на основе полупроводниковых источников света. Отчасти это и понятно: в большинстве случаев светодиодный светильник представляется в виде конструктора, детали для которого выпускаются огромным количеством производителей, известных не только во всем мире, но и в узких переулках Поднебесной. Теперь не надо ломать голову над источниками питания, оптической системой светильника и собственно источниками света — все это есть в линейке каждого производителя.*

На российском светотехническом рынке представлены как надежные и хорошо продуманные и сконструированные изделия иностранных и отечественных компаний, так и посредственная продукция сомнительного качества, что очень часто относится к товарам из юго-восточной Азии. Причем подавляющее большинство таких изделий внешне выглядит вполне достойно, что окончательно сбивает с толка конечного потребителя. В первую очередь это касается азиатской продукции, главной целью производства которой является извлечение сиюминутной прибыли. К этому зачастую присоединяются и наши продавцы подобных изделий, не скрывающие происхождение своей продукции или продвигающие ее под отечественными «нескольколетними» брендами. Профессионалу распознать подобное не так сложно — обычно любой технический вопрос, касающийся технических характеристик продукции, тонет во времени, при этом параллельно раскручивается клубок взаимосвязей: российский продавец — азиатский продавец (или даже азиатский завод, которому

все эти вопросы малопонятны и неинтересны). А стоит разобрать образцы такой продукции, все сразу становится ясно.

В моих руках находятся несколько светодиодных светильников производства Поднебесной. Ниже я хочу привести некий анализ этих образцов с технической точки зрения.

Первый — встраиваемый светильник типа Downlight, внешний вид которого приведен на рисунке 1. Хороший литой алюминиевый корпус без каких-либо заусенцев и задиров; утопленный в отражатель матовый рассеиватель; разъем для подключения блока питания; правда, отсутствуют какие-либо опознавательные знаки, но стоит выкрутить светодиодный модуль, и становится понятно, куда и что подключать. Светодиодная плата с использованием теплопроводящей пасты смонтирована на радиаторе, вкручивающемся в корпус. При первом же взгляде на разобранный светильник видны устаревшие светодиоды в корпусе 8 мм эмиттера (к слову, один из лидеров светодиодной отрасли компания Philips Lumileds сняли с производства светодиоды в подобных корпусах 3-4 года назад), производителя которых установить не представляется возможным. Более детальное рассмотрение (рис. 2) светодиодной платы обнаруживает особенности ручной китайской сборки. Ручная пайка выводов светодиодов,

по моему мнению, не является преступлением. Но главное — тепловые подложки светодиодов к плате не припаяны, а установлены на термопасту, которая со временем высохнет, ухудшив теплопроводящие свойства переходного слоя.

Второй — маленький архитектурный линейный светильник для фасадной подсветки. По внешнему виду, скорее всего, это прототип, тем не менее уже практически готовый к серийному производству. Корпус герметичен, по меньшей мере IP65. Защитное стекло клеено с использованием герметика, под ним расположена пластина с линзами, прихваченными по краям термоклеем. На светодиодной плате использованы устаревшие светодиоды в корпусе 8 мм эмиттера с теми же самыми недостатками китайской ручной сборки. Вторичная оптика зафиксирована надежно — опирается на корпус светодиода и прижимается сверху пластиной и стеклом. Светильник работает от источника напряжения 24 В — это второй существенный недостаток (первый — посадка тепловых подложек светодиодов на термопасту). Светодиоды всегда должны быть запитаны только от источника постоянного тока, исключением могут стать неотвеченные применения, такие как светодиодные ленты и прочая «околосветотехническая» продукция. Цепочки на плате организованы в



Рис. 1. Встраиваемый светильник типа Downlight



Рис. 2. Светодиодная плата светильника типа Downlight

две параллельные ветви по четыре светодиода, соответственно лишнее напряжение гасится резисторами. На рисунке 3 приведена фотография светодиодной платы этого светильника, на которой видны балластные резисторы, на которых рассеивается половина потребляемой светильником мощности! Какая уж тут энергоэффективность!!!

Следующие два светильника — это светодиодные панели, применяемые в рекламе и для освещения. Такие панели были представлены чуть ли не на каждом втором стенде на выставке «Интерсвет» 2013 г. Что сразу подкупает — современный внешний вид; на первый взгляд полностью равномерное свечение по всей поверхности рассеивателя.

На самом деле идея очень хорошая, светодиоды располагаются не за стеклом, а по его периметру, что сразу позволяет делать ультратонкие светильники. Свет, распространяясь в толще материала, попадает на центры рассеяния, нанесенные лазером или иным способом на обратной стороне стекла (светорассеивающие точки или прочая структура — параллельные или скрещивающиеся линии), и выходит непосредственно вниз или вверх в светильник, где попадает на отражатель и выводится во вне. Равномерность свечения также обеспечивается рассеивателем, устанавливаемым после светорассеивающего стекла, который также выполняет защитную функцию.

В первом приближении эффективность такой системы из рассеивателей и отражателя сложно оценить выше 60-65%. Этого вполне достаточно, если сравнивать с альтернативным методом и использованием опалового стекла со светопропусканием около 60%. Но для получения



Рис. 3. Плата со светодиодами линейного архитектурного светильника

более или менее вменяемой световой отдачи нужно использовать современные светодиоды в режимах, позволяющих получать 130-140 лм/Вт.

Итак, третий образец — встраиваемый круглый светильник (рис. 4). Внешний вид не вызывает каких-либо вопросов, наоборот он выглядит аккуратным и современным. Внутри токовый DC/DC-преобразователь и система из рассеивателей и отражателя. Светодиоды расположены по периметру на тонкой алюминиевой линейке, которая и дает возможность придать ей форму окружности и надежно зафиксировать ее на корпусе светильника для отвода тепла. И вот тут и возникают самые главные вопросы. Во-первых, используются светодиоды в корпусе SMD 3528, которые обычно не используются в качестве осветительных по техническим причинам. Во-вторых, конструктивно задумано надежное крепление светодиодной ленты на цилиндрической поверхности корпуса светильника, и применена самоклеющаяся тепловая подложка, но на практике лента почти по всей длине отслаивается от корпуса, и в этих местах образуется воздушный промежуток (на рисунке 5 красной окружностью обозначены места с видимой воздушной прослойкой). Оставшихся небольших участков касаний ленты с корпусом будет недостаточно для нормального теплоотвода, из-за чего светодиоды, и так непредназначенные для целей освещения, будут работать в режиме перегрева.

И последний светильник, который есть у меня под рукой — это встраиваемый 600х600 для использования в подвесных потолках типа «Армстронг» (рис. 6). Система рассеивателей и отражателя здесь аналогична предыдущей, но само стекло имеет отличия. Светодиодные линейки вставлены в пазы корпуса и располагаются по двум сторонам рассеивателя. Линейки ничем не прижимаются к корпусу, вставляются с небольшим натягом, который по ощущениям возникает больше от трения о боковую поверхность линейки, по крайней мере, никаких следов на маске платы не заметно. Возможно, этого и достаточно. В остальном визуально светильник не вызывает больше никаких вопросов. Тогда было решено собрать простой измерительный стенд для измерения светового потока (измерение КСС и расчет по этим данным светового потока). Таким методом когда-либо пользовался каждый светотехник в своей практике, и он дает вполне удовлетворительный результат (на самом деле первоначальной причиной измерения КСС была оценка эффективности метода торцевой подсветки в данном светильнике, но полученные результаты добавили вопросов). Структурная схема следующая: фотоприемное устройство (был использован люксметр Mastech MS6610 с выносным датчиком) расположено в трубке, исключающей боковую засветку датчика и практически исключающей засветку от рассеянного или отраженного света. Диаметр и длина трубки выбраны таким



Рис. 4. Встраиваемый светильник с торцевой подсветкой



Рис. 5. Отслаивание светодиодной ленты от корпуса



Рис. 6. Встраиваемый светильник 600х600 с торцевой подсветкой



Таблица 1. Измеренные данные светодиодных линеек и панели

Угол, °	Светодиодные линейки		Собранный светильник	
	Е, лк	Ι, кд	Е, лк	Ι, кд
0	33	686,2	20	415,9
10	23	665,4	19	395,1
20	23	665,4	18	374,3
30	28	582,2	17	353,5
40	25	519,8	14	291,1
50	20	415,9	12	249,5
60	15	311,9	8	166,3
70	8	166,3	5	104
80	4	83,2	3	62,4
90	0	0	0	0
Фв, лм	1987		1170	

образом, чтобы датчик полностью «видел» измеряемый светильник с заданного расстояния (в данном случае расстояние от приемника до светильника составило 4,56 м). Отношение расстояния между фотоприемником и светильником — 7,6; поэтому с небольшой погрешностью может быть использован закон квадратов расстояний для перехода от освещенности к силе света  $I = E \cdot L^2$ .

По такому методу сначала был измерен световой поток светодиодных линеек (для теплоотвода они были закреплены на металлическом листе), а потом собранного светильника. Таким образом получилось оценить и

эффективность примененного метода создания светильника с равномерно светящимся стеклом (результаты приведены в таблице 1).

По результатам измерений световой поток линеек составляет 1987 лм, а собранного светильника всего 1170 лм при потребляемой мощности 32-33 Вт, эффективность оптической части светильника составляет около 60%. Нет сомнений, оценить энергоэффективность этого экземпляра сможет каждый.

Однако все было бы не так печально, если бы китайские производители таких поделок и продавцы хотя бы указывали световые потоки, отража-

ющие действительность. Например, у подобного рода светильников очень часто можно увидеть цифры светового потока 2500 лм и даже 3000 лм. По какой причине он не совпадает, я судить не могу — то ли это сознательно, то ли на производство были подсунуты значительно менее эффективные светодиоды, то ли по иной причине.

К сожалению, ко мне в руки попали далеко не лучшие представители китайских светодиодных светильников среднего и ниже среднего ценовых диапазонов. Китайская продукция может очень сильно разниться в своем качестве, но добротный светодиодный светильник даже китайского производства не может быть существенно дешевле аналогов из других стран, в том числе и из России. Цену продавец может установить любую, поэтому такой критерий отбора, на мой взгляд, неэффективен. Полезнее обращать внимание на доступность документации и на техническую поддержку, которую может оказывать производитель или продавец светильников. Это, как минимум, уже может быть гарантией ответственного отношения производителя к своей продукции.

## GSS Уличный светодиодный светильник

- η Высокие показатели светотдачи - от 130 лм/Вт.
- 1<sup>год</sup> Окупаемость в течение 12-18 месяцев.
- IP66 Надежная конструкция. Водонепроницаемый.
- Повышенный запас прочности. Алюминиевый корпус.
- Не требует обслуживания и замены ламп за весь срок эксплуатации.
- Для увеличения экономии могут быть оснащены датчиком движения.



[www.pk-agromaster.ru](http://www.pk-agromaster.ru)

8-555-6-2-35-40  
8-555-6-2-40-54

**GELIOMASTER**

В РАМКАХ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ  
ВЫСТАВКИ

E•X•P•O  
ELECTRONICA



ufi  
Approved  
Event

## СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ЭКСПОЗИЦИЯ

# LED

КОМПОНЕНТЫ  
МАТЕРИАЛЫ  
ТЕХНОЛОГИИ  
ОБОРУДОВАНИЕ  
ГОТОВЫЕ РЕШЕНИЯ

## 4-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

# LEDTECH

СВЕТОДИОДЫ:  
ЧИПЫ, ПРОДУКЦИЯ,  
МАТЕРИАЛЫ,  
ОБОРУДОВАНИЕ

При поддержке:

НП ПСС  
LEDs and LED-based Systems Manufacturers  
Nonprofit partnership



# 24–26 марта 2015

Забронируйте стенд!

[www.expoelectronica.ru](http://www.expoelectronica.ru)

МОСКВА, КРОКУС ЭКСПО

Организаторы:



primexpo



ITE GROUP PLC

+7 (812) 380 6003/07/00, [electron@primexpo.ru](mailto:electron@primexpo.ru)

При содействии:



CHINA



GIMA

0+

ЕЖЕДНЕВНЫЕ НОВОСТИ РЫНКА ЭЛЕКТРОНИКИ

СОБЫТИЯ

АНАЛИТИКА

ИНТЕРВЬЮ

ОБЗОРЫ

# Время электроники

[www.russianelectronics.ru](http://www.russianelectronics.ru)

электроника  
медиагруппа



# Светодиодный светильник «Каури» от компании Uniel

Обзор



**UNIEL**  
**www.uniel.ru**

## СВЕТИЛЬНИК «КАУРИ» ULO-ZL60-25/NW WHITE

Универсальные светодиодные светильники серии «Каури» предназначены для освещения любых общественных и складских помещений. Данные световые приборы являются современной заменой стандартных светильников типа ЛПО 2×18.

Светильники укомплектованы светодиодными модулями EPISTAR (Тайвань) и рассеивателем из оптического поликарбоната с высокой светопропускающей способностью. Они

обеспечивают светораспределение, соответствующее светильникам с линейными люминесцентными лампами и опаловым рассеивателем.

Заявленная световая отдача светильника составляет 80 лм/Вт, индекс цветопередачи  $R_a > 80$  и срок службы 35 000 часов. Кроме того, производитель утверждает, что ему удалось исключить пульсации светового потока, что позволит снизить зрительную утомляемость и обеспечить комфортное освещение.

Светильники имеют степень защиты IP44 (защита от твердых предметов размером до 1 мм и брызг, падающих в любом направлении). Такой

показатель позволяет использовать световые приборы не только в общественных, но и в большинстве складских, а также в некоторых производственных и технических помещениях, к которым предъявляются схожие требования по степени защиты светильников.

Габаритные размеры светильника, предназначенного для прямой замены светильника типа ЛПО 2×18, составляют 605×62×32 мм, что сопоставимо с размерами большинства заменяемых аналогов. Светильники имеют универсальные возможности монтажа на горизонтальные и вертикальные поверхности, а также могут устанавливаться в линию при помощи жесткого или гибкого соединения, для этого с обеих сторон светильника имеются разъемы. Корпус прибора выполнен из алюминия, боковые заглушки — из белого пластика. Все элементы соединяются в натяг, люфты отсутствуют — качество сборки на высоте.

Производитель дает гарантию на светильник 5 лет.

Розничная рекомендованная цена — 1037,30 руб.

Проведем сравнительный анализ измеренных и заявленных параметров светильника «Каури», представленных в таблице 1. Следует отметить, что реальный световой поток оказался несколько выше, а потребляемая активная мощность — ниже заявленной, следствием чего стало увеличение световойдачи до 95,8 лм/Вт, что является высоким показателем для светильников подобного класса. При этом относительно высокий коэффициент мощности 0,86 делает светильник достаточно эффективным с электрической точки зрения, так как потребляемая им реактивная составляющая незначительна по сравнению с потребляемой активной мощностью. Исследование спада светового потока также выявило хорошие результаты: после

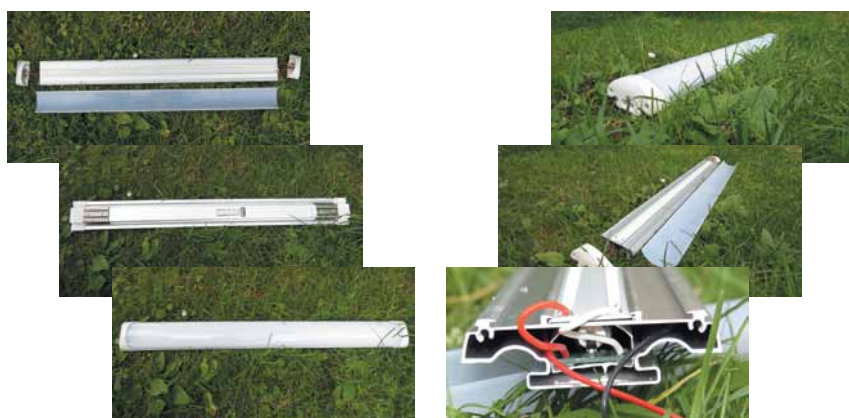


Рис. 1. Светильник «Каури» ULO-ZL60-25/NW White

Таблица 1. Заявленные и измеренные характеристики светильника «Каури»

Параметр	Заявленное значение	Измеренное значение
Световой поток светильника $\Phi$ , лм	2000	2298
Потребляемый ток $I$ , А	–	0,127
Потребляемая мощность $P$ , Вт	25	24
Коэффициент мощности	–	0,86
Световая отдача, лм/Вт	80	95,8
Спад светового потока через 60 мин работы, %	–	4,2
Цветовая температура $T_c$ , К	4500	4094
Индекс цветопередачи, $R_a$	>80	84
Коэффициент пульсации $K_p$ , %	0	0,16

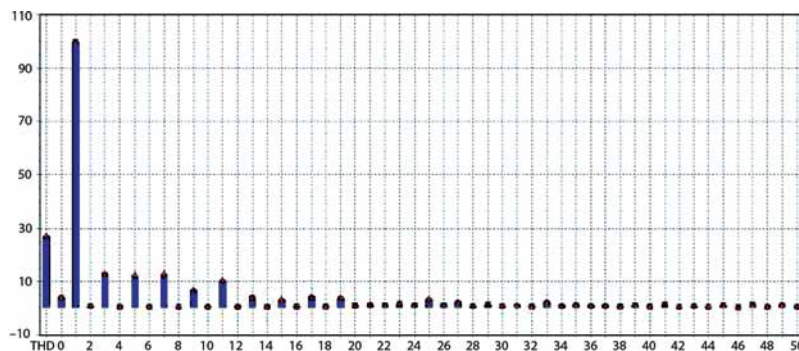


Рис. 2. Состав гармоник тока в цепи светильника

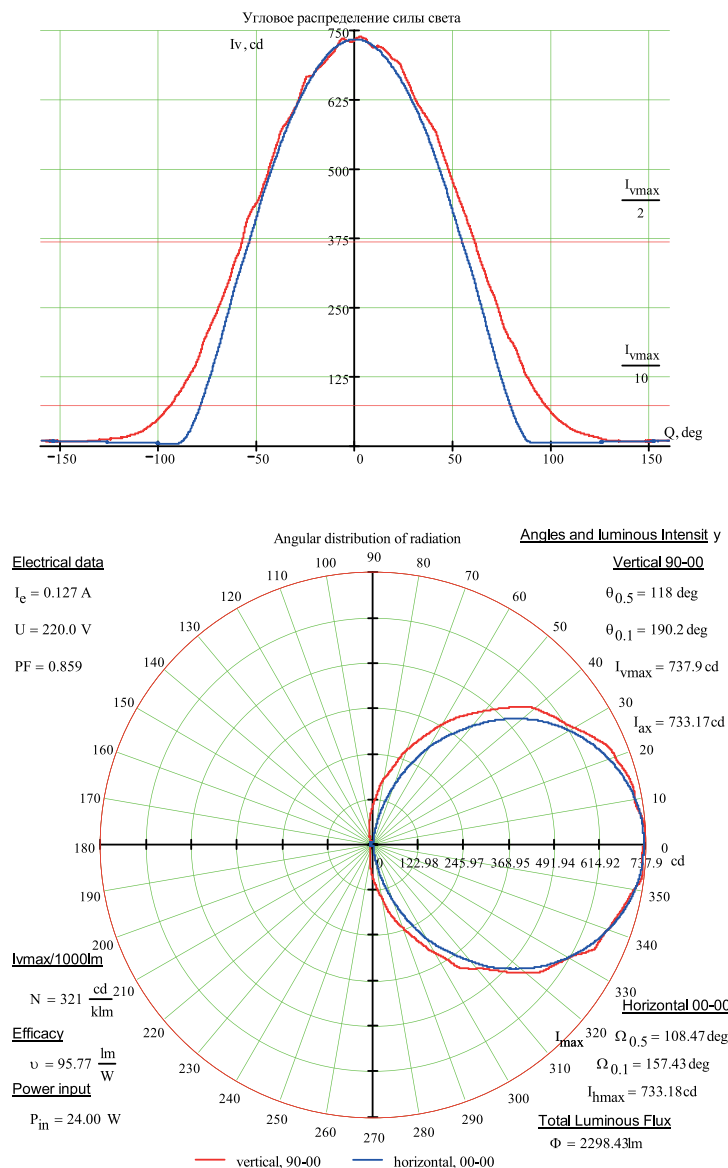


Рис. 3. Фотометрические характеристики светильника Светильник «Каури» ULO-ZL60-25/NW White

стабилизации светового потока (спустя 60 минут работы) его показатель снизится лишь на 4,2% от начального значения.

Также были исследованы качественные показатели излучения. Цветовая температура оказалась ниже заявленной и составила 4094 K, что близко к соответствующей характеристике для «нейтрального» белого света. Установленный индекс цветопередачи  $R_a = 84$  подтвердил заявления производителя о превышении стандартного нормируемого значения. Стоит отметить, что излучение с такой цветностью и индексом цветопередачи подходит для общественных помещений любого характера и удовлетворяет требованиям нормативных документов. При этом важно, что пульсации светового потока практически отсутствуют, составляя 0,16%, что намного ниже требований, предъявляемых нормативными документами для офисов и других общественных помещений.

Кроме того, стоит отметить, что светильник соответствует классу прямого светораспределения (П) и излучает весь световой поток в нижнюю полусферу. Светильник имеет симметричное равномерное светораспределение в горизонтальной и вертикальной плоскости со средним угловым значением около  $120^\circ$  (по средней осевой силе света), что соответствует оптическим характеристикам используемого поликарбонатного опалового рассеивателя. Максимальная сила света в вертикальной плоскости 737,9 кд, в горизонтальной — 733,18 кд.

Для светильников «Каури» были проведены проверочные расчеты.

## ДЛЯ ТИПОВОГО ОФИСНОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Согласно СП 52.13330.2011 «ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ», Приложение К, п.1, минимальная освещенность на рабочей плоскости (0,8 м — поверхность стола) должна составлять 300 лк при системе общего равномерного освещения, при этом нормируется обобщенный показатель дискомфорта  $UGR \leq 19$ .

Проведенный расчет показал, что для типового офисного помещения с габаритными размерами 12х6х3 м и коэффициентами отражения потолка/стен/пола (70/50/20) для выполнения норм понадобится 18 светильников ULO-ZL60-25/NW White (три ряда по шесть светильников). Таким обра-

зом, один светильник справляется с освещением около  $4 \text{ м}^2$  помещения. Удельная потребляемая мощность составила  $6,0 \text{ Вт/м}^2$ , что в пересчете на 100 лк освещенности составляет  $1,35 \text{ Вт/м}^2/100\text{лк}$ .

При этом освещенность на рабочей поверхности составит: минимальная — 303 лк, средняя — 450 лк, максимальная — 522 лк. Показатель равномерности ( $E_{\text{min}}/E_{\text{ср}}$ ) равен 0,67 и находится в рекомендуемых пределах.

Среднее расчетное значение обобщенного показателя дискомфорта находится в пределах нормы ( $UGR \leq 19$ ), однако стоит отметить, что максимальный показатель для типового помещения составил 23, что не соответствует требованиям предъявляемых норм. Это может быть следствием использования опалового рассеивателя, из-за которого светильник имеет достаточно высокие показатели габаритной яркости, средняя величина которой превышает  $10\,000 \text{ кд/м}^2$  (согласно проведенным измерениям). Исходя из этого, стоит сделать вывод, что светильник «Каури» подходит для освещения рабочих пространств офиса, однако требует обязательной проверки в расчете обобщенного показателя дискомфорта для конкретного случая.

### ДЛЯ ТИПОВОГО СКЛАДСКОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Согласно МГСН 2.06-99 «ЕСТЕСТВЕННОЕ, ИСКУССТВЕННОЕ И СОВМЕЩЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ», Таблица 3, п.656 для складов со стеллажным хранением минимальная освещенность на рабочей плоскости (0,0 м — пол между стеллажами) должна составлять 150 лк при системе общего равномерного освещения. При этом нормируется обобщенный показатель дискомфорта  $UGR \leq 22$ .

Проведенный расчет показал, что для типового складского помещения с габаритными размерами  $18 \times 9 \times 6 \text{ м}$  и коэффициентами отражения потолка/стен/пола (50/30/20), для выполнения норм понадобится 66 светильников ULO-ZL60-25/NW White (три ряда по 22 светильника, установленных в сплошную линию). Таким образом, один светильник справляется с освещением около  $2,45 \text{ м}^2$  помещения. Удельная потребляемая мощность составила  $9,78 \text{ Вт/м}^2$ , что в пересчете на 100 лк освещенности, составляет  $5,68 \text{ Вт/м}^2/100\text{лк}$ .

При этом освещенность на рабочей поверхности составит: ми-

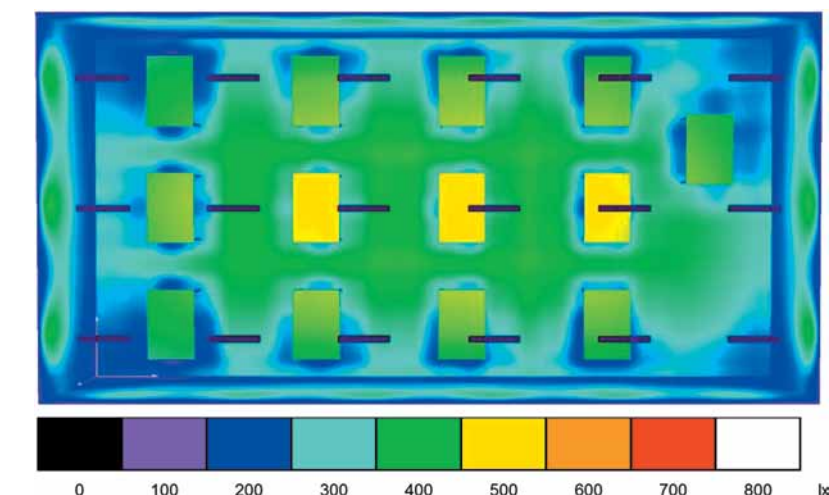


Рис. 4. Визуализация расчетов для типового офиса

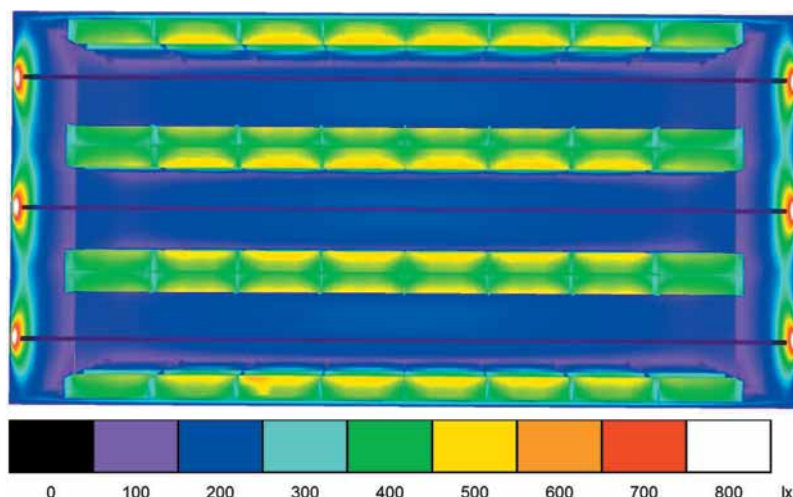


Рис. 5. Визуализация расчетов для типового складского помещения

нимальная — 158 лк, средняя — 200 лк, максимальная — 222 лк. Показатель равномерности ( $E_{\text{min}}/E_{\text{ср}}$ ) равен 0,79, что говорит о высокой равномерности освещения.

Среднее расчетное значение обобщенного показателя дискомфорта находится в пределах нормы ( $UGR \leq 22$ ), однако стоит отметить, что максимальный показатель для типового помещения составил 23, что не соответствует требованиям предъявляемых норм. Исходя из этого, стоит сделать вывод, что светильник «Каури» подходит для освещения складских помещений, однако требует обязательной проверки в расчете обобщенного показателя дискомфорта для конкретного случая.

#### Достоинства:

- Высокая световая отдача светильника:  $>95 \text{ лм/Вт}$ ;
- Малая потребляемая мощность: 24 Вт (на 40% ниже аналога с люминесцентными лампами);
- Долгий срок службы (35 000 часов), подтвержденный гарантией 5 лет;
- Низкий уровень пульсаций светового потока: 0,16%;
- Степень защиты IP44.

#### Недостатки:

- Несоответствие заявленных и измеренных параметров;
- Высокая габаритная яркость светильника, что требует проверочных расчетов по обобщенному показателю дискомфорта для конкретных условий использования.



# Светодиодный светильник «Каури» от компании Uniel

Мнение эксперта

**Рафаил Тукшаитов,**  
профессор, заслуженный деятель  
науки РТ и РАЕ, академик РАЕ

Вопрос успешной реализации производимой светотехнической продукции определяется не только ее качеством и ценой, но и степенью осведомленности потребителей простыми, доступными методиками экспертной оценки. Работа в этом направлении ведется ряд лет [1–3], но, к сожалению, результаты пока еще находятся на этапе становления и апробации.

Для получения обстоятельной информации о качестве светодиодных светильников их аналитическую и экспериментальную экспертную оценку следует проводить последовательно с использованием четырех алгоритмов и ряда методик измерения [4–6]. Вместе с тем, уже первые два из алгоритмов позволяют на основе анализа только данных светильников, опубликованных на сайтах фирм, в каталогах и проспектах, получить немаловажное представление о них.

Применение первого алгоритма позволяет провести первоначальный отбор светильников по величине коэффициента их технико-экономической эффективности (Кт.э.э.), пригодных для последующего анализа. Так, уже первые вычисления показали, что светодиодный светильник фирмы Uniel серии «Каура» модели ULO-ZL60-25W/NW WHITE по значению данного параметра (Кт.э.э. = 154) может вполне быть отнесен ко второму классу и представляет достаточный интерес для его последующего изучения.

На этапе закупки светодиодных светильников с целью оценки их пригодности важен объем и значимость информации, представляемой фирмой на своем сайте. Так, из представленных в технической характеристике (ТХ) анализируемого светодиодного светильника (СДС) 13 параметров наиболее значимыми, с нашей точки зрения, являются только три: световая отдача ( $\eta$ ), индекс цветопередачи ( $R_a$ ) и угол излучения ( $\theta$ ). Остальные его параметры — цвето-

вая температура, диапазон рабочей температуры, класс защиты, частота тока, диапазон рабочих температур имеют, в целом, типовые значения.

На сайте фирмы Uniel значение  $\eta$  светильника указано >80 лм/Вт. В то же время, в процессе испытаний в лаборатории АРХИЛАЙТ величина  $\eta$  получена равной 96 лм/Вт, причем при одновременном снижении цветовой температуры на 10%.

С учетом погрешности измерений, допущенных фирмой-изготовителем и испытательной лабораторией АРХИЛАЙТ, в целом подтверждены значения цветовой температуры, угла излучения и потребляемой мощности СДС.

Для характеристики СДС производитель, вероятно, предусмотрительно приводит значение  $\cos \varphi$ , а не коэффициента мощности ( $\lambda$ ), ибо при учете искажений силы тока на уровне предельно допустимых (> 0,94) значение  $\lambda$  приблизится к 0,85, что также подтверждается результатами измерений испытательной лаборатории.

По нашим результатам, повышение  $\lambda$  за счет дальнейшей коррекции  $\cos \varphi$  в сторону его увеличения является нецелесообразным по той причине, что производимые КЛЛ и СДС и представляют собою активно-емкостную нагрузку, а основные токоприемники электросети (электрические двигатели, понижающие трансформаторы, холодильники и т.д.) — активнотиндуктивную нагрузку [7]. Применение СДС способствуют только большему перетоку электроэнергии в электрических сетях. Для устранения неопределенности и разночтения следует непосредственно в ТХ СДС приводить в дальнейшем только значения коэффициента потерь мощности ( $\varepsilon$ ), обусловленные нелинейностью активнотиндуктивной нагрузки. Руководствуясь международными требованиями к уровню THD (30%), значение  $\varepsilon$  для всех видов нелинейных нагрузок должно быть не менее 0,94.

Представленный в ТХ диапазон рабочей температуры СДС (–10...35°C) вполне приемлем для офисного светильника.

Наличие сведений о количестве светодиодов в СДС позволяет уменьшить тепловый режим их p-n-переходов, обеспечив при этом спад светового потока всего на 4,1%.

В то же время в ТХ отсутствует информация о коэффициенте пульсации освещенности. Вместе с тем, он отчасти может и отсутствовать, поскольку большинство СДС имеют  $K_p$  менее  $\pm 1\%$ . Результаты испытания СДС подтвердили наличие лишь незначительных пульсаций освещенности ( $K_p = 0,18\%$ ). Многие фирмы, практически конкурируя между собой, стараются обеспечить данный параметр на уровне  $\pm 1\%$ . Однако следует иметь в виду, что, с одной стороны, его нормативные значения на порядок выше обеспечиваемых уровней, а, с другой стороны, частота пульсаций 100 Гц существенно выше порога частоты мерцаний света.

На сайте фирмы отмечается, что в СДС использован поликарбонат с высокой светопропускающей способностью. Естественно, сразу возникает вопрос, что значит «высокая светопропускающая способность». В действительности, она может отличаться от номинального значения лишь на несколько процентов. Для устранения разночтения необходимо указать его конкретное значение.

Достоинством светильника является предоставление гарантии фактически на весь эксплуатационный период (5 лет) при его круглосуточной работе. Производитель предоставляет график распределения освещенности рабочей поверхности в зависимости от высоты подвески светильники, что, бесспорно, облегчает потребителю задачу выбора необходимого источника света. В абсолютных значениях светового потока можно ориентироваться только приблизительно и только специалистам. Эти данные необходимы только для светотехнических расчетов.

Определенную информацию о фирме при проведении экспертизы ее изделий дают сведения о характере и форме представления параметров. В связи с этим следует отметить, что такие параметры СДС как световой

поток и cos φ представлены в ТХ с погрешностью на один-два порядка выше погрешности их измерения. Кроме того, если одни необходимые параметры в ТХ отсутствуют ( $K_n$ , THD,  $\varepsilon$ ,  $\tau_{\text{спад}}$ ), то другие, по сути, дублируются (световой поток и световая отдача) или являются избыточными (влажность, количество светодиодов).

В заключение хочется заметить, что результаты испытания СДС получены на одном экземпляре, что не всегда может объективно характеризовать выпускаемый тип изделия [5]. Проведение детального анализа данных, представленных на сайте фирмы и в каталогах, позволяет получить важные сведения. Еще большую информацию о фирме и качестве ее изделий можно получить косвенно,

проведя экспертную оценку документации основной номенклатуры ее светодиодной продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. LED-лампы. Независимая экспертиза//Современная светотехника. 2012. № 3. С. 8–15.
2. Рейтинг светильников для подвесных потолков типа «Армстронг» и «Грильято»//Современная светотехника. 2014. № 1. С. 2–17.
3. Ашратов А.А., Баранова И.А. О качестве светодиодных ламп, предназначенных для замены ламп накаливания//International Scientific Journal Acta Universitatis Pontica Euxinus. 2012. V. 3. № Special. P. 21–24.
4. Тукшаитов Р.Х., Абдуллазянов Э.Ю., Айхайти Исыхакафу. Метод оценки технико-экономической эффективности промышленных светодиодных светильников//Современная светотехника. 2014. № 1. С. 58–60.

5. Тукшаитов Р.Х., Абдуллазянов Э.Ю., Нигматуллин Р.М., Айхайти Исыхакафу. Алгоритмы предварительной оценки качества светодиодных светильников на этапе их приобретения//Энергетика Татарстана. 2014. № 1. С. 48–50.
6. Тукшаитов Р.Х., Нигматуллин Р.М., Бурганетдинова Д.Д., Айхайти Исыхакафу. Экспресс-оценка офисных светодиодных светильников по их технико-экономическому показателю//Энергетика Татарстана. 2014. № 2. С. 23–26.
7. Тукшаитов Р.Х., Козлов В.К., Бурганетдинова Д.Д. Об энергокорректирующей и повышенной энергосберегающей роли компактных люминесцентных ламп//Актуальные вопросы в научной работе и образовательной деятельности: сб. науч. тр. Тамбов. Консалтинговая компания Юком. 2014. Ч. 4. С. 145–146.

## В Канаде открылся светодиодный лес

*Недалеко от Монреаля заповедник Coaticook Gorge превратился в настоящий волшебный лес.*

С помощью театральных, световых и звуковых спецэффектов компания Moment Factory предлагает окунуться в атмосферу сказки. Маленьких гостей и их родителей ждет целое

приключение — прогулка по ночному парку с лесными духами, мифическими животными и даже привидениями.

Во время ночной прогулки лес буквально оживает: листья меняют цвет, шевелятся корни деревьев, а лесная дорога, усыпанная светодиодами, уводит в неожиданных направлениях —

все это в сопровождении таинственных голосов и музыки.

Прогуляться по зачарованному лесу можно до 11 октября, билет около \$17.

[www.lightingmedia.ru](http://www.lightingmedia.ru)

## НОВЫЙ ПОРТАЛ ДЛЯ РАЗРАБОТЧИКОВ ЭЛЕКТРОНИКИ



# ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ

НОВОСТИ | ОБЗОРЫ | ИНТЕРВЬЮ | СОБЫТИЯ

АРХИВ ЖУРНАЛА «ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ»

[www.elcomdesign.ru](http://www.elcomdesign.ru)

электроника  
медиагруппа



## ДПО набирают мощность



Серия светодиодных влагозащищенных светильников ДПО пополнилась за счет моделей мощностью 8 и 12 Вт. 8-Вт светильник имеет литой под давлением алюминевый корпус и рассеиватель из матового поликарбоната. Корпус 12-Вт светильника выполнен из АБС-пластика. Одна из моделей имеет встроенный микроволновый датчик движения.

Способ установки — стационарный (настенно-потолочный, накладной). Светильник сборно-разборный, с возможностью замены светодиодной платы.

Технические характеристики:

- коэффициент мощности — более 0,8;
- коэффициент пульсации — менее 0,05;
- индекс цветопередачи — более 70%;
- цветовая температура — 4500 К;
- степень защиты — IP54.

Оптимальный световой поток светильников достаточен для освещения бытовых, общественных и производственных помещений. ДПО идеальны для применения в сфере ЖКХ, а также для наружного освещения.

+7 (495) 542-22-22/23

[www.iek.ru](http://www.iek.ru)



## Светильник «Волна 1 ДКУ05»

Светильник предназначен для освещения улиц, дорог, площадей, парков, автостоянок, дворовых территорий.

Технические параметры:

- мощность: 40...120 Вт;
- световой поток: 4 200...10 200 лм;
- напряжение питания: 90...305 В (50...60 Гц);
- коэффициент мощности — не менее 0,95;
- степень защиты: IP65;
- эксплуатация: -40...+40°C;
- гарантия — 3 года;
- срок службы — 10 лет.

Преимущества:

- литой алюминиевый корпус, устойчивый к агрессивной среде;
- светодиоды последнего поколения Cree;
- оптимальное светораспределение обеспечивается за счет применения специально подобранной вторичной оптики;
- ударопрочное защитное закаленное стекло, сохраняет коэффициент пропускания с течением времени;
- универсальный узел крепления позволяет устанавливать светильник как на кронштейн, так и на торшерную опору.

+7 (495) 785-37-40

[www.galad.ru](http://www.galad.ru)



## Мощный светодиодный прожектор для высоко-мачтового освещения



Светодиодные осветительные приборы серии RGL Standart 20

Degrees GeniusTM с углом рассеивания 20° специально разработаны для освещения больших площадей (стадионов, железнодорожных станции, и других крупных объектов), где требуются высокая концентрация и направленность светового потока.

Технические данные:

- габариты и вес: 670×370×300 мм, 16 кг;
- угол рассеивания: 20/60/120/140×60°;
- мощность: 210/270/400 Вт;
- световой поток: 23100/29700/44000 лм;
- гарантийный срок службы — 3 года;
- входное напряжение: 80...315 (AC)/100...400 (DC) В;
- диапазон углов поворота при эксплуатации: ±360°;
- класс защиты от поражения электрическим током по ГОСТ Р МЭК 60598-1-2003 I;
- степень защиты от воздействия окружающей среды по ГОСТ 14254-96 Р65 (IP67);
- климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150 УХЛ1.

+7 (495) 504-36-94

[www.greenec.ru](http://www.greenec.ru)

Uniel



## Энергосберегающая лампа P-FSP-25-842-E27



Выпущена компактная люминесцентная лампа SONNEN P-FSP-25-842-E27.

Характеристики:

- мощность: 25 Вт;
- цоколь: E27;
- срок службы: 12 тыс. ч;
- световой поток: 1520 лм;

- цветовая температура: 4200 К (холодный свет);
- индекс цветопередачи,  $R_a \geq 82$ ;
- размеры: 51×121 мм.

PTC-термистор: технология «плавного» старта. Предусмотрена функция подавления электромагнитных помех.

Эксклюзивный представитель в РФ — группа компаний «Самсон».

+7 (495) 645-83-26/27

[www.samsonopt.ru](http://www.samsonopt.ru)



## Светодиодный светильник Largo LED G3



Это новая модель с инновационной системой теплоотвода и одним из лучших показателей светового потока в своем классе. Специально разработанный инженерами Vivo Luce! радиатор G3 обеспечивает отвод тепла сразу в нескольких направлениях, что увеличивает надежность и продлевает срок службы светильника, без падения уровня освещенности.

Характеристики:

- мощность: 40 Вт;
- световой поток: 3513...3689 лм;
- цветовая температура: 4000 К;
- рассеиватель — матовый, прозрачный;
- отсутствие мерцания.

8 (495) 504-15-67

[www.vivoluce.ru](http://www.vivoluce.ru)





## Светильник «Волна 2 ДКУ04»



Светильник предназначен для освещения улиц, дорог разных категорий, площадей, бульваров.

Технические параметры:

- мощность: 100...200 Вт;
- световой поток: 10 600...21 200 лм;
- напряжение питания: 90...305 В (50...60 Гц);

- коэффициент мощности — не менее 0,95;
- степень защиты: IP65;
- эксплуатация: -40...+40°C;
- гарантия — 3 года;
- срок службы — 10 лет.

Преимущества:

- литой алюминиевый корпус, устойчивый к агрессивной среде;
- светодиоды последнего поколения Cree;
- оптимальное светораспределение обеспечивается за счет применения специально подобранной вторичной оптики;
- ударопрочное защитное закаленное стекло, сохраняет коэффициент пропускания с течением времени;
- универсальный узел крепления позволяет устанавливать светильник как на кронштейн, так и на торшерную опору.

+7 (495) 785-37-40

[www.galad.ru](http://www.galad.ru)



## Светильник «Макс 35»



Пыле-, влагозащитный светильник

«Макс 35» предназначен для освещения промышленных объектов, складов, городских улиц, парков и т. д. Современный аналог для замены люминесцентных светильников типа ЛСП 2×36 Вт. Полностью отсутствует пульсация света. «Макс 35» укомплектован поворотными кронштейнами для крепления на поверхность, либо скобами для подвеса в зависимости от выбранной комплектации.

Анодированный корпус изготовлен из алюминиевого сплава, который с хорошим запасом охлаждает высококачественные светодиоды LG Innatek. В конструкции имеются прокладки из резины и силикона.

Технические характеристики: питание: 100...240 В; мощность: 35 Вт; световой поток: 3000 лм; коэффициент пульсации светового потока: 0%; цветовая температура: 5000 К; индекс цветопередачи,  $R_a$ : 80; степень защиты: IP65; размеры (Д×Ш×В): 1200×75×81 мм; гарантия — 3 года.

+7 (812) 5-777-909

[www.ledingrad.ru](http://www.ledingrad.ru)



## Светильники ДВО: ультратонкие, ультрапривлекательные!



ДВО — новая серия ультратонких встраиваемых светодиодных светильников направленного света мощностью 7, 12 и 18 Вт — имеет высокие технические характеристики:

- коэффициент мощности — более 0,8;
- коэффициент пульсации — менее 0,05;

- индекс цветопередачи — более 70%;
- класс влагозащиты — IP 20.

Материал корпуса и рамки — алюминий (обеспечивает малый вес, прочность, защиту от коррозии); рассеивателя — прочный, легкий поликарбонат с высокой светопропускающей и рассеивающей способностью. Цвет — белый и серебряный (хром). Цветовая температура — 3000 К (для светильников 7 Вт — 3000 и 4000 К).

Светильник фиксируется на потолке за счет пружинных возвратных креплений с пластиковыми насадками, позволяющими избежать деформации или перекручивания креплений.

Гарантийный срок — 2 года со дня продажи изделия, что подтверждает высокую надежность новинки.

+7 (495) 542-22-22/23

[www.iek.ru](http://www.iek.ru)

Uniel



## Линейные лампы: качество русского производителя



Группа компаний IEK предлагает потребителям качественные линейные лампы российского производства. Ассортимент включает четыре типоразмера линейных двухцокольных ламп

T8 G13 мощностью 18 и 36 Вт холодного белого света (640) и дневного белого света (765). Такая продукция широко используется в системах освещения коммерческих и промышленных объектов. Лампы приобретаются как для замены, так и для установки в новые светильники.

В отличие от большинства предложений на рынке, линейные лампы IEK® поставляются в красочных упаковках, с необходимой информацией в соответствии с законом о правах потребителей, что позволяет изделиям успешно конкурировать в сегменте розничных продаж.

Новые лампы отличаются высоким качеством, достигнутым благодаря локализации производства на территории РФ — на предприятии, способном выпускать продукцию в соответствии с высокими требованиями ГК IEK.

+7 (495) 542-22-22/23

[www.iek.ru](http://www.iek.ru)



## Светодиодный прожектор IntiSTARK



Светодиодный прожектор IntiSTARK RGBW30W50, предназначенный для динамического архитектурного освещения, содержит 5 каналов управления, т.е. светодиоды пяти цветов: красные, зеленые, синие, белые — холодные и теплые. Это позволяет использовать один и тот же светильник как для создания сдержанной повседневной подсветки с регулируемой

температурой белого цвета, так и для динамического освещения в праздничные дни. Высококачественное смешение цветов достигается за счет особого размещения светодиодов. Высокая степень защиты от внешних воздействий (IP66) и широкий температурный диапазон (-40...+45°C) обеспечивают использование светильников серии IntiSTARK в первую очередь для наружной установки. Прожекторы хорошо совместимы с новым программным обеспечением Architectural Light Studio.

+7 (812) 380-65-04

[www.intiled.ru](http://www.intiled.ru)

## SONNEN® Люминесцентная зеркальная лампа T2



Энергосберегающая лампа SONNEN имеет суперкомпактный размер и рассчитана на срок службы не менее 12 тыс. ч, что в 12 раз превышает срок службы обычной лампы накаливания.

Характеристики:

- мощность: 15 Вт;
- цоколь: E27 (диаметр 27 мм);

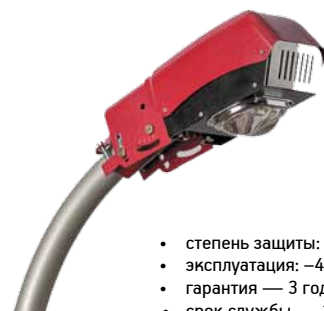
свет – теплый (2700 К);  
срок службы: 12 тыс. ч;  
функция подавления электромагнитных помех;  
технология «плавного старта»;  
индекс цветопередачи,  $R_a$ : >82.  
размер: 63,5×111 мм.

Эксклюзивный представитель в РФ — группа компаний «Самсон».

+7 (495) 645-83-26/27

[www.samsonopt.ru](http://www.samsonopt.ru)

## GALAD Светильник «Циклоп ДКУ11»



Светильник предназначен для освещения улиц и дорог со средней и слабой интенсивностью движения, мостов, территорий дворов, школ.

Технические параметры:

- мощность: 30...40 Вт;
- световой поток: 3 300...3 900 лм;
- коэффициент мощности — не менее 0,95;

- степень защиты: IP65;
- эксплуатация: -40...40°C;
- гарантия — 3 года;
- срок службы — 10 лет.

Преимущества:

- алюминиевый корпус, устойчивый к агрессивной среде;
- светодиоды последнего поколения Cree (технология chip-on-board);
- ударопрочное защитное закаленное стекло, сохраняет коэффициент пропускания с течением времени;
- универсальный узел крепления позволяет устанавливать светильник как на кронштейн, так и на торшерную опору.

+7 (495) 785-37-40

[www.galad.ru](http://www.galad.ru)

## LEDinGRAD® Накладной настенный светильник серии «Костя»

Представляем накладной настенный светильник 16-320 Л серии «Костя» с комфортной для глаз, равномерной, круговой (360°) засветкой светорассеивателя. Светильник имеет повышенный уровень пыле- и влагозащитности. Предусмотрены два варианта пластикового основания — белого и черного цветов.

Установленные на металлический теплоотвод четыре алюминиевых светодиодных модуля содержат 24 высокоэффективных светодиода LG Innotek в корпусе 5630 и в сочетании с надежным драйвером фирмы MeanWell обеспечивают действительно долгий срок службы светильника с очень низкой пульсацией светового потока.

Технические характеристики:

- питание: 100...240 В;
  - мощность: 16 Вт;
  - световой поток (после светорассеивателя): 1150 лм;
  - коэффициент пульсации светового потока — не более 2%;
  - цветовая температура: 5000 К;
  - угол рассеивания света: 360°;
  - степень защиты: IP54;
  - размеры: 320×180×100 мм;
  - гарантия — 3 года.
- Цена (розница) — 1400 руб.



+7 (812) 5-777-909

[www.ledingrad.ru](http://www.ledingrad.ru)

Uniel

## iek Захватывающая серия — светодиодные светильники ДБ0



Светильники ДБ0 1001—1008 предназначены для местного освещения

внутри жилых, подсобных и общественных помещений (кухонные зоны, ниши, шкафы и т.д.). Монтируются на стены или потолок. Имеют возможность гибкого и жесткого соединения. Предусмотрено шлейфовое соединение до 10 светильников в ряд.

Светильники ДБ0 1001—1004: 3, 5, 8, 11 Вт; корпус из ПВХ, рассеиватель из прочного и легкого поликарбоната с высокой светопропускающей и рассеивающей способностью.

Светильники ДБ0 1005—1008: 4, 7, 12, 16 Вт; корпус из алюминия (малый вес, прочность, защита от коррозии).

Светильники ДБ0 1009—1012 предназначены для освещения внутри помещений ЖКХ, промышленных или коммерческих объектов. Мощность: 2×9 и 2×18 Вт; корпус из металла. ДБ0 1011 и 1012 укомплектованы защитной решеткой.

+7 (495) 542-22-22/23

[www.iek.ru](http://www.iek.ru)

## GELIOMASTER Уличный светодиодный светильник GSS



Светильник GSS предназначен для освещения магистралей, улиц, дорог, открытых площадок и производственных помещений.

Характеристики: повышенная светоотдача; надежная конструкция; низкая цена; для мощного рабочего освещения.

Основное назначение: замена магистральных уличных

светильников с лампами ДРЛ, ДНАТ, ДРИ, что обеспечивает кратное увеличение экономической эффективности и надежности систем освещения.

Преимущества:

- высокие показатели светоотдачи — от 130 лм/Вт;
- мощность: 30...120 Вт;
- окупаемость — 12–18 мес.;
- надежный, водонепроницаемый;
- повышенный запас прочности;
- корпус из алюминиевого профиля;
- для увеличения экономии могут быть оснащены датчиком движения; не требует обслуживания и замены ламп в течение всего срока эксплуатации.

+7 (8552) 54-45-75

[www.geliomaster.tk](http://www.geliomaster.tk)

# Преимущества светодиодного освещения на примере уличных светильников от НПО «Дюма»



ЗАО НПО «Дюма» является российским разработчиком и производителем светодиодной продукции для различных сфер применения (уличное, офисное, производственное освещение и ЖКХ). Использование источников питания, полностью разработанных и производимых ЗАО НПО «Дюма», без электролитических конденсаторов и только на брендовых комплектующих компонентах увеличивает срок службы светильников до 10 лет при температурах  $-40...45^{\circ}\text{C}$ . Применяемые нами уникальные линзы (боросиликатное стекло) и сверхъяркие светодиодные матрицы Chip-on-board на кристаллах Bridgelux в уличных светильниках серий ДКУ-131 и ДКУ-121 (см. рис. 1) позволяют равномерно распределять световой поток с максимальной светоотдачей, что делает эффект освещения комфортным и благоприятным для восприятия глаз. К тому же, главным преимуществом светодиодных уличных светильников является экономия денежных средств за счет сокращения расходов на оплату электрической энергии, т.к. светодиодные светильники потребляют в четыре раза меньше электроэнергии. Мы предлагаем светодиодные аналоги ДКУ-121-100/100-220 и ДКУ-131-90/100-220 взамен устаревших и уже не экономичных светильников серии РКУ с ДРЛ (дугowymi ртутными лампами) мощностью 400 Вт.

Реальное потребление электроэнергии одним светодиодным светильником ДУМА ДКУ-121-100/100-220 составляет 100 Вт, тогда как у уличного светильника ДРЛ-400 серии РКУ с дуговой ртутной лампой высокого давления этот показатель равен 490 Вт.

Стоимость 1 кВт·ч электроэнергии зависит от:

- ставки тарифа на электроэнергию;
- ставки тарифа на мощность;
- времени использования заявленной мощности.

В расчетах использовано усредненное значение стоимости электроэнергии – 4,5 руб./кВт·ч).

## Расчет

*Светильник ДУМА ДКУ-121-100/100-220*

100 Вт · 12 ч · 365 дн. = 438 кВт·ч за год

438 кВт·ч · 4,5 руб./кВт·ч = 1971 руб./год.

*Светильник с лампой ДРЛ-400*

490 Вт · 12 ч · 365 дн. = 2146 кВт·ч за год

2146 кВт·ч · 4,5 руб./кВт·ч = 9657 руб. за год.

## Экономия

2146 кВт·ч – 438 кВт·ч = 1708 кВт·ч за год

1708 кВт·ч · 4,5 руб./кВт·ч = 7686 руб. за год с одного светильника ДУМА ДКУ-121-100/100-220.

Рассмотрим в качестве примера задачу по освещению периметра уличной площади среднего по размерам торгового центра из расчета установки 74 шт. ДКУ-121-100/100-220 вместо 74 шт. уличных светильников РКУ с использованием ламп ДРЛ-400:

74 · 1708 кВт·ч = 126392 кВт·ч — экономия в год.

126392 кВт·ч · 4,5 руб./кВт·ч = 568764 руб. — экономия за год.  
568764 руб./4380 ч = 130 руб./ч.  
568764 · 3 года (гарантийный период) = 1706292 руб. — экономия за 3 года.

**Стоимость LED ДУМА ДКУ-121-100/100-220 (100 Вт) = 8700 руб.**

Экономия в гарантийный период (три года) 1706292/8700 руб. = 196 шт. Сэкономлено денег: эквивалент стоимости 196 шт. LED ДУМА ДКУ-121-100/100 (100 Вт).

Затрачено на покупку 74 шт. ДУМА ДКУ-121-100/100-220 – 74 · 8700 = 643800 руб.

**Чистая экономия минус затраты на покупку**

1706292 руб. – 643800 руб. = 1062492 руб. (за гарантийный период 3 года), или эквивалент стоимости 122 шт. ДУМА ДКУ-121-100/100.

Полная окупаемость затрат, включая затраты на покупку светодиодного оборудования, за счет экономии электроэнергии – 1 год и 2 мес. Гарантийный срок: 3 года.

**Выравнивание затрат, включая затраты на покупку**

3500 руб. · 74 шт. (стоимость 74 шт. светильников серии РКУ с ДРЛ-400) + (2146 кВт·ч/год — затраты на электроэнергию 4,5 руб./кВт·ч · 74шт.) = 259000 руб. + 714618 руб. = 973618 руб. (без затрат на замену ламп, дросселей, монтажных работ, за год);



Рис. 1. Уличный светильник серии ДКУ-121 от НПО «Дюма»



8700 руб. · 74 шт. (стоимость 74 шт. светильников ДУМА ДКУ-121-100/100) + (438 кВт·ч/год — затраты на электроэнергию 4,5 руб./ (кВт·ч) · 74 шт.) = 643000 руб. + 145854 руб. = 788854 руб. (плюс — не требует дополнительно обслуживания).

При покупке светильников серии РКУ с лампами ДРЛ-400 и светильников ДУМА ДКУ-121-100/100-220 выравнивание затрат за счет экономии электроэнергии наступит через 10 мес.

При дальнейшей эксплуатации светильники ДУМА ДКУ-121-100/100

обеспечивают дополнительную экономии (срок эксплуатации — 10 лет) за счет использования светодиодной технологии.

Поскольку на РКУ с ДРЛ-400 в дальнейшем требуются расходы, ни о какой окупаемости затрат речь не идет.

**Платежи за электроэнергию после выравнивания затрат и чистая экономия, включая покрытие затрат на покупку**

Затраты на оплату электроэнергии светильниками РКУ с лампами ДРЛ-400 после выравнивания затрат в течение последующих 2 лет

и 2 мес. = 2146 кВт·ч · 4,5 руб./ (кВт·ч) · 2,17 года · 74 шт. = 1550721 руб.

Затраты на оплату электроэнергии ДУМА ДКУ-121-100/100 после выравнивания затрат в течение последующих 2 лет и 2 мес. = 438 кВт·ч/год · 4,5 руб./ (кВт·ч) · 2,17 года · 74 шт. = 316503 руб.

Чистая прибыль по экономии (или деньги, «заработанные» светодиодами светильниками ДУМА ДКУ-121-100/100) за 2 года и 2 мес. = 1550721 руб. – 316503 руб. = 1234218 руб. (в течение гарантийного периода), или эквивалент стоимости 141 шт. ДУМА ДКУ-121-100/100-220.

## Российская светодиодная индустрия страдает от проблем, которые до сих пор так и не решены

7 июля в Москве под председательством генерального директора Агентства стратегических инициатив (АСИ) Андрея Никитина прошел круглый стол по вопросу развития производства энергоэффективной светотехнической продукции на основе светодиодных технологий.

В совещании приняли участие представители отраслевых объединений производителей, сотрудники научно-исследовательских организаций и профильных федеральных министерств и ведомств - директор департамента Минтруда России Валерий Корж, заместитель директора департамента Минпромторга России Олег Брянда, заместитель директора департамента Минэнерго России Дмитрий Мельников, начальник отдела Минэкономразвития России Максим Романов, заместитель начальника управления Роспотребнадзора Андрей Гуськов, а также представители Минобрнауки России, Минстроя России и профильного НИИ Росстандарта. Инициатор проекта, обратившийся за поддержкой в АСИ, генеральный директор ЗАО «Светлана-Оптоэлектроника» Алексей Мохнаткин рассказал о причинах, которые легли в основу решения о создании системного проекта. По его словам, российская светодиодная индустрия страдает от проблем, которые уже неоднократно обсуждались в профессиональной среде, однако, их решение до сих пор так и не было найдено:

Первый блок проблем - это несовершенство нормативно-технической базы. Во-первых, существует ряд нормативных документов, СНиПов, САНПиНов, ГОСТов, технических регламентов, содержание которых, как отмечают отраслевые эксперты, не позволяет в полной мере внедрять наиболее качественные энергоэффективные решения в области освещения. Во-вторых, работа по совершенствованию нормативной базы ведется бессистемно. И зачастую многие нормативно-технические документы,

принимаемые в этой области, противоречат друг другу. Отсюда вытекает второй блок проблем - отсутствие единого координатора вопросов развития рынка энергоэффективной светотехники. В этой сфере различные вопросы относятся к полномочиям целого ряда министерств: Минпромторга России, Минэнерго России, Минстроя России, Роспотребнадзора, Минэкономразвития России, Минобрнауки России, Минтруда России. И здесь важно, чтобы ключевые решения принимались во взаимодействии с деловым сообществом, отраслевыми объединениями.

Отдельный вопрос - это несовершенство системы госзакупок.

На рынке также отсутствует контроль качества продукции, реализуемой на территории России. Так как на сегодняшний момент законодательство позволяет поставщику заявить любые параметры, поставить продукцию, а потом перерегистрироваться и не нести никакой ответственности за то, что товар не соответствует заявленным характеристикам и контрактным условиям.

Системные предложения в этой сфере были поддержаны Минпромторгом России и Минэнерго России. «Для нас большой вопрос - качество.

Сейчас, по нашим экспертным оценкам, 60 % находящейся на рынке продукции не соответствует санитарным требованиям, не соответствует ожидаемой продолжительности по сроку службы. И ничего сделать нельзя. Существующая система не работает», - заявил заместитель директора Департамента энергосбережения и повышения энергетической эффективности Минэнерго России Дмитрий Мельников. Научные коллективы успешно ведут разработки новых чипов, и эта продукция способна составить конкуренцию импортируемой с точки зрения технологических параметров. Однако пока российскими компаниями производится

всего лишь 5% светодиодов. При этом качество конечной продукции находится на общемировом уровне, и представители отрасли уверяют, что никаких технологических или системных ограничений для расширения производства сегодня нет, а спрос на светодиоды уверенно растет.

«Незначительный объем производства по сравнению с зарубежным и снижение пошлин на ввоз светодиодов до 0 к 2015 году - не позволят предложить рынку конкурентные ценовые параметры. При том, что основной конкурент российских производителей - Китай - активно субсидирует своих производителей. Чтобы повысить конкурентоспособность, нам необходимо увеличить импортозамещение светодиодных компонентов», - утверждает Евгений Долин.

Андрей Никитин считает, что в этом вопросе по пути Китая идти не стоит.

Представители научных организаций также поддержали создание системного проекта и изложили свое видение проблемы.

«Проблема науки не в том, что она слабо финансируется государством, а в том, что результаты исследований слабо востребованы крупной промышленностью. Но, к сожалению, в области светодиодной индустрии гигантов промышленности нет. Из-за этого страдают и научные исследования и разработки», - полагает заместитель директора по научной работе Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе Виктор Устинов.

Подводя итоги встречи, Андрей Никитин выразил надежду на то, что в ближайшее время в стране все же появится хотя бы один сильный игрок, который сможет конкурировать с мировыми производителями не только в России, но и на зарубежных рынках.

asi.ru

# Дизайн как средство коммуникации

**Татьяна Кощенко,**  
ведущий специалист по дизайну  
отдела по связям с общественно-  
стью ООО «Светосервис»

*Вечерний город — это громадная сцена, на которой свет разыгрывает свой спектакль. Целая гамма чувств возникает у человека, миновавшего темный двор и вышедшего на хорошо освещенную улицу, а дальше — площади, мосты, памятники — впечатления, эмоции. Долгие годы работая со светом, мы поняли, что показывать его неисчерпаемые возможности можно через восприятие человека. Так появились наши арт-видео, календари, открытки.*

Стиль города и его исторические достопримечательности в вечернее время можно увидеть и оценить только при наличии светового дизайна, который является основой архитектурного освещения.

Наше восприятие, по утверждению психологов, определяет связь «стимул — реакция». Этот постулат стал основой для представления обществу наших работ по архитектурному освещению.

Для формирования восприятия мы используем различные виды дизайна.

## МУЛЬТИМЕДИЙНЫЙ ДИЗАЙН

Своеобразие освещения Нового Арбата (рис. 1) в арт-видео показано через эмоции девушки, совершающей романтическую прогулку по улице и попадающей из праздника света в высотной части улицы в спокойную с монохромным освещением зону малоэтажной застройки.

Внимание фиксируется на сюжетах медиафасадов и на световой динамике в начале пути, а затем — спокойное созерцание исторической части города.

Планетарий — это космос (рис. 2). Тема загадочная и необычная. Здесь использован эффект неожиданности. Звучит стихотворение Маяковского; автор беседует с Главнебзаведующим, который зажигает Южный крест,

устраивает ночь, управляет небом. Стимул найден, должна произойти реакция осмысления образа через метафору.

Совсем другая история — видео «Танцующие в темноте».

Башни расположены таким образом, что показать каждую из них



Рис. 1. Световое решение для улицы Новый Арбат



Рис. 2. Световое решение для Планетария



Рис. 3. Мультимедийный дизайн «Метаморфозы»



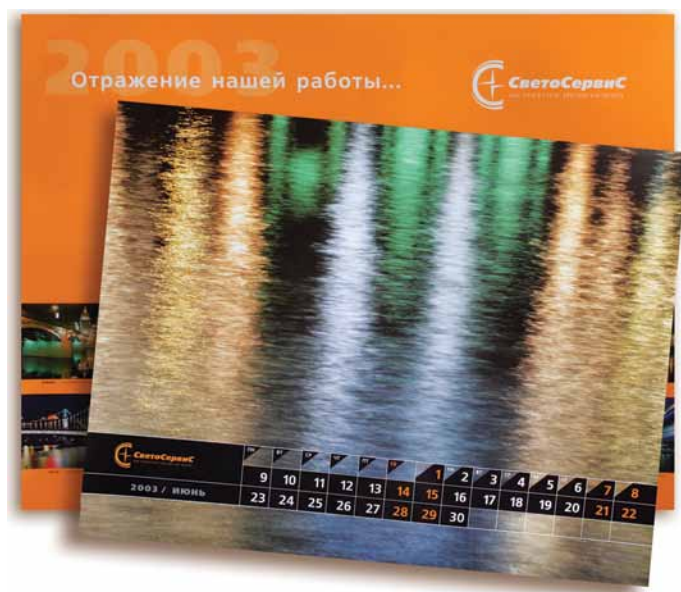


Рис. 4. Арт-календарь. Раушская набережная



Рис. 5. Набор открыток на тему «Культура – свет»

в ландшафте города очень сложно. Нужна история. И вот — башни танцуют, меняются музыкальные ритмы, работает цветодинамика. Зрелище впечатляющее. Реакция зрителя — удивление, живой интерес.

Ну и, наконец, «Метаморфозы» — игра со светом, абстракция (рис. 3). Свет, оказывается, может все.

Мы сознательно прибегаем к арт-видео, работаем с талант-

ливым коллективом специалистов в области мультимедиа. Мы знаем, что нам нужно, и вместе с ними ищем художественные решения.

О вкусах, как известно, не спорят. Понятно, что далеко не всем близки такие решения, хотя достаточное количество людей относится к нашим работам положительно. Но даже отрицательный интерес — это погружение в тему.

## ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН

Наша компания ежегодно выпускает перекидные календари. Каждый месяц — фотография объекта. Красиво. Не надоедает в течение месяца.

Но иногда, отступив от классики, мы делаем арт-календарь (рис. 4). Раушская набережная, вечер. В воде отражение архитектурного освещения зданий. Все тот же посыл — возможности света неисчерпаемы. Но показано это не напрямую, а опосредовано.

2014 год объявлен Годом Культуры. У «Светосервиса» большое количество работ по архитектурному освещению объектов культуры.

Мы выпустили набор открыток на тему «Культура — свет» (рис. 5). На лицевой стороне открытки — вечерняя фотография театра, музея, скульптуры. На обороте — стилизованное обозначение, символ того вида искусства, к которому можно приобщиться, зайдя внутрь. Для этого использована графика.

Памятник Гоголю. Мы все помним его, видимо, навсегда актуальные слова: «В России две беды — дураки и дороги», а персонажи «Ревизора»... тут уж ничего объяснять не надо.

«Дети — жертвы пороков взрослых»; скульптурная композиция М.Шемякина задумана как аллегория борьбы со злом. Снова обратимся к классике — М.Булгаков, «Мастер и Маргарита»: «...Что делало бы Добро, если бы не было Зла...».

Пашков дом — «вечное» гусиное перо.

Третьяковская галерея — кисть, палитра.

Казалось бы, ничего нового мы не сообщаем. Но форма подачи, условность изображения, подтекст в некоторых случаях — эти впечатления остаются в нашем подсознании. А именно к этому мы и стремимся.

Восприятие и осознание — мы стараемся сделать эти психологические процессы формирования мнения и впечатления наиболее действенными, эмоциональными. Широкие возможности для этого нам предоставляет дизайн.



# Экологичный свет Philips

**Берно Рам,**  
глава отдела светодизайна Philips  
«Световые решения»

Сегодня энергоэффективность, экологичность и «зеленое» строительство стали общемировыми задачами не только для бизнеса, но и для правительства. В России также начинается формироваться тенденция перехода на высокие экологические стандарты. Основной задачей «зеленого» строительства является снижение уровня потребления ресурсов (материальных и энергетических) на протяжении всего жизненного цикла зданий: от начала строительных работ до эксплуатации, ремонта и сноса. Курс на энергоэффективность, взятый правительством России, и постоянно растущие цены на электроэнергию заставляют применять новейшие разработки повсеместно, в том числе и в создании офисного пространства.

Важную роль в «зеленом» строительстве играет освещение. Правильно подобранное световое решение позволяет значительно снизить негативное воздействие на окружающую среду. Например, если бы в России можно было осуществить полный переход на светодиодные источники света, выбросы CO<sub>2</sub> сократились бы на 16,9 млн. тонн в год, что эквивалентно загрязнению воздуха от 4,2 млн. транспортных средств среднего размера. При этом ежегодный расход электроэнергии на освещение сократился бы на 46,3%. Эквивалентный

объем вырабатывают 14 больших (по 500 МВт) электростанций.

Многие международные компании придерживаются «зеленой» политики и реализуют ее в своих российских представительствах в соответствии с международными стандартами, становясь образцами подражания для отечественных разработчиков. В мировой практике сегодня применяются две основные системы оценки: LEED и BREEAM. Для любой компании обладание сертификатами этих двух стандартов не просто повод для гордости, но и показатель высокой социальной ответственности.

LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design* — «Лидерство в области энергетического и экологического проектирования») — рейтинговая система, разработанная американским Советом по «зеленым» зданиям (*US Green Building Council*) и опубликованная впервые в 1999 году. Система LEED состоит из семи основных разделов. Каждый раздел разбит на пункты, по которым проект может получить один или более баллов. Общее количество баллов может попасть в одну из четырех категорий сертификации, после чего зданию присваивается итоговая оценка.

BREEAM (*BRE Environmental Assessment Method* — «Метод экологической оценки Организации по исследованию зданий») — рейтинговая система, разработанная британской Организацией по исследованию зданий (*UK Building Research*

*Establishment*), которая впервые была опубликована в 1990 году. BREEAM оценивает характеристику здания, и баллы начисляются по каждому пункту. Конечная оценка относит здание к одной из пяти категорий, а проекту присваивается общий балл.

## ОСВЕЩЕНИЕ В «ЗЕЛЕНОМ» СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Роль системы освещения в рамках создания «зеленого» офисного пространства заслуживает отдельного внимания. В России около 40% затрат на электроэнергию в офисах приходится именно на освещение. Используемые световые решения сильно устарели, в то время как современный рынок может предложить множество возможностей для сокращения этой статьи расходов.

Потенциал экономии электроэнергии в офисных пространствах при использовании светодиодных светильников в сочетании с использованием систем управления, таких как датчики освещенности и датчики движения, которые включают свет только там, где темно или где в данный момент находятся люди, велик. Экономия электроэнергии может достигать 50%. При этом отдельным преимуществом станет качество света и легкость установки — большую часть светодиодных ламп можно установить в существующие светильники благодаря использованию в них стандартных цоколей.

Существует несколько причин, по которым сегодня светодиоды считаются самыми перспективными источниками света. Для начала это срок окупаемости инвестиций, который в зависимости от проекта составляет от двух до пяти лет. Хотя и сегодня существует стереотип, что модернизация системы освещения не является эффективным вложением средств, однако с повышением тарифов на электроэнергию к данной технологии обратятся все больше компаний.

Срок службы светодиодных ламп очень большой, а энергопотребление существенно ниже, чем у ламп накаливания. Если привычные источники света нужно менять раз в два-три года, то светодиодные гораздо реже — раз в 10 лет. В рос-



После окончания университета в 1986 г. Берно Рам начал свою карьеру в Центре технических разработок в отделе машиностроения и химических исследований. С 1993 г. он возглавлял группу по разработке дизайна экологических продуктов, а с 1997 по 2000 гг. занимал должность менеджера по устойчивому развитию отдела Потребительских Товаров сначала на азиатском рынке, а позже и во всем мире. В 2000 г. Берно Рам присоединился к Philips «Световые Решения» для работы над экологичным дизайном и создания большого портфолио энергоэффективных световых решений для США и Европы. Он также возглавлял несколько комитетов европейских отраслевых организаций, представляющих индустрию внешнего и внутреннего освещения. С февраля 2010 г. Берно занимал должность менеджера по развитию бизнеса в секторе розничной торговли и промышленного производства Philips «Световые решения» в России. В январе 2012 был назначен директором по работе с архитекторами, а в 2014 году стал главой отдела светодизайна Philips «Световые решения».



сийских офисах обычно используется люминесцентное освещение. В большинстве случаев это лампы 18 Вт, которые соответствуют лампам накаливания в 100 Вт. Их можно заменить светодиодным аналогом в 4 Вт, при этом получив лучшее качество света.

Важным преимуществом также является возможность диммирования или управления светом. Это позволяет не только еще больше снизить энергопотребление, но и сохранить здоровье сотрудников за счет контроля светового потока. Сегодня в офисах применяются системы управления светом, которые автоматически снижают или увеличивают световой поток в зависимости от естественного освещения. В функциональных зонах традиционно устанавливаются датчики движения, которые включают свет при приближении человека. Системы контроля освещения и использование датчиков движения и освещенности в сочетании с применением светодиодов позволяют экономить до 50% электроэнергии.

Но даже при таком количестве очевидных преимуществ в России до сих пор существует проблема несерьезного отношения к освещению. Мало кто осознает, какое влияние оно оказывает на здоровье, производительность труда и эмоциональный настрой. При этом подобное заблуждение в некоторых случаях может помешать получить нужный балл в разделе «Здоровье» стандарта BREEAM. Например, по оценкам экспертов Philips, правильное освещение повышает концентрацию внимания сотрудников на 20%, в результате чего значительно снижается количество ошибок в работе.

Однако переход к «зеленому» строительству не всегда предполагает использование только светодиодных решений. Важно правильно сочетать существующие технологии — именно

это и позволяет добиться максимального энергосбережения при минимальных затратах.

В портфолио Philips есть светодиодные решения для освещения любых помещений, однако компания также предлагает и другие источники света. Эксперты Philips считают, что самое важное — разумное сочетание технологий в зависимости от обстоятельств. Данный подход позволяет добиваться оптимального решения как в вопросах затрат на проект, так и по качеству полученного результата.

### ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Светодиодные световые решения не оказывают негативного воздействия на окружающую среду. Во-первых, за счет значительного снижения электропотребления происходит сокращение углеродного следа. Во-вторых, они полностью поддаются вторичной переработке. В-третьих, программируемость, возможность управления освещением и направленность светового потока позволяют уменьшить световое загрязнение, что может быть очень важно для окружающего животного мира.

Например, в 2005 году подразделением Philips «Световые решения» совместно с нефтяной компанией Shell был реализован проект ClearSky, целью которого был поиск световых решений для ситуаций, в которых освещение оказывает негативное влияние на животных. Эксперты компаний были озабочены сокращением количества птиц в прибрежных районах Северного моря. На опытной нефтяной платформе неподалеку от побережья Нидерландов установили специальные световые решения, не привлекающие внимания и не дезориентирующие перелетных птиц. Сейчас система ClearSky функционирует на двух морских платформах и нескольких конструкциях на побережье.

### ИННОВАЦИИ В ОСВЕЩЕНИИ

В дальнейшем частью «зеленого» строительства станут и другие инновационные световые технологии. Одной из них по праву станет OLED (органические светодиоды). Основное отличие органического светодиода от любого другого источника света заключается в том, что у OLED вся поверхность излучает мягкое неслепящее свечение, при этом рассеиватели в конструкции подобного модуля не используются. Органические светодиоды нагреваются только до 30°C, что позволяет использовать их с легко воспламеняющимися материалами, например, бумагой или материей. На данный момент интенсивность их светового потока ниже чем у LED, однако энергоэффективность, высокое качество света и уникальный внешний вид позволяют говорить о большом потенциале использования этой технологии в дизайне, архитектуре, модной индустрии и многих других областях. Органические светодиоды абсолютно безопасны для окружающей среды — они не содержат токсичных элементов и полностью поддаются вторичной переработке.

На 71-м пленарном заседании 68-й сессии Генеральной ассамблеи ООН 2015 год был провозглашен Международным годом света и световых технологий. Решение было принято на основании важности повышения всеобщей осведомленности о том, как основанные на использовании света технологии обеспечивают устойчивое развитие. Подобный шаг является неоспоримым доказательством того, что роль света нельзя недооценивать. Уже сегодня современная индустрия предлагает световые решения, которые могут изменить нашу жизнь, сделать строительство более экологичным и существенно снизить негативное воздействие на окружающую среду.

# В промышленном освещении мелочей не бывает

Важным фактором, от которого зависят производительность труда, безопасность и даже качество изготавливаемой продукции, является освещение. Очевидно, что производственное освещение должно быть энергосберегающим. Это понимают сейчас все руководители предприятий, т.к. тарифы на электроэнергию постоянно растут. И спрос на современные технологии в освещении, безусловно, существует. Другой вопрос, что помимо энергопотребления у осветительных приборов есть множество иных параметров, а само по себе использование новых технологий в освещении, без понимания, зачем они нужны, не всегда обеспечивает требуемый эффект. О том, как правильно выбрать светильники для производственного освещения, и пойдет речь в статье.

Помещения производственных предприятий можно условно разделить на следующие категории:

- сборочные цеха с обычными условиями;
- производственные цеха с особыми условиями (влажность, действие химических веществ, высокая температура, опасность взрыва);
- конструкторские бюро, исследовательские подразделения (за исключением некоторых лабораторий), административные службы;
- складские и подсобные помещения.

К светильникам, которые устанавливаются в конструкторских бюро и административных помещениях, предъявляются те же требования, что и к офисным светильникам. В подсобных и складских помещениях зачастую устанавливают так называемый технический свет — светильники типового образца, имеющие достаточные для таких применений параметры. К светильникам, устанавливаемым в производственных цехах, предъявляются дополнительные требования, связанные с условиями производства.

## ПАРАМЕТРЫ СВЕТИЛЬНИКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕХОВ

Помимо основных параметров светильников, таких как световой поток, потребляемая мощность и цветовая температура, к светильникам, устанавливаемым в производственных цехах, предъявляются дополнительные требования. Так, важным параметром является угол распределения света, поскольку производственные цеха имеют, как правило, большой разброс по высоте потолков. Поэтому угол распределения света у светильников и прожекторов, предназначенных для производственных помещений с высокими потолками, находится в пределах  $15...30^\circ$ , а в помещениях с низкими потолками лучше использовать светильники с углом распределения света около  $120^\circ$ .

В случае, если светильник подвергается воздействию пыли и влаги, что часто имеет место на производстве, он должен иметь защиту от этих факторов. Степень защиты обозначается латинскими буквами IP (ingress protection) и двумя цифрами, первая (от 0 до 6) из которых показывает защищенность от пыли, а вторая (от 0 до 8) — от влаги. Чем больше цифры, тем лучше.

Очевидно, что светильники с защитой от влаги требуются в первую очередь на производствах с высокой влажностью в цехах, а также в случае, если существует опасность попадания воды на светильник. В некоторых случаях такие светильники устанавливают в цехах, где во время работы отсутствуют брызги, и влажность держится на нормальном уровне. В условиях так называемых

«чистых производств» обычно используют светильники с высокой степенью защиты от влаги (не ниже IP54), даже если в цехе совершенно сухо. Дело в том, что такие светильники в помещении не протирают, а промывают струей воды. Кроме этого, существует взаимосвязь между степенью защиты от пыли и степенью защиты от влаги. Чтобы светильник был защищен от мельчайшей пыли, приходится делать его герметичным, одновременно он обретает свойства защиты от воды. По этой причине вы не встретите в продаже светильников со степенью защиты IP50 или IP60.

Степень защиты на уровне IP56 должна быть у светильников, расположенных в труднодоступных местах (см. рис. 1), вне зависимости от влажности в помещении и требований к его чистоте. Это позволяет промывать его струей воды под давлением. При этом сотрудник, осуществляющий чистку, может находиться на некотором расстоянии от светильника.

На производствах, где существует вероятность взрыва, применяются светильники с дополнительной защитой (см. рис. 2). Эта защита исключает возникновение электрической искры или сильного нагрева све-



Рис. 1. Применение светильников в ОАО «Метровагонмаш»

Промышленные светильники находят свое применение не только на производственных площадках. Они устанавливаются на автозаправочных станциях, предприятиях торговли. В некоторых случаях светильники, предназначенные для промышленного освещения, вполне подходят для освещения спортивных объектов. Для всех названных применений оказываются важными такие особенности светильников как прочность, защита от влаги и возможность использования в помещениях с высокими потолками.





Рис. 2. Взрывозащищенный светильник AtomCet® Plant

тильника, способных вызвать взрыв. Если же взрыв произошел, светильник не должен быть источником дополнительной опасности. Существуют три уровня взрывозащищенности: 2 — светильник имеет защиту от взрыва при нормальных условиях эксплуатации; 1 — защита от взрыва обеспечивается и в экстремальных условиях; 0 — используются специальные меры для взрывозащиты.

В обеспечении взрывозащищенности не бывает мелочей. Взрывоопасными, например, являются цеха, в воздухе которых присутствует мелкодисперсная пыль. Она оседает на теплоотвод светильника, эффективность отвода тепла снижается, светильник перегревается, и это может привести к взрыву. Во взрывозащищенных светильниках российской компании «АтомСвет» используются теплоотводы специальной конструкции, обеспечивающие эффективность и безопасность их работы даже при сильном загрязнении пылью.

## ПУЛЬСАЦИИ СВЕТОВОГО ПОТОКА И ИНДЕКС ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ

При высоком уровне пульсаций светового потока у работников быстро появляется утомляемость. Но

пульсации — это вопрос не только комфорта, но и безопасности. При высоком уровне пульсаций возникает стробоскопический эффект, когда кажется, что вращающиеся детали механизмов стоят или движутся в обратную сторону. Это не позволяет рабочим правильно оценить возможную опасность, что может привести к серьезным последствиям. Действующий в России свод правил СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» устанавливает, что при выполнении работ высокой точности коэффициент пульсации светового потока должен быть не более 15%, а при выполнении работ очень высокой и наивысшей точности — не более 10%. Если локальное освещение рабочего места имеет низкий уровень пульсации, то общее освещение в цехе может иметь более высокий уровень пульсации, который, однако, не должен превышать 20%.

Невыполнение норм по пульсациям — наиболее часто встречающийся недостаток светильников для промышленного освещения. Применительно к светодиодным светильникам высокий коэффициент пульсаций указывает, как правило, на использование упрощенного, низкогокачественного блока питания (драйвера).

Прочность светильников указывается маркировкой, состоящей из букв IK и числа от 0 до 10. Чем больше это число, тем лучше. Светильник со степенью защиты IK10 нельзя разрушить прямым попаданием булыжника. В условиях некоторых производств предъявляются специфические требования к виброустойчивости светильников: диапазон частот и максимальному ускорению при вибрации. Эти сочетания характеристик объединены в группы условий эксплуатации по ГОСТ 17516.1–90.

Обычно такие блоки питания не отличаются высокой надежностью, поэтому лучше не приобретать светильники с высоким уровнем пульсаций даже для освещения подсобных помещений, где уровень пульсаций не нормируется.

Помимо уровня пульсации с точки зрения комфорта и безопасности важен также индекс цветопередачи  $R_a$ , показывающий, насколько точно распознаются цветовые оттенки. Он влияет и на качество продукции: изменение оттенка материала позволяет вовремя распознать брак. Мировые производители промышленных светодиодных светильников уровня Philips и Zumtobel выпускают продукцию для освещения цехов, как правило, с  $R_a > 80$ . Из российских производителей, придерживающихся такого правила, можно отметить компанию «АтомСвет». Пульсация и блики в светильниках компании отсутствуют, а цветопередача,  $R_a > 80$ , что позволяет избежать зрительной утомляемости работников, а также снизить уровень травматизма на производстве.

В промышленном освещении немаловажным является и такое преимущество светодиодов как повышенная устойчивость к вибрационным воздействиям.

В отличие от некоторых традиционных источников света светодиоды не содержат ртути и некоторых других токсичных веществ, загрязняющих окружающую среду, поэтому для светодиодных светильников не предусматривается специальных мер утилизации. Низкое энергопотребление, качественный свет и отсутствие факторов загрязнения среды облегчают прохождение экологической сертификации предприятиям, где установлены светодиодные светильники. В частности, без современного освещения сложно получить международные сертификаты LEED и BREEAM, наиболее полно оценивающие воздействие на окружающую среду.



### Вадим Дадика, генеральный директор компании «АтомСвет»:

«В светильниках AtomCet® применена новая технология изготовления теплоотводящей платы ALOX, позволяющая значительно улучшить коэффициент теплопроводности по сравнению с традиционными методами. Благодаря этому стало возможным внедрение драйвера управления светодиодами в единый конструктив (на одну общую плату), что значительно улучшило тепловые режимы работы элементов схемы и упростило процесс сборки светильников. Кроме того, светильники «АтомСвет» имеют класс защиты от воздействия внешней окружающей среды IP67 за счет заливки компаундом основных рабочих элементов и узлов

светильника. Данная технология успешно прошла испытания временем и сертификацией на воздействие внешних факторов».

# Модернизированные районные библиотеки

**Марика Волкова**  
**VIART GROUP**

Не так давно в Москве открыли свои двери две обновленные районные библиотеки: Библиотека № 8 им. Ф.М. Достоевского на Чистопрудном бульваре, 23; Библиотека «Проспект» на Ленинском проспекте, 127.

Мы все помним, какими были библиотеки много лет назад, когда мы еще ходили в школу или институты. С тех пор прошло время, и много всего изменилось в нашей жизни. Технический процесс шагнул далеко вперед за последние десятилетия, и информацию стало проще и быстрее найти в интернете. Все мы к этому уже привыкли и совершенно забыли об особой атмосфере и несомненной пользе библиотек, которые продолжают существовать несмотря на достижения научно-технического прогресса. И их действительно очень много в нашем городе.

Наконец наступил тот долгожданный момент, когда библиотеки приобрели новый прогрессивный образ, соответствующий требованиям современного общества, привлекательный для юных читателей и интересный для старшего поколения. Модернизированные библиотеки обрадуют всех. Некоторые говорят, что бумажные книги становятся не нужны, и что однажды их заменит интернет и электронная информация, но желание и необходимость в общении,

а также обмене информацией будет всегда. Учитывая нынешние тенденции, формат новых библиотек полностью соответствует интересам и потребностям людей XXI века.

Новую концепцию реализации пространства библиотек разработало архитектурное бюро SVESMI. Модернизированные помещения просторные и светлые, полные воздуха и свободы действий. Для комфортной работы и отдыха предусмотрено много разных мест, где можно удобно расположиться, также оборудованы отдельные комнаты для переговоров и обсуждений, обеспечен доступ к книгам без надзора «строного» библиотекаря, а еще есть бесплатный интернет и Wi-Fi. Почти во всем пространстве библиотек расставлены открытые стеллажи с бумажными книгами, которые можно свободно брать и читать. В центральных читальных залах располагается длинный стол с компьютерами, где так любят устраиваться дети, чтобы в перерывах между чтением поиграть с друзьями в какую-нибудь компьютерную игру. Можно даже прийти со своим компьютером и совершенно бесплатно загрузить электронную книгу из базы библиотеки (для зарегистрированных посетителей).

В Библиотеке им. Ф.М. Достоевского большим успехом пользуются мягкие объемные цветные пуфы, которые можно легко передвигать в любую понравившуюся зону. Благо-

даря наличию вендинговых автоматов с кофе, бутербродами и шоколадками можно посидеть, например, на широком подоконнике с чашечкой горячего напитка и поболтать с соседом о чем-нибудь приятном. Для летнего периода времени предусмотрен выход во двор, где можно будет почитать на свежем воздухе. Кроме того, культурная функция библиотек не ограничивается только знакомством с информацией посредством книг или интернета, здесь систематически проводятся семинары, мастер-классы, кинопоказы, презентации или дискуссии.

Для такого нового формата общественного пространства необходимо было разработать соответствующий проект освещения: функциональный, лаконичный и современный. По своей сути библиотека выполняет задачу офисного пространства, поэтому использовались светильники, аналогичные тем, какие можно увидеть в проектах офисных помещений.

В Библиотеке им. Ф.М. Достоевского для освещения основных залов использовались подвесные светильники направленного света Super Sign фабрики Prolicht (рис. 1), обеспечивающие равномерное освещение в помещениях благодаря люминесцентным источникам света и опаловому диффузору светильника. Немаловажной зоной является рецепция, формирующая первое впечатление посетителей о пространстве. Для



**Рис. 1.** Подвесные светильники направленного света Super Sign фабрики Prolicht



**Рис. 2.** Светильники фабрики VESOI



Рис. 3. Накладные светильники Sign Round



Рис. 4. Компактные подвесные светильники Hot Spot



Рис. 5. Люминесцентные подвесные светильники направленного света Sign Master

решения поставленной задачи были выбраны минималистичные и легкие дизайнерские светильники итальянской фабрики VESOI (рис. 2). Форма светильников напоминает увеличенные по размеру классические колбы ламп накаливания на длинном под-

весе. Использование длинного шнура изделия позволяет размещать источники света на разных высотах и расстояниях от потолочной розетки, а также создать индивидуальный образ светильника. Так как эти изделия в большей степени несут декоративный характер и освещают в основном стол рецепции, то для обеспечения необходимого уровня освещенности в помещении использовались накладные светильники Sign Round с компактными люминесцентными лампами (рис. 3).

В помещениях, где находятся книги (хранилища), между стеллажами расположены компактные подвесные светильники Hot Spot цилиндрической формы (рис. 4). В этих зонах свет более приглушенный, он освещает пол (навигационная составляющая) и книги на полках. В такой обстановке хочется бродить между рядами книг, перелистывать страницы и думать о чем-то прекрасном.

Пространство Библиотеки «Проспект» немного отличается по ощущениям от проекта на Чистопрудном бульваре. Ряд огромных панорамных окон создает ощущение связи

с уличным пространством. Здесь основное освещение обеспечивают прямоугольные люминесцентные подвесные светильники направленного света Sign Master (рис. 5). Четкая сетка расположения светильников создает ощущения стремительности и порядка. В библиотеке «Проспект» обустроены удобные отдельные помещения со стеклянными стенами для переговоров, встреч, мастер-классов и общения (рис. 6). Таким образом человек видит окружающее его пространство и все, что вокруг него происходит, но в то же время имеет возможность заняться своими делами, и никто его не будет отвлекать. Кроме всего библиотека имеет еще одну важную функцию, она располагается недалеко от онкологического центра и больницы, в которые будет осуществляться доставка книг или ридеров по заказу.

По итогу проекты библиотек получились и одинаковыми, и в то же время разными: различается публика, формат проводимых мероприятий, восприятие информации и поведение посетителей, а также их количество. Каждая из них обладает своим неповторимым шармом и достоинствами, и каждую стоит посетить, чтобы сформировать собственное мнение о том, как развивается культурная среда в данный момент времени в разных районах Москвы.

В ближайшие годы продолжится работа по модернизации московских библиотек, и очень хотелось бы верить, что планы по их обновлению будут реализованы. Современные общественные пространства, специально спроектированные для комфортного пребывания людей, несомненно, привлекут еще больше посетителей разных кругов общества и возрастов.



Рис. 6. Отдельные помещения со стеклянными стенами для общения





МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ • INTERNATIONAL FORUM

**ТЕХНОЛОГИИ  
В МАШИНОСТРОЕНИИ**  
ENGINEERING TECHNOLOGIES 2014

# ОБОРОНЭКСПО 2014

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И ФОРУМ  
ВООРУЖЕНИЯ • ТЕХНОЛОГИИ • ИННОВАЦИИ

## ПОВЕРКА ОТРАСЛИ

## 13-17 августа

**Оборонно-промышленный комплекс демонстрирует последние достижения на приоритетных направлениях**



Вооружение и техника ПВО.  
Ракетно-космическая техника.  
Высокоточное оружие.



Системы боевого управления и связи.  
Средства радиоэлектронной борьбы  
и информационной безопасности.



Средства разведки.  
Беспилотные летательные аппараты и комплексы.  
Роботы и робототехника.



Ракетные и артиллерийские системы и комплексы.  
Автобронетанковая техника и вооружение.  
Вооружение ВВС и ВМФ.



Инновационные материалы и технологии  
в оборонной промышленности.

***И многое другое, чем гордится сегодня ОПК...***

**ОРГАНИЗАТОРЫ**



ФСВТС России



**МОСКВА • ЖУКОВСКИЙ  
АЭРОДРОМ РАМЕНСКОЕ • ТВК «РОССИЯ»**

**[www.oboronexpo.com](http://www.oboronexpo.com)**



# Фасадное освещение глазами студентов

**Елена Белова,**  
руководитель отдела маркетинга  
компании IntiLED

*В статье представлены результаты конкурса на лучший проект архитектурно-художественного освещения торгового комплекса. Конкурс проводился среди студентов светотехнического факультета МЭИ.*

С развитием и стремительным ростом качества искусственных источников света формируется понимание его существенной эстетической и

практической роли в нашей жизни. Свет становится все более значимой частью нашей среды обитания. Современные стандарты требуют максимально профессионального подхода к применению световых приборов, при этом повышается популярность такой профессии как светотехник (светодизайнер). Однако даже при растущем спросе высококвалифицированных специалистов по проектированию света в России явно недостаточно, и причины этого очевидны: базисом для любой профессии является образование, а вузы, в которых готовят дипломированных дизайнеров по свету, можно пересчитать по пальцам одной руки. Одним из признанных центров отечественной светотехники по праву считается Московский энергетический институт (МЭИ), в котором еще в 1932 году была создана кафедра светотехники. Кафедра существует по сей день, занимаясь подготовкой специалистов не только в области светотехники и источников света, но и в области квантовой и оптической электроники.

Подтверждение высокого уровня подготовки студентов МЭИ мы получаем постоянно, с тех пор, как начали сотрудничество с кафедрой. Целью нашей совместной работы является предоставление студентам практических знаний, логично дополняющих их теоретический — «лекционный» — базис. Мы делимся собственным опытом, наблюдениями, навыками, которые, возможно, помогут им в профессиональной деятельности. Например, в июне нынешнего года мы подвели итоги конкурса на лучший проект архитектурно-художественного освещения торгового комплекса. Концепции, предложенные студентами, настолько порадовали и вдохновили нас, что мы сочли своим долгом поделиться наиболее удачными решениями.

Объектом для конкурса был выбран торговый центр средних размеров (см. рис. 1). С одной стороны, это достаточно типовый проект для российского светодизайнера, занимающегося не только столичными, но и региональными проектами. С другой, здание не лишено архитектурных элементов, и это предоставляет сво-



Рис. 1. Торговый центр «Радуга»



Рис. 2. Концепция «Полярное сияние»: повседневный режим



Рис. 3. Концепция «Полярное сияние»: праздничный режим



Рис. 4. Концепция «После дождя»: повседневный режим



Рис. 5. Концепция «После дождя»: праздничный режим



Рис. 6. Концепция «Шум моря»



Рис. 7. Концепция «Переливы радуги»



Рис. 8. Концепция Натальи Лобовой



Рис. 9. Концепция Георгия Дорина

боду для творчества в части архитектурного освещения.

По условиям конкурса все предлагаемые проекты должны были содержать:

- описание и обоснование концепции освещения;
- спецификацию используемого оборудования;
- обоснование выбранного оборудования;
- схему расстановки светильников на фасаде;
- расчет освещенности;
- элементы визуализации.

Смотр работ проходил в виде презентаций студентов на кафедре светотехники НИУ МЭИ.

Первое место жюри присудило **Екатерине Пуховой**, предложившей две концепции освещения торгового центра: для каждой она проработала повседневный и праздничный режимы подсветки (см. рис. 2–5).

Особенностью проектов Екатерины является их точное соответствие специфике коммерческого объекта. Она предложила небольшой медиа-фасад из светильников IntiPOINT над входной группой, и это был очень удачный ход для привлечения внимания к небольшому торговому центру. А кроме того автор проекта учла наличие витринного освещения и необходимость динамического сценария для объектов коммерческой направлен-

ности. Жюри оценило решение Екатерины подчеркнуть ломаную линию крыши полноцветными светильниками IntiTUBE. В работе присутствовали все составляющие полноценного проекта архитектурно-художественного освещения: описание и обоснование проекта освещения, визуализация, расстановка светильников на фасадах, светотехнический расчет.

Достойной второго места жюри сочло **Дарью Долотову**. Дарья также предложила две концепции освещения, предусмотрела ежедневный и праздничный варианты подсветки (см. рис. 6, 7). В качестве «плюсов» в работе Дарьи были отмечены наличие видеороликов, демонстрирующих светодинамический сценарий системы освещения, наличие визуализаций в программе 3DS MAX, а также невысокая общая стоимость системы освещения, что особенно актуально для небольших региональных торговых центров.

Третье место было присуждено **Наталье Лобовой**, работа которой могла бы получить высокую оценку заказчика в силу ее невысокой общей стоимости и наглядности (см. рис. 8). Наталья очень удобно осуществила расстановку оборудования прямо на

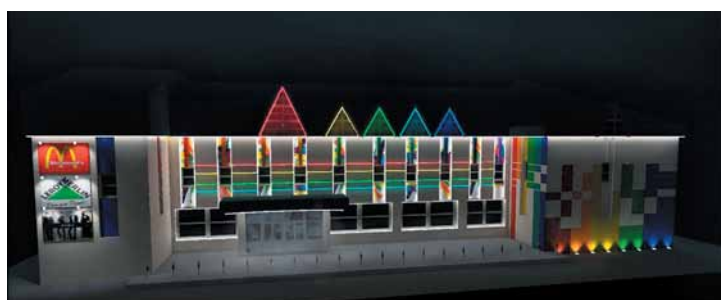


Рис. 10. Концепция Ильи Малова



## Без комментариев



В одном из скверов Сочи установлены более 100 прожекторов, освещающих как деревья, так и... воздух (фото с сайта [privetsochi.ru](http://privetsochi.ru)).

фотографиях объекта, учла подсветку рекламных баннеров (которые зачастую присутствуют на фасадах торговых центров), а также предложила самую бюджетную концепцию.

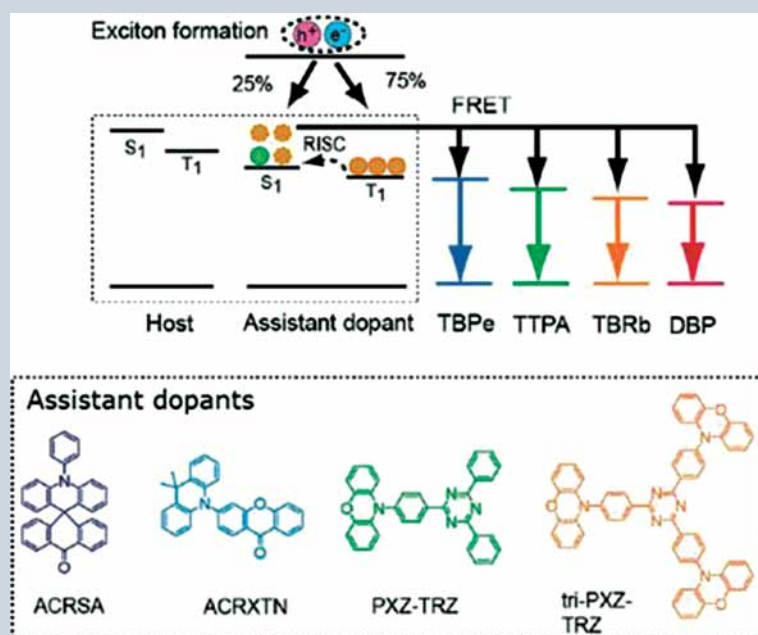
Почетными призами удостоились Георгий Дорин и Илья Малов.

Концепция Георгия Дорина (см. рис. 9) была очень близка к пожеланиям заказчика объекта. Студент достаточно профессионально расположил световое оборудование на фасаде, однако оставил без внимания входную группу.

Илья Малов подошел к задаче максимально творчески, предложив в дополнение к фасадному освещению раскраску фасада (см. рис. 10). В результате его концепция получилась самой яркой. Илья также расположил на фасаде рекламные баннеры и предложил их подсветку, однако, по мнению жюри, не уделил достаточно внимания входной группе.

Проведенный конкурс продемонстрировал, что студенты уже в процессе обучения готовы решать сложные задачи фасадного освещения. Мы искренне надеемся, что конкурс стал для учащихся очередным шагом к повышению профессионализма и пониманию практической стороны проектирования архитектурно-художественного освещения. Мы благодарим старшего преподавателя кафедры светотехники НИУ МЭИ Светлану Михайловну Лебедевскую за участие в организации конкурса, а студентов кафедры светотехники — за ответственное отношение и мастерство.

## Создан флуоресцентный OLED с внутренней квантовой эффективностью 100%



Специалистами центра исследований органической фотоники и электроники (Center for Organic Photonics and Electronics Research, OPERA) университета Кюсю в Японии создан органический светодиод, в котором используется флуоресцентный материал с внутренней квантовой эффективностью 100%.

В новом OLED нашла применение разработка специалистов OPERA, которая называется «термально активируемая отложенная флуоресценция» (TADF). Она построена на добавлении вспомогательного вещества в светоизлучающий слой обычного флуоресцентного OLED. Обычные флуоресцентные OLED имеют внешнюю квантовую эффективность 3-4%. Применение вспомогательных материалов с TADF в каждом материале, излучающем основной цвет, позволяет повысить внешнюю квантовую эффективность синего до 13,4%, зеленого — до 15,8%, оранжевого — до 18,0%, красного — до 17,5%.

Помимо повышения внешней квантовой эффективности, новшество имеет другой полезный эффект — увеличивает срок службы светоизлучающего слоя.