

# Практические примеры реализации светодиодного освещения на семинаре DOE

**Мори Райт (Maury Wright),**  
ст. техн. редактор, LEDs Magazine

*Участники светодиодной индустрии собрались в Сан-Диего для обсуждения новейших приложений и технологий, а также для разработки программы Департамента энергетики США по твердотельным источникам света.*

Департамент энергетики США провел семинар по разработке твердотельных технологий в Сан-Диего, шт. Калифорния, в начале февраля 2011 г. Участникам этого мероприятия выпала уникальная возможность ознакомиться со светодиодными проектами и обсудить те направления разработки, которые будет финансировать Департамент энергетики.

Джим Бродрик (Jim Brodrick), руководитель программы DOE Lighting Program и ведущий этого мероприятия, начал семинар с краткого обзора состояния отраслей, связанных с продукцией на основе светодиодов и органических светодиодов. Он заметил, что светодиоды находят большое применение в уличном и зональном освещении, в освещении холодильных складов и витрин, а также и в локальных светильниках коммерческих приложений. Однако при этом не решены такие проблемы как срок службы светодиодов, их цветовая насыщенность и ухудшение параметров.

Бродрик призвал всех участников семинара к работе над совершенствованием драйверов, диммеров и электронных блоков управления. Кроме того, он пригласил обсудить на секциях стратегический план будущих инвестиций Департамента энергетики США в новейшие технологии, а также сообщил, что ныне спонсируемые научно-исследовательские проекты дают хорошие результаты.

## ВНЕДРЕНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Грег Мерритт (Greg Merritt), вице-президент отдела корпоративного маркетинга, Cree, подробно остановился на вопросе о том, как ускорить использование светодиодов в системах общего освещения.

Мерритт также подчеркнул важность обеспечения высокого качества излучения светодиодных ламп. В частности, он сказал, что необходимо уделять не меньшее внимание оптимизации других элементов конструкции светодиодного светильника, чтобы новые решения превосходили по качеству традиционные источники света.

По словам Мерритта, непрерывное совершенствование светодиодов позволяет снижать их вклад в список материалов и комплектующих (ВОМ) светильника. Дальнейшая оптимизация рабочих характеристик и снижение стоимости других элементов этой системы, например, драйверов и оптики, позволит ускорить распространение твердотельных технологий.

Мерритт поделился интересным взглядом на стоимость светодиодных компонентов, сравнил локальные светильники, произведенные компанией Cree в 2007 и 2010 гг. В первой модели использовалось 42 светодиода со световым потоком в 650 лм, тогда как новая модель состояла из 8 светодиодов, дававших 560 лм. Первые модели продавались поставщикам по цене выше 100 долл., а новые — уже по 50 долл. По мнению Мерритта, подчас важнее уменьшить количество светодиодов в модуле, чем снизить их стоимость.

Следующим выступил Марк Ледбеттер (Marc Ledbetter), который предложил более взвешенную оценку состояния дел с твердотельными источниками света. Ледбеттер является руководителем программы развивающихся технологий при Департаменте энергетики, лаборатория PNNL (Pacific

Northwest National Laboratory — Тихоокеанская северо-западная национальная лаборатория). Ледбеттер рассказал о программах GATEWAY Demonstration и Caliper, в рамках которых проводились независимые измерения и оценка эффективности твердотельных источников света.

## ИСПЫТАНИЯ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ CALIPER

Ледбеттер подробно представил результаты последних испытаний твердотельных ламп T8, предназначенных для замены линейных люминесцентных ламп (ЛЛ). 11-й цикл испытаний показал, что твердотельные источники света, по большей части, не уступают ЛЛ по светоотдаче. Однако в светодиодных лампах неэффективно используется отражательная конструкция троффера (полосовой осветительной арматуры), и потому они заметно уступают ЛЛ по световому выходу и распределению излучения.

Вопрос о замене линейных ламп позже обсуждался на семинаре, модератором которого был Норман Бардсли (Norman Bardsley), компания Bardsley Consulting. По мнению Бардсли, 60% всей производимой в США световой энергии приходится на люминесцентные лампы, поэтому индустрии твердотельных источников света предстоит пройти длинный путь, прежде чем она завоюет эту большую рыночную нишу.

Однако Терри Кларк (Terry Clark), президент Finelite, считает, что светодиодам не удастся потеснить люминесцентные лампы, что доказывает высокое качество последних новинок ЛЛ. Так, например, новые лампы Super T8 обеспечивают светоотдачу в 100 лм/Вт, включая балласт. При этом он заметил, что высокий показатель эффективности новых светодиодов не учитывает неэффективность драйвера.

Кларк также сказал, что яркость новых ламп T8 регулируется, хотя и за счет повышения стоимости балласта, но эта стоимость гораздо ниже, чем у светодиодных ламп на замену. В отсутствие функции регулировки яркости лампы T8 потребляют 0,45 Вт/кв.фут, а при регулировке этот показатель снижается до 0,25 Вт/кв.фут. Даже если у светодиодов меньше потребление, применять их невыгодно.

Если рынок ламп T8 безраздельно занят люминесцентными лампами (по крайней мере, в настоящее время), то намного больше оптимизма у Ледбеттера вызывает использование встроенной осветительной арматуры на основе светодиодов взамен люминесцентных ламп. Самые последние испытания показали, что светодиодные арматуры не уступают люминесцентным решениям по светоотдаче, распределению света и сроку службы.

### ИСПЫТАНИЯ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ GATEWAY

На семинаре был представлен ряд последних проектов Департамента энергетики США, выполненных в рамках программы GATEWAY Demonstration Program. Цель проектов состояла в демонстрации возможностей твердотельных источников света в системах освещения жилых помещений и улиц. Майкл Сутер (Michael Souter), инженер-разработчик из компании Luminae Souter Associates, подробно рассказал о реализации проекта в отеле Intercontinental Сан-Франциско. Сутер был ведущим консультантом по светотехническим вопросам при строительстве отеля в 2008 г. и играл ключевую роль при осуществлении проекта в рамках программы GATEWAY.

По словам Сутера, администрация отеля поначалу неохотно откликнулась на предложение принять участие в этом проекте. У служащих отеля сложилось отрицательное мнение о возможностях светодиодного освещения. Для них эстетический вид светильников был важнее экономленных средств. Наконец, администрация согласилась на установку светодиодных ламп, получив уверения в высоком качестве нового освещения, привлекательном виде и надежности, а также в том, что работы по за-

мене ламп не помешают гостям отеля, а срок окупаемости не превысит двух лет.

Группа инженеров не нашла замену всем намеченным лампам. Например, не была найдена равнозначная по светоотдаче замена для галогенных ламп PAR38 мощностью 120 Вт. Ряд трудностей возник в отношении светодиодных источников света для замены галогеновых ламп AR111, установленных в фойе и ресторане.

Была найдена подходящая замена трем лампам MR16 по таким параметрам как расходимость пучка, яркость и цвет. Для замены 75-Вт галогеновых ламп PAR30 использовалась 10-Вт светодиодная лампа. Твердотельные источники света заменили лампы в зоне стойки администратора, лифтового холла и конференц-залов. По расчетам, срок окупаемости в этом случае составит 1,1 года, что намного лучше намеченного показателя.

На семинаре также обсуждался проект, реализованный в Смитсоновском институте (Smithsonian Institution). Скотт Розенфельд (Scott Rosenfeld) работает светотехником в Смитсоновском музее американского искусства. Он постоянно экспериментирует со светодиодным освещением, устанавливая лампы в помещениях музея.

Испытания показали, что в спектре твердотельных источников света не содержатся ультрафиолетовая и инфракрасная составляющие, которые пагубно воздействуют на картины. По словам Розенфельда, для исключения этих компонентов спектра свет традиционных ламп, используемых в музее, фильтруется. Розенфельд скептически относится к возможности улучшить качество света, но уверен, что новая технология позволит снизить выделение углекислого газа в атмосферу и уменьшить потребление электроэнергии.

Тестирование твердотельных источников света осуществляется в комнатах с относительно невысокими потолками — 2,5—7 м. В испытаниях 50- и 60-Вт лампы PAR были заменены на 7- и 18-Вт светодиодные лампы. По мнению Розенфельда, яркость светодиодных ламп не оказалась эквивалентной, но они обеспечили приемлемый уровень освещения.

Розенфельд с оптимизмом относится к возможностям техно-

логии регулирования яркости светодиодных ламп, т.к. при этом не понижается цветовая температура. В настоящее время в приложениях с изменяемой яркостью он использует фильтры, что, как известно, приводит к большему расходу энергии. Однако Розенфельд несколько скептически относится к идее перехода на светодиодное освещение, применение которого вызывает больше вопросов, чем ответов.

### НАРУЖНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Грег Салливан (Greg Sullivan), руководитель компании Efficiency Solutions, представил результаты испытаний в корпоративном кампусе Nike в Бивертоне. Салливан также кратко описал испытания в рамках программы Gateway на торговой площадке в Манчестере и на одной из автостоянок в Вашингтоне.

В рамках испытаний в кампусе Nike тестировалась система адаптивного управления на базе термодатчиков, используемых для обнаружения пешеходов, которые направляются к своим машинам. В ночные часы уровень освещения снижался до 4200 лк. При обнаружении пешехода световой поток увеличивался до 9380 лк. Датчики работали на полную мощность в течение настраиваемого периода времени 30 с—30 мин. При испытаниях заданное время равнялось 10 мин.

В ходе испытаний парковочных светильников было получено большое количество данных благодаря тому, что на каждом столбе были установлены устройства контроля мощности, считывающие показания тока каждые 10 с. Такой короткий интервал времени был выбран для отслеживания ложных срабатываний датчиков.

На рисунке 1 показан график потребления тока светильником, который был установлен на одном из семи столбов. Как и ожидалось, в дневное время светильники не потребляли тока. В ночные часы твердотельные лампы потребляли ток около 0,6 А при обнаружении пешехода и менее 0,2 А — в остальных случаях. Для справки: современные металлогалогенные светильники потребляют постоянный ток около 1 А в течение всей ночи.

На графике видны периоды времени, когда фонари горели

на полную мощность. Это происходило в тех случаях, когда после обнаружения датчиком второго пешехода часы перезапускались на следующий 10-мин интервал. Испытания показали, что каждый светильник позволяет сэкономить 745 кВт·ч в год. Если светодиодные источники света используются с максимальной эффективностью, можно сэкономить лишь половину этой мощности. К сожалению, на некоторых столбах наблюдалось ложное срабатывание датчиков, что, несомненно, указывает на необходимость доработки этой технологии.

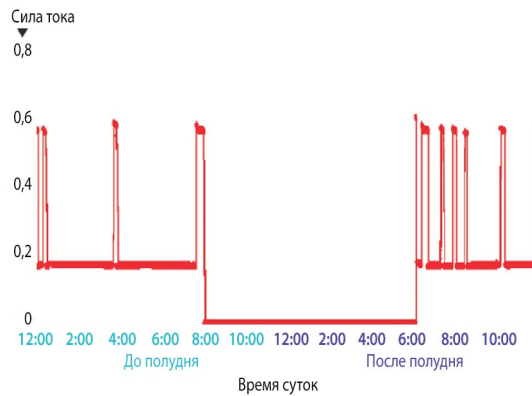
### ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

На семинаре состоялась презентация Марка Хэнда (Mark Hand), Acuity Brands Lighting, на тему об экономичности уличного освещения. По мнению Хэнда, стоимость установки столбов и монтажа светильников с запасом превышает стоимость самих источников света. Таким образом, светильники, использование которых позволяет реже устанавливать столбы, обеспечивают огромное экономическое преимущество, превосходящее выигрыш от экономии электроэнергии.

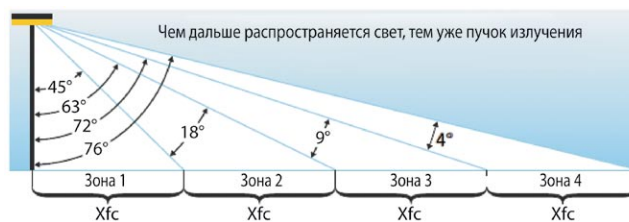
Хэнд описал проблему, схематично изображенную на рисунке 2. Цель светотехников в том, чтобы обеспечить равную освещенность (Xfc) на уровне земли независимо от расстояния от столба. Чем дальше расположена зона освещения, тем уже пучок света, а его интенсивность убывает обратно квадрату расстояния от источника света. Световой поток, освещающий самую дальнюю зону, должен в 9 раз превышать поток света, падающий в первую зону. Это значит, что при меньшей частоте следования столбов возникает ослепляющий эффект.

Хэнд не дал решения этой задачи, но заметил, что использование дешевых и ярких светодиодов не приведет к увеличению расстояния между столбами из-за возникновения ослепляющего эффекта.

В заключительной части этого семинара Дерри Берриган (Derry Berrigan), компания Derry Berrigan Lighting Design, рассказал о трудностях осуществления проекта создания твердотельного освещения и его успешном выполнении. Один из недавних проектов был



**Рис. 1.** График потребления тока характеризует рабочее состояние светильника в течение суток. Испытания проводились на парковке Nike в Бивертоне в рамках программы Gateway



**Рис. 2.** Уличные фонари должны излучать большее количество света при меньших углах расходимости пучка, чтобы освещение однородно распределялось по зонам при удалении от фонарного столба. В результате возникает эффект ослепления



**Рис. 3.** В аудитории колледжа Santa Fe Community College используются три уровня светодиодного освещения, включая общее освещение над студенческими партами, две зоны настенных светильников и зону рабочего освещения над учительской доской.

реализован в здании торгового центра в Санта-Фе.

Берриган установил светодиодные лампы в студенческой аудитории (см. рис. 3). Полученная плотность мощности света составила 0,64 Вт/кв.фут, если лампы были включены на полную мощность, и всего 0,38 Вт/кв.фут при использовании блока адаптивного управления яркостью. Это значение на 51% ниже рекомендованного значения организацией ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers — Американское общество инженеров систем отопления, охлаждения и кондиционирования).

При реализации этого проекта Берриган столкнулся с рядом препятствий, чинимых инженерами, дистрибьюторами и подрядчиками. Несмотря на поддержку со стороны клиента из колледжа, «экосистема» попыталась заменить светодиодные светильники устаревшими лампами и навязать установку низкокачественных изделий даже в тех случаях, где не предполагалось использовать твердотельные источники света. В конце концов, разработчик и, что гораздо важнее — колледж и студенты — выиграли в этой борьбе благодаря настойчивости решительным действиям дизайнера и заказчика.