



Юрий Широков

Твердотельное освещение: вчера, сегодня, завтра

В статье приведён краткий экскурс в историю развития технологии LED, а также сделан обзор текущего состояния и перспектив развития мирового и российского рынков светодиодного освещения. На примере продукции и решений отечественных компаний XLight и «Доломант-Т» рассмотрены некоторые удачные разработки в области создания LED-светильников для специальных применений и суровых условий эксплуатации.

LED тронулся

Не многим известен тот факт, что первооткрывателем эффекта SSL (Solid-State Lighting — твердотельный источник света) был один из пионеров исследований в области радиотехники, инженер-ассистент лаборатории Маркони капитан Генри Джозеф Раунд (Henry Joseph Round). Раунд был весьма творческим человеком, запатентовавшим в общей сложности 117 изобретений. В частности, в 1913 году именно он описал принцип автогетеродинного приёма и разработал первую действующую схему сверхрегенеративного однолампового приёмника, что стало заметным событием в мировой истории развития радиосвязи. Его разработки в области радиопеленгации получили практическое применение на полях сражений Первой мировой войны: они позволили отслеживать перемещение германского флота, и это внесло лепту в победу Британии в Ютландском сра-

жении 31 мая—1 июня 1916 года — крупнейшем морском сражении Первой мировой войны. Честь открытия явления электролюминесценции, обнаруженного в 1907 году в ходе экспериментов с кристаллами карбида кремния (карборунда), также принадлежит ему (рис. 1).

В 1924 году независимо от Раунда талантливый русский инженер Олег Владимирович Лосев занимался исследованиями в области детекторного приёма радиоволн. Феномен слабого электроосвечения был замечен им случайно, в процессе экспериментов с детектором радиосигнала на основе кристаллов того же карборунда. В 1927 году Лосев публикует статью об исследованиях свойств кристаллического источника света под названием «Светящийся карборундовый детектор и детектирование с кристаллами». Несмотря на всё ещё неясную физическую природу открытого феномена, отчёт об исследованиях Лосева был перепечатан в российских, германских и британских научных журналах и вызвал в своё время неподдельный интерес научного сообщества. Жизнь показала, что Раунд и Лосев далеко опередили своё время: прошло много десятилетий с момента первых экспериментов до появления технологических возможностей применения открытого ими эффекта на практике. Лишь в 1955 году Рабин Браунштейн (Rubin Braunstein) из Американской радиокорпорации заявляет о создании полупроводниковой

структуры на основе арсенида галлия (GaAs), способной излучать в инфракрасном диапазоне спектра. Прорывом в области LED-технологий (Light-Emitting Diode — светоизлучающий диод, или СИД) можно считать начало 1960-х годов: в 1961 году Роберт Байард (Robert Biard) и Гарри Питтман (Gary Pittman) из компании Texas Instruments запатентовали инфракрасный диод на основе арсенида галлия, а уже в 1962 году исследователем из компании General Electric Ником Холоньяком (Nick Holonyak) был создан первый практически применимый прибор, излучающий в видимой части спектра. Таким образом, Холоньяк вошёл в историю как отец современных LED. В 1976 году на основе значительно усовершенствованных светодиодных кристаллов начинается своё развитие технология передачи информации по оптоволокну. Стремительно снижается и цена приборов, доходившая в шестидесятых годах до 200 долларов за один кристалл: в 1970-х светодиоды производства Fairchild Optoelectronics продаются уже по 5 центов за штуку. Это стало возможным благодаря разработанной доктором Джен Хоерни (Dr. Jean Amédée Hoerni) из компании Fairchild Optoelectronics планарной технологии, внедрённой в промышленное производство его коллегой Томасом Брандтом (Thomas Brandt). Впоследствии удачное сочетание планарной технологии с инновационной техникой

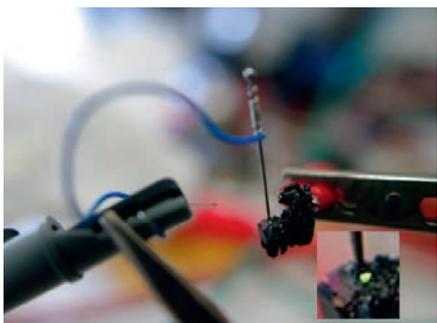


Иллюстрация из Википедии

Рис. 1. Попыты Раунда и Лосева

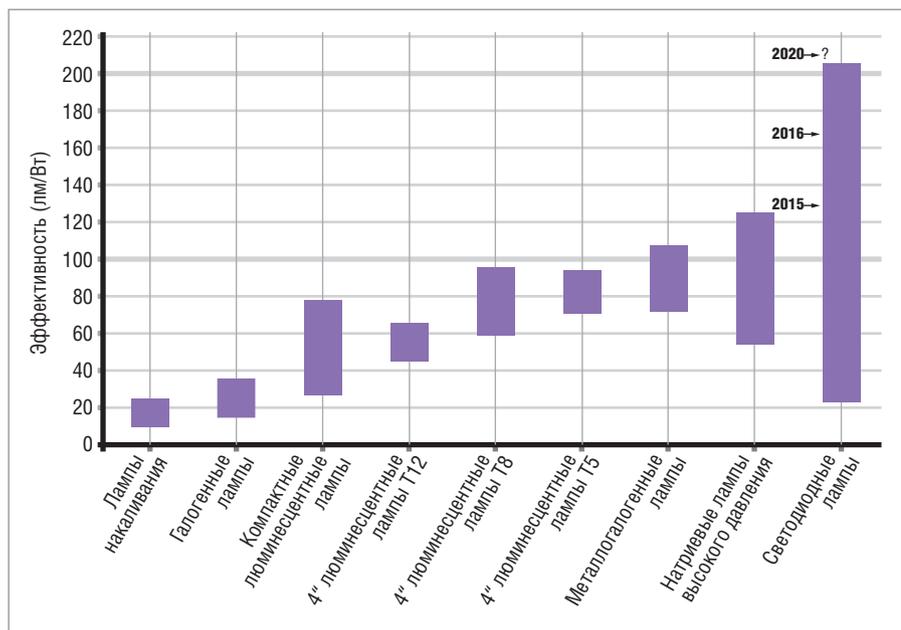


Рис. 2. Сравнительная эффективность различных источников освещения

корпусирования кристаллов позволило компании Fairchild стать первым массовым производителем дешёвых полупроводниковых оптоэлектронных приборов.

Девиз нашей эпохи — энергоэффективность. Поскольку на искусственное освещение приходится очень существенная доля от общего расхода энергии, совершенствование технологий в этой области является насущной задачей всего человечества. Какими же источниками искусственного света мы пользуемся сегодня, и насколько они эффективны? Традиционная лампа накаливания обеспечивает светоотдачу около 15 люмен на каждый затраченный ватт электроэнергии. Остальная энергия рассеивается в виде тепла. Таким образом, эта технология является аутсайдером в гонке за энергоэффективностью, не изжившей себя до сих пор лишь благодаря своей простоте, низкой стоимости и крайне широкой распространённости. Гораздо более современные флуоресцентные светильники, как правило, обладают светоотдачей в диапазоне от 45 до 75 лм/Вт. Металлогалогенные лампы ещё более эффективны и добрались уже до 115 лм/Вт, а натриевые лампы высокого давления — до 150 лм/Вт. Именно они являются лидерами в номинации стоимости люмена на сегодняшний день, что обуславливает их широкое применение в области муниципального и промышленного освещения. Однако эти источники света имеют ряд существенных недостатков, которых лишены светодиоды. Это позволяет LED-технологиям вступать в конкуренцию и всё чаще побеждать (рис. 2).

Современные светодиоды — уникальный и потенциально самый энергоэффективный из ныне известных источников света. Массово производимые ныне сверхъяркие светодиоды пока не могут похвастаться рекордно низкой стоимостью люмена. Но у технологии имеется серьёзный запас роста: считается, что теоретический максимум светодиодов находится в промежутке между 260 и 300 лм/Вт, и исследователи ведущих компаний в лабораторных экспериментах уже стремятся к этим характеристикам. Светоотдача коммерческих LED-светильников растёт с каждым годом, и это даёт надежду на вытеснение LED-светильниками в недалёком будущем всех упомянутых конкурентов. Кстати, не только энергоэффективность обуславливает уникальность LED-источников света. Они обладают целым рядом других преимуществ, принципиально недоступных конкурентам: безынерционностью и в силу этого уникальными возможностями управления светом, исключительной компактностью, работоспособ-

ностью в условиях больших перепадов температур, невосприимчивостью к ударам и вибрации, способностью излучать в узком диапазоне длин волн, долговечностью, высокой экологичностью (не содержат вредных веществ и соединений). Стоит упомянуть, что светодиоды являются приборами с низким напряжением питания. Это их свойство незаменимо, например, для создания искробезопасного оборудования. Благодаря такому сочетанию уникальных свойств спектр применения светодиодных источников света неуклонно расширяется, захватывая всё новые направления, каждое из которых заслуживает отдельного рассказа. К сожалению, как говорил Козьма Прутков, нельзя объять необъятное, и в этой статье мы сосредоточимся лишь на LED-освещении.

LED В ПАТЕНТАХ И ИЗОБРЕТЕНИЯХ

Интересно оценить современное состояние рынка LED-разработок ведущих компаний. И в этом нам поможет патентная статистика, позволяющая не только определить лидеров рынка, но и оценить, в каких направлениях и насколько продуктивно сегодня ведутся исследования. Такое понимание, безусловно, важно для всех участников рынка. Итак, абсолютным лидером по числу патентов (рис. 3) является на сегодняшний день компания Samsung, следом за которой в первую пятёрку входят LG, Philips, GE, Osram. Надо сказать, однако, что количество патентов, отражая активность той или иной компании, не характеризует концептуальную значимость её разработок. В качестве иллюстрации можно привести компанию Cree, не вошедшую в число лидеров по абсолютному количеству патентов, при этом являющуюся признанным лидером в области совершенствования светоотдачи кристаллов (лм/Вт). Например, новый 6000 лм светодиодный модуль Cree LMH2 являет-

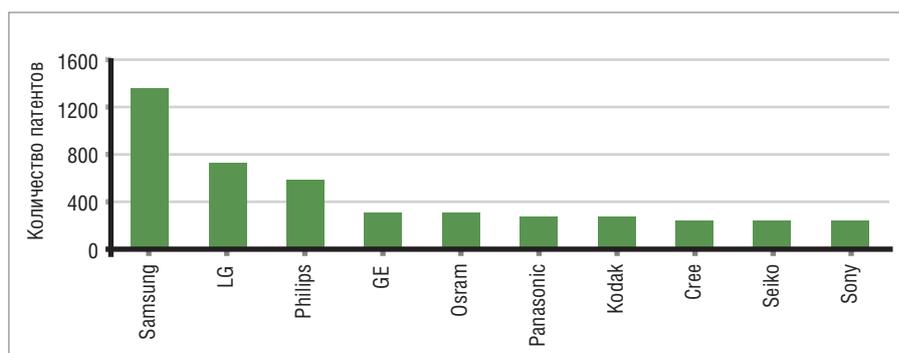


Рис. 3. Общее число патентов в области LED, полученных ведущими игроками рынка

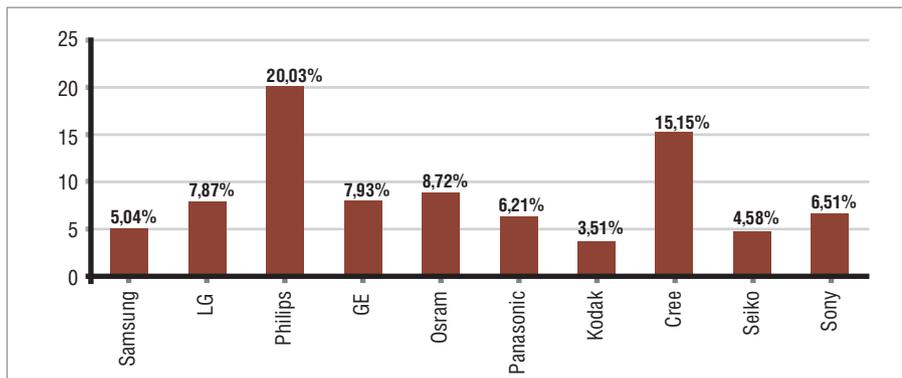


Рис. 4. Отличие картины анализа «концептуальных» разработок от распределения числа патентов

ся самым ярким модулем белого свечения со средней эффективностью до 108 лм/Вт. Он представляет собой замечательную альтернативу 100-ваттным металлогалогидным лампам с керамическим цоколем для освещения помещений с высокими потолками. Модуль имеет срок жизни порядка 50 000 часов и является единственной на сегодняшний день LED-лампой в стандартном форм-факторе с такими параметрами, при этом лампы Cree выпускаются с 5-летней (!) гарантией производителя.

Как показано на рис. 4, картина распределения «концептуальных» разработок, серьёзнодвигающих технологический прогресс вперёд, действительно отличается от распределения числа патентов на рис. 3.

Интересно также посмотреть на успехи ведущих компаний в разрезе основных направлений исследований. Для удобства классификации все разработки в области светодиодного освещения (рис. 5) условно разделим на несколько технологических категорий, включающих исследования и разработки, а также производство готовых изделий.

Генерация излучения. Сердцем любого светодиодного светильника является полупроводниковый кристалл, генерирующий свет непосредственно из электрического тока. Наиболее широко распространённым материалом для производства светодиодных чипов синего свечения сегодня является нитрид галлия (GaN). С начала 1990-х годов было сделано множество технологических прорывов в области повышения светоизлучающей мощности и КПД светодиодов. К сожалению, наиболее эффективные из ныне известных кристаллов не способны излучать видимый свет комфортного для человека спектра, поэтому для получения белого света чаще всего используют кристаллы синего свечения в сочетании с белым фосфором. Похожий принцип, кстати, используется в люми-

несцентных лампах, где ультрафиолетовое излучение электрического разряда в парах ртути преобразуется в видимый белый свет посредством люминофора.

Управление светом. Как было отмечено, свет, производимый непосредственно кристаллом, непригоден для нужд освещения. Чаще всего он синий и требует преобразования в белый посредством использования фосфора. Но для получения белого света используется также смешение нескольких цветов (RGB) либо гибридные источники белого света на основе нескольких кристаллов разного цвета и разных люминофоров. Светодиоды по своей природе являются точечными источниками света, что для многих применений служит однозначным преимуществом. Но именно это их свойство при создании общего освещения на основе LED часто заставляет применять специальные отражающие и рассеивающие оптические элементы.

Теплоотвод. LED являются достаточно эффективными источниками света, тем не менее, их КПД не составляет 100%. Это означает, что в процессе работы они выделяют тепло. И чем выше мощность, снимаемая с одного кристалла, тем острее стоит проблема отвода от него тепла: при значительном превышении



Рис. 5. Основные области приложения усилий по созданию SSL-источников света

допустимой температуры фосфор начинает быстро деградировать, вследствие чего светоотдача и срок жизни светодиода катастрофически снижаются, сводя к нулю одно из главных преимуществ LED – долговечность. Вследствие этого весьма важным направлением исследований является разработка по возможности дешёвых в производстве структур на основе материалов с высокой теплопроводностью, а удельная стоимость отвода тепла в цене LED-источников света на данный момент всё ещё значительна.

Электроника. LED-источники света нуждаются в эффективных схемах электропитания и управления: для них не подходит питание переменным током непосредственно из розетки, как для обычной лампы накаливания. В большинстве случаев без AC/DC-преобразователя не обойтись, но и это ещё не все сложности. В то время как лампы накаливания представляют собой резистивную нагрузку, драйверы LED-ламп, с точки зрения питающей сети переменного тока, являются нагрузкой реактивной (ёмкостной), что заставляет применять специальные схемные решения для коррекции коэффициента мощности. Поскольку мощные импульсные преобразователи являются ещё и потенциальными источниками электромагнитных излучений (ЭМИ), перед разработчиками LED-драйверов стоит также и проблема минимизации ЭМИ. Для максимальной «утилизации» всех потенциальных преимуществ светодиодных ламп надо научиться эффективно диммировать их, уметь изменять цветовую температуру светодиодного светильника, управлять им дистанционно. С этими целями помимо аппаратных драйверов разрабатываются протоколы и стандарты управления, например, компактные LED-светильники

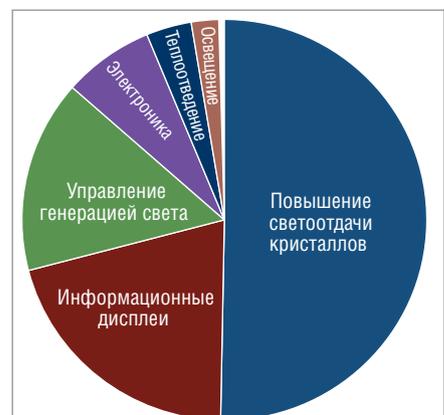


Рис. 6. Обобщённая картина распределения разработок по направлениям

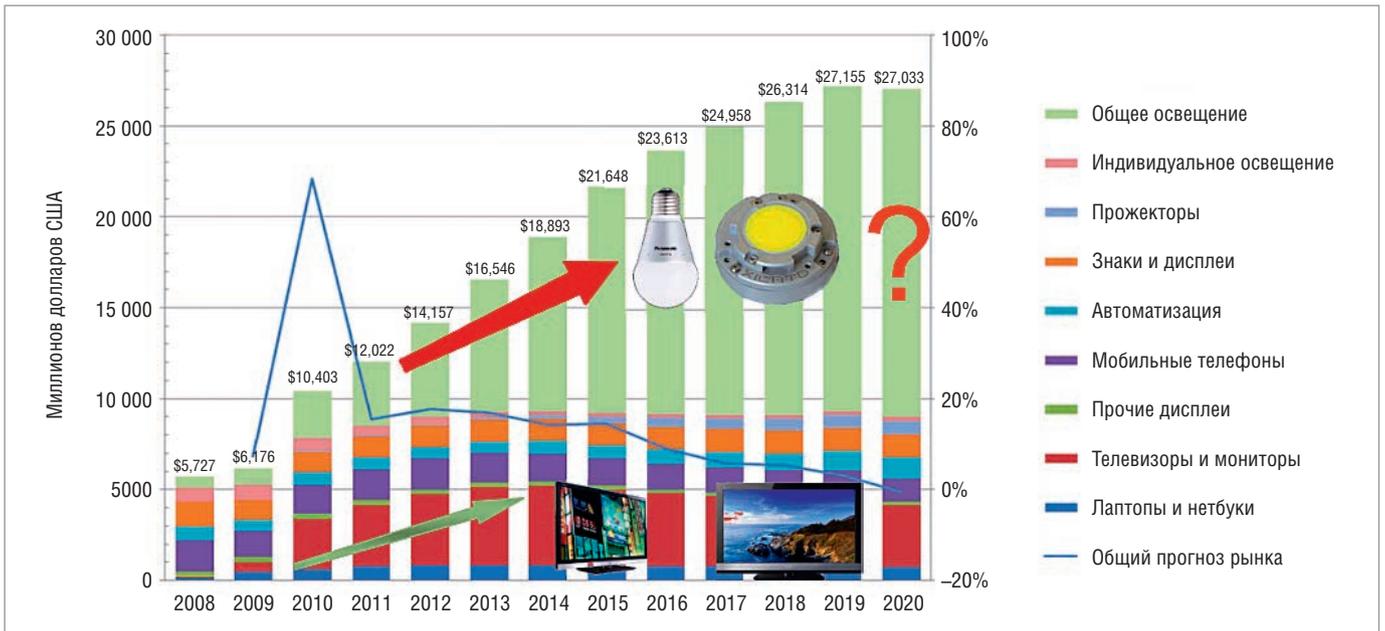


Рис. 7. Тенденции роста объёмов рынков LED-технологий

с поддержкой интерфейса DALI становятся всё более популярными в области автоматизации зданий.

Рис. 6 отражает распределение разработок основных игроков рынка по перечисленным направлениям.

Как видно из диаграммы, львиная доля инноваций лежит в области улучше-

ния светоотдачи кристаллов и применения LED-источников в устройствах отображения информации. Такой перевес обеспечивают колоссы рынка LED-дисплеев – Samsung, LG и Philips. На долю патентов в области LED-освещения приходится лишь 2% от общей массы. Данная ситуация обусловлена отча-

сти ещё и состоянием современных технологий, уверенно освоивших массовое производство кристаллов с высокой светоотдачей, незаменимых в дисплеях. Благодаря этому светодиодная подсветка практически вытеснила технологию CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp), в то время как на рынке осветительных приборов светодиоды пока не занимают главенствующего положения.

Система расширения интерфейсов MI/O

Гибкая разработка компьютерных систем

Одноплатный компьютер + модуль MI/Oe

Одноплатный компьютер

Модуль MI/Oe

Корпус с расширением MI/Oe

MI/O Extension
Гибкая архитектура

Защита интеллектуальной собственности на рынке

Расширенный набор функций

Экономичность

Enabling an Intelligent Planet

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ ADVANTECH

Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru

Реклама



Рис. 8. Многокристалльная сборка сверхъярких диодов компании Cree

ТЕНДЕНЦИИ РЫНКА LED-ОСВЕЩЕНИЯ

Если сравнить стоимости распространённых ныне источников света с примерно равными световыми потоками, то мы получим следующую картину: дешевизна лампы накаливания вне конкуренции, за ней идут энергосберегающие люминесцентные лампы (они на порядок дороже), а замыкают список светодиодные лампы, которые стоят в среднем в 2–3 раза дороже люминесцентных. Так какие аргументы могут заставить потребителя сделать выбор в пользу дорогого света сегодня? Попытаемся ответить на этот вопрос, но сначала несколько слов о состоянии мирового рынка LED.

В 2105 году рынок освещения уверенно продолжил движение в сторону светодиодных технологий. Если в 2013 году доля продаж светодиодных ламп составляла 25% от общего объёма мировых продаж ламп, то в 2014 году она выросла до 30%, а к 2020 году, по некоторым прогнозам, она составит уже 67% (рис. 7). Главным потребителем сверхъярких кристаллов в мире на сегодняшний день является Китай с долей около 46%, за ним следуют США с 30%, на долю европейских стран приходится 17% потребления.

Захват LED-технологиями рынка означает неизбежный уход с него традиционных продуктов, в первую очередь, наименее эффективных галогенных ламп и традиционных ламп накаливания. В то же время намечается тенденция «разбавления» рынка LED, где до недавнего времени царили лишь считанные крупные монополисты, более мелкими специализированными компаниями, составляющими им нишевую конкуренцию. Технологические успехи производителей реализовались в продуктах, обеспечивающих более естественную цветопередачу и цветовую температуру ламп, что важно для конечных пользователей, которым требуется высокое качество света (рис. 8). Производители освещения начали также активно осваивать Интернет вещей (IoT), например, уже выпускаются ум-

ные лампочки, управляемые со смартфона. Занимая такие узкие ниши, производители выбирают путь дифференциации от конкурентов на перегретом рынке.

Лидеру LED-рынка — компании Philips удалось увеличить свою долю продаж светодиодных ламп с 14% в 2013 году до 17% в 2014 году; второе место в этом сегменте занимают Osram, Panasonic и Toshiba с примерно 8-, 6- и 6-процентной долей рынка соответственно; сегмент GE увеличился с 3% в 2013 году до 6% в 2014 году, причём все названные производители потеряли значительную часть своего рынка ламп накаливания: им пришлось реструктурировать производственные портфели, поскольку традиционные осветительные приборы активно заменяются более привлекательными светодиодными лампами и светильниками. В то же время высокие темпы роста рынка светодиодных ламп привлекают всё больше китайских производителей, агрессивно продвигающих свою далеко не всегда качественную, но зато дешёвую продукцию. При сохранении таких тенденций некоторые производители будут вынуждены уйти с рынка вообще, если им не удастся найти способ конкурировать на фоне ценового демпинга.

Рынок светильников гораздо более фрагментирован, чем рынок LED-ламп. Здесь Philips является мировым лидером с 6%, а остальные топ-10 производителей вместе составляют лишь 22%.

В этом году доля светодиодного освещения, по некоторым прогнозам, достигнет 32% от общего объёма продаж ламп для офисного освещения (HNS, Inc.). Общемировой объём продаж офисных ламп прогнозируется на уровне \$3,5 млрд, из которых \$1,2 млрд составят LED-светильники, остальное в основном приходится на долю люминесцентных ламп.

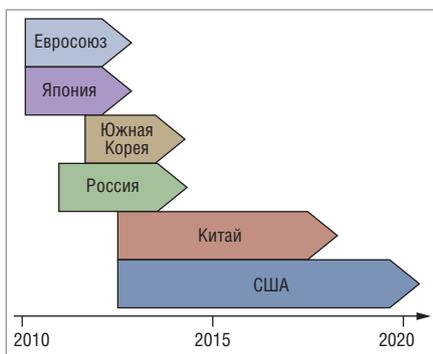


Рис. 9. Законодательные ограничения на использование ламп накаливания оживляют рынок LED

Светодиодное освещение набирает популярность при строительстве высококлассных объектов во всех развитых странах. Дизайнеры всё чаще отдают ему предпочтение перед недавним флуоресцентным фаворитом. Ключевыми факторами принятия решения в пользу светодиодов в офисных системах освещения являются низкие эксплуатационные расходы (то есть стоимость электроэнергии и ремонта), а также лёгкость и большие интервалы обслуживания. По этим параметрам светодиодные светильники зарекомендовали себя очень хорошо, однако имеется у них и недостаток — начальная стоимость установки, которая в настоящее время выше, чем у светильников конкурирующих технологий. В проектах офисного освещения, реализованных в 2014 году, на обслуживание приходилось 18% от стоимости проекта, 51% составляла стоимость оборудования и 25% — расходы по монтажу. На дизайн и проектирование систем затрачено в среднем 6%.

Но рост доли светодиодного освещения является лишь частью глобальных тенденций. Другая интересная тенденция заключается в «поумнении» освещения. Интеллектуальное управление светом активно внедряется в сферах уличного, офисного и домашнего освещения. Основных резонансов перехода на умное освещение два: во-первых, оно способно солидно экономить энергоресурсы, самостоятельно, в зависимости от времени суток, присутствия людей, или текущего уровня освещённости регулируя яркость свечения ламп; во-вторых, централизованное управление упрощает оперирование системами освещения крупных объектов типа торговых и офисных центров, тоннелей, шоссе, стадионов, аэропортов, и т.п.

Смарт-решения по освещению используются пока лишь в относительно небольшом количестве проектов по



Рис. 10. Устройство LED-лампы 3M LED Advanced Light в стандартном корпусе

всему миру, но перспективность данного направления позволяет утверждать, что доля умных систем освещения будет стремительно расти в ближайшие годы. Рост в этом секторе будет подкреплён также принятием различных норм и законодательных актов в области энергосбережения и охраны окружающей среды. В странах, где таких норм пока не существует, скорость проникновения новых технологий в настоящее время всё ещё очень низка, но это лишь вопрос времени.

Многие страны, как показано на рис. 9, имеют планы поэтапного запрета ламп накаливания, начиная с самых неэффективных, мощностью 100 Вт или более, устройств. Имеются и технологические проблемы замены традиционного освещения на LED-лампы, но они не служат непреодолимым препятствием и успешно решаются.

Поскольку качество кристаллов повышается и цены на них продолжают падать, всё больше потребителей выбирают для замены ламп накаливания в своих домах долговечные и экологически чистые LED-лампочки. Есть прогнозы, что к 2022 году почти половина ламп стандартных форм-факторов в жи-

лом секторе по всему миру будет заменена на LED-лампы. Светодиодные лампы, предназначенные для замены традиционных ламп, имеют стандартные цоколи (рис. 10), поэтому при переходе на них не требуется менять патроны ламп и сами светильники. Это очень удобно для потребителей и помогает им сохранить первоначальные инвестиции. Но погоня за удобством потребителей оборачивается проблемами для производителя: мало того, что электронный драйвер LED-лампы требуется разместить в ограниченном пространстве стандартного цоколя, так ещё добавляется крайне неприятная задача отвода тепла как от элементов драйвера, так и от самих кристаллов. Одной из альтернатив встраивания драйверов LED-ламп в цоколи является размещение их в корпусе светильника. С финансовой точки зрения, светильники со встроенными драйверами предпочтительны, поскольку LED-лампы без собственной электроники стоят дешевле, а драйвер в светильнике позволяет управлять целой группой ламп, а также предоставлять стандартизированный интерфейс для системы автоматизации (например DALI, DMX, RDM). Конечно, для модернизации су-

ществующих объектов дешевле будет использовать совместимые светодиодные лампы в имеющихся светильниках, но для вновь проектируемых имеет смысл закладывать вариант освещения со встроенным в светильник драйвером.

В области уличного освещения светодиоды также продолжают захват рынка. В прошлом году около 39% всех проданных уличных фонарей были светодиодными, и их доля, по прогнозам, увеличится до 82% к 2022 году. В 2015 году объём продаж светодиодных ламп в осветительных приборах в транспортных приложениях (тоннели, мосты, и т.д.), по прогнозам, достигнет 19% от общего объёма продаж ламп всех типов. Модернизация уличных фонарей с заменой ламп в настоящее время не даёт прямого экономического эффекта, так как они, как правило, значительно дороже обычных натриевых светильников. Основной же целью такой модернизации является создание интеллектуальных систем освещения, а также повышение надёжности и увеличение рабочего ресурса светильников. LED-светильники, выводимые на рынок, как правило, имеют высокую начальную стоимость установки, но более низкие


www.getac.ru

ЗАЩИЩЁННЫЕ ИННОВАЦИИ



8,1" T800
полностью защищённый планшет



11,6" V110
полностью защищённый ноутбук-трансформер



11,6" F110
полностью защищённый планшет

- Сверхяркие экраны для работы при ярком солнечном свете
- Время автономной работы до 12 часов и функции «горячего» резерва батарей
- Модели со степенью защиты до IP65
- Широкий диапазон рабочих температур -30...+50°C
- Взрывозащищённые модификации, сертифицированные по стандартам ATEX
- Работа в сетях 4G, 3G, GPRS, Wi-Fi, GPS, ГЛОНАСС, Bluetooth
- Устойчивость к ударным и вибрационным нагрузкам в соответствии с MIL-STD-810G
- Гарантия до 5 лет

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР ПРОДУКЦИИ GETAC



Тел.: (495) 234-0636 • Факс: (495) 234-0640 • info@prosoft.ru • www.prosoft.ru





Рис. 11. Освещение стадиона светодиодными прожекторами

затраты на техническое обслуживание и хорошие резервы экономии энергии. Последнее является ключевым фактором, поскольку энергопотребление муниципальных систем уличного освещения в среднем составляет около 40% от общего бюджета города. При замене традиционных систем уличного освещения интеллектуальными, использующими энергосберегающие светодиодные лампы и умное управление, потребление энергии уличным освещением можно снизить до 80%. Кроме того, сама замена и обслуживание уличного освещения является дорогостоящей и трудоёмкой задачей, поэтому, устанавливая лампы с долгим сроком жизни, городские власти стремятся значительно сэкономить на будущих расходах на техническое обслуживание системы (рис. 11).

Тесно связан с внедрением умных светильников и уже упомянутый Интернет вещей, становящийся неотъемлемой частью повседневной жизни. Благодаря ему мы видим бурное развитие целого ряда технологий: города становятся разумными и, в конечном итоге, более безопасными и удобными для жизни. Интеллектуальными светильниками можно удалённо управлять и контролировать их техническое состояние, что позволяет более эффективно планировать и осуществлять их ТО. Интеллектуальность освещения имеет и другие преимущества: системы уличного освещения могут быть интегрированы с другими системами города, а также использованы в качестве платформы для других технологий, например для систем мобильной связи, Wi-Fi и контроля уличного трафика. Подобные тесные переплетения технологий и являются ключевой особенностью умных городов.

ЗЫБКИЙ LED ОТЕЧЕСТВЕННОГО РЫНКА

Как мы увидели из патентной статистики и краткого обзора мировых тенденций, чувствуя растущий спрос, основные зарубежные игроки рынка LED активно занимаются исследованиями, а

также наращивают объёмы производства и продаж. Рынок светодиодов и продуктов на их основе стабильно растёт и, согласно исследованию McKinsey "Lighting the way: Perspectives on the global lighting market", достигнет €100 млрд к 2020 году.

Какой же кусок этого лакомого пирога может откусить российский производитель? Достоверную статистику по отечественному рынку, к сожалению, найти практически невозможно. При этом очевидно его огромное отставание от мирового уровня. Такое положение дел обусловлено многими факторами, среди которых дороговизна импортных материалов и оборудования, общая технологическая отсталость, нежелание в сложной экономической ситуации инвестировать в проекты с долгим сроком окупаемости. Не последнюю роль играет и относительно низкая стоимость электроэнергии в России, не стимулирующая конечных потребителей к выбору в пользу более дорогостоящих энергосберегающих технологий. Как следствие, весьма скромный по объёмам отечественный рынок LED-кристаллов более чем на 95% состоит из импорта. Несколько лучше выглядят дела в сегменте LED-светильников. Здесь доля отечественных изделий на рынке выше, хотя всё это по большей части – отвёрточная сборка из импортных (в основном китайских) комплектующих. Неприятным для потребителя следствием ценовой конкуренции является снижение качества изделий, что неприемлемо для многих применений, связанных с особыми условиями эксплуатации, или с обеспечением безопасности жизни людей. Тем не менее, согласно данным РБК, ежегодный прирост рынка оценивается аналитиками в 13%. В последнее время декларируется интерес властей к энергосбережению и, в частности, к теме городского светодиодного освещения. При условии реализации продуманных и понятных для участников рынка инвестиционных программ на государственном уровне



Рис. 12. Уличный светильник XLD-ДКУ07

этот фактор мог бы стать хорошим катализатором рынка. К сожалению, на практике дальше деклараций о намерениях дело пока не движется. И рассчитывать на качественные структурные изменения рынка (например, на появление конкурентоспособных отечественных производств кристаллов) не приходится. Нынешний рост рынка LED в нашей стране в основном является заслугой не государства, а частных инвесторов, продвигающих собственные коммерческие проекты. Однако опыт развитых стран показывает абсолютную неизбежность обращения к энергосберегающим и чистым технологиям во всех сферах жизнедеятельности. Исходя из этих соображений, можно прогнозировать устойчивый рост интереса к LED-технологиям и на отечественном рынке.

Если производство LED-кристаллов – технологически сложная сфера, в которой отечественного прорыва ожидать не следует, то разработка и производство качественных светильников для специальных и ответственных применений – дело другое. Здесь наши производители вполне могут конкурировать с вездесущим Китаем. Постараемся проиллюстрировать эту мысль в заключительном разделе обзора конкретными примерами.

НЕ ВСЁ ТАК ПЛОХО

Российская компания XLight интересна в первую очередь тем, что является не только поставщиком решений, но и непосредственным разработчиком и производителем продукции на основе светодиодов. Производственные мощности компании находятся, в том числе, в Москве. Успех продукции XLight с самого основания компании гарантировался хорошими отношениями с одним из самых прогрессивных производителей кристаллов сверхъярких светодиодов – американской компанией Cree. Именно на базе приборов Cree XLight выпустила свои первые изделия, и это плодотворное сотрудничество



Рис. 13. Компоненты светодиодных светильников

Основные характеристики светильника XLD-ДКУ07

Таблица 1

Характеристики		XLD-ДКУ07-110	XLD-ДКУ07-110
Световой поток Φ, не менее	WHC	14 000 лм	16 900 лм
	WHS	15 000 лм	18 000 лм
	WHW	12 300 лм	14 700 лм
Потребляемая мощность		200 Вт	240 Вт
Напряжение питания, переменный ток		220 В ± 20%	
Степень защиты		IP65	
Диапазон рабочих температур		-40...+50°C	
Кэффициент мощности (cos Φ)		0,96	

Основные характеристики комплекса СОКр

Таблица 2

Минимальная освещённость	2, 5, 10, 15, 20 лк
Кэффициент запаса	1,4
Неравномерность освещения – отношение наибольшего значения освещённости к её наименьшему значению	Не более 5:1
Показатель ослеплённости	Не более 800
Цветовая температура	Не более 4500К
Разброс цветовой температуры в пределах одного объекта	Не более 10%
Дрейф цветовой температуры светильников в течение срока службы	Не более 1%
Световая отдача светодиодного комплекса	Не менее 65 лм/Вт
Напряжение питания	190...260 В, 50 Гц
Климатическое исполнение	У1
Степень защиты светильников по ГОСТ 14254-96	IP66
Время наработки на отказ	Не менее 50 000 ч
Гарантийный срок эксплуатации	5 лет
Снижение светового потока в течение срока службы	Не более 3% от номинального

продолжается по сей день, позволяя XLight предлагать на российском рынке изделия, имеющие привлекательные характеристики. Сегодня в ассортименте компании XLight имеются светодиодные светильники для уличного освещения, архитектурной подсветки, промышленного и бытового освещения (рис. 12). Помимо готовых изделий XLight предлагает и ряд «полуфабрикатов» для сборки систем освещения. Это светодиодные кластеры на основе диодов Cree, электронные драйверы, светодиодная оптика, а также корпусированные кристаллы Cree, по-прежнему являющиеся абсолютными лидерами по светоотдаче (рис. 13).

В качестве иллюстрации достоинств продукции компании XLight приведём характеристики светильника, показанного на рис. 12. Модель может быть выполнена по заказу в различных модификациях (табл. 1). Доступны светильники с разной цветовой температурой:

- WHC – холодный белый (~6000К),
- WHS – естественный белый (~4500К),

- WHW – тёплый белый (~3000К).

Широкий диапазон рабочих температур позволяет использовать данные светильники для уличного освещения в любой климатической зоне России. Компания XLight может похвастаться и внушительным перечнем реализованных проектов в области освещения: среди них архитектурная подсветка офиса Газпрома, освещение территории медицинского центра Центрального банка РФ, подсветка храма Святой Блаженной Матроны Московской в городе Ногинске, RGB-подсветка объектов на саммитах БРИКС и ШОС 2015 в г. Уфе, освещение большого числа про-

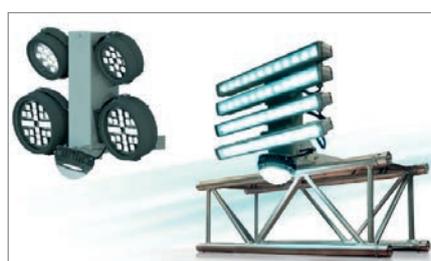


Рис. 14. Ригельная осветительная система СОКр

изводственных помещений и многое другое.

Один из интересных проектов хотелось бы рассмотреть подробнее. Это реализованная совместно с российской компанией «Доломант-Т» система освещения сортировочных железнодорожных узлов. Для удовлетворения требованиям уровней освещённости в между-путях по ОСТ 32.120-98 были проведены серьёзные расчётно-конструкторские и испытательные работы, в результате которых были созданы консольные светильники на базе светодиодов Cree. Разработанная осветительная система включает в себя комплекс светильников, рассчитанный таким образом, что в совокупности они дают равномерное освещение и обеспечивают естественную цветопередачу. Осветительный комплекс для ригельного освещения собственной разработки получил название СОКр (рис. 14). Средняя установочная мощность светильников на одном ригеле составляет порядка 0,58 кВт, при этом применение специальных осветительных комплексов СОКр позволяет снизить потребление электроэнергии до 10 раз по сравнению с традиционно используемыми схемами на базе прожекторов с лампами ДРЛ (табл. 2).

Описываемый проект был успешно реализован несколько лет назад, а на сегодняшний день семейство светильников производства «Доломант-Т» для специальных применений включает ригельные светильники, светильники для освещения железнодорожных мостов и платформ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы затронули лишь одну нишу применения светодиодов, в то время как LED-технологии стали катализатором развития огромного числа важнейших приложений. С уровнем развития LED-технологий неразрывно связан прогресс в создании средств отображения информации, в авиации и оборонных проектах, в автомобилестроении, медицине, сельском хозяйстве и во многих других отраслях экономики. Отрадно видеть, что, несмотря на непростую ситуацию на российском рынке LED-продуктов, отечественные компании всё же инвестируют в реальные разработки и производство. Особенно важным это представляется в свете экономических и технологических санкций со стороны стран Запада. ●

E-mail: iqrater@gmail.com