

Журнал

СВЕТО ТЕХНИКА-

ВАШ ПОМОЩНИК,
друг и
ИСТОЧНИК ЗНАНИЙ!

Дорогие коллеги — читатели и читательницы журнала!

Приглашаем Вас подписаться
на журнал на 2016 год
либо в подписных агентствах
(на почте),
либо по электронной подписке
(сайт: www.sveto-tehnika.ru),
либо в редакции журнала.

Ждём вашей подписки, а также
интересных материалов для публикации,
предложений,
критики,
поддержки!

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ю.Б. Айзенберг – главный редактор, доктор технических наук, профессор, академик АЭН РФ
С.Г. Ашурков – зам. главного редактора, кандидат технических наук
Г.В. Боос – председатель редакционной коллегии, кандидат технических наук
В.П. Будаков, доктор технических наук, профессор
Л.П. Варфоломеев, кандидат технических наук
А.А. Коробко, кандидат технических наук
Д.О. Налогин, инженер
А.Т. Овчаров, доктор технических наук, профессор
Л.Б. Прикупец, кандидат технических наук
В.М. Пятигорский, кандидат технических наук
А.К. Соловьёв, доктор технических наук, профессор
Р.И. Столяревская, доктор технических наук
К.А. Томский, доктор технических наук, профессор
А.Г. Шахларуняц, кандидат технических наук
Н.И. Щепетков, доктор архитектуры, профессор

129626, Москва, проспект Мира,
106, ВНИСИ, оф. 327
Тел. 7(495)682-26-54
7(499)706-80-65
Тел./факс: 7(495)682-58-46
E-mail: journal.svetotekhnika@mail.ru
Интернет: www.sveto-tehnika.ru
Электронная версия журнала:
www.elibrary.ru

Старший научный редактор

С.Г. Ашурков
svetlo-nr@yandex.ru

Научный редактор англоязычной версии

Р.И. Столяревская
lights-nr@inbox.ru

Научный редактор

А.С. Шаракшанэ
anton.sharakshane@gmail.com

Редактор

Е.И. Розовский

Зав. редакцией

Л.В. Шелатуркина
zav.red@list.ru

Менеджер-референт

М.И. Титаренко
zav.red@list.ru

Администратор сайта

Е.М. Новикова

Стилист английской версии

М.Д. Виноградова

Секретарь редакции

А.В. Лукина
journal.svetotekhnika@mail.ru

Дизайнер-верстальщик

А.М. Богданов

Перепечатка статей и материалов из журнала «Светотехника» – только с разрешения редакции. За содержание и редакцию информационных материалов ответственность несет источник информации. Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов статей

Сдано в набор 21.09.2015

Подписано в печать 13.10.2015

Формат 60x88 1/8. Печ. л. 10,00

Тираж 1200

Отпечатано в типографии ООО «Агентство Море»
101898, Москва, Хохловский пер., д. 9

СОДЕРЖАНИЕ

В НОМЕРЕ

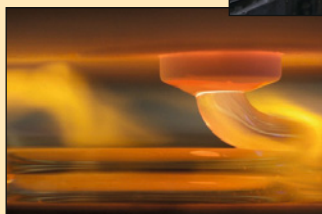
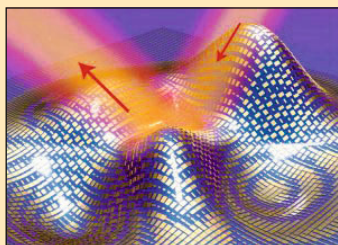
- Дорогие коллеги – читатели и читательницы журнала!** 1
- Бизнес и инновации** 4
- Миллер К., Оно Й., Фейн М.** Зрительный эксперимент по определению предпочтительной насыщенности цвета 12
- Новаковский Л.Г.** Внешние световые приборы со светодиодами для подвижного состава метрополитена. Особенности конструкции и эксплуатации 19
- Вайссхаар Ю.П.** Гониофотометрия следующего поколения 23
- Рощин О.А., Стребков Д.С., Юферев Л.Ю.** О резонансной однопроводной системе электропитания в освещении светодиодами или люминесцентными лампами 29
- Штокмар А.** Расширение яркостного подхода к оценке дорожного и тоннельного освещения 33
- Барцев А.А., Беляев Р.И., Столяревская Р.И.** Международные межлабораторные сличения — 2013 (IC2013). Опыт и результаты участия ИЦ ВНИСИ 35
- Ди Лечче П., Манчинелли А., Росси Д., Якомусси П.** Адаптивные системы дорожного освещения 42
- Доброзраков И.Е.** Светодиодная филаментная лампа «Лисмы»: новое слово на рынке источников света 48
- Щепетков Н.И.** Эволюция светодизайна в Баку 51
- дискуссии**
- По теме** статьи Быстрянцева Н.В., Лекус Е.Ю., Матвеева Н.В. Школа отечественного светодизайна: стратегии и тактики // Светотехника. — 2015. — № 4. — С. 65–66 (Карпенко В.Е., Лебедева С.М., Овчаров А.Т., Санжаров В.Б., Силкина М.А., Снетков В.Ю., Хаджин А.Г., Щепетков Н.И.) 60
- Ответ авторов статьи** 67
- От редакции** 68
- СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**
- Постановление** Правительства РФ от 28 августа 2015 г. № 898 69

5 • 2015

СЕНТЯБРЬ • ОКТЯБРЬ

СВЕТО ТЕХНИКА

(LIGHT & ENGINEERING)



Пашковский Р.И. Национальные стандарты комплекса ГОСТ Р 50571 **70**

ПРЕЗЕНТАЦИЯ ФИРМ

«Лисма»: там, где рождается свет **72**

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ. НОВЫЕ КНИГИ

Подписывайтесь на журнал «Светотехника» **79**

Правила оформления рукописей **78**

ХРОНИКА

Новый президент МКО **11**

Сессия МКО в Манчестере. Коробко А.А. **75**

Поздравляем В.В. Сысуна **76**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Инновационные измерители параметров наружного автомобильного освещения (компания *Instrument Systems*) **34**

Магазин «Пятёрочка», Звёздный бульвар, г. Москва (компания *Vossloh-Schwabe*) **28**

Новая функция света: оптические министики компании «Тензосенсор» **22**

Новинки GALAD для освещения городов (холдинг *BL Group*) **3 с. обл.**

Решения в уличном освещении – *LUGA C2015* и силиконовая оптика (компания *Vossloh-Schwabe*) **4 с. обл.**

Светильники GALAD «Cordoba LED» (холдинг *BL Group*) **2 с. обл.**

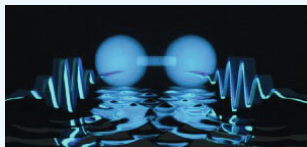
Фирма «С.Е. Лютесс» ищет специалиста **76**

BL GROUP: ЯРЧЕ. ЭКОНОМИЧНЕЕ. УМНЕЕ **77**

Interlight Moscow powered by Light+Building **59**

Физики показали возможность создания молекул света

Группа учёных, включая физиков-теоретиков из *JQI* (Объединённый квантовый институт) и *NIST* (Национальный институт стандартов и технологий), США, осуществили очередной шаг в направлении строительства объектов из фотонов; их выводы показывают, что безмассовые частицы света могут соединяться в своего рода «молекулы» со своими особенностями. Учёные показали, что два фотона, изображённые художником в виде волн (слева и справа) могут объединяться на коротком расстоянии. При определённых условиях эти фотоны могут образовывать состояние, напоминающее двухатомную молекулу, представленную в виде голубой гантели в центре.



В соответствующей статье, опубликованной в «*Physical Review Letters*», теоретически показано, что, настраивая несколько параметров процесса связывания, можно заставить фотоны двигаться бок о бок на определённом расстоянии друг от друга. Это выстраивание сродни расположению двух атомов водорода в молекуле водорода.

«Это не молекула сама по себе, но вы можете назвать эту структуру похожей, — говорит Алексей Горшков из *JQI*. Мы учимся строить сложные состояния света, которые, в свою очередь, можно воплощать в более сложные объекты. Впервые кто-то продемонстрировал, как связать два фотона на конечном расстоянии друг от друга».

«Много современных технологий базируется на свете, от коммуникационных технологий до визуализаций высокой чёткости, — говорит Горшков. — Многие из них значительно улучшились бы, если мы могли бы спроектировать взаимодействие между фотонами».

К примеру, инженерам нужен способ точной калибровки приёмников света, и Горшков говорит, что их результаты могли бы существенно упростить создание «обычной свечи» с точным числом фотонов в приёмнике. Ещё более важным может быть то, что связывание и запутывание фотонов позволит компьютерам использовать фотоны в качестве информационных процессоров.

Это не только обеспечит новую базу для создания компьютерных технологий, но и выльется в существенную экономию энергии. Телефонные сообщения и другие данные, которые сейчас путешествуют по оптоволоконным кабелям в виде света, необходимо конвертировать в электроны для обработки — а это неэффективный шаг, который расходует много электроэнергии. Если передача и обработка данных будут напрямую выполняться фотонами, это существенно снизит потери энергии. Горшков говорит, что будет важно проверить новую теорию на практике.

«Это отличный новый способ изучения фотонов, — говорит он. — Они безмассовые и летают со скоростью света. Если замедлить, связать и изучить их, получится узнать много новых вещей, которых мы о них прежде не знали».

<http://hi-news.ru/>
14.09.2015

Первое заявочное исследование воздействия цветовой температуры в освещении на организм человека

Благодаря искусственному освещению, можно управлять самочувствием, настроением и работоспособностью человека. Это подтвердило исследование, проведённое специалистами компании «Световые Технологии» совместно с Казанским государственным энергетическим университетом (КГЭУ).

В рамках исследования, проведённого в КГЭУ на кафедре «Светотехника и медико-биологическая электроника», были выделены две идентичные по размеру и дизайну действующие соседние учебные аудитории. В одной



из них специально для проведения исследования была полностью заменена система освещения на инновационные решения направления «Биологически и эмоционально эффективное освещение», другая аудитория была контрольной и осталась без изменений. Сравнительная оценка воздействия цветовой температуры источников света на организм человека находилась при условии соблюдения в обоих случаях нормативных требований к освещению учебных помещений и идентичности светораспределения светильников. Во время занятий в обеих аудиториях снимались показатели работоспособности, самочувствия и настроения. В исследованиях приняли участие более 100 человек — студенты 1–5 курсов, мужчины и женщины, в возрасте от 17 до 23 лет. Результаты исследований оказались впечатляющими и послужили поводом для проведения следующего этапа исследований!

Исследователи убеждены, что доказанное воздействие освещения способно не только открыть новый этап эволюции освещения, но и улучшить качество жизни людей, проводящих большую часть суток при искусственном освещении.

Получить более подробную информацию, а также ознакомиться с результатами исследований можно в соответствующем отчёте (на сайте itcompany.com/ru).

www.svetozone.ru
10.09.2015

Компании *BL Group* приняли участие в освещении самой крупной мечети в России

В Москве 23 сентября, в преддверии мусульманского праздника Курбан-байрам, торжественно открыли Соборную мечеть, которую за 10 лет реконструкции фактически отстроили заново.

В обновлённом здании три из шести этажей занимает зал для богослужений, остальные — комнаты для омовения, служебные помещения, просторный конференц-зал. В Соборной мечети появились скоростные лифты, мониторы для трансляций, кондиционеры и современная система очистки воздуха. Часть установленных на площади перед мечетью опор освещения и кронштейнов изготовлена на заводе *OPORA ENGINEERING* — предприятии по выпуску металлоконструкций широкого спектра назначений, входящего в состав холдинга *BL Group*. В их числе мачты МТП, Т-образные кронштейны (серия 14), опоры НФГ, а также разработанная по спецзаказу мощная 18-метровая опора со светильниками. При этом пешеходную зону рядом с мечетью освещают светильники *GALAD™*.



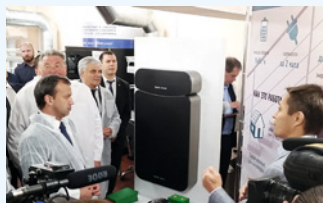
www.bl-g.ru
28.09.2015

Запущен двенадцатый наноцентр РОСНАНО

Заместитель Председателя Правительства РФ Аркадий Дворкович, Глава Республики Мордовия Владимир Волков и Председатель Правления РОСНАНО Анатолий Чубайс открыли двенадцатый наноцентр сети РОСНАНО в Саранске.

Основная задача наноцентра — коммерциализация инновационных технологий, создание стартапов и их превращение в успешный высокотехнологичный бизнес. К моменту открытия советом директоров наноцентра утверждено 49 проектов в области специализации наноцентра — силовой электроники, современной светотехники, приборостроения, наноматериалов в строительстве.

Общий бюджет саранского наноцентра составляет 1,97 млрд руб., включая инвестиции Фонда инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО в размере 1,15 млрд руб.



Среди партнёров проекта — инновационные компании Мордовии «Электровыпрямитель», АУ «Технопарк-Мордовия», а также Республиканский фонд поддержки социально-экономических программ «Созидание». В наноцентре и его портфельных компаниях создано 65 высококвалифицированных рабочих мест, а налоговые отчисления в бюджет в 2014 г. составили 18,3 млн руб.

В ходе церемонии открытия была изготовлена первая партия плат для карбид-кремниевых инверторов повышенной эффективности. Планируется, что такие инверторы будут использоваться в проекте по созданию мощной отечественной системы накопления электроэнергии для частных домохозяйств, заряжаемой как от сети, так и от солнечных батарей. Проект реализуется на базе сети наноцентров РОСНАНО. Задачей мордовского центра станет производство инверторов и компонентов на базе карбида кремния совместно с отечественными и иностранными партнёрами. Над созданием подобных батарей работают многие мировые компании, среди которых — американская *Tesla*.

Среди проектов наноцентра

Многofункциональные покрытия (лакокрасочные материалы и покрытия на основе фторполимеров, обладающие гидрофобными и коррозионностойкими свойствами. Они отличаются высокой прочностью, длительным сроком эксплуатации, а их цена в 2–4 раза ниже, чем у аналогов).

Гибкие источники света (проект подразумевает запуск международного R&D-центра, специализирующегося на создании новых источников света печатным методом, а также на развитии смежных проектов в этой области: создание люминофорных покрытий, адаптированных для использования печатного способа производства светового полотна; разработка токопроводящих чернил для создания световых компонентов, а также создание системы дистанционного управления светотехническими характеристиками — яркостью и спектром излучения).

Нанодетонация для очистки оборудования от загрязнений (цель проекта — создание средства для безразборной очистки технических агрегатов, емкостей и коммуникаций от загрязняющих образований и коррозии на основе механизма нанодетонации. Этот метод позволяет разрушать отложения до пескообразного состояния с последующим выводом из агрегатов в нерастворённом виде, что позволяет уменьшать затраты на последующую утилизацию).

Скальпель с алмазоподобным покрытием (при использовании подобных скальпелей производятся минимальные повреждения тканей и сокращается срок послеоперационной реабилитации).

www.rusnano.com/
25.09.2015

За последние 5 лет уровень освещения Москвы вырос на 40%

Москва в ночное время стала светлее на 40%. Об этом на заседании президиума столичного правительства сообщил мэр города Сергей Собянин.

Москва «стала на 40% более освещённой за счёт того, что света прибавилось во дворах, на улицах и зданиях», — сказал мэр.

Как уточнили в пресс-службе мэра и Правительства Москвы, увеличивать число светильников в столице городские власти начали с 2011 г. При этом уровень потребления энергии вырос всего на 2% за счёт использования светодиодов, систем автоматизированного управления и другого энергоэффективного оборудования.



Сейчас в городе работает 600 тыс. светильников, тогда как в 2011 г. их насчитывалось 400 тыс. При этом в более чем 21 тыс. из них используются светодиоды (в 2011 г. их было 51 шт.). За последние пять лет дополнительное освещение было установлено на 14,4 тыс. объектов во дворах (детские площадки, пешеходные дорожки). Число зданий и мостов, украшенных декоративно-художественным освещением, выросло втрое — с 0,5 до 1,5 тыс. Создана система зимнего праздничного освещения, включающая 12 тыс. декоративных световых элементов — гирлянд, световых перетяжек, световых ароч.

www.lightrussia.ru
24.09.2015

Светодиоды Philips оптимизируют семейный бюджет с пользой для здоровья

Миллионы семей по всему миру переходят на освещение светодиодами (СД). Это обусловлено тем, что СД позволяют создавать в доме атмосферу комфорта и уюта, а также значительно сокращать расходы на электроэнергию.

Растущий интерес к СД отмечается и у россиян. Ежегодное повышение тарифов ЖКХ стимулирует спрос на энергосберегающие решения, в частности, на СД-лампы, которые сегодня могут быть на 90% энергоэффективнее обычных 60-ваттных ламп накаливания. В частности, такие показатели демонстрирует новая линейка СД-ламп Philips «LED bulb».

Помимо высокой энергоэффективности, эти лампы обладают длительным сроком службы — 15000 ч, что эквивалентно примерно 15 годам при горении лампы по 2,7 ч в сутки в течение года. Кроме того, они экологичны, так как не содержат вредных веществ, не требуют сложной утилизации и не сильно нагреваются. А широкое разнообразие форм и цоколей позволяет заменять ими любой источник света в доме без необходимости замены светильника.

В компании подсчитали, что за три года эксплуатации совокупная экономия от перехода на СД-лампы Philips может достигать 24000 руб. в зависимости от региона: например, 5148 руб. в Новосибирской обл., 12074 руб. в Московской обл., 14445 руб. в Нижнем Новгороде и 24055 руб. в Чукотском АО. (Данные для расчёта: число ламп — 15; мощность: СД-ламп — 7 Вт, ламп накаливания — 60 Вт; расчётное время горения — 4 ч в сутки; количество расчётных лет — 3; стоимость: лампы накаливания — 24 руб., СД-лампы Philips — 279 руб.)

При этом лампы тёпло-белого света могут использоваться для общего освещения дома, а лампы холодно-белого света — для зон, где необходима бодрящая атмосфера. (А уникальные лампы Philips «Scene Switch» позволят пользователям по собственному желанию изменять цветовую температуру лампы с помощью одного нажатия на выключатель.)

При выборе СД-ламп необходимо отдавать предпочтение известным брендам, которые выступают гарантией качества и заявленных характеристик продукта. Приобретение же на первый взгляд менее дорогостоящих решений недобросовестных производителей может приводить к дополнительным расходам и даже становиться причиной ухудшения зрения.

www.svetozone.ru
16.09.2015

Разработана технология 3D-печати объектов из стекла

Новая система 3D-печати является первой, с помощью которой можно создавать прочные стеклянные структуры на основе компьютерных моделей.

Технология 3D-печати бурно развивалась в последние годы и теперь охватывает широкий диапазон материалов, в том числе пластмасс

и металлов. Одновременно с этим стоимость 3D-принтеров снизилась достаточно, чтобы сделать возможным их использование даже на бытовом уровне.

Теперь группа исследователей MIT (Массачусетский технологический институт) открыла новые возможности 3D-печати: способность печатать оптически прозрачные стеклянные предметы.

Новая технология описана в журнале «*Journal of 3D Printing and Additive Manufacturing*».

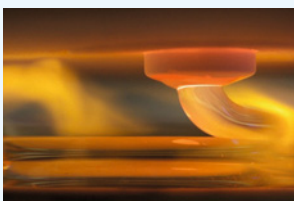
До этого другие группы пытались напечатать стеклянные предметы с помощью 3D-печати, но главным препятствием была чрезвычайно высокая температура, необходимая для плавления материала. Некоторые из них использовали мельчайшие частицы стекла, которые соединялись вместе при более низкой температуре в процессе спекания. Но такие объекты являлись непрочными и оптически непрозрачными.

Высокотемпературная технология, разработанная командой MIT, сохраняет эти свойства, т.е. напечатанные стеклянные объекты прочны и полностью прозрачны. Как и другие 3D-принтеры, имеющиеся сейчас на рынке, устройство может печатать объекты, созданные в компьютерной программе проектирования, производя готовую продукцию при небольшом участии человека.

В настоящем варианте устройства расплавленное стекло загружают в загрузочную воронку в верхней части устройства. В процессе работы загрузочная воронка и сопло, через которое происходит экструзия стекла для формирования объекта, выдерживают при температуре около 1000 °С, что намного выше температуры, используемой при других видах 3D-печати.

Одна из проблем данной технологии — как сохранить нить из стекла достаточно горячей, чтобы можно было формировать следующий слой структуры, но не настолько горячей, что структура превратится в бесформенную глыбу. Эту проблему исследователи решили следующим образом. В устройстве имеется три отдельных компонента, которые независимо друг от друга могут нагреваться до требуемых температур: верхний резервуар для запаса расплавленного стекла, сопло в нижней части этой камеры и нижняя камера, в которой происходит печать объекта.

Новое устройство может позволить получать стеклянные объекты любой формы. Дополнительная работа будет сосредоточена на освоении печати объектов из цветного стекла.



<http://worldofmaterials.ru>
17.09.2015

Безвыходных положений не бывает!

Практика эксплуатации систем освещения показала, что особенностью физических процессов работы светодиодов в момент включения является возникновение больших пусковых токов. Они могут в несколько раз (в некоторых случаях 10-кратно) превышать рабочие токи электроустановки. Возникновение таких бросков тока, как правило, вызывает срабатывание аппаратов защиты и приводит к массовым погасаниям.

Анализ ситуации показал, что есть несколько путей решения этой проблемы. Наиболее оптимальным по соотношению «цена-качество» является применение разработанных ООО «Светосервис ТМ» ограничителей пускового тока (ОПТ). Эффективность этого решения подтверждена надёжной работой освещения на объектах Москвы и на автомагистрали М11.

ООО «МОСЗ ТМ» серийно выпускает трёхфазные ОПТ, рассчитанные на номинальный ток 16 А по каждой фазе. Запускаются в производство однофазные ОПТ на ток до 32 А.



www.bl-g.ru
03.09.2015

Создан первый сверхтонкий плащ-невидимка

Группа учёных из Лаборатории им. Лоуренса в Беркли и Калифорнийского университета разработала первый ультратонкий «плащ», который способен делать невидимыми объекты в оптическом диапазоне. Работа опубликована в журнале «*Science*».

Плащ представляет собой метаматериал, основным компонентом которого являются микроскопические золотые антенны размером около 30 нм. Они расположены на подложке толщиной 50 нм из золота и фторида магния. В эксперименте этим плащом накрывали бугристый трёхмерный объект площадью около 1300 мкм², а затем исследовали его методами оптической, электронной и атомно-силовой микроскопии.

При этом изображение («видимость») завернутого в плащ объекта в оптическом микроскопе регулируется поляризацией наноантенн (т.е. плащ может включаться и отключаться).

По словам авторов публикации, фазовый сдвиг излучения, обусловленный воздействием каждой наноантенны, полностью восстанавливает волновой фронт и фазу рассеянного света. Это делает объект, скрытый плащом, абсолютно невидимым для определенного вида излучения — в данном случае использовался красный лазер с длиной волны 730 нм. Отражение света от поверхности плаща оказалось полностью идентичным отражению от плоского зеркала. На данной длине волны скрытый объект невозможно обнаружить даже с помощью фазочувствительных детекторов.

На данный момент метаматериалы уже много лет привлекают к себе значительное внимание разных групп учёных по всему миру. Это обусловлено тем, что оптические свойства таких материалов зависят не от химического состава, а от физической структуры вещества. Ранее учёные уже добивались «невидимости» различных объектов, используя «ковровые» материалы. Однако «ковровые» материалы обладают недостатком — большой толщиной покрытия, что приводит к невозможности масштабирования технологии, а также вызывает разность фаз на границе ковёр-фон, дающую возможность обнаружения самого ковра. Новый плащ-невидимка имеет толщину лишь 80 нм и, по словам авторов, при масштабировании потенциально может быть использован для укрытия макроскопических объектов.

www.nanonewsnet.ru
19.09.2015

«Умный» свет приходит в Подмоскowie

Philips реализует пилотный проект в области паркового освещения на базе интеллектуальной светодиодной системы в парке «Покровский» подмосковного Хотькова. Комплекс освещения парковой зоны будет включать в себя новейшие светильники и интеллектуальную систему управления Philips, что позволит обеспечить энергоэффективность до 70%, подчеркнуть красоту объектов, а также создать комфортные и безопасные условия для жителей и гостей Московской области.

Интеллектуальное освещение появится в историко-культурном и ландшафтном парке «Покровский», строительство которого стартовало в указанном, одном из крупнейших населённых пунктов Сергиево-Посадского муниципального района Московской области. История городка, в котором расположен знаменитый Хотьковский монастырь, восходит к 12 веку, а в его окрестностях расположено много памятников истории и культуры, среди которых древний Радонеж и церковь в селе Воздвиженском.

Новая парковая зона будет располагаться в центре Хотькова, на правом берегу реки Пажи, с западной стороны монастыря: именно здесь располагалась знаменитая Покровская ярмарка, а сегодня это одно из любимых мест досуга местных жителей. В парке будут созданы территории

для отдыха детей и взрослых, обустроены спортивные и детские игровые площадки, места для проведения мастер-классов и массовых мероприятий, построены летнее кафе и сцена, которая в зимнее время будет использоваться как каток. Доминантой парка «Покровский» станет бронзовая декоративная скульптурная композиция родителей Сергия Радонежского и отрока Варфоломея.

В России Philips реализованы масштабные проекты в области модернизации систем городского освещения в Красноярске, Новокузнецке и Кемерово. В рамках энергосервисных контрактов было полностью модернизировано освещение Курска, Кирова и Брянска. В результате замены освещения Курска рост энергоэффективности составил более 60%, что обеспечивает экономию более 60 млн рублей в год. Инновационные решения компании в Москве используются на Тверской и Тверской-Ямской улицах, проспекте Мира, Садовом кольце, Ленинградском проспекте, в ЦПКИО им. А.М. Горького, в Саду им. Н.Э. Баумана, а также в московских скверах — Чкаловский, Оружейный, Таганка, Нахимовский, Зубовский, Садово-триумфальный, Хоромный и на площади Цезаря Куникова.

www.nanonewsnet.ru
21.09.2015

Новые светодиодные матрицы компании Lumileds для светильников наружного освещения

Проектировщики высоких уличных фонарей и подвесных светильников типов *high bay* и *downlight* используют новейшее дополнение линейки светодиодных матриц *LUXEON CoB Range* — матрицы *LUXEON CoB1216*. У последних на 40% больший световой поток, чем у существующих матриц-аналогов *CoBs* (тоже компании Lumileds) при идентичной занимаемой площади.



В номинальном режиме световая отдача матриц *CoB1216* достигает 150 лм/Вт, что в сочетании с самым низким в отрасли тепловым сопротивлением способствует созданию самых рентабельных осветительных приборов.

Помимо большого светового потока и высокой световой отдачи, матрицы *LUXEON CoB1216* обеспечивают однородность светового пучка и простоту конструкции уличных фонарей и подвесных светильников типа *high bay*, позволяя заменять 100–150-ваттные разрядные лампы ВД. Светящее тело этих матриц диаметром 23 мм в пределах стандартной сборки размером 28×28 мм допускает использование самых разных типов вторичной оптики и соответствующих холдеров, что способствует ускорению вывода светильников с этими источниками света на рынок.

Матрицы *LUXEON CoB1216* выпускаются в вариантах с разными коррелированными цветовыми температурами (от 2200 до 5700 К) и общими индексами цветопередачи *CRI* (70, 80 и 90).

Все матрицы *LUXEON CoB Range (Gen 2)* стопроцентно испытываются под нагрузкой при 85 °С для гарантии работоспособности в реально существующих в мире условиях эксплуатации и минимизации необходимости дополнительных испытаний.

www.ledinside.com
06.10.2015

В Петербурге разработаны дизайнерские люстры со светодиодами

Петербургским дизайн-бюро *Bezhko* разработаны необычные светодиодные люстры из полностью отечественных материалов. Основной компонент дизайнерских осветительных приборов — российские светодиоды *TM SVETLED®* производства петербургского предприятия «Светлана-Оптоэлектроника».

Светодиоды *TM SVETLED®* модели *SvL30*, расположенные в горизонтальной плоскости на специальных площадках каркасных элементов, удаётся заметить не сразу. Одна из характерных особенностей люстры — её исключительно малый вес, обусловленный полным отсутствием ка-

кого-либо декора и элементов вторичной оптики.

При разработке необычных люстр были применены сложные инженерные решения: каркас люстры многофункционален — он: является элементом электрической схемы, по которому ток поступает к светодиодам; обеспечивает эффективный отвод тепла и позволяет расположить источники света оптимальным образом для формирования нужного светораспределения. Рабочее напряжение светильника — 12 В, поэтому поражение электрическим током при контакте с элементами каркаса исключено. Понижающие блоки питания располагаются в распределительных коробках люстр. Разные модели люстр *Bezhko-SVETLED®* потребляют всего 20–25 Вт.

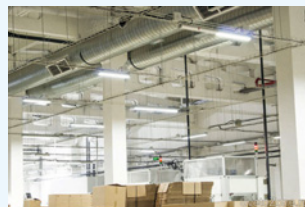


«В то время как вопросы импортозамещения в нашей стране находятся в стадии активного обсуждения, мы уже предложили рынку готовый конкурентоспособный стильный продукт, который ничем не хуже лучших мировых дизайнерских моделей», — прокомментировал Алексей Мохнаткин, генеральный директор ГК «Светлана-Оптоэлектроника».

Первая презентация оригинальных люстр прошла в Центре импортозамещения и локализации (ВК «Ленэкспо») на стенде ГК «Светлана-Оптоэлектроника».

www.svetozone.ru
22.09.2015

Освещение светодиодами производственного цеха компании «НОРДПАК»



Компания «Альянс-А» (Пермь) успешно ввела в эксплуатацию проект по энергоэффективному освещению светодиодами производственного цеха пермской компании «НОРДПАК» (производство укупорочных устройств). В рамках проекта были установлены светильники со светодиодами завода *Lampyris* (Новосибирск) *LMPRS.PROM 1×36* и завода *Ferex* (Казань) ДСО 03–45–50-Д «Меч J» и ДСО 03–24–50-Д «Меч J».

www.svetozone.ru
23.09.2015

В Москву возвращаются исторические фонари

В ходе пресс-конференции «Возвращение исторического облика центру Москвы: городские фонари» глава столичного Департамента топливно-энергетического хозяйства Павел Ливинский на встрече с журналистами сказал, что сегодня столичные фонари перестают быть типовой частью городской среды и обретают эстетическую функцию, и рассказал о ходе реконструкции фонарей наружного освещения на улицах Москвы.

Помочь вернуть московским фонарям исторический облик с удовольствием согласились сотрудники музея «Огни Москвы», где представлены десятки осветительных приборов из разных периодов развития столицы. С помощью историков был создан каталог оригинальных фонарей.



Всего в рамках реализации программы «Моя улица» уже установлено более тысячи новых торшеров. Их сегодня, к примеру, можно увидеть на Мясницкой, Большой Ордынке, Большой и Малой Никитской улицах, в Успенском переулке.

Уличные светильники внешне выглядят, как фонари 19-го века, однако обеспечивают необходимый уровень освещения согласно установленным нормам и при этом экономят электроэнергию.

www.svetoprom.ru
22.09.2015

Новинка торгового освещения от МГК «Световые Технологии»: серия мощных прожекторов со светодиодами «BELL LED»



Компания «Световые Технологии» расширяет ассортимент светильников акцентного света серией «BELL LED» — высокомощными прожекторами со светодиодами, разработанными для прямой замены соответствующих осветительных приборов с МГЛ мощностью 35/70 Вт.

Доступны два варианта исполнения по монтажу — светильники с универсальным адаптером под шинопровод стандарта *euro-DIN* («BELL/T») и приборы с возможностью установки непосредственно на опорную поверхность («BELL/S»).

Корпус приборов, включая бокс для устройства управления (драйвера), выполнен из литого под давлением алюминия и представлен в трёх вариантах основных цветов: металлик (S), белый (W) и чёрный (B). Алюминиевый радиатор эффективно отводит тепло от светодиодной матрицы (выполненной по технологии «COB»), обеспечивая длительный ресурс (50000 ч) при сохранении заявленных светотехнических характеристик в течение всего периода эксплуатации. Устройство управления интегрировано в отдельный бокс, что также исключает его перегрев и последующий выход из строя.

Оптическая часть представлена указанной светодиодной матрицей, отражателем из анодированного алюминия и термостойким стеклом с антибликовым эффектом.

Приборы могут дополнительно комплектоваться цветными светофильтрами для создания оригинальных световых эффектов и насыщенных, ярко выраженных цветовых оттенков.

Характеристики новой серии:

- 2 варианта мощности: 35 / 48 Вт
- 2 варианта светового потока: 2900 / 4000 лм
- 3 типа светораспределения: углы излучения 15, 25 и 45°
- Световая отдача: >80 лм/Вт
- Коррелированная цветовая температура: 4000 К (3000 К под заказ)
- Общий индекс цветопередачи *CRI*: >80
- Высокое значение коэффициента мощности: $\geq 0,96$
- Отсутствие пульсации светового потока (0,1%)
- Соответствие требованиям ГОСТ по ЭМС
- Стабильность световых характеристик во времени.

Приборы предназначены для акцентного освещения витрин магазинов, рабочего пространства торговых залов, выставочных экспонатов, картин и являются прямой заменой приборам акцентного света с МГЛ мощностью 35/70 Вт.

www.svetozone.ru
18.09.2015

Новые канадские двусторонние солнечные панели

Большинство солнечных панелей имеют фотоэлементы только с одной стороны. В этом есть смысл, когда солнечные панели крепятся к крыше, так как будучи ориентированными на солнце, они захватывают столько энергии, сколько возможно, превращая её в электричество, которое мы можем использовать. В районах, где земля выступает как отражающая поверхность (например, снежный покров или даже песок пустыни), много солнечного света отражается обратно от земли, и этот свет теряется при использовании обычной солнечной панели. Канадская компания *Siflab* разработала двусторонний солнечный модуль, специально для таких ситуаций, которые могли бы позволить людям, получать почти в два раза больше энергии, используя то же количество фотоэлектрических модулей. Компания называет его *BiSoN*, и описывает как «двуликий монокристаллический элемент с очень высокой эффективностью». (На сайте производителя можно скачать брошюру по двусторонним солнечным модулям, производимым компанией.)



В недавнем интервью изданию «*PV Magazine*», руководитель по развитию бизнеса, продаж и маркетинга *Siflab* пояснил, что компания наращивает свои силы в подготовке к запуску нового продукта в геометрической прогрессии.

Кстати, краснодарская компания «Солнечный ветер» выпускала двусторонние солнечные модули задолго до того, как *Siflab Solar* их изобрела. Но стоит заметить, что краснодарские модули не выглядели столь элегантно, как бескаркасные канадские, имеющие толщину всего лишь 7 мм.

www.nanonewsnet.ru
21.09.2015

Компания LGT запускает первое в России производство мульти-линз для светильников со светодиодами

В ноябре 2015 г. российский производитель светодиодного оборудования *LGT* (С.-Петербург) планирует запустить первое в России серийное производство инновационной вторичной оптики для энергоэффективных светотехнических устройств со светодиодами.



Проект производства групповых линз ориентирован на импортозамещение. Основными потребителями линз руководство компании видит как российских производителей световых приборов со светодиодами, которые в настоящий момент вынуждены использовать вторичную оптику зарубежных производителей, так и собственное производство энергоэффективных промышленных и уличных светильников.

Генеральный директор компании *LGT* Владимир Фридовский: «С начала 2015 г. наша компания провела необходимые НИОКР... Запуск производства осуществляется в несколько этапов. Объём собственных инвестиций на начальных этапах составит более 34 млн руб. Производительность первой очереди производства планируется из расчёта 20 тыс. групповых линз в месяц, с возможностью увеличения производительности на последующих этапах проекта. Мы считаем, что этот объём будет востребован, т.к. в настоящее время на российском рынке групповые линзы российского производства практически не представлены. Технологические возможности компании *LGT* позволяют предлагать нашим партнёрам как типовые, так и индивидуальные решения».

Компания LGT планирует продолжать развивать данный проект в сотрудничестве с передовыми российскими вузами, а само производство групповых линз станет качественным дополнением в бизнесе компании, помимо производства светильников со светодиодами.

www.svetozone.ru
25.09.2015

«Швабе» начал серийный выпуск новых светильников со светодиодами

Холдинг «Швабе» запустил в серийное производство модернизированную версию компактного светильника со светодиодами с функцией индикации времени. В качестве источника света в разработке используются светодиоды поверхностного монтажа нового поколения, установленные на печатной плате. Это делает светильник энергоэффективным и компактным. Жёлтый компонент совмещён с индикатором отсчёта времени до красного или зелёного сигналов.

«Новый вариант светильника не только прост и удобен в использовании, но и долговечен. Его стекло и корпус изготовлены из ударопрочного материала, стойкого к УФ излучению. Благодаря усовершенствованным техническим характеристикам и применённым схемным решениям прибор выдерживает перепады температур без изменений светотехнических характеристик. Он также имеет плоский современный корпус. Внедрив в производство данное изделие, мы получили полную линейку дорожных светильников, предназначенных для регулирования движения транспортных средств и пешеходов», — сказал директор ООО «Швабе-Светотехника» (Екатеринбург) Дмитрий Ногин.

Энергосберегающее светотехническое оборудование «Швабе», предназначенное для безопасности дорожного движения, высоко оценил заместитель министра внутренних дел России Виктор Кирьянов. Во время посещения Уральского оптико-механического завода он заявил о готовности применять разработки Холдинга в городах России.

www.russianelectronics.ru
25.09.2015

Новое решение от Seoul semiconductor для экономичных светильников

С учётом реалий российского светотехнического рынка компания Seoul Semiconductor предлагает экономичное решение для освещения улиц, парковок, пешеходных дорожек, промышленных объектов на светодиодных матрицах «COB».

Из широкого ряда этих матриц Seoul Semiconductor была выбрана модель SDW03F1C, способная работать при мощности до 35 Вт.

Основные характеристики матрицы SDW03F1C:

- Беспрецедентно низкая стоимость люмена.
- Рабочий ток: 0,5/0,7 А (макс. 0,92 А) при световом потоке 2650/3710 лм и световой отдаче 148/131 лм/Вт.
- Общий индекс цветопередачи R_a : 75.
- Максимальная температура кристалла: 140 °С.
- Благодаря оптимизированному тепловому профилю матрица обеспечивает длительный режим работы (срок службы по L70B50 более 100000 ч в предельных режимах).
- Обладая полной совместимостью с холдерами и оптикой разных производителей, модель SDW03F1C максимально облегчает жизнь электротехника. Улучшенная топология платы гарантирует высокую электробезопасность.
- Уникальное расположение кристаллов — «Zig-Zag», для большей энергоэффективности и равномерности свечения.

Преимуществом этой матрицы является работа на стандартных токах 500 и 700 мА, что значительно облегчает подбор устройства управления.



Габариты матрицы стандартные (19×19 мм), и к ней подходит большое количество существующих видов оптики. В последнее время на рынке появилось множество боросиликатных линз, отличающихся невысокой стоимостью и обеспечивающих широкий ряд светораспределений симметричного и асимметричного типа а также пыле- и влагозащиту матрицы. Всё это позволяет максимально ускорять процесс разработки и производства светильников, обеспечивая при этом высокую технологичность и крайне привлекательную цену готового изделия.

www.lumen2b.ru
09.09.2015

Philips повысила энергоэффективность предприятий ГК «НЛМК»

Правительством РФ реализуются государственные программы, нацеленные на снижение энергопотребления в промышленном секторе, и одним из примеров успешной работы в этом направлении является ГК «НЛМК». Последняя целенаправленно инвестирует в повышение энергоэффективности своих предприятий, стремится снижать негативное воздействие на окружающую среду в регионах присутствия, а также создаёт безопасные условия труда для своих сотрудников. Для реализации этих приоритетов на ГК «НЛМК» осуществляется модернизация систем освещения. Так, в 2010–2011 гг. был полностью переосвещён Новолипецкий металлургический комбинат, а в текущем году — ещё два объекта ГК «НЛМК», расположенные в Свердловской области.



В рамках проекта в общих зонах, ремонтных мастерских и на производственных участках ООО «НЛМК — Метиз» и ООО «Виз — Сталь» была произведена замена устаревших светильников на высокоэффективное светодиодное оборудование, которое отвечает требованиям предприятия. Решения Philips были применены для локального освещения рабочих мест и общего освещения с высоты более 10 м, в ремонтных мастерских, к которым предъявляются особые требования по уровню освещения, пульсации и цветопередаче, а также на «горячих» участках производства.

На предприятии «НЛМК-Метиз» 1100 устаревших светильников во всех зонах предприятия были заменены на высокоэффективные светильники Philips «GreenPerform Highbay». Эти светильники разработаны с учётом сложных условий промышленного производства: они бесперебойно функционируют при высоких температурах, обеспечивая требования по освещённости и пульсации. Стоимость Philips «GreenPerform Highbay» аналогична стоимости светильников с люминесцентными лампами для промышленного применения, но их энергоэффективность вдвое выше.

На предприятии «Виз-Сталь» на «горячих» участках производства были использованы светильники со светодиодами Philips «Crestbay», отличительные характеристики которых — простота установки и эксплуатации, высокое качество света и надёжность. Всего на территории предприятия было заменено 2298 светильников.

Результатом проекта стало повышение уровня освещения на предприятиях в 2,5 раза и снижение расходов на электроэнергию. На «ВИЗ-Сталь» энергопотребление сократилось на 78%, а на «НЛМК-Метиз» — примерно на 60%.

«В настоящее время почти треть энергопотребления страны приходится на промышленность, поэтому перед индустриальными предприятиями остро стоит задача повышения энергоэффективности. В частности, снижение издержек на энергопотребление может быть достигнуто за счёт модернизации устаревших систем освещения, — комментирует Марина Тыщенко, вице-президент и глава Philips «Световые решения» в России и СНГ. — Внедрение инновационных систем освещения на промышленных предприятиях — серьёзный инвестиционный проект, однако возврат

вложений в него гарантирован в виде снижения энергопотребления от 60 до 80%, а также повышения безопасности производства.

www.energosoвет.ru
09.09.2015

ООО «Светодиодный завод «Люкстрон» станет резидентом ОЭЗ «Дубна»

«Светодиодный завод «Люкстрон» — разработка и производство светодиодных ламп с нитевидными светодиодами и компонентов к ним — планирует построить завод площадью 6480 м². Инвестор проекта — одна из крупных финансово-промышленных групп в сфере проектирования и строительства объектов «под ключ» в области электроэнергетики, теплоснабжения и дорожного строительства — готов вложить в проект более 2 млрд руб.



Принципиальные отличия продукции, которую будет выпускать резидент, от импортных аналогов: исключение пульсации светового потока, повышенная световая отдача, более низкая стоимость.

Это будет первый в России проект по производству филаментных светодиодных ламп, в котором реализована разработка и производство полного цикла (от разработки и выпуска узлов продукта до финальной сборки) — сообщается на сайте ОЭЗ «Дубна».

К 2020 г. «Люкстрон» планирует занять 12% отечественного рынка ламп общего назначения (по количеству ламп).

www.lightrussia.ru
11.09.2015

С 2017 года уличное освещение в Петербурге будет переведено на отечественную продукцию

За первое полугодие 2015 г. в энергокомплексе Санкт-Петербурга удалось сэкономить более 100 млн руб. бюджетных средств. Как сообщают в Смольном, политика импортозамещения позволила довести долю оборудования и материалов отечественного производства в энергетике до 90%.



Импортные светильники на улицах Петербурга сейчас такая же редкость, как французский сыр в питерских магазинах. Они активно замещаются светильниками российского производства. По словам руководителя компании ГУП «Ленсвет» Сергея Мителёва, основное препятствие, с которым сталкиваются энергетики, — малый срок службы отечественных энергосберегающих ламп, что приводит к более высоким эксплуатационным расходам, ведь менять такие лампы нужно несколько чаще. Тем не менее экономия на освещении в прошлом году составила 50 млн руб. Сегодня импортные лампы работают преимущественно на объектах художественного освещения, которых в Петербурге немало. Что же касается уличного освещения, то уже с 2017 г. его планируется перевести на отечественную продукцию.

www.svetoprom.ru
30.09.2015

Оборот компании «Gerry Weber» вырос на 10% благодаря технологии Limbic® Lighting

В рамках испытаний в филиале компании «Gerry Weber» в г. Херфорд, Германия, заменено только освещение. Использовалось прожекторное освещение светодиодами на основе технологии Limbic® Lighting компании Zumtobel, чтобы наладить оптимальный контакт с целевой аудиторией «Gerry Weber». Была создана приятная светлая атмосфера тепло-

лым светом осветительных приборов с коррелированной цветовой температурой 3000 К.

В течение двух месяцев до и после испытаний нового светового решения проводился анализ общего поведения при совершении покупок и по специальному методу клиенты выборочно опрашивались. К тому же данные по обороту сравнивались с данными другого филиала в тот же испытательный период. Результат однозначен: адаптация освещения к предпочтениям по освещению целевых групп показала в итоге увеличение оборота на 10% по сравнению с другим филиалом в тот же период испытаний, а также значительное увеличение среднего количества покупок специальной целевой группой.



www.zumtobel.com/ru-ru
09.2015

Система «INTRO» — может всё в магазине

Модульная система освещения «INTRO» сочетает в себе разные виды светильников на основе новейшей светодиодной технологии и эффектно подаёт любой магазин.



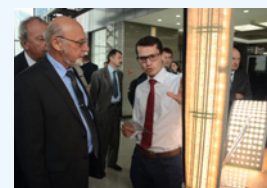
Это решение, с максимальной свободой индивидуальных настроек, благодаря модульности конструкции справится с разными задачами по освещению магазина и торговых помещений. От витрины до зоны акций и скидков, включая полки и ниши. Система «INTRO» подойдет для каждой из этих зон. Важным элементом системы являются отражатели *liteCarve®* — новая технология отражения. В отличие от классических настенных светильников рассеянного света она позволяет равномерно и под прямым углом распределять свет на вертикальных площадках, полках и дисплеях.

Инновационная светодиодная технология обеспечивает высокую световую отдачу — до 100 лм/Вт, превосходные светотехнические параметры и цветопередачу. Сочетание разных цветов освещения, вариантов светораспределения и световых потоков обеспечивает широкий диапазон выбора настроек для решения разных задач.

www.zumtobel.com/ru-ru
09.2015

Учёные НТС Технопарка высоко оценили результаты работы Наноцентра Мордовии

Центр нанотехнологий и наноматериалов Республики Мордовия (ЦНН РМ) сообщил об итогах работы за 2013–2014 гг. и первый квартал 2015 г. на заседании Научно-технического совета Технопарка Мордовии. За время работы ЦНН РМ запущено более 40 стартапов в области силовой электроники, инновационной светотехники, наноматериалов в строительстве, а также в области разработки новых приборов и производственных комплексов. «Необходимо отметить, что накопленные методом отбора проекты развивают компетенции команды ЦНН в выбранных специализациях и целевых рынках. Сформированные кластеры проектов группируются в технологические компании, цель которых — генерация новых проектов в рамках сложившихся коопераций. Мы уже пришли к тому, что порядка 40% всех новых проектов формируются в наших технологических компаниях. Ожидается, что качество и выживаемость проектов, собранных внутри кооперации ЦНН, будет значительно выше тех, что пришли извне. Этот подход позволяет сделать вывод о возможности крупных инвестиций в плат-



формы, развиваемые ЦНН совместно со своими партнёрами», _ сообщил в своём выступлении генеральный директор ЦНН РМ Дмитрий Крахин. В рамках заседания НТС Технопарка Мордовии макеты продукции некоторых стартапов наноцентра были представлены участникам форума на специальной выставке в Технопарке Мордовии. За последний год ЦНН проинвестировал в ряд перспективных проектов, многие из которых уже добились существенного прогресса. Председатель НТС Технопарка Мордовии, генеральный директор Всероссийского института авиационных материалов (ВИАМ), академик Евгений Каблов отметил, что ЦНН РМ провёл масштабную работу и получил хорошие результаты по своим проектам. Расширяется сотрудничество ЦНН и с НИ МГУ им. Н.П. Огарёва. По оценке экспертов ЦНН, объём выручки университета от выполнения научных исследований по заказу ЦНН по итогам 2016 г. накопительно составит не менее 8 млн руб.

www.e-mordovia.ru/
04.09.2015

Компании Merck и Tridonic заключили лицензионное соглашение по белым светодиодам

Merck, ведущая немецкая компания по разработке и производству инновационной высококачественной продукции в фармацевтической и химической областях, а также в сфере высокотехнологичных материалов, сообщает о подписании лицензионного соглашения с Tridonic Jennersdorf GmbH (Tridonic). Соглашение касается использования силикатных люминофоров для применения в белых светодиодах.

Наряду с Toyoda Gosei Co Ltd (Япония), Leuchtstoffwerk Breitung GmbH (Германия) и LITEC GbR (Германия), Tridonic обладает основными патентами на технологии создания белого света с помощью синих светодиодных кристаллов и принципиально новых жёлтых силикатных люминофоров. Использование последних позволяет производить готовые белые светодиоды высокой яркости с большой точностью. Подобные светодиоды могут использоваться для заднего освещения экранов мобильных телефонов, ноутбуков, GPS-навигаторов и других мелких дисплеев, которые составляют значительную долю глобального рынка светодиодов.

Tridonic предоставил Merck лицензию на производство и продажу силикатных люминофоров для потенциального использования в белых светодиодах. Благодаря соглашению клиенты Merck теперь могут приобретать соответствующую продукцию, изготовленную по лицензии Tridonic.

www.dk.ru
24.09.2015

Сбербанк и ГК «Светлана-Оптоэлектроника» договорились о погашении долга в 195 млн руб.

Текст мирового соглашения между Сбербанком и производителями светотехнической продукции ОАО «Светлана-Лед», ЗАО «Светлана-Оптоэлектроника», ООО «Ирсэт центр» опубликован на сайте Арбитражного суда Петербурга и Ленобласти.



Компании погасят 195 млн руб. задолженности перед банком до 10 октября 2019 г. Срок первого транша в 20 млн руб. — в этом году до 20 ноября. Также «Светлана-Оптоэлектроника» внесёт в залог банку два помещения общей площадью 6904 м² на пр-те Энгельса, д. 27.

Пресс-служба Сбербанка от комментариев отказалась.

Все три должника входят в ГК «Светлана-Оптоэлектроника». Основной — «Светлана-Лед» производит светодиоды и светильники под брендами SvetLed и SvetLED для 37 партнёров, в том числе Минобороны, Минтранса, РЖД, «Газпрома», «Сибур холдинга». «Светлана-Лед» на 80% принадлежит ОАО «Интер РАО светодиодные системы», 20% — у Алексан-

дра Столярова, остальные компании аффилированы со «Светлана-Лед», следует из годового отчета компании за 2014 г.

Погашение задолженности пойдет за счёт прибыли от текущих и будущих проектов освещения светодиодами промышленных и инфраструктурных объектов, говорит представитель ГК. В конце года компания ожидает увеличения продаж светильников со светодиодами, «характерного для III–IV кварталов».

В прошлом году в сравнении с 2013 г. рентабельность продаж у «Светлана-Лед» снизилась с 15,5 до 0,01%, сказано в годовом отчёте: из-за падения продаж производство сократилось, увеличились цены на материалы и комплектующие. Выручка составила 484 млн руб. (без НДС), чистый убыток — 37,2 млн руб. В этом году выручка ещё упала: 54,2 млн руб. за январь–июнь — это в 5,4 раза меньше, чем годом раньше; чистый убыток — 11 млн руб. против прибыли в 5,7 млн руб. в 2014 г., сказано в отчёте за II квартал. Заёмные средства компании на конец прошлого года составляли 189 млн руб., из них 182 млн руб. — от Сбербанка, сказано в отчёте.

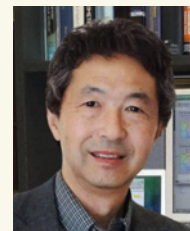
В июле «Светлана-Лед» подписала соглашение с новым кредитором: банк «Россия» откроет невозобновляемую кредитную линию на 100 млн руб. Информация раскрыта на e-disclosure.ru, там же сказано, что в начале сентября акционеры утвердили обеспечение под кредит — два помещения общей площадью 24746 м² залоговой стоимостью 443 млн руб.

Российский рынок светодиодных систем освещения в 2015 г. составит 12,94 млрд руб., сообщила ранее компания «Оптоган» со ссылкой на аналитиков Research Techart. Большую долю продукции «Светлана-Лед» покупает госсектор, следует из отчётности «Светлана-Лед». По словам представителя ГК «Светлана-Оптоэлектроника», в будущем году и дальше они возлагают надежды на импортозамещение и энергосервисные контракты. Госсектор разыгрывает крупные тендеры во второй половине года, из закупок «вытесняются источники света, кроме светодиодных», говорит Никита Лысанов, директор по продажам «Промэнергоэффекта» (официальный дистрибьютор «Светлана-Лед»). Он отмечает, однако, что за последний год решающим фактором на рынке стала цена, а продукция «Светлана-Оптоэлектроника» дороже аналогов.

www.vedomosti.ru
07.10.2015

Новый президент МКО

На 28-й Сессии Международной комиссии по освещению (МКО), 29.06–04.07.2015, в Манчестере, утверждён новый состав руководства МКО на период 2015–2019 гг., которое возглавил Йо-сихиро Оно (Yoshihiro Ohno).



Будущий президент МКО: получил учёную степень Ph.D в Университете Киото (Япония); работал в 1984–86 гг. в Национальном институте стандартов и технологий (NIST), Гейтерсберг (Мэриленд), США, (guest researcher), в 1986–92 гг. — в компании Matsushita Electric Ind. (ныне Panasonic), Осака, Япония (senior researcher), а с марта 1992 г. по настоящее время — снова в NIST (1992–2003 гг. — project leader, 2003–2012 гг. — group leader и с 2010 г. — NIST fellow).

И. Оно активно занимается международной стандартизацией в области светотехники. В частности, в 2006–2008 гг. он возглавлял рабочую группу по разработке стандартов IES LM-79, ANSI C78.377 и CIE S025.

В МКО он последовательно занимал позиции секретаря (1996–2007 гг.) и директора (2007–2011 гг.) Отделения 2, вице-президента по техническим вопросам (2011–2015 гг.).

Новый президент МКО также активно участвует в работе Отделения SSL (освещение светодиодами) Программы 4E (по эффективному использованию электрооборудования) Международного энергетического агентства.

Зрительный эксперимент по определению предпочтительной насыщенности цвета

К. МИЛЛЕР, Й. ОНО¹, М. ФЕЙН

Национальный институт стандартов и технологий, Гейтерсберг (Мэриленд), США; Факультет психологии Оберлинского колледжа, Оберлин (Огайо), США

Аннотация

Индекс цветопередачи по системе $CRI (R_a)$ часто не очень хорошо согласуется со зрительной оценкой цветопередачи, обеспечиваемой источником света в реальных условиях. Основная причина состоит в том, что R_a определяет точность цветовоспроизведения, тогда как обычные потребители судят о цветопередаче на основе своих предпочтений в части цветового облика объекта, вследствие чего возникает потребность в метрике, основанной на цветовых предпочтениях. На цветовое предпочтение в первую очередь влияет насыщенность цвета объекта. С целью получения данных для оценки цветовых предпочтений была проведена серия зрительных экспериментов с использованием имеющейся в Национальном институте стандартов и технологий (НИСТ) имитирующей комнату спектрально регулируемой осветительной установки, в которой 20 наблюдателей смотрели на различные фрукты, овощи и свою кожу, освещаемые с разными уровнями насыщения при значениях коррелированной цветовой температуры T_{kc} 2700, 3500 и 5000 К. Результаты экспериментов говорят о том, что предпочтения наблюдателей неизменно достигали максимума при уровне насыщенности $\Delta C^*_{ab} \approx 5$ при всех значениях T_{kc} для всех наблюдаемых объектов. Полученные результаты можно использовать при создании метрики на основе цветовых предпочтений.

Ключевые слова: цветопередача, цветовое предпочтение, насыщенность цвета, восприятие, зрительный эксперимент.

1. Введение

Индекс цветопередачи R_a часто не очень хорошо согласуется с основной на восприятии зрительной оценкой цветопередачи, особенно в случае светодиодных (СД) источников света [1]. Были предложены несколько альтернативных метрик (например, [2–5]), но ни одна из них не была принята в качестве стандартной, что в основном связано с трудностью создания метрики, которая позволяет проводить совместную оценку цветопередачи и цветового предпочтения. В МКО в настоящее время имеются два технических комитета, один из которых разрабатывает новую метрику цветопередачи ($TC1-90$), а другой составляет отчет об известных метриках оценки качества цвета, основанных не на цветопередаче ($TC1-91$). Считается, что усовершенствованная метрика цветопередачи сама по себе не способна решить проблему учёта восприятия и что для оценки цветовых характеристик источников света с точки зрения их восприятия обычными пользователями в реальных условиях нужна метрика, основанная на предпочтениях.

Для создания такой метрики требуются данные о результатах зрительной оценки цветопередачи. Основная причина расхождений между R_a и вос-

приятием состоит в том, что R_a определяет цветопередачу, представляющее собой только один аспект качества цвета, тогда как обычные пользователи судят о цветопередаче на основе своих предпочтений в части цветового облика объекта. Расхождение наблюдается главным образом тогда, когда насыщенность цвета объекта усиливается освещением, например, узкополосными СД-источниками света или гибридными (сочетанием широкополосного света и узкополосного красного). Опыт показывает, что обычно предпочитают источники с более насыщенным цветом излучения, однако, если насыщенность цвета оказывается чрезмерно большой, объекты выглядят неестественно, и предпочтительность уменьшается. Данные о количественной оценке предпочитаемого уровня насыщенности цвета до сих пор отсутствуют. Для получения этих данных была проведена серия зрительных экспериментов с использованием имеющейся в НИСТ спектрально регулируемой осветительной установки (СРОУ), имитирующей комнату, в которой 20 наблюдателей оценивали различные фрукты, овощи и свою кожу, освещаемые с разными уровнями насыщенности цвета. Представлены результаты экспериментов и предложен путь к созданию на их основе метрики цветовых предпочтений.

2. Экспериментальная установка на основе СРОУ

Использовалась СРОУ конструкции НИСТ (рис. 1) с 25 спектральными каналами излучения светодиодов (с максимумами на длинах волн от 405 до 650 нм), которая позволяла независимо управлять спектральным



Рис. 1. Две камеры спектрально регулируемой осветительной установки (СРОУ) конструкции НИСТ

¹ По материалам доклада на 28-й Сессии МКО, 29.06–04.07.2015. Манчестер, Великобритания

E-mail: ohno@nist.gov

Перевод с англ. Е.И. Розовского

распределением, $T_{кц}$, D_{uv} ² и освещённостью при освещении камер, имеющих размеры реальных комнат ($2,5 \times 2,5 \times 2,4$ м каждая). В состав установки входят две расположенные рядом камеры с независимым управлением со стенами разного цвета и с разными текстурами, которые можно легко менять. Для проведения описываемых экспериментов использовалась только одна камера с белёсыми (ахроматическими) стенами (рис. 1, справа) Установка может генерировать белый свет, который в зависимости от своего спектрального состава создаёт на столе освещённость от ~ 300 до ~ 800 лк.

Блок источников света СРОУ имеет очень большие радиаторы с принудительным воздушным охлаждением, температура которых слегка превышает 27°C при освещённости ~ 300 лк (при этом температура в помещении поддерживается равной $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$). Для стабилизации СРОУ требуется всего ~ 15 мин, после чего координаты цветности (u' , v') остаются постоянными с точностью $\pm 0,0005$ на протяжении 4 ч, а установленные координаты цветности (u' , v') воспроизводятся с точностью $\pm 0,001$ на протяжении более одного месяца. СРОУ позволяет мгновенно менять спектр света, так что между двумя последовательными демонстрируемыми иллиминантами нет никакого временного зазора, а сами иллиминанты стабилизируются мгновенно, что позволяет с лёгкостью сравнивать пары последовательно демонстрируемых иллиминантов.

Для описываемых экспериментов в СРОУ был реализован набор RGB-спектров с максимумами на длинах волн $\sim 460, 530, 590$ и 635 нм. Такое сочетание узкополосных пиков нужно для создания повышенной насыщенности цвета. (Гладкий широкополосный спектр это сделать не позволяет.) Насыщенность цвета изменялась путём изменения отношения красный/янтарный. Для каждого из трёх значений $T_{кц}$ ($2700, 3500$ и 5000 К) были подготовлены девять разных уровней насыщенности цвета (рис. 2, слева). Цвета были подобраны в соответствии с цветовыми различиями CIELAB, ΔC^*_{ab} от -16 до $+16$, от нейтрального цвета (цвет опорного иллиминанта для определения R_a)

² Согласованное расстояние (signed distance) от линии чёрного тела на графике МКО с координатами $(u', 2/3 v)'$ [6].

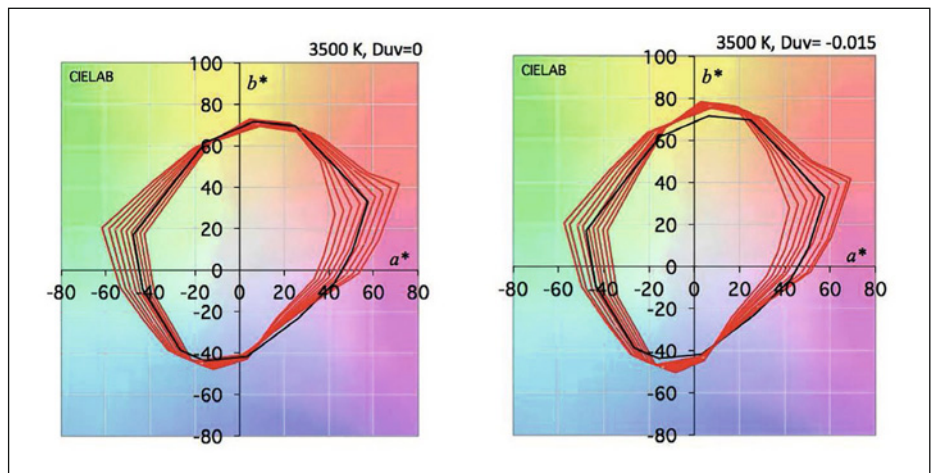


Рис. 2. Построенные в цветовом пространстве CIELAB (a^* , b^*) графики цветности для 15-ти образцов CQS при 9-ти разных уровнях насыщенности, которые использовались в экспериментах при $T_{кц} = 3500$ К, $D_{uv} = 0$ (слева) и $D_{uv} = -0,015$ (справа). Чёрные линии соответствуют опорному иллиминанту для определения индекса цветопередачи R_a (излучение чёрного тела при этой же $T_{кц}$)

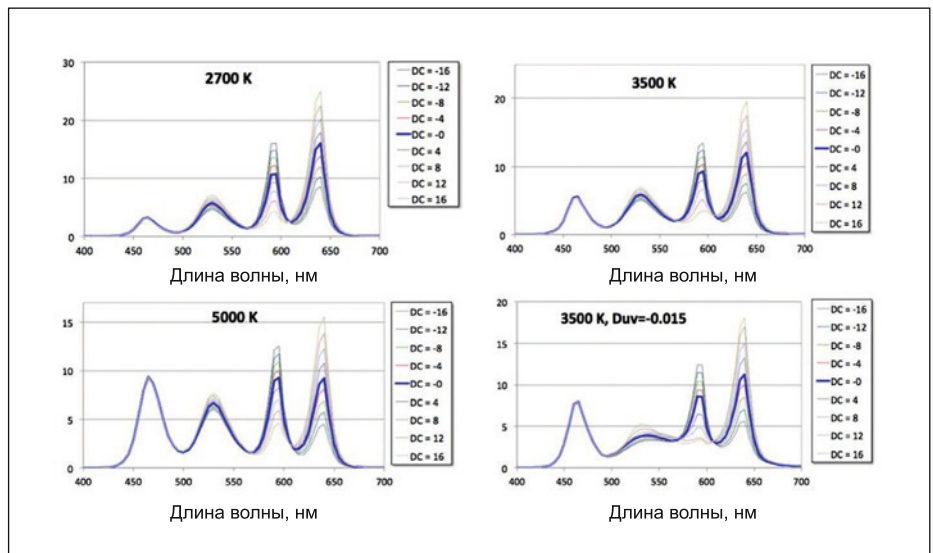


Рис. 3. Реализованные в СРОУ конструкции НИСТ спектры при четырёх сочетаниях $T_{кц}$ / D_{uv} , использовавшихся при проведении экспериментов. ΔC^*_{ab} обозначено как «DC»

с промежутками в 4 единицы ΔC^*_{ab} , соответствующими красному образцу CQS [4]. А цвета, соответствующие зелёному образцу CQS, демонстрировали несколько меньшие, чем соответствующие красному образцу, цветовые различия, а в жёлтой и синей областях при изменении отношения янтарный/красный наблюдались очень небольшие изменения цвета. Так что результирующий цветовой охват также увеличивался или уменьшался по мере изменения насыщенности цвета.

Кроме того, ещё один эксперимент был проведён при отрицательном значении D_{uv} (см. также [7]) ($D_{uv} = -0,015$ при $T_{кц} = 3500$ К), как показано на рис. 2, справа. Все прочие эксперименты проводились при $D_{uv} = 0$. Экс-

перименты при $D_{uv} = -0,015$ были добавлены с учётом возможного влияния уровня D_{uv} на предпочтения в части насыщенности цвета, что следует из результатов предшествующих экспериментов по выявлению предпочтительных значений D_{uv} [8], в которых наиболее предпочтительным оказалось, в среднем, $D_{uv} = -0,015$.

При каждом из четырёх сочетаний $T_{кц}$ / D_{uv} координаты цветности (u' , v') генерируемого СРОУ света оставались неизменными с точностью в пределах $\pm 0,0003$, тогда как насыщенность цвета поддерживалась на 9-ти разных уровнях, вследствие чего при проведении наблюдений в условиях постоянства сочетания $T_{кц}$ / D_{uv} не возникло никаких проблем с хроматиче-

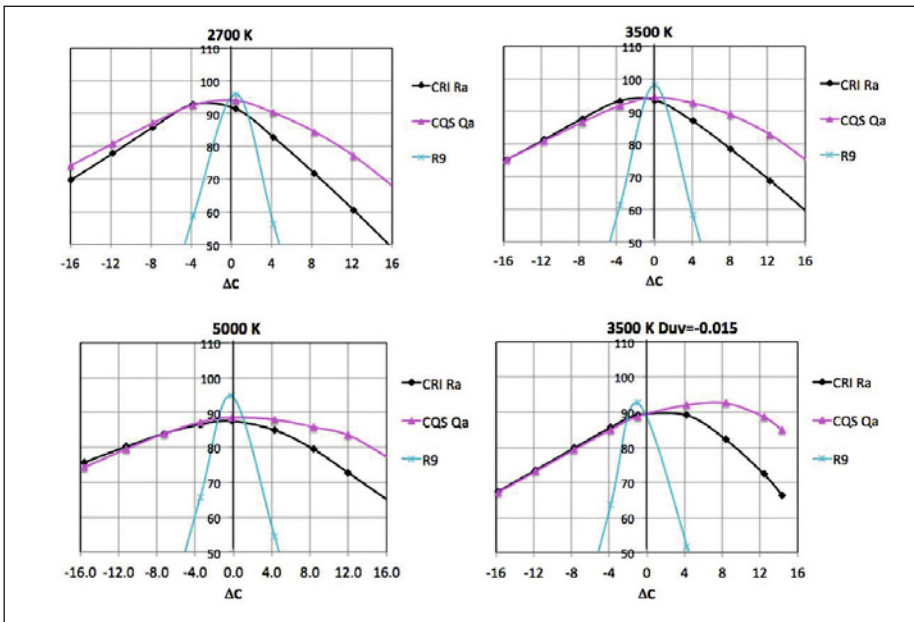


Рис. 4. Значения индексов цветопередачи R_a и R_9 (система CRI) и величины Q_a (система CQS) для иллюминантов, использовавшихся в экспериментах при четырёх сочетаниях $T_{кц}/D_{uv}$

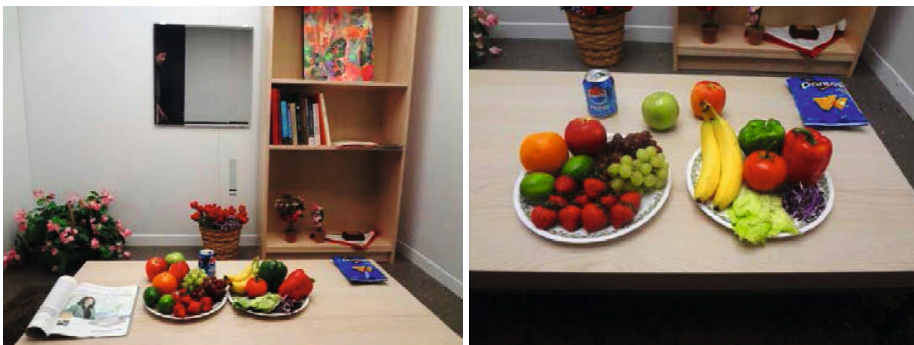


Рис. 5. Камеры CPOU с размещёнными на столах объектами, которые использовались при проведении экспериментов

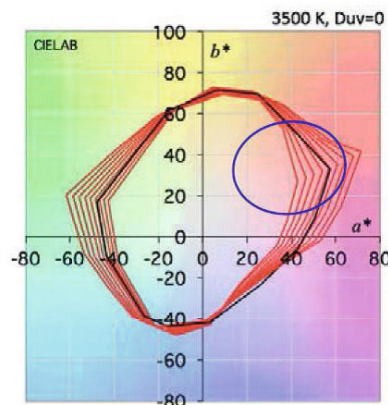


Рис. 6. Фотография только красных объектов и построенные в цветовом пространстве CIELAB графики насыщенности цвета для реализованных в CPOU иллюминантов

ской адаптацией. Время на хроматическую адаптацию требовалось только при изменении сочетания $T_{кц}/D_{uv}$.

Спектры, соответствующие четырём сочетаниям $T_{кц}/D_{uv}$, приведены

на рис. 3. Спектры измерялись в центре стоящего в камере стола матричным спектрорадиометром с обеспечивающей косинусную кривую чувствительности небольшой интегрирующей

сферой; калибровка спектрорадиометра производилась с использованием образцовой лампы, прослеживаемой до эталона спектрального распределения облучённости конструкции НИСТ [9].

Спектрорадиометр измерял спектральное распределение и освещённость на кофейном столике для света, поступающего в пределах телесного угла 2π со всей комнаты, включая как отражения от стен и других объектов, так и свет самого источника света. Расширенная неопределённость результатов измерений ($k = 2$) зависела от спектра, но во всех случаях лежала в пределах 0,0012 для u' и v' , 0,0009 для D_{uv} , 24 К при $T_{кц} = 2700$ К и 92 К при $T_{кц} = 2700$ К. В случае u' и v' повторяемость результатов спектрорадиометрических измерений составляла 0,0002.

На рис. 4 приведены зависимости индексов цветопередачи R_a и R_9 (в системе CRI) и величины Q_a в системе CQS от насыщенности цвета ΔC^*_{ab} , рассчитанные на основе приведённых на рис. 3 спектров при всех четырёх сочетаниях $T_{кц}/D_{uv}$.

Предназначенная для проведения экспериментов камера CPOU была оформлена в виде комнаты (рис. 5) с кушеткой (на фотографиях не показана), кофейным столиком, полкой с книгами, несколькими искусственными цветами и картинами на стенах. Кроме того, на стене напротив кушетки было повешено зеркало, позволяющее оценивать цвет кожи лица наблюдателя. На столе располагались две тарелки с натуральными фруктами и овощами: яблоками, апельсинами, бананами, клубникой, перцем, салатом, помидорами, красной капустой и виноградом. Эти фрукты и овощи заменялись с интервалом в несколько дней для сохранения их свежести на протяжении вёдшихся несколько недель экспериментов. Эти фрукты и овощи фотографировали, а при замене в течение всех исследований старались, по возможности, поддерживать неизменность их размеров и цвета.

Помимо этих объектов, эксперименты проводились и с использованием только красных или только зелёных объектов. В случае последних уровни насыщенности цвета изменялись с интервалом в 4 единицы ΔC^*_{ab} для зелёного образца системы CQS. На рис. 6 приведена фото-

графия только красных, а на рис. 7 – только зелёных образцов, и представлены использовавшиеся иллюминанты в пространстве *CIELAB* (a^* , b^*).

3. Методика эксперимента

В экспериментах участвовали в общей сложности 20 наблюдателей с нормальным цветовым зрением. Это были 10 мужчин и 10 женщин возрастом от 20 до 59 лет, их них 7 европеоидов, 5 латиноамериканцев, 4 азиата и 4 человека с тёмной кожей (с африканскими или индийскими корнями). В качестве наблюдателей выступали работающие в НИСТ добровольцы, не специализирующиеся в области цвета, в том числе восемь работающих во время летних каникул студентов. Каждый из наблюдателей предварительно проверялся с помощью теста Исихары на нормальность цветового зрения и инструктировался, причём в инструктаж входило тренировочное сравнение пар иллюминантов.

Эксперименты проводились при четырёх сочетаниях $T_{кц}/D_{ув}$ согласно п. 2. Наблюдатель адаптировался к первому сочетанию $T_{кц}/D_{ув}$ на протяжении по меньшей мере десяти минут перед началом эксперимента (это происходило во время инструктажа) и по меньшей мере трёх минут при изменении $T_{кц}$ или $D_{ув}$. Для оценки повторяемости результатов эксперименты производились повторно при всех условиях наблюдения и со всеми наблюдателями, но только при $T_{кц} = 3500$ К (из-за ограниченности во времени).

Для всех сочетаний $T_{кц}/D_{ув}$ эксперименты проводились на четырёх объектах наблюдения: 1) смешанные фрукты/овощи на столе и комната в целом; 2) цвет кожи наблюдателя (отражение лица в зеркале и руки); 3) только красные фрукты/овощи; 4) только зелёные фрукты/овощи (рис. 5–7).

Для вышеприведённых сочетаний $T_{кц}/D_{ув}$ и объектов наблюдения эксперименты были разделены на три серии и проводились с 20-ю прогонами³ для каждого из объектов в со-

Условия 16 прогонов, проводившихся для каждого из объектов

Серия экспериментов	Прогон	$T_{кц}$, К	$D_{ув}$	Объект наблюдения
1	1	3500	0	Смесь фруктов и овощей
	2	3500	0	Цвет кожи
	3	2700	0	Смесь фруктов и овощей
	4	2700	0	Цвет кожи
	5	5000	0	Смесь фруктов и овощей
	6	5000	0	Цвет кожи
	7	3500	-0,015	Смесь фруктов и овощей
	8	3500	-0,015	Цвет кожи
2	9	3500	0	Только красные фрукты и овощи
	10	3500	0	Только зелёные фрукты и овощи
	11	2700	0	Только красные фрукты и овощи
	12	2700	0	Только зелёные фрукты и овощи
	13	5000	0	Только красные фрукты и овощи
	14	5000	0	Только зелёные фрукты и овощи
	15	3500	-0,015	Только красные фрукты и овощи
	16	3500	-0,015	Только зелёные фрукты и овощи
		Повтор		
3	17	3500	0	Смесь фруктов и овощей
	18	3500	0	Цвет кожи
	19	3500	0	Только красные фрукты и овощи
	20	3500	0	Только зелёные фрукты и овощи

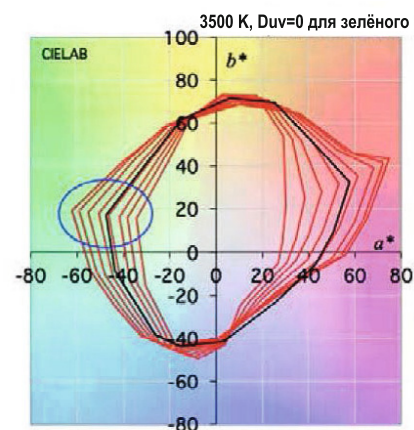


Рис. 7. Фотография только зелёных объектов и построенные в цветовом пространстве *CIELAB* графики насыщенности цвета для реализованных в СРОУ иллюминантов

³ В заголовке табл. 1 говорится об условиях 16-ти прогонов, т.к. условия прогонов 17, 18, 19 и 20 повторяют условия прогонов 1, 2, 9 и 10 соответственно. – Прим. пер.

Рис. 8. Пример использовавшихся при проведении экспериментов пар иллюминантов

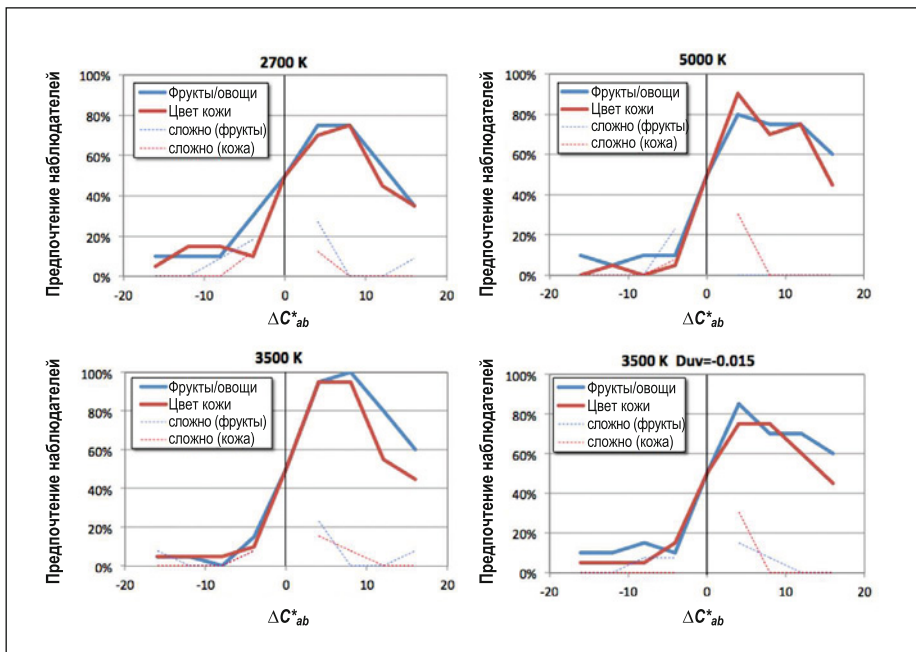
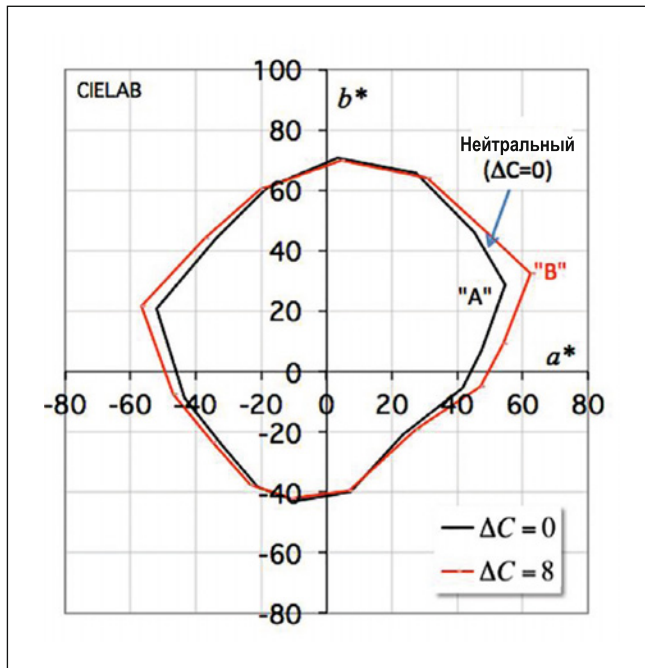


Рис. 9. Усреднённые по всем наблюдателям результаты, полученные для смеси фруктов/овощей и цвета кожи и выраженные в процентах случаев, когда наблюдатели предпочли нейтральные условия

ответствии с приведённой в табл. 1 очередностью.

В каждом из прогонов использовались 8 пар иллюминантов с 9 разными уровнями насыщенности (рис. 2), причём один из входящих в пару иллюминантов всегда представлял собой опорный иллюминант (нейтральная насыщенность). Входящие в пару иллюминанты демонстрировались последовательно. Пример такой пары приведён на рис. 8. В этом примере иллюминант «А» – опорный ($\Delta C^*_{ab} =$

0), а иллюминанту «В» соответствует $\Delta C^*_{ab} = 8$. При демонстрации каждого из иллюминантов оператор говорил «А» или «В» и спрашивал, какой из иллюминантов – «А» или «В» – выглядит лучше, причём демонстрация пары повторялась, при необходимости, два или три раза, до получения ответа наблюдателя на поставленный вопрос. Каждый их иллюминантов демонстрировался в течение примерно трёх секунд, после чего его заменял второй иллюминант. Поряд-

ок демонстрации опорного иллюминанта (первым или вторым) в разных парах менялся, и наблюдатель не знал ни о существовании опорного иллюминанта, ни о моменте его демонстрации.

Ответ наблюдателя представлял собой навязанный выбор, но кроме того наблюдателя просили сообщать, были ли у него проблемы с выбором, и эта информация регистрировалась вместе с ответом «А» или «В». Как следует из табл. 2, порядок демонстрации пар иллюминантов с разными уровнями насыщенности был произвольным.

Каждый из прогонов занимал в среднем около пяти минут, а каждая из серий с участием одного наблюдателя занимала в среднем около двух с половиной часов. Для каждого из наблюдателей три серии экспериментов занимали один или два дня в зависимости от загруженности наблюдателя. В экспериментах участвовали один или два наблюдателя в день. Все эксперименты с участием 20 наблюдателей заняли три недели.

4. Результаты

Вначале реакции наблюдателей анализировались, как показано в табл. 3. В ней оценка «0» означает, что, по мнению наблюдателя, лучше опорный иллюминант, а «1» – что лучше иллюминант со значением ΔC^*_{ab} в соответствующем столбце. Например, по мнению наблюдателя 1, опорный иллюминант лучше ненасыщенных, насыщенные иллюминанты с $\Delta C^*_{ab} = 4, 8$ и 12 лучше опорного, а насыщенный иллюминант с $\Delta C^*_{ab} = 16$ хуже опорного. В двух последних строках для всех уровней ΔC^*_{ab} и рассматриваемого сочетания T_{kc} / D_{uv} приводятся усреднённые по всем наблюдателям результаты и процент наблюдателей, отдавших предпочтение опорному (нейтральному) иллюминанту с соответствующим уровнем ΔC^*_{ab} . Уровню $\Delta C^*_{ab} = 0$ (сравнение этого иллюминанта с самим собой, которое в рамках этого исследования не проводилось) были приписаны 50%, так как предполагается, что в этом случае выбор был бы равноценным.

Продемонстрированный в табл. 3 анализ был выполнен для всех сочетаний T_{kc} / D_{uv} и объектов наблюдения. Все результаты, полученные для смеси фруктов/овощей и цвета кожи, приведены на рис. 9. Сплошными лини-

Пары иллюминантов, использовавшихся при восьми сравнениях

Пара	ΔC^*_{ab} 1-го иллюминанта «А»	ΔC^*_{ab} 2-го иллюминанта «В»
1	-8	0
2	8	0
3	0	16
4	-12	0
5	-4	0
6	4	0
7	0	12
8	0	16

ями обозначены процентные данные, подобные приведённым в последней строке табл. 3 и демонстрирующие степень предпочтения наблюдателями иллюминанта с соответствующим уровнем ΔC^*_{ab} по сравнению с нейтральным иллюминантом, тогда как тонкие пунктирные линии – это процент ответов «трудно выбрать». На рис. 10 приведены результаты только для красных и только для зелёных фруктов/овощей.

Все кривые на рис. 9 и 10, соответствующие разным сочетаниям $T_{кц} / D_{uv}$ и разным объектам наблюдения, удивительно похожи. Предпочтения наблюдателей неизменно достигали максимума (80 или 90%) при $\Delta C^*_{ab} \approx 5$ и медленно уменьшались по мере повышения насыщенности цвета иллюминанта ($\approx 50\%$ при $\Delta C^*_{ab} = 16$), тогда как для всех уровней насыщенности процент оказался очень низким (менее 20%).

На рис. 11 для всех четырёх объектов наблюдения приведены данные, усреднённые по всем сочетаниям $T_{кц} / D_{uv}$, а на рис. 12 – результаты усреднения всех полученных данных. «Усы» обозначают стандартные отклонения, полученные для четырёх соответствующих точек на рис. 11.

5. Обсуждение и выводы

Полученные результаты говорят о том, что иллюминанты, у которых насыщенность цвета относительно нейтрального иллюминанта лежит в районе $\Delta C^*_{ab} \approx 5$, являются наиболее предпочтительными и что при наблюдении фруктов/овощей и кожи

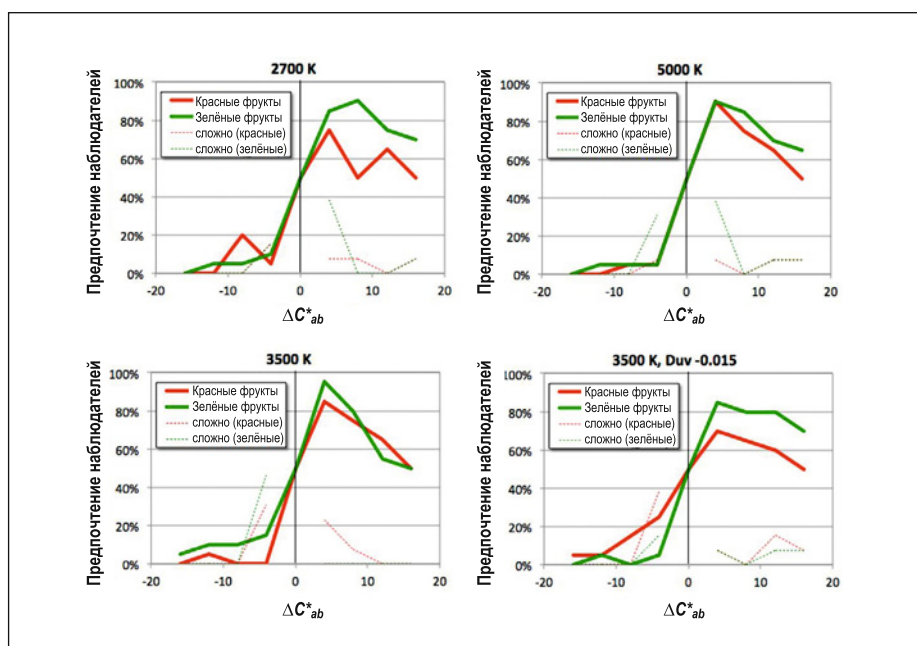


Рис. 10. Усреднённые по всем наблюдателям результаты, полученные применительно только к красным и только к зелёным фруктам/овощам и выраженные в процентах случаев, когда наблюдатели предпочли нейтральные условия

Таблица 3

Примеры необработанных данных эксперимента 1 (3500 К, смесь фруктов и овощей)

Наблюдатель	Насыщенность цвета ΔC^*_{ab} и оценка наблюдателя								
	-16	-12	-8	-4	0	4	8	12	16
1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
2	0	0	0	0	1	1	1	1	1
3	0	0	0	0	1	1	1	1	1
4	0	0	0	1	1	1	1	1	1
...
20	0	0	0	0	1	1	1	1	1
В среднем	0,05	0,05	0	0,15	0,95	1	0,8	0,6	
Проценты	5	5	0	15	50	95	100	80	60

Рис. 11. Усреднённые по всем сочетаниям $T_{кц}/D_{ув}$ результаты для разных объектов наблюдения

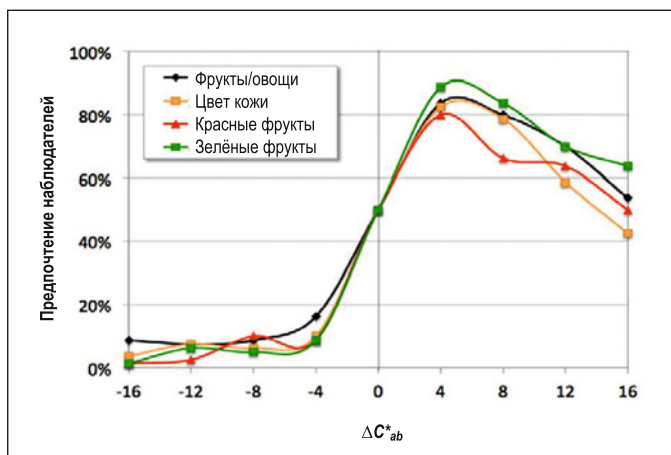
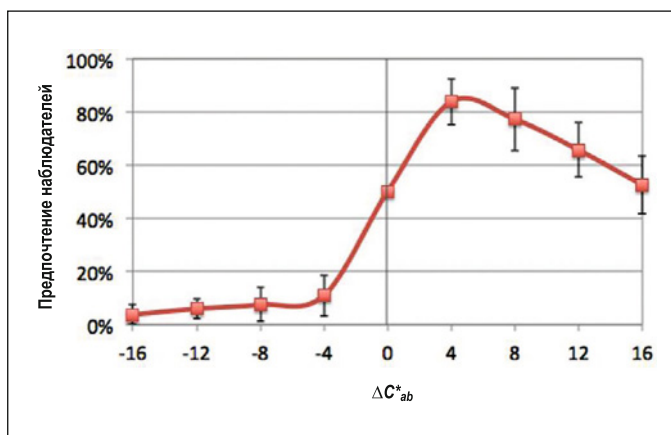


Рис. 12. Результаты, усреднённые по всем сочетаниям $T_{кц}/D_{ув}$ и всем объектам наблюдения



степень предпочтительности медленно уменьшается по мере увеличения насыщенности цвета. На основе полученных результатов можно разработать метрику цветовых предпочтений, используя при этом в качестве опорного иллюминант с $\Delta C^*_{ab} \approx 5$, так чтобы в этой метрике наибольшие количественные оценки соответствовали именно таким иллюминантам, тогда как отклонение ΔC^*_{ab} в любом направлении приводило бы к уменьшению соответствующей количественной оценки. Правда, в этом исследовании насыщенность цвета в основном изменялась в красной и зелёной областях. И неясно, будут ли такими же предпочтения в жёлтой и синей областях (или для других цветов). На данном этапе было трудно обеспечить наличие экспериментальных иллюминантов для жёлтой и синей областей. Надеемся, в будущем подобное исследование предпочтений удастся провести для жёлтого, синего и даже других цветов. Кроме того, желательны новые исследования для подтверждения применимости этих результатов в разных реальных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. CIE177: 2007 Colour rendering of white LED light sources.
2. Hashimoto, K., Yano, T., Shimizu, M., Nayatani, Y. 2007. New method for specifying color-rendering properties of light sources based on feeling of contrast // Color Res. Appl. – 2007. – Vol. 32. – P. 361–371.
3. Rea, M., Freyssinier, J.P. Color rendering: a tale of two metrics // Color Res. Appl. – 2008. – Vol. 33.
4. Davis, W., Ohno, Y. Color Quality Scale // Optical Engineering. – 2010. – Vol. 49, No. 3.
5. Smet, K., Ryckaert, W., Pointer, M., Deconinck, G., Hanselaer, P. 2010. Memory colors and color quality evaluation of conventional and solid-state lamps // Opt. Expr. – 2010. – Vol. 18.
6. ANSI_NEMA_ANSLG, C78.377–2011 Specifications for the Chromaticity of Solid State Lighting Products, 2011.
7. Ohno, Y. 2013, Practical Use and Calculation of CCT and D_{uv} // LEUKOS. – 2013. – Vol. 10, No. 1. – P. 47–55. DOI: 10.1080/15502724.2014.839020.

8. Ohno, Y., Fein, M. Vision Experiment on Acceptable and Preferred White Light Chromaticity for Lighting // CIE x039:2014, pp. 192–199.

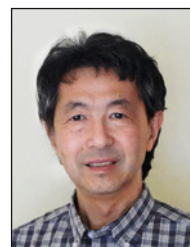
9. Yoon, H. W., Gibson, C. E. Spectral Irradiance Calibration. NIST Special Publication 250–89, 2011.



Камерон Миллер (Cameron Miller), Ph.D (1994 г.).

Руководитель группы оптического излучения НИСТ. Принимает активное участие в работе органов стандартизации

и профессиональных сообществ, таких как Североамериканское светотехническое общество (председатель комиссии по методам измерений), МКО и Американский национальный комитет МКО (технический вице-президент). Участвует в Национальной программе добровольной аккредитации лабораторий в качестве эксперта по энергоэффективности освещения и калибровке



Йосу Оно (Yoshi Ohno), Ph.D.

Научный сотрудник НИСТ (NIST fellow).

Принимает активное участие в международной стандартизации, возглавлял разработку ряда

важных стандартов в области освещения светодиодами, включая IES LM-79, ANSI C78.377 и CIE S025. Президент МКО



Мира Фейн (Mira Fein), бакалавр (2015 г.).

Во время учёбы в Оберлинском колледже принимала участие в проводившихся НИСТ исследованиях в области зрения

и современной техники освещения и в разработках светотехнических стандартов по освещению. В настоящее время готовит магистерскую диссертацию по проблеме речи и слуха в Университете штата Аризона

Внешние световые приборы со светодиодами для подвижного состава метрополитена

Л.Г. НОВАКОВСКИЙ¹

ООО «Фарос-Алеф», Москва

Аннотация

Показана необходимость повышения степени защиты внешних световых приборов подвижного состава метрополитена от внешних воздействий и способы решения этой задачи. Приведены конкретные технические решения, разработанные ООО «Фарос-Алеф» для нового головного вагона Петербургского метрополитена. Показаны способы достижения повышения эффективности создаваемого светораспределения.

Ключевые слова: метрополитен, метровагон, источник света, светодиод, датчик въезда на станцию, светораспределение, сила света, диммирование, регулировка, световой пучок.

В мае 2015 г. на одной из линий Петербургского метрополитена появился новый головной вагон, 81–722, (рис. 1), спроектированный ОАО «Метровагонмаш», систему внешнего освещения и сигнализации для которого разработало и изготовило ООО «Фарос-Алеф».

Система внешнего освещения и сигнализации этого вагона содержит (рис. 2) две головные фары (правую и левую), два габаритных фонаря (правый и левый), два источника питания с блоком управления режимами освещения и сигнализации (рис. 2, в и 3) и датчик въезда на станцию.

Кроме чисто «стилистических» отличий от светодиодной системы освещения и сигнализации, впервые установленной на вагонах 81–760 [1, 2], это решение *отчасти* учитывает результат серийного производства и эксплуатации фар вагона 81–760, которые в количестве более 400 шт. эксплуатируются с января 2013 г. на Серпуховско-Тимирязевской линии Московского метрополитена. (Пробег первых образцов этих фар составил на текущий момент более 300 тыс. км.)

Почему отчасти? Да потому, что внешний вид вагона придумывает-

ся дизайнерами и утверждается руководством без согласования с разработчиками и изготовителями световых приборов (СП). Срабатывают традиции, а в данном случае стереотип «СП, устанавливаемые на наружной части вагона, наряду с необходимыми

светотехническими характеристиками, должны обеспечивать лёгкость замены источника света». Именно этот принцип заложен в конструкцию всех спроектированных в СССР и России вагонов, включая вагон 81–760. При этом, если для фар с традиционным источником света – ЛН (с относительно небольшим сроком службы: до 2000 ч) это правильно, то для фар со светодиодами (СД), с заявленным сроком службы более 40 000 ч, такой подход следует считать сомнительным. Во всяком случае, место установки фар и фонарей либо должно обеспечивать 100%-ный слив моще-



Рис. 1. Внешний вид вагона 81–722

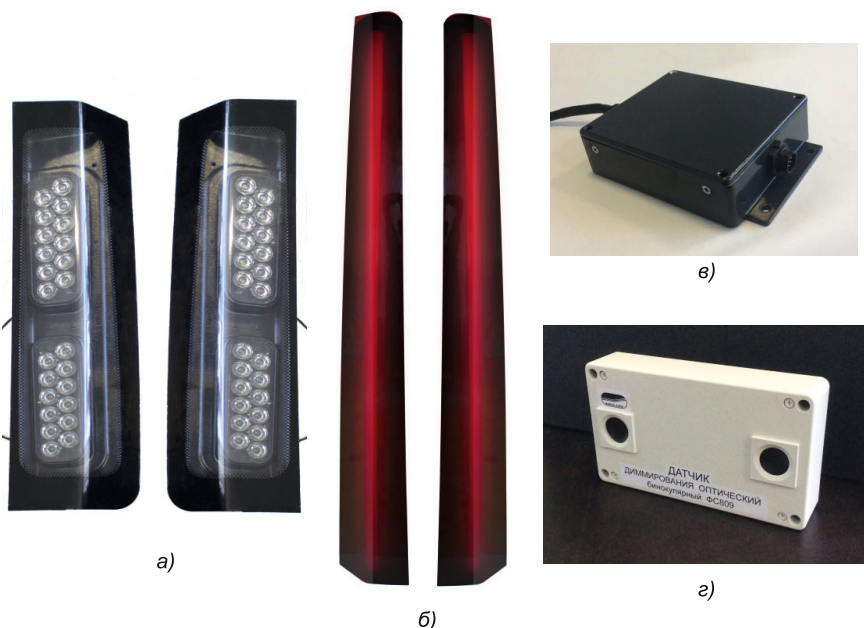


Рис. 2. Внешний вид световых приборов вагона 81–722:

а – фары головные, б – фонари габаритные, в – источник питания, г – датчик въезда на станцию

¹ E-mail: pharos-alef@yandex.ru

Рис. 3. Схема подключения внешних световых приборов вагона 81–722 к бортовой сети

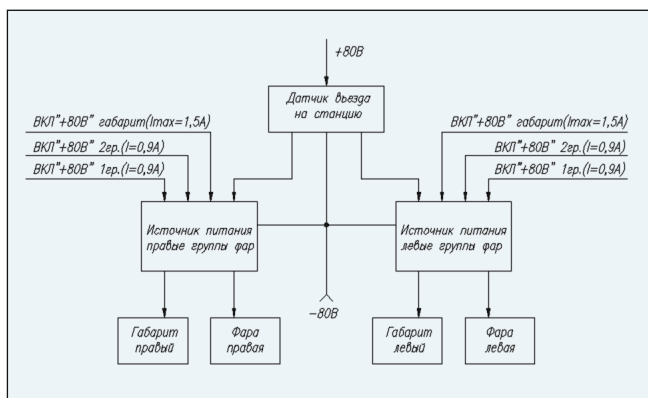


Рис. 4. Внешний вид метровагонов фирм «Сименс» (а) и «Мицубиси» (б), использующих световые приборы со светодиодами



Рис. 5. Внешний вид габаритных огней вагонов 81–760 (а) и 81–722 (б) в рабочем состоянии

го раствора, как это сделано на фарах с СД, разработанных [3] и выпускаемых ООО «Фарос-Алеф» для модернизации номерных вагонов, что подтверждает безотказный пробег в более чем 300 тыс. км 180-ти образцов на Сокольнической, Люблинско-Дмитровской и Таганско-Краснопресненской линиях Московского метрополитена, либо СП должны защищаться герметизирующей стеклянной пане-

лю, как это делают все зарубежные фирмы (рис. 4), исключая тем самым любой контакт СП с окружающей средой (абразивом, активным моющим средством, в данном случае щавелевой кислотой и её парами, и т.п.).

В данном же случае, по названным выше причинам, изолировать полностью оптические элементы конструкции не удалось: сзади и сбоку они доступны для воздействия агрессив-

ных сред. При этом источник питания с блоком управления – по сути, самый уязвимый узел конструкции – удалось переместить в отсек кабины. Кроме того, разработанная конструкция и способ крепления СП к вагону предусматривают 100%-ный слив моющего раствора и метеоосадков.

К очевидным достоинствам разработанной конструкции можно отнести и увеличенную площадь однородного по яркости светового отверстия габаритного фонаря (рис. 5). При этом надо признать, что «стилистические» решения в данном случае доминируют над здравым смыслом, поскольку для комфортного [4] восприятия сигнала габаритного огня достаточно было бы ограничиться площадью светового отверстия в 300, а не в 760 см².

Серьёзным шагом вперёд надо считать и появление в системе освещения «правильного»² датчика въезда на станцию.

Другое существенное преимущество разработанной фары вагона 81–722 – выполнение её в виде двух оптических элементов с отдельной регулировкой световых пучков. Это позволяет за счёт регулировки освещать ближнюю зону полотна как показано на рис. 6.

Правда, и это решение не лишено недостатков. В первую очередь это касается регулировки светового пучка фар, обеспечивающей нужную дальность видимости в тоннеле.

Очевидно, правильная регулировка светового пучка, не имеющего явно выраженной базы для отсчёта его положения, возможна только по значениям максимальной силы света или освещённости, соответствующим сформированному пучку. В нашем случае это условие выполняется на удалении в 153 м. При этом диаметр светового пятна, в котором необходимо найти максимальное значение силы света или освещённости, должен составлять 8,3 м, что в реальных условиях просто невыполнимо. Усугубляет ситуацию необходимость проводить эту операцию в темноте. В результате время, необходимое для её выполнения, выходит за разумные пределы, а сам результат положительным назвать никак нельзя. При этом положение двух световых пучков, светодиодных фар правого и левого бортов, так и не удалось совместить (рис. 7), при том, что регулировка велась больше часа.

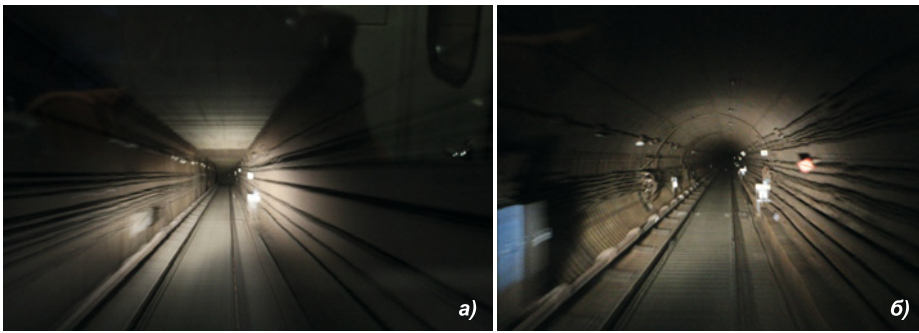


Рис. 6. Видимость полотна в свете фар вагонов 81–760 (а) и 81–722 (б)

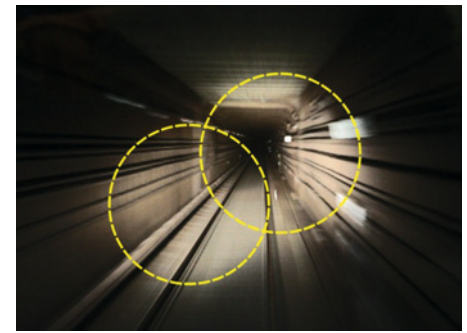


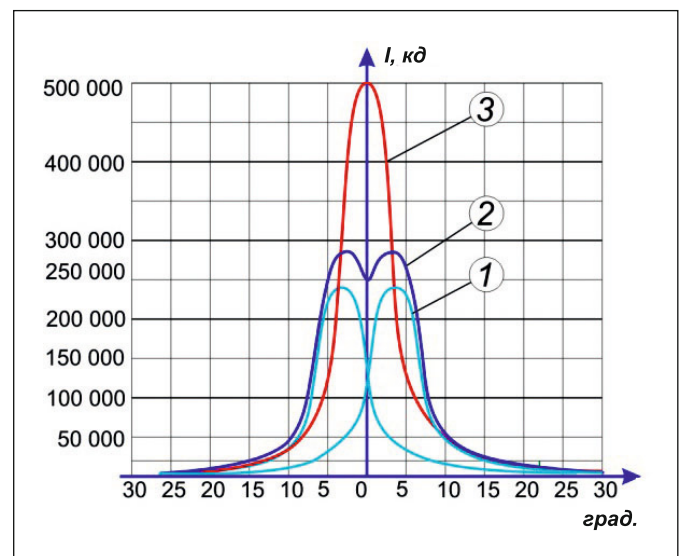
Рис. 7. Относительное положение световых пучков блок-фар со светодиодами

Достигнутая при такой регулировке максимальная освещённость от двух фар на расстоянии 305 м, равная 4 лк, составляет всего около 60% от реально возможной (рис. 8), что соответствует потере дальности видимости в 85 м.

Тем не менее в отечественных депо процедура регулировки светового пучка рельсовых транспортных средств, согласно действующей инструкции, проводится этим способом в тёмных, специально отведённых участках по экрану с контрольной разметкой, установленному на расстоянии 20 м от плоскости светового отверстия. Но это «согласно инструкции», а в реальности, как правило, регулировка осуществляется на воротах, отстоящих всего на 5 м от вагона. При этом, поворачивая фару в двух направлениях, находят максимум освещённости в контрольной зоне светораспределения. Очевидно, точность такой методики очень низка, поскольку световой пучок на таком малом расстоянии ещё не полностью сформирован.

При этом с 1930-х гг. [5] известен и широко используется телецентри-

Рис. 8. Характер распределений силы света в пучке, отрегулированном по принятой в метрополитене методике, в случае одной фары (1) и в случаях двух фар при неправильной (2) и правильной (3) регулировках



ческий метод регулировки положения светового пучка, реализованный в автомобильной промышленности, позволяющий с помощью специального оборудования (встречной оптической системы) (рис. 9) проводить эту операцию с большой точностью в светлом помещении за 10–15 мин. Очевидно, применительно к фарам рельсовых транспортных средств оно

будет значительно проще, поскольку из-за единой установочной базы (рельсы) отпадает нужда в системе ориентации оптической камеры.

Такое оборудование содержит [6] (рис. 10) по меньшей мере одну встречную телецентрическую систему (известны и спаренные совмещённые камеры [7]), в фокальной плоскости объектива которой установлен подвижный по вертикали экран с фотодатчиком, подключённым к измерительному блоку. Всё это заключено в корпусе, на котором смонтировано проецирующее зеркало, позволяющее удобно наблюдать результаты регулировки и измерений.

Обе оптические камеры смонтированы на передвижном (по рельсам) основании с возможностью вертикального перемещения, например, с помощью механического, гидравлического или электрического подъёмных приспособлений.

В процессе указанной операции осуществляются: регулировка светового пучка фары с точностью ± 15 угл. мин. в вертикальной и горизонталь-

² Что значит «правильный» здесь, требует пояснения. Дело в том, что одной из основных задач, поставленных при проектировании системы освещения вагона 81–760, была задача повышения освещённости головки рельса до уровня комфортности для работы машиниста, который должен составлять не менее 4 лк [1], вместо 1 лк, что собственно и было реализовано в конструкции фар с СД вагона 81–760. Практика эксплуатации этих фар на Серпуховско-Тимирязевской линии Московского метрополитена подтверждает этот вывод. Первый комментарий машиниста – «...впервые вовремя вижу стрелку...», так что это не только комфорт, но и безопасность. Однако обратной стороной такого подхода оказывается повышенная освещённость платформы при въезде на станцию и, как следствие, ослепление пассажиров, т.е., чтобы исключить этот эффект, необходимо диммировать излучение СД при въезде на станцию. Решение задачи обеспечивается только «правильным» датчиком [2], обеспечивающим формирование сигнала за 15–20 м до въезда на станцию либо за 40–50 м до разъезда со встречным поездом и не чувствительным к «внешнему» уровню освещённости и его изменению. В результате ООО «Фарос-Алеф» был разработан бинокулярный интеллектуальный теледатчик (рис. 2, г), устанавливаемый за лобовым стеклом в кабине машиниста, который обеспечивает требуемые условия формирования сигнала по изменению углового размера базового объекта (проём тоннеля въезда на станцию, расстояние между фарами встречного поезда).

Новая функция света: оптические министикки компании «Тензосенсор»

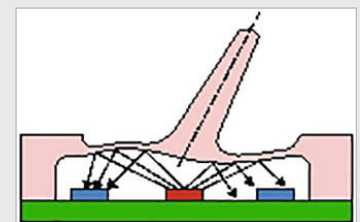
В ООО «НПП «Тензосенсор» созданы миниатюрные цифровые оптические министикки без сопрягающихся и трущихся механических деталей с потенциальным ресурсом на уровне 2,0–2,5 млн нажатий. Это превышает ресурс лучших мировых аналогов в 2–3 раза.

Цифровой министик предельно прост: он содержит VCSEL-лазер и *pin*-фотодиоды, расположенные вокруг него на плате. Упругодеформируемый элемент с управляющей



рукояткой служит оптическим модулятором, изменяя интенсивность отражённого светового потока, падающего на фотодиоды, при наклоне рукоятки. Процессор, сравнивая токи фотодиодов, вычисляет угол наклона рукоятки и передаёт информацию системе управления по протоколу SPI.

Конкурентными преимуществами новых оптических министик являются высокая надёжность, уникальный ресурс, герметичность, бесшумность, травмобезопасность и малый вес. При габаритах 16×16×15 мм министик весит 2,5 г.



Новые министикки очень дешёвы, а поэтому способны заменять все типы переключателей, тумблеров, кнопок и джойстиков в цифровых системах, делая их функциональнее и конкурентоспособнее.

Министикки предназначены для применения в игровых контроллерах, геймпадах, мышках, ручках управления самолётами и сложными манипуляторами, пультах управления авиационными и космическими аппаратами или робототехническими комплексами. Новые министикки позволяют создавать новые типы человеко-машинных интерфейсов.

Проект выполняется при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России.



Рис. 9. Оборудование, используемое для регулировки фар автотранспортных средств

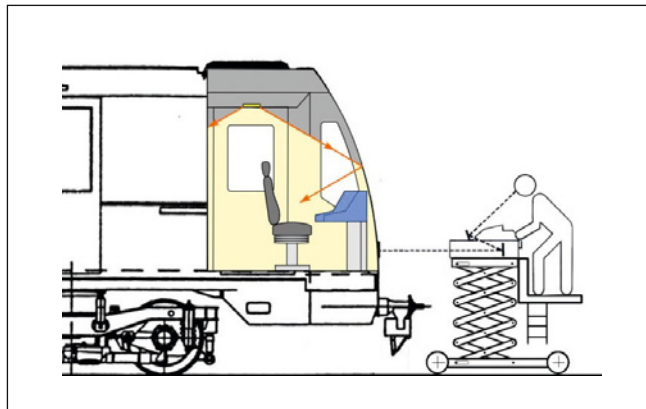


Рис. 10. Оптико-механическая схема процесса контроля за регулировкой положения светового пучка фар рельсовых транспортных средств

ной плоскостях; контроль за силой света или освещённостью (в диапазоне 0,1–100 лк) и коррелированной цветовой температурой с погрешностью не более 15%.

Для проведения диагностики технического состояния фары прибор оснащён измерителем силы света с диапазоном измерений 10–500000 кд.

Результат измерений регистрируется на дисплее прибора и может представляться в виде протокола.

Прибор обеспечивает подключение к нему периферийных устройств.

Использование предлагаемого метода регулировки фар позволяет существенно упростить процесс регулирования, повысить его производительность и точность, что способствует не только повышению эффективности работы фар, но и в значительной мере снижению зрительного дискомфорта ожидающих поезд пассажиров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Новаковский Л.Г.* Освещение подвижного состава – ключевая задача формирования световой среды метрополитена // *Светотехника*. – 2011. – № 4. – С. 8–21.
2. *Аллаш Е.Х., Варга Д.С., Новаковский Л.Г.* Модернизация световых приборов под-

вижного состава метрополитена (опыт внедрения) // *Светотехника*. – 2014. – № 4. – С. 56–63.

3. *Новаковский Л.Г., Новикова Л.А., Аллаш Е.Х., Варга Д.С.* Фара светодиодная / Пат. пром. обр. RU90812. 2014.

4. *Скобелев В.М.* Световые приборы автомобилей и тракторов. – М.: Энергоиздат, 1981. – 281 с.

5. *Гершун А.А.* Избранные труды по фотометрии и светотехнике. – М.: Физматлит, 1958. – 548 с.

6. *Конюхов В.В., Королева Ю.Е., Марков Н.И., Новаковский Л.Г., Новикова Л.А.* Новое поколение устройств для проверки внешних световых приборов автотранспортных средств // *Светотехника*. – 2007. – № 2. – С. 21–25.

7. *Новаковский Л.Г., Буймистр И.А., Резник А.М.* Устройство для диагностики фар транспортных средств / Авт. свид. СССР № 1541489. 1990. Бюл. № 5.



Новаковский Леонид Григорьевич,
кандидат техн. наук. Окончил в 1969 г. МАМИ. Директор ООО «Фарос-Алеф»

Гониофотометрия нового поколения

Ю.П. ВАЙССХААР¹

Компания *Opsira GmbH*, Вайнгартен, Германия

Аннотация

В эпоху непрерывного сокращения сроков существования изделий и быстро меняющегося ассортимента доступных источников света необходимо иметь возможность эффективно, быстро и точно измерять фотометрические и колориметрические параметры источников света и светильников. Компьютеризированный современный подход к разработке оптических элементов светильников уже на ранних стадиях конструирования требует наличия высококачественных результатов измерений характеристик источников света, позволяющих обеспечивать создание эффективных систем освещения.

Производители источников света, а также изготовители и продавцы светильников, нуждаются в быстром, лёгком и эффективном способе получения подобной информации. Описанная в данной статье гониофотометрия нового поколения сочетает в себе достоинства ряда современных методов гониофотометрии и позволяет объединять повышенную гибкость, многофункциональность и наивысшую точность в одном-единственном приборе.

Ключевые слова: гониофотометр, источник света, осветительный прибор, светильник, робогонио.

Введение

Гониофотометрия всегда была одним из основных применявшихся в светотехнике методов измерений. Гониофотометры уже почти 100 лет используются для измерения фотометрических характеристик источников света и осветительных приборов (ОП).

Вначале, а впрочем, и до настоящего времени, гониофотометры в основном применялись для измерения пространственного распределения силы света исследуемого ОП, напри-

мер светильника. В качестве приёмника использовался простой фотометр, работающий в дальнем поле относительно исследуемого ОП.

Появление всё более сложных и компактных ОП и применение для проектирования их оптической части мощных компьютеров с установленным на них высокоэффективным программным обеспечением привело к расширению области применения гониофотометров.

Здесь описывается нашедшая применение во всём мире новая возможность использования одного-единственного устройства как для получения информации об источниках света, которая служит основой для проектирования оптики и для проведения необходимых измерений конечного изделия (светильника, фары, сигнального фонаря и т.д.).

Одним из многочисленных применений этого подхода является создание файлов многоцветных лучей (*polychromatic ray files*), позволяющих разработчику оптических систем проводить очень близкое к реальности моделирование осветительной системы с учётом угловой зависимости спектрального распределения излучения источника света.

Обзор гониофотометров

Традиционно гониофотометры различают как по способу сочетания

многочисленных осей поворачивания, так и по способу поворачивания исследуемого ОП в процессе проведения измерений. Разные схемы хорошо известны и содержатся в стандартах *DIN5032-1*, *DIN EN13032-1*, *CIE70* и *CIE121*. Эти стандарты содержат классификацию по типам – от 1.x, 2.x и 3.x до 4. Не останавливаясь на подробном описании этих типов, пристальнее рассмотрим самые распространённые схемы.

Гониофотометр типа 1.1 (подтип А)

В гониофотометрах этого типа (рис. 1) используется фиксированная в пространстве горизонтальная ось (зенитная ось, обозначенная красной стрелкой) и поворачивающаяся «вертикальная» ось (азимутальная ось, обозначенная зелёной стрелкой). Приёмник/фотометр представлен в виде чёрного цилиндра. В реальной установке, предназначенной для проведения измерений в дальнем поле, он монтируется на значительно большем, чем видно из рисунка, расстоянии от измеряемого ОП.

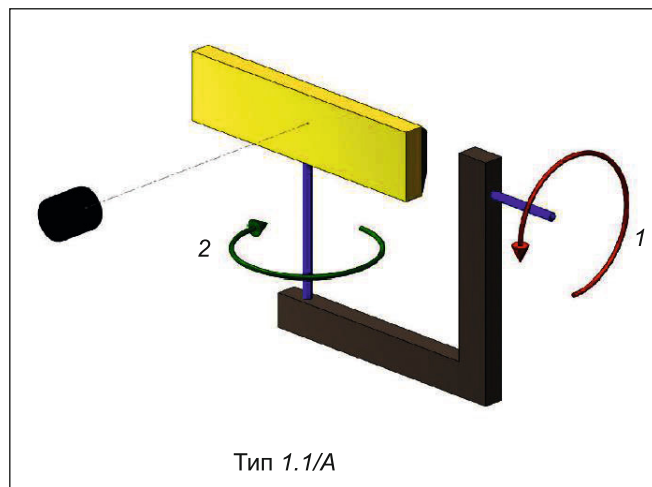
Вторая ось поворачивается вокруг первой и тем самым не сохраняет своё вертикальное положение.

Это обычный способ проведения гониофотометрических измерений, например, фар автомобилей. Координаты точек измерений и соответствующие результаты измерений сконцентрированы в районе экватора соответствующей системы полярных координат. Полярная ось этой полярной системы координат направлена в ту же сторону, что и ось 2.

Гониофотометр типа 1.3 (подтип С)

В гониофотометрах этого типа (рис. 2) используется фиксированная в пространстве вертикальная ось (зенитная ось, обозначенная зелёной

Рис. 1.
Гониофотометр
типа 1.1



¹ E-mail: weisshaar@opsira.de
Перевод с англ. Е.И. Розовского

Рис. 2.
Гониофотометр
типа 1.3

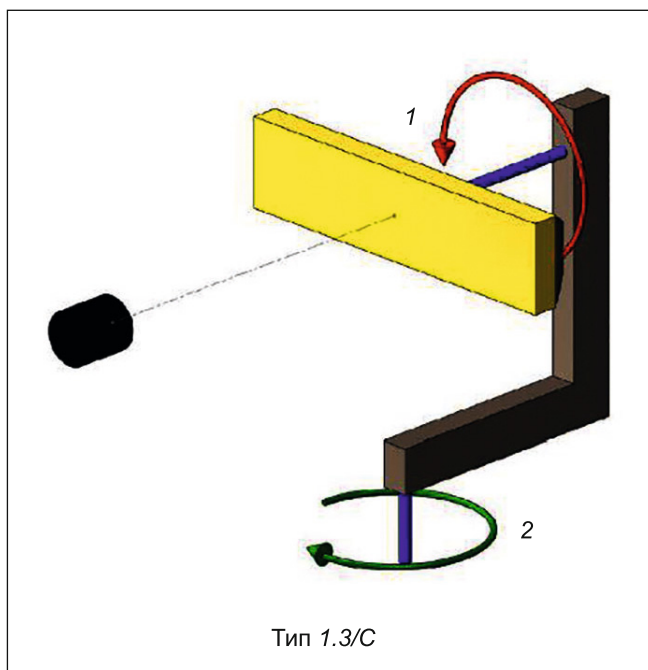
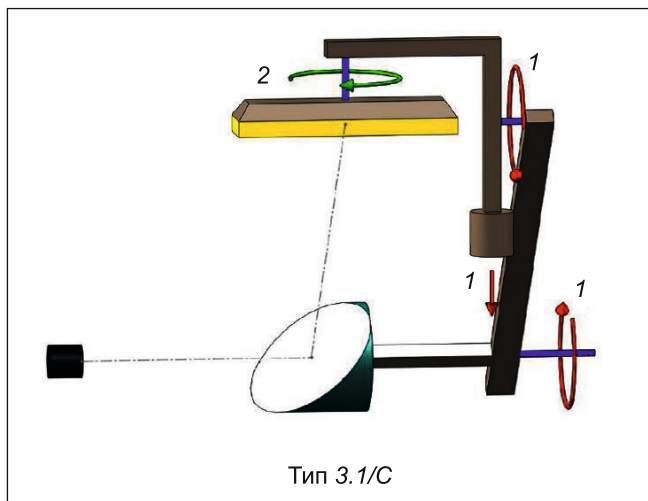


Рис. 3.
Гониофотометр
типа 3.1



стрелкой) и поворачивающаяся горизонтальная ось (азимутальная ось, обозначенная красной стрелкой). Приёмник снова представлен в виде чёрного цилиндра.

Вторая ось поворачивается вокруг первой.

Это обычный способ проведения гониофотометрических измерений, например, светильников общего назначения. Координаты точек измерений и соответствующие результаты измерений сконцентрированы в районе полярной оси соответствующей системы полярных координат. Полярная ось этой полярной системы координат направлена в ту же сторону, что и ось 1.

Гониофотометр типа 3.1 (подтип С)

В гониофотометрах этого типа (рис. 3) используются зеркало, кото-

рое поворачивается вокруг фиксированной горизонтальной оси (нижняя зенитная ось 1, обозначенная красной стрелкой), и вторая горизонтальная ось, поворачивание вокруг которой происходит в направлении, противоположном направлению поворачивания вокруг первой оси. Эта вторая ось обеспечивает постоянство ориентации светильника относительно направления силы тяжести в любой момент времени. Первая ось коллинеарна оптической оси фотометра.

Третья ось, которая, таким образом, сохраняет своё вертикальное положение в любой момент времени, поворачивает исследуемый ОП в разные азимутальные положения (азимутальная ось обозначена зелёной стрелкой). Приёмник снова – в виде чёрного цилиндра.

Это, опять же, пример обычного способа проведения гониофотометрических измерений светильников общего назначения. Координаты точек измерений и соответствующие результаты измерений сконцентрированы в районе полярной оси соответствующей системы полярных координат. Полярная ось этой полярной системы координат направлена в ту же сторону, что и ось 2.

Достоинство такого подхода, несомненно, заключается в том, что исследуемый ОП на всём протяжении измерений сохраняет свою ориентацию относительно направления силы тяжести.

Однако целый ряд недостатков, таких как сравнительная громоздкость механической конструкция, проблемы с плоскостностью зеркала, спектральными характеристиками и запылённостью, а также высокая стоимость системы, довольно часто делают этот подход нереальным. Кроме того, основанный на использовании зеркала подход страдает от наличия непредсказуемых и неустраняемых многократных внутренних отражений света между светильником и зеркалом. Можно получать неверные результаты.

Значимость зеркальных гониофотометров ещё больше упала из-за того, что в случае изделий со светодиодами очень сильно ослабло влияние поворачивания исследуемого ОП на его фотометрические параметры. Современные ОП, например, с разрядными источниками света, в гониофотометрах именно этого типа нуждаются, а ОП с СД нет.

Эта тенденция сопровождается новинками в области стандартизации. Новый европейский стандарт на измерение изделий с СД *EN DIN13032-4*, который был выпущен в 2013 г., однозначно предусматривает возможность поворачивания ОП с СД при проведении гониофотометрических измерений. Сложные и дорогостоящие системы зеркал уже не нужны.

Ближнее поле против дальнего

Несколько десятилетий тому назад появилась новая область применений. До этого гониофотометры разных вышеназванных типов использовались почти исключительно в дальнем поле. Это означает, что приёмник (фотометр) размещался на достаточном расстоянии от исследуемого ОП, чтобы при расчёте силы света умень-

шить геометрическую погрешность до менее 1%. В приближении дальнего поля исследуемый ОП считают безразмерной точкой.

Появление нового гониофотометрического метода проведения измерений – в ближнем поле – обусловлено двумя причинами:

- Потребностью в системах, способных измерять распределение силы света даже больших ОП в ограниченных объёмах или на небольших расстояниях и при этом поддерживать геометрическую погрешность на низком уровне, позволяющем получать достоверные результаты.

- Потребностью в намного более подробной информации об исследуемых ОП. Значительный интерес представляет не только распределение силы света, излучаемого из виртуальной точки пространства, но и пространственно разрешённая информация о том, как и откуда исследуемый ОП излучает свет.

Если первая область применения измерений в ближнем поле позволяет получать ту же информацию, что и дальнепольный, традиционный подход (распределение силы света в дальнем поле), то вторая причина гораздо важнее.

Имея пространственно разрешённую картину излучения света всей поверхностью источника света, можно формировать подробные файлы многоцветных лучей, которые могут использоваться при компьютерном проектировании оптических систем для создания реалистичных моделей. Одна из типичных схем гониофотометров ближнего поля – у гониофотометра типа 2.1 (рис. 4).

Исследуемое изделие (источник света или ОП) поворачивается вокруг фиксированной в пространстве вертикальной оси (азимутальная ось, обозначенная красной стрелкой), а приёмник поворачивается вокруг фиксированной горизонтальной оси (зенитная ось, обозначенная зелёной стрелкой). В отличие от двух описанных ранее схем в гониофотометрах этого типа оси не связаны друг с другом.

Очень важно, что стандартные фотометры не подходят для проведения пространственно разрешённых измерений. Требуется создающий изображение приёмник, типа камеры для измерений яркости. Количество получаемых при этом данных намного

больше, чем в случае традиционных гониофотометров.

Выводы относительно традиционных гониофотометров

В предшествующих разделах мы увидели, что существуют многочисленные геометрические схемы, позволяющие создавать гониофотометры для разных объектов применения (от автомобильных фар до светильников общего назначения). Ниже мы увидим, что для измерений в дальнем и ближнем полях требуются и применяются разнообразные кинематические схемы.

Гониофотометрия нового поколения

Если говорить о вышеназванных традиционных гониофотометрах, то видно, что все они, независимо от конкретного типа – 1.1, 1.3 или 2.1, содержат в целом по пять и более осей поворачивания: по меньшей мере две для позиционирования исследуемого ОП и/или приёмника и три оси переноса для позиционирования исследуемого ОП относительно центра поворачивания гониофотометра (обычно используются только для настройки перед измерениями).

Кроме того, видно, что для разных объектов применения используются разные механические или кинематические схемы: 1.1 – для автомобильных фар, 1.3 – для светильников общего назначения. Другими словами, в настоящее время для измерений используются несколько разных типов гониофотометров, каждый из которых рассчитан на свою область применений.

Новый же способ проведения гониофотометрических измерений основан на осуществлении требуемых пе-

Рис. 4.
Гониофотометр
типа 2.1

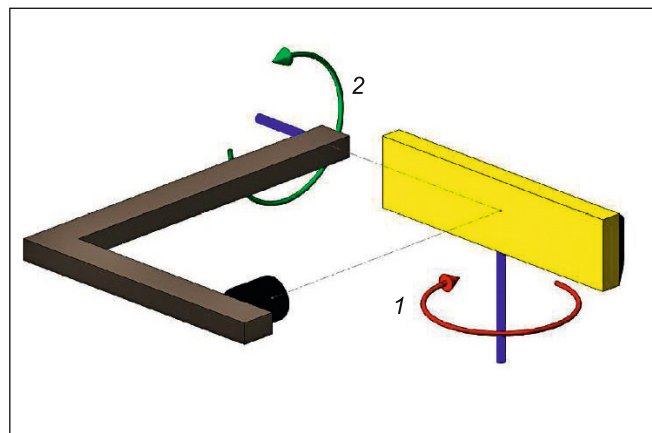


Рис. 5. Гониофотометр типа робогониио

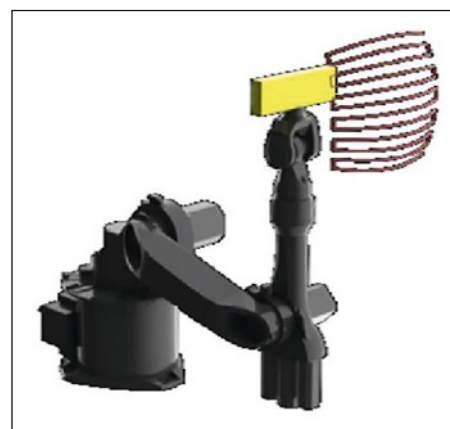


Рис. 6. Робогониио в модификации по типу 1.1

ремещений и поворачиваний при помощи промышленных роботов. При общем количестве осей поворачивания, равному шести, соответствующий измерительный прибор, названный робогониио (*robogonio*), способен ре-



Рис. 7. Робогонио в модификации по типу 1.3



Рис. 8. Робогонио в модификации по типу 2.1

лизировать упомянутые системы координат для проведения измерений как в дальнем, так и в ближнем полях (рис. 5).

Промышленные роботы широко применяются в промышленности. Почему же мы разглядели роботизированный подход к гониофотометрии только сейчас?

С одной стороны, из-за непрерывно возрастающей потребности промышленности, особенно автомобильной, в роботах (ежегодный выпуск роботов увеличивался гигантскими темпами, так что цена их стала такой, чтобы представлять очень большой интерес для гониофотометрии). А с другой стороны, из-за того, что за последние

десять лет угловая точность роботов возросла до уровня, сравнимого с точностью традиционных гониофотометров, или даже превзошла её.

Новый способ проведения гониофотометрических измерений имеет целый ряд достоинств:

- Любая система координат, такая, например, как в гониофотометрах 1.1 или 1.3, может реализовываться одним-единственным прибором.

- Механическая конструкция промышленного робота удивительно стабильна и жестка и намного надёжнее, чем у традиционных гониофотометров, выпускаемых лишь в сравнительно малых объёмах.

- Благодаря гибкости осей робогонио центр поворачивания уже не остаётся фиксированным и может выбираться в пространстве произвольным образом.

- Многочисленные, даже очень удалённые точки поворачивания легко реализуемы в пределах одной серии измерений (например, при разных режимах работы головной фары автомобиля).

- Конструкция в целом накладывает гораздо меньше ограничений на измерения больших или длинных ОП. В результате измерение длинных ОП (например, устанавливаемых сверху очень широких третьих стоп-сигналов) с помощью робогонио осуществимо легко.

- Имеются многочисленные роботы самых разных размеров, что позволяет создавать всевозможные робогонио с нагрузкой от 6 до более чем 1000 кг.

- Измерения можно производить очень быстро. Распределение силы света в 2л-пространстве высокоточно измеримо примерно за 2 мин.

- Стандарт *DIN EN13032-4* требует перед измерениями производить прогрев светильников с СД в стандартном рабочем положении (обычно, для большинства светильников общего назначения, со световым отверстием, направленным вертикально вниз) минимум 15 мин. После прогрева светильник устанавливают так, чтобы он светил на приёмник (как правило, горизонтально). Благодаря гибкости своих осей робогонио способен за один прогон автоматически реализовывать и требуемое время прогрева, и рабочее положение. Предназначенный для измерения светильников общего назначения традиционный го-

ниофотометр типа 1.3 это требование *DIN EN13032-4* удовлетворить не способен

Кроме того, один и тот же робогонио может использоваться для измерений как в дальнем, так и в ближнем полях. Это позволяет оптику или специалисту по освещению и получать подробную информацию об исследуемом источнике света, которая может закладываться в основу проектирования оптической системы, и измерять распределение силы света полученного в итоге ОП при помощи одного-единственного измерительного прибора, независимо от того, какой – типа 1.1 (автомобильные фары) или типа 1.3 (светильники общего назначения) – гониофотометр для этого требуется!

На рис. 6–9 показаны разные повороты гониофотометров при разных их применениях.

Робогонио, работающий как гониофотометр типа 1.1 (подтип А)

Работая в режиме 1.1, робогонио обеспечивает те же самые поворачивания, что и стандартный гониофотометр типа 1.1 (рис. 6).

Благодаря практической безразмерности в этом гониофотометре можно устанавливать и измерять очень большие или очень широкие ОП. Можно с лёгкостью измерять дву- или все-направленные светильники или многофункциональные осветительные системы с несколькими световыми отверстиями.

Робогонио, работающий как гониофотометр типа 1.3 (подтип А)

Этот же прибор, работающий теперь в режиме 1.3, обеспечивает те же самые поворачивания, что и стандартный гониофотометр типа 1.3 (рис. 7).

Очевидно, что благодаря открытой, не накладывающей никаких ограничений механике можно измерять довольно длинные ОП.

Робогонио, работающий как гониофотометр типа 2.1 (создание изображения источника света)

В режиме создания изображения источника света, предназначенного для формирования наборов лучей, измерения производятся применительно к одинаковым секторам телесного угла. Реализуемый робогонио путь напоминает сферу, что позволяет эффективно производить большое количество измерений яркости в разных точках окружающей источник света виртуальной сферы (рис. 8).

Работа без поворачивания

На что традиционные гониофотометры вообще не способны – это перемещение в пространстве по произвольной траектории. Нам всё чаще и чаще попадаются протяжённые и тонкие светящиеся трубки, используемые в самых разных целях. Яркость подобных конструкций требуется проверять в процессе разработки, и даже в большей степени – на стадии производства.

Оснащённый камерой-яркомером робогонио может с лёгкостью очерчивать в пространстве контуры светящихся трубок, с большой скоростью и высоким разрешением производя требуемые измерения (рис. 9). Благодаря гибкости прибора серия измерений может производиться применительно к разным требуемым геометриям измеряемого изделия.

Прогрев в соответствии с DIN EN13032-4

Из рис. 10 видно как робогонио может помещать ОП в его стандартное положение горения/работы на время прогрева (в данном примере – световым отверстием вниз). Изменение фотометрических параметров отслеживается при прогреве с помощью вспомогательного фотометра.

По окончании прогрева робогонио нацеливает ОП на фотометр, обычно – в горизонтальном направлении. Вызванные изменением ориентации изменения фотометрических параметров корректируются посредством вспомогательного фотометра. Далее можно приступать к измерению прогретого исследуемого ОП. И снова, в соответствии с DIN EN13032-4, вспомогательный фотометр отслеживает возможные изменения фотометрических параметров при произвольном поворачивании исследуемого ОП.

Заключение

В статье описан абсолютно новый, гораздо более гибкий по сравнению с предшествующими, способ проведения гониофотометрических измерений. Роботизированный гониофотометр представляет собой большую ценность на всём протяжении создания ОП, от стадии разработки оптической системы до стадии контроля готовой продукции. Один и тот же прибор собирает подробные данные об источнике света в начале процесса

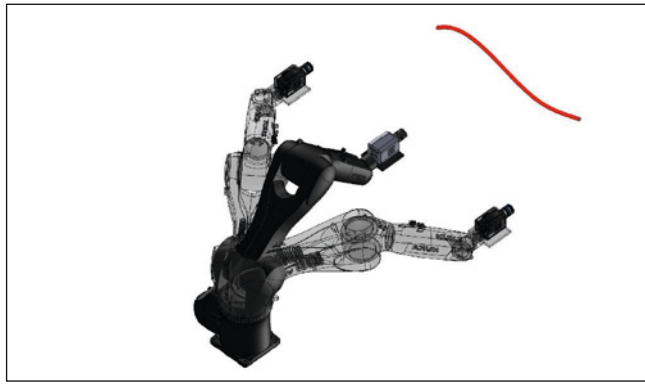


Рис. 9. Робогонио, работающий в режиме без поворачивания



Рис. 10. Процесс прогрева робогонио

и обеспечивает получение точной информации о созданном ОП после его изготовления.

Все эти достоинства сочетаются с наивысшей для подобных приборов угловой точностью и высокой скоростью проведения измерений при весьма конкурентоспособных ценах.

Это – гониофотометр нового поколения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ²

1. Baer, R., Gall, D. Grundlagen Beleuchtungstechnik // Huss-Medien GmbH, 2006.
2. DIN5032-1 Lichtmessung – Teil 1: Photometrische Verfahren, 1999.
3. DIN EN13032-1 Licht und Beleuchtung. Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten. Teil 1: Messung und Datenformat, 2004.
4. CIE70 The measurement of absolute luminous intensity distributions, 1987.
5. CIE121 The photometry and goniophotometry of luminaires, 1996.
6. Schumacher, V., Weißhaar, J., Potekev, F. Lichtquellenmodellierung für optische Simulation //Photonik. – 2001. – No. 1.

7. Hansen, D. Messung und Simulation polychromatischer Strahlendaten // Automobiltechnische Zeitung. – 2012. – No. 11. – P. 868–873.

8. TÜV Fahrzeug – Lichttechnik GmbH, TÜV Rheinland, Technical Report No. 5356066, opsira robogonio, 2013.

9. DIN EN13032-4 – Licht und Beleuchtung – Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten – Teil 4: LED-Lampen, – Module und -Leuchten; Deutsche Fassung prEN13032-4:2013.



Юрген П. Вайссхаар (Jürgen P. Weißhaar), инженер. Окончил в 1993 г. Университет прикладных наук Равенсбурга-Вайнгартена,

Германия. Основатель (1999 г.) и генеральный директор компании Opsira GmbH. Официальный эксперт и консультант по осветительной технике и фотометрии. Лектор по светотехнике в Университетах прикладных наук Исни (с 2007 г.) и Равенсбурга-Вайнгартена (с 2008 г.)

² Ссылки на литературу в тексте статьи отсутствуют. – Прим. пер.

МАГАЗИН «ПЯТЁРОЧКА»

ЗВЕЗДНЫЙ БУЛЬВАР
Г. МОСКВА, РОССИЯ



Важная тема энергоэффективности имеет ключевое значение в области розничной торговли. Значительная экономия электроэнергии может быть достигнута при оптимизации освещения магазинов. Всё больше и больше коммерческих предприятий выбирают энергоэффективные технологии. При реконструкции супермаркета «Пятёрочка» вся система освещения была изменена в пользу использования светодиодов.

Одна из крупнейших сетей супермаркетов в России использует одну из наиболее эффективных осветительных систем, представленных на рынке. Компоненты, поставляемые Vossloh-Schwabe, используются комплексно – от источника света до центрального управляющего устройства. Целью проекта являлась реализация автоматизированной и эффективной системы освещения, действующей не только в течение деловой и рабочей активности, но и в ночные часы, как для предотвращения несанкционированного вторжения, так и для повышения привлекательности магазина.

- Установлены светильники ALU-MAXi-SP длиной 2,8 м с модулями LED Line SMD-Kit для общего освещения в торговом зале, подсветки зоны касс и овощей.
- Общее количество светильников – 54.
- В светильниках использованы блоки питания 186443 ECXe 700.147, модули 557734 WU-M-502-840 и оптика Standard 555437 и специальная оптика (для освещения торговых стеллажей) Retail SYM 555438.
- Светильники ALU-MAXi-SP от компании «Смарт Лампс».

Характеристики светодиодного светильника

- **БОЛЬШОЙ СРОК СЛУЖБЫ: ДО 50 000 ч L80/V10**
- **ГИБКОЕ СВЕТОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСРЕДСТВОМ РАЗЛИЧНОЙ ОПТИКИ**
- **ДЛИНА: ОТ 280 ДО 3400 ММ И БОЛЕЕ**
- **ВЫСОКАЯ СВЕТООТДАЧА: ДО 147 лм/Вт**
- **ГАРАНТИЯ ДО 5 ЛЕТ**
- **ЦВЕТ КОРПУСА: БЕЛЫЙ, ДРУГИЕ ЦВЕТА ПО ЗАПРОСУ**



Компания «Смарт Лампс» (ООО)
ул. Докукина, 10/39 | (495) 668-0670
info@smartlamps.ru | www.smartlamps.ru

О резонансной однопроводной системе электропитания в освещении светодиодами или люминесцентными лампами

О.А. РОЩИН, Д.С. СТРЕБКОВ, Л.Ю. ЮФЕРЕВ¹

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства ФАНО России», Москва

Аннотация

Рассмотрены некоторые аспекты создания энерго- и ресурсосберегающих резонансных систем электропитания систем уличного освещения светодиодами или люминесцентными лампами. Представлено разработанное авторами экспериментальное оборудование для высокоэффективной передачи электроэнергии по однопроводной линии передачи на повышенной частоте к светильникам со светодиодами или люминесцентными лампами.

Ключевые слова: резонансная электрическая система, однопроводная линия электропередачи, уличное освещение, светильник, люминесцентная лампа, светодиоды.

Введение

Освещение крупных зданий и сооружений, а также освещение улиц, парков, площадей, связано с проблемой создания низковольтных линий электропередачи большой протяжённости с малыми потерями электроэнергии.

В настоящее время системы передачи электроэнергии на большое расстояние используют в подавляющем большинстве случаев трёхфазные цепи, которые состоят из повышающей трансформаторной подстанции, трёхфазной линии электропередачи, как правило, напряжением 6 или 10 кВ и понижающей трансформаторной подстанции. Поскольку большинство уличных светильников работают при напряжении сети 220 В, передача электроэнергии осуществляется со значительными потерями. Стандартная линия уличного освещения нуждается в установке промежуточных подстанций через каждые 2 км и содержит четырёхжильный провод.

Для передачи небольшой мощности этот метод энергетически довольно малоэффективен.

Известные решения автономных уличных светильников с солнечными батареями предполагают регулярное обслуживание и замену аккумуляторных батарей. Это, в свою очередь, сильно повышает стоимость эксплуатации системы уличного освещения. Поэтому было бы целесообразным уличное освещение с одной крупной солнечной электростанцией и единой системой электропередачи ко всем светильникам. При этом в обслуживании бы нуждалась только одна эта станция.

Впервые резонансная система передачи электроэнергии была предложена Н. Теслой [1]. Она позволяет передавать электроэнергию по однопроводной тонкой кабельной линии с питанием от одного передающего блока (фидера) при любой длине ули-

цы. В настоящей статье представлены достижения авторов в создании таких резонансных систем с малыми потерями на преобразование и передачу электроэнергии к светильникам со светодиодами (СД) или с люминесцентными лампами (ЛЛ).

Резонансная система электрического освещения

Авторами разработана резонансная система уличного освещения, содержащая резонансный передающий блок, кабельную однопроводную линию, комплект уличных светильников с СД и обратных преобразователей. В качестве источника электроэнергии при этом могут использоваться как стандартные электрические сети, так и возобновляемые источники [2].

Рис. 1 иллюстрирует принцип работы данной системы уличного освещения [3]. При этом напряжение сети или любого другого источника электроэнергии 1 с выходным напряжением 2–600 В, подводится к преобразователю частоты 2, преобразуется им в напряжение высокой частоты (ВЧ) и через конденсатор 3 подаётся на резонансный трансформатор Теслы 4, с высоковольтного вывода 5 которого снимается высоковольтное напряжение ВЧ, подаваемое на резонансную линию электропередачи 6. Второй вывод высоковольтной обмотки

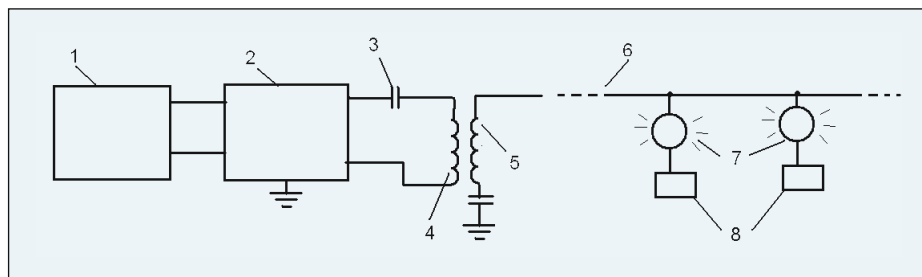


Рис. 1. Схема резонансной системы уличного освещения

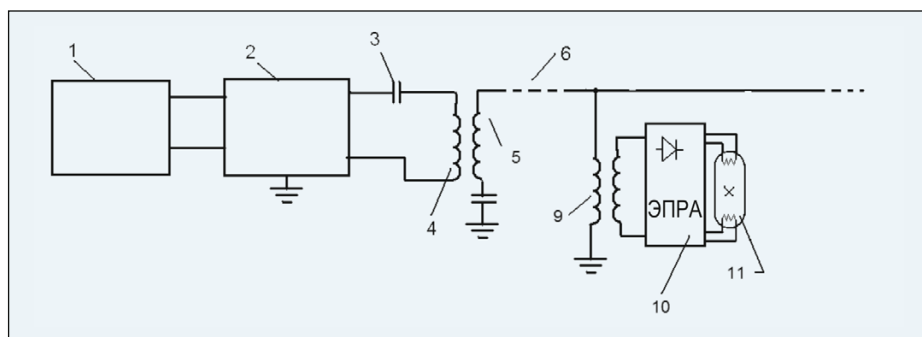


Рис. 2. Резонансная схема питания светильника с люминесцентной лампой с ЭПРА через понижающий трансформатор

¹ E-mail: leouf@ya.ru



Рис. 3. Резонансная система уличного освещения на озере Селигер

5 трансформатора через конденсатор соединяется с землей. Светильники 7 подсоединены параллельно, одним выводом – к высоковольтной линии, а вторым – к ёмкости 8 в виде изолированного проводящего тела. Светильники содержат обратный преобразователь с необходимым выходным напряжением, СД-источник света и собственную изолированную ёмкость 8.

Авторами также предложена резонансная система питания светильников с ЛЛ через понижающий трансформатор Теслы [4] (рис. 2). В ней энергия от источника питания 1 подаётся на преобразователь частоты 2, затем через конденсатор 3 поступает на низковольтную обмотку повышающего ВЧ резонансного трансформатора 4, высоковольтная обмотка 5 которого своим высоковольтным выводом соединена с однопроводной линией 6 с параллельно соединёнными светильниками. Последние содержат понижающий трансформатор 9, ЭПРА 10 и ЛЛ 11. Резонансная частота системы передачи электроэнергии составляет 1–100 кГц, а напряжение однопроводной линии – (0,5–10) кВ.

На рис. 3 и 4 представлен демонстрационный образец резонансной однопроводной системы дорожного освещения, установленной в 2006–2007 гг. Л.Ю. Юфревым и О.А. Рошиным. В качестве однопроводной линии здесь использован высоковольтный провод ПВВ-1 сечением 1 мм². Малогабаритный блок питания линии освещения был смонтирован рядом с автономными источниками питания, в качестве которых использовалась ветроэлектрическая установка мощностью 2,5 кВт, солнечные и аккумуляторные батареи.

Одним из основных элементов резонансной передачи электроэнергии

Рис. 4. Стационарный концентратор с солнечной батареей для автономного питания резонансной системы освещения



является резонансный повышающий трансформатор. Он представляет собой LC-контур, в котором катушка индуктивности имеет две обмотки, и предназначен для получения высокого напряжения повышенной частоты из низкого напряжения и гальванической развязки преобразователя напряжения и светильников [5, 6].

Благодаря резонансу напряжений и высокой добротности LC-контура в первичной обмотке входное напряжение повышается в несколько раз. При этом у данного трансформатора совместно с батареей конденсаторов 3 имеется собственная резонансная частота, немного превышающая резонансную частоту всей системы, включающей приёмно-передающее оборудование и линию электропередачи.

Разработанный авторами резонансный трансформатор основан на идеях Н.Теслы, получивших своё дальнейшее развитие на основе современных материалов и приборной техники. Для снижения массо-габаритных показателей, позволяющего изготовление компактных преобразователей напряжения, конструкция резонансного трансформатора имеет ферритовый сердечник.

Разработанная система передачи электроэнергии позволяет значительно сокращать время строительства систем освещения, в несколько раз снижать расход цветных металлов, принципиально упрощать обслуживание системы освещения и повышать надёжность этой системы в целом, что делает данную технологию социально значимой и повышает общую безопасность объектов с присутствием большого количества людей. Применение проводов с малым содержанием цветного металла резко снижает вероятность их хищения. Исключают-

ся обрывы проводов от природных явлений типа ураганов и обледенений, т.к. реализуется подземная прокладка кабелей. По той же причине практически исключается отвод земель под линии электропередачи и обеспечивается их полная экологическая безопасность. Минимизируется дефицит используемых материалов: резонансная технология передачи электроэнергии не избирательна к проводящему материалу – в качестве проводника тока может служить и медный, и алюминиевый, и стальной провод, а также немаetalлические проводники.

Кроме того, благодаря возможности плавной перестройки частоты задающего генератора передающего преобразователя напряжения возможно упрощённое изменение передаваемой по линии мощности, и, соответственно, – уровня освещения.

Резонансная система освещения с питанием от солнечной батареи

Авторами экспериментально подтверждено, что светильники с СД обладают свойством работать от однопроводной линии, используя при этом положительные и отрицательные полуволны реактивного тока однопроводной линии [7].

На рис. 5 электроэнергия от солнечной батареи 1 через диод 2 или от аккумулятора 3 с контроллером заряда 4 подаётся на вход преобразователя 5, а затем через резонансные конденсаторы 16 – на низковольтную обмотку 6 повышающего ВЧ резонансного трансформатора 7. Диод 2 препятствует разряду аккумулятора 3. Низкопотенциальный вывод 14 высоковольтной обмотки 8 через разделительный конденсатор 17 соединён с землёй.

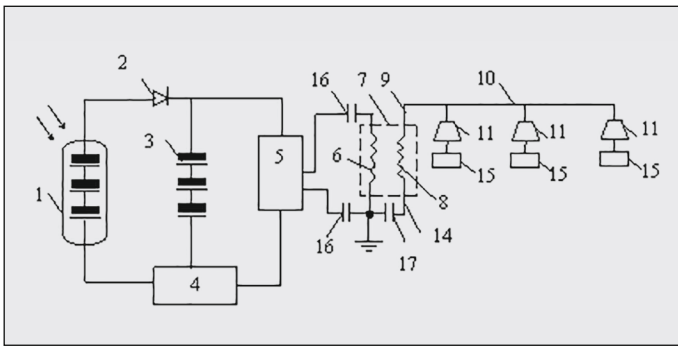


Рис. 5. Резонансная система освещения с питанием от солнечной батареи

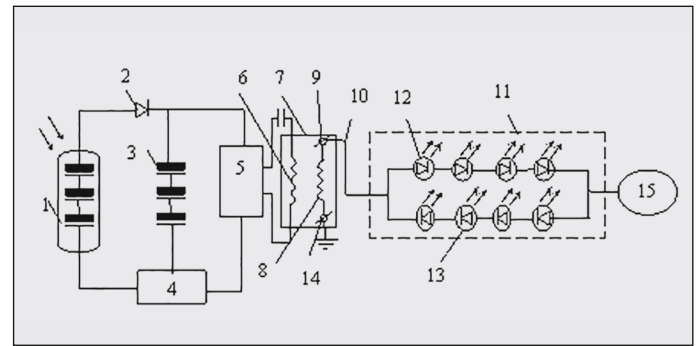


Рис. 7. Схема светильника с двумя цепями последовательно соединённых сверхярких светодиодов

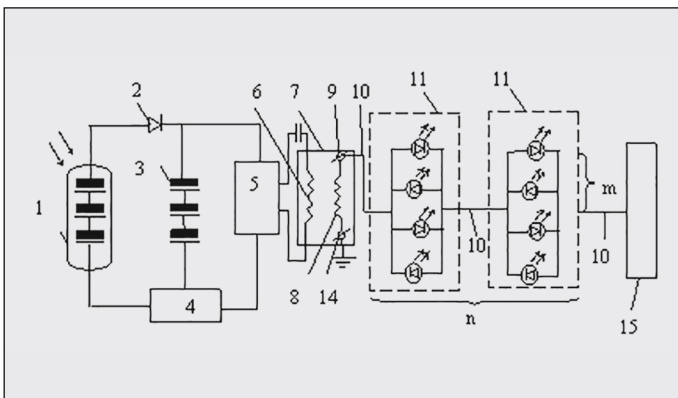


Рис. 6. Схема подключения светильников, содержащих по две пары встречно-параллельно соединённых сверхярких светодиодов

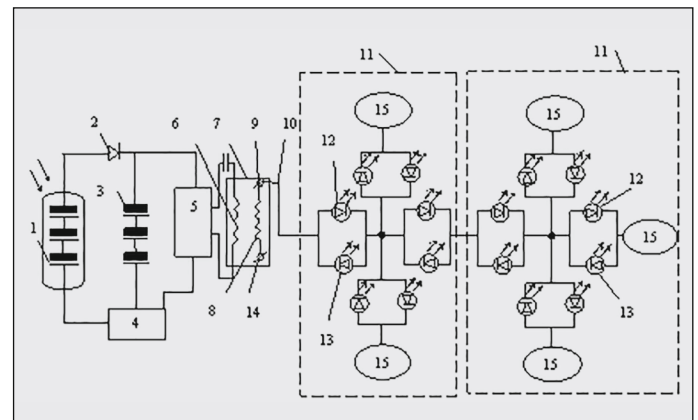


Рис. 8. Схема солнечного светильника (вариант 1)

Высоковольтная обмотка 8 ВЧ резонансного трансформатора 7 своим высоковольтным выводом 9 соединена однопроводной линией 10 со светильниками 11, имеющими естественную ёмкость 15. Благодаря этому осуществляется подача электрической энергии к светильникам и их работа [7].

На рис. 6 каждый светильник 11 содержит две пары встречно-параллельно соединённых СД 12 и 13. В конце однопроводной линии 10 светильник 11 подсоединён одним выводом к однопроводной линии, а другим – к естественной ёмкости 15 в виде изолированного проводящего тела.

На рис. 7 собственно светильник 11 содержит две цепи с четырьмя последовательно соединёнными СД 12 и 13, включённые встречно-параллельно и соединённые с естественной ёмкостью 15.

На рис. 8 представлен так называемый солнечный светильник, содержащий два светильника с СД 11 с четырьмя парами встречно-параллельно включённых СД 12 и 13, соединённых в разветвлённую сеть. На рис. 9 представлен солнечный светильник другой модификации, состоящий из двух светильников с СД 11, каждый из кото-

рых содержит по две встречно включённых цепи из двух последовательно соединённых СД 12 и 13, параллельно которым подключены диоды 18.

Солнечный светильник работает следующим образом. Электроэнергия от источников 1 или 3 преобразуется по частоте в преобразователе частоты 5, повышается по напряжению с помощью повышающего ВЧ резонансного трансформатора 7, и создаются резонансные колебания тока и напряжения в первичной обмотке 6, вторичной обмотке 8 и в однопроводной линии 10 с частотой 1–100 кГц, равной частоте преобразователя частоты 5.

Электромагнитная энергия в виде потока волн ёмкостного тока и напряжения перемещается от вывода

9 с высоким потенциалом через светильники 11 к естественной ёмкости 15 с более низким потенциалом, поэтому джоулевы потери энергии в незамкнутом проводнике 10 малы. Положительная полуволна тока и напряжения проходит через СД, включённые в прямом направлении, создавая на них падение напряжения в 2–6 В. Положительные полуволны вызывают свечение согласно включённых СД, а отрицательные – встречно включённых.

Пример выполнения солнечного светильника

Солнечная батарея мощностью 30 Вт и напряжением 12 В (рис.10)

Рис. 10. Комплект оборудования для передачи электроэнергии от солнечной батареи



и аккумуляторная батарея напряжением 12 В включены для работы с преобразователем частоты 50 кГц мощностью 15 Вт с выходным напряжением 12 В. Повышающий ВЧ резонансный трансформатор содержит 8 витков низковольтной обмотки и 2500 витков высоковольтной, при этом на высоковольтном выводе генерируется потенциал в 1,5 кВ при частоте 50 кГц. Светильник содержит четыре пары встречно-параллельно соединённых СД белого свечения с рабочим напряжением 3 В, световым потоком 100 лм и рабочим током до 300 мА каждый.

Благодаря потреблению ВЧ электроэнергии работа светильников в резонансном режиме осуществляется с высоким коэффициентом мощности, 85–90%, с передачей энергии от источника энергии к светильнику по однопроводной линии с малыми потерями в проводнике. При питании светильника по однопроводной линии исключается возможность короткого замыкания, так как отсутствуют проводники с разностью потенциалов между ними (в отличие от обычной электрической сети). Источником электроэнергии может быть не только солнечная батарея, но и любой другой.

С выхода резонансного трансформатора снимается напряжение 980 В (повышенное) частоты 5–9 кГц. В случае перегрузки или замыкания в нагрузке резко снижаются добротность резонансного трансформатора, выходное напряжение и потребляемая мощность. Из-за высокой частоты при эксплуатации предлагаемой системы отсутствуют серьёзные травмы при электропоражении в случаях контакта с повреждённой осветительной линией электропередачи.

Заключение

Разработанная резонансная система электрического освещения с использованием светильников со сверхъяркими СД или с ЛЛ с питанием их электроэнергией ВЧ по однопроводной линии не требует применения ПРА.

Использование провода или кабеля с одной тонкой жилой снижает расход цветных металлов и капитальные затраты на осветительные сети, исключает возможность короткого замыкания в линиях и лишает смысла хищение кабелей и проводов. Резонансная система питания светильников может применяться для экономичного наружного и внутреннего освещения.

Резонансные системы позволяют значительно сократить стоимость и повысить надёжность систем уличного освещения благодаря достаточности единственного источника питания, работающего на все подключаемые к нему светильники. (Так, удельная мощность системы освещения пешеходной дороги составит лишь 0,5–1,0 кВт/км.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Tesla N.* System of electric lighting / Патент США № 454622. 1891.
2. *Шахраманьян М.А., Стребков Д.С., Юферев Л.Ю., Прошкин Ю.А.* Светодиодное освещение на основе резонансной системы передачи электрической энергии // Русский инженер. – 2012. – № 1. – С. 43.
3. *Юферев Л.Ю., Стребков Д.С., Роцин О.А.* Экспериментальные модели резонансных систем передачи электроэнергии. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2010. – 208 с.
4. *Стребков Д.С., Юферев Л.Ю., Роцин О.А., Верютин В.И.* Система питания газоразрядных ламп / Патент России № 2364783. 2009. Бюл. № 23.

5. *Стребков Д.С., Юферев Л.Ю., Александров Д.В., Соколов А.В.* Повышение эффективности систем освещения и облучения // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2014. – № 1. – С. 13–16.

6. *Юферев Л.Ю.*, Повышение эффективности резонансных систем освещения и облучения // Вестник ВИЭСХ. – 2013. – № 3 (12). – С. 55–58.

7. *Стребков Д.С., Некрасов А.И., Лямцов А.К., Юферев Л.Ю.* Солнечный светильник (варианты) / Патент России № 2241176. 2004. Бюл. № 28.



Роцин Олег Алексеевич, кандидат техн. наук. Окончил в 1973 г. Горьковский институт инженеров водного транспорта. Старший научный сотрудник ФГБНУ

«Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства ФАНО России». Область научных интересов: резонансные системы передачи электроэнергии



Стребков Дмитрий Семёнович, доктор техн. наук, профессор. Научный консультант ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт

электрификации сельского хозяйства ФАНО России». Академик РАН. Заслуженный деятель науки РФ. Основная область научных интересов: энергетика и электрификация, возобновляемые источники энергии



Юферев Леонид Юрьевич, кандидат техн. наук. Окончил в 2000 г. МИИСП им. В.П. Горячкина. И.о. директора ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский

институт электрификации сельского хозяйства ФАНО России». Область научных интересов: резонансные системы передачи электроэнергии и электротехнологии в сельском хозяйстве

Расширение яркостного подхода к оценке дорожного и тоннельного освещения

А. ШТОКМАР¹

Компания LCI Light Consult International, Целле, Германия

Аннотация

Зрительное восприятие распределения яркости по поверхности дороги перед водителем автомобиля не вполне соответствует измеряемому при традиционном угле наблюдения. Для преодоления этого несоответствия предлагается расширить современный подход к измерению яркости, дополнив его ещё одним углом наблюдения. Это требует знания отражательных характеристик дорожного покрытия при разных углах наблюдения. Для определения ожидаемой равномерности на стадии проектирования необходимо использовать расчётную сетку, плотность которой примерно втрое выше, чем у обычной. Применительно к освещению дорог и тоннелей использование ещё одного угла наблюдения существенно сказывается и на оценках яркости эквивалентной вуали и пороговых приращений яркости.

Ключевые слова: отражательные характеристики, дорожные покрытия, освещение дорог и тоннелей, яркость поверхности дороги.

1. Введение

Решающими критериями оценки освещения автомобильных дорог и тоннелей служат уровень и равномерность яркости проезжей части дороги и ограниченность слепящей яркости. Использование яркостного подхода требует знания отражательных характеристик поверхности дороги. Используемые сегодня дорожные покрытия имеют отражательные характеристики, которые не только отличаются от приведённых в стандартных таблицах МКО [1], но и зависят от угла наблюдения. При движении с пониженной скоростью в ночное время взгляд водителя чаще

всего фиксируется на участках дороги, расположенных в 30 м перед автомобилем, то есть угол наблюдения равен 3° (к горизонтали). При скорости 30 км/ч длина освещаемого фарой участка перед автомобилем примерно равна остановочному пути. На таком расстоянии воспринимаемое распределение яркости может сильно отличаться от рассчитанного при обычных допущениях об угле наблюдения в 1° . Для устранения этого несоответствия между результатами расчётов и зрительным восприятием современный подход следует расширить, с тем чтобы на стадии проектирования рассматривались разные углы наблюдения.

2. Яркостный подход

Яркость поверхности дороги определяется в соответствии с условиями и методами, например, изложенными в технических отчётах МКО по освещению дорог [2] и тоннелей [3]. Условия оговаривают положение наблюдателя в поперечном направлении и положения неподвижного и (или) движущегося наблюдателя по отношению к расчётному полю. Обычно высота глаз над дорогой берётся равной 1,5 м, что при угле наблюдения в 1° соответствует расположению точки наблюдения в 86 м перед наблюдателем.

Аналогичные условия сформулированы и для расчёта яркости эквивалентной вуали и результирующих пороговых приращений яркости. Наблюдатель располагается перед расчётным полем на таком продольном расстоянии от него, которое эквивалентно 20° -ному углу наблюдения центра первого из находящихся перед наблюдателем светильников, которые следует учитывать при расчётах. При угле наблюдения дорожного покрытия в 1° угол между линией зрения и центром первого светильника равен 21° . Вклад суммируется для всех светильников, расположенных в направлении наблюдения на расстоянии до 500 м.

3. Отражательные характеристики дорожных покрытий

Отражательные характеристики дорожных покрытий обычно приводятся в виде (стандартных) таблиц (приведённых) показателей яркости. Показатель яркости представляет собой частное от деления яркости элемента поверхности в рассматриваемом направлении на освещённость этого элемента при заданных условиях освещения [2]. Для описания геометрических условий освещения и наблюдения используются следующие углы [2]: угол наблюдения α (между линией зрения и горизонталью); азимутальный угол β (между двумя вертикальными плоскостями, содержащими ось освещения и линию зрения); угол падения света γ (между направлением освещения и вертикалью); угол поворота направления наблюдения вокруг вертикали δ . Считается, что угол δ не влияет на значение показателя яркости, вследствие чего его принимают равным 0. При движении автомобиля с умеренной скоростью представляющие интерес углы наблюдения составляют $0,5$ – $1,5^\circ$. Измерения показателей яркости традиционно проводятся при угле наблюдения в 1° .

4. Расширенный подход

Наблюдается тенденция к снижению предельно допустимой скорости дорожного движения в населённых пунктах, например, с 50 до 30 км/ч. При такой скорости, особенно в ночное время, взгляд водителя чаще всего фиксируется на участках дороги, расположенных в 30 м перед автомобилем, то есть угол наблюдения оказывается примерно равным 3° . Измерения образцов дорожных покрытий продемонстрировали существенные различия между отражательными характеристиками, соответствующими разным углам наблюдения.

Если при проектировании учитываются реальные характеристики покрытий, то требуемую среднюю яркость часто можно получить при меньших затратах энергии, а расчётная равномерность яркости будет соответствовать зрительному восприятию. Если считать, что измеренные значения показателя яркости сохраняются относительно выбранного направления наблюдения в пределах $\pm 0,5^\circ$, то расположенный перед наблюдателем соответствующий уча-

¹ По материалам доклада на 28-й Сессии МКО, 29.06–04.07.2015. Манчестер, Великобритания

E-mail: a.stockmar.lci@t-online.de

Перевод с англ. Е.И. Розовского

сток дороги (при 1,5-м высоте положения глаз) простирается от 57 до 172 м при угле наблюдения в 1° и от 24,5 до 34,4 м при угле наблюдения в 3° . Так как расчётное поле, длина которого обычно равна расстоянию между светильниками, больше участка, учитываемого при угле наблюдения в 3° , то распределение яркости следует оценивать применительно к движущемуся наблюдателю. В случае современных светильников с неравномерным светораспределением необходимо использовать расстояние между точками сетки в продольном направлении, меньшее обычного максимального (3 м [2]) или рекомендуемого (2 м [3]) расстояния, то есть расстояние в продольном направлении должно составлять не более 1 м.

При угле наблюдения в 3° углы между линией зрения и осью освещения больше, чем при угле наблюдения в 1° ; это снижает как яркость эквивалентной вуали, так и, в зависимости от средней яркости поверхности, пороговые приращения яркости, что особенно интересно в случае установок встречного освещения в тоннелях.

5. Примеры и результаты

Первые измерения, позволяющие сформировать полные r -таблицы для углов наблюдения в 1 и 3° к горизонтали, продемонстрировали доходящие до $\pm 10\%$ отличия значений среднего показателя яркости от общепринятых [1]. Имеются признаки того, что у менее зеркальных поверхностей (например, класса RI) с увеличением угла наблюдения средний показатель яркости падает, но это нуждается в дополнительном подтверждении. Результаты расчётов традиционных установок симметричного и встречного освещения тоннелей отражают ожидаемые отличия в уровнях средней яркости дорожного покрытия для движущегося наблюдателя.

Расчётные (максимальные) яркости эквивалентной вуали, которые более-менее не зависят от геометрии осветительной установки и распределения силы света светильников, при угле наблюдения в 3° всегда примерно на 20% меньше, чем при угле наблюдения в 1° . При заданных ограничениях, получающиеся в итоге пороговые приращения яркости могут приводить к созданию других светораспределений для конкретных схем расположения светильников.

Для определения реалистичных (сочетающихся со зрительным восприятием) значений коэффициентов общей и продольной равномерности распределения яркости необходимо использовать плотную в обоих направлениях сетку точек измерения. Если расстояние между точками измерения уменьшить до менее чем 1 м (предпочтительно – до 0,5 м), то для поверхностей с высокой степенью зеркальности (например, класса $RIII$), освещаемых светильниками с неравномерным светораспределением (измеренным с достаточной угловой точностью), при угле наблюдения в 3° имеет место значительный спад равномерности.

6. Заключение

На малой скорости взгляд водителя чаще всего фиксируется на частях дороги, расположенных примерно в 30 м перед автомобилем, что соответствует углу наблюдения в 3° . Измерения образцов дорожных покрытий продемонстрировали существенные различия между отражательными характеристиками покрытий, соответствующими разным углам наблюдения. Для оценки воспринимаемой равномерности на стадии проектирования необходимо дополнительно учитывать яркость поверхности дороги при угле наблюдения в 3° . Предлагается расширить существующий подход к оценке яркости, с тем чтобы приводить измеряемые значения параметров освещения в соответствие с ожидаемым зрительным восприятием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. CIE144:2001 «Road surface and road marking reflection characteristic». – Vienna: CIE, 2001.
2. CIE140:2000 «Road lighting calculations». – Vienna: CIE, 2000.
3. CIE189:2010. Calculation of tunnel lighting quality criteria». – Vienna: CIE, 2010.



Аксель Штокмар (Axel Stockmar),
инженер. Компания
LCI Light Consult
International.
Почётный
профессор
Ганноверского
университета
прикладных наук
и искусств

Инновационные измерители параметров наружного автомобильного освещения

Ведущая компания-производитель точных светоизмерительных устройств *Instrument Systems GmbH* специально для автомобильного и дорожного освещения выпускает линейку устройств «*Optronik*». На Международном симпозиуме по автомобильному и дорожному освещению (*ISAL*) 28-30.09.2015, в Дармштадте – самом важном форуме по автомобильному освещению – компания представила гониофотометры модельного ряда «*AMS*» из этой линейки специалистам по безопасности дорожного движения, инженерам-фотометристам, представителям испытательных и сертификационных лабораторий.

Флагман этой продукции – гониофотометр *AMS5000* предназначен для снятия характеристик крупных и тяжёлых испытываемых образцов. Инновационные сервоприводы линейных осей повышают их скорость и плавность хода. Расширенный подход к безопасности с использованием лазерных сканнеров, световых барьеров и предохранительных коври-



ков удовлетворяет самым высоким требованиям к безопасности при эксплуатации.

Instrument Systems на *ISAL* показала и самый компактный гониофотометр линейки «*Optronik*» – *AMS200*. Он особенно подходит для фотометрирования мало- и среднеразмерных светильников и блоков светильников. Малогабаритность и объединённая стойка делают *AMS200* идеальной бюджетной альтернативой для небольших лабораторий, с сохранением преимуществ в скорости, эффективности и безопасности измерений, типичных для гониофотометров линейки «*Optronik*».

Международные межлабораторные сличения – 2013 (IC2013). Опыт и результаты участия ИЦ ВНИСИ

А.А. БАРЦЕВ¹, Р.И. БЕЛЯЕВ, Р.И. СТОЛЯРЕВСКАЯ
ООО «ВНИСИ им. С.И. Вавилова», Москва

Аннотация

Международные межлабораторные сличения – 2013 (IC2013) были подготовлены и проведены применительно к измерениям параметров изделий со светодиодами (СД) группой международных экспертов в рамках специальной программы *IEA 4E SSL Annex* Международного энергетического агентства (МЭА) с октября 2012 по август 2013 г. Затем в течение почти года проводились анализ и обработка результатов измерений и публиковались промежуточные отчёты, после чего в сентябре 2014 г. был опубликован окончательный отчёт, содержащий данные, полученные всеми участниками, и анализ результатов измерений. Непосредственно в измерениях приняли участие 54 лаборатории из 18 стран. Дополнительно в отчёт были включены результаты 35 лабораторий из США, которые проводили измерения аналогичных ламп по аналогичной методике незадолго до начала программы *IEA 4E SSL Annex*. Кроме того, в окончательный отчёт были

включены данные 21 лаборатории, полученные от Организации аккредитованных лабораторий Азиатско-Тихоокеанского региона (APLAC). Таким образом, суммарно в итоговый отчёт по IC2013 были включены результаты измерений, проведённых в 110 лабораториях мира.

Измерения проводились для 123 наборов тестовых образцов, и каждый такой набор содержал от 4 до 5 разных типов ламп, включая светодиодные (СД-) лампы. Для каждого тестируемого образца измерялись и определялись световой поток, активная мощность, световая отдача, действующие значения тока и напряжения, коэффициент мощности, координаты цветности, коррелированная цветовая температура, индекс цветопередачи.

В статье рассмотрены расхождения результатов измерений, полученных в лабораториях-участниках, включая ИЦ ВНИСИ, и результатов измерений, полученных в базовых лабораториях-организаторах (NIST (США), VSL (Нидерланды), NLTC (КНР) и AIST (Япония)). Обработка полученных результатов выполнялась в рамках сличений в соответствии с требо-

ваниями международных стандартов *ISO 13528* (определялся показатель «*z'-index*» и если лаборатория-участник предоставляла в своём отчёте оценки погрешности измерений, то в соответствии с *ISO/IEC 17043* определялся показатель «*E_n-value*». Приведён анализ результатов.

Ключевые слова: межлабораторные сличения (IC), световой поток, активная мощность, действующие ток и напряжение, световая отдача, координаты цветности, коррелированная цветовая температура, индекс цветопередачи, коэффициент мощности, неопределённость и погрешность измерений, стандартное отклонение.

1. Введение

Международные межлабораторные сличения – 2013 (IC2013) [1] были организованы с целью оценки профессиональных возможностей лабораторий, предлагающих свои услуги на мировом рынке измерений параметров светотехнической продукции. Для того, чтобы привлечь как можно больше лабораторий из разных регионов земного шара, в качестве организаторов и исполнителей сличений были выбраны четыре базовые лаборатории:

- NIST (Национальный институт стандартов и технологий, США).
- VSL (Нидерландский метрологический институт, Нидерланды).
- NLTC (Национальный светотехнический измерительный центр, КНР).
- AIST/NMIJ (Национальный институт передовой промышленной науки и технологий / Национальный метрологический институт Японии, Япония).

Предварительно базовые лаборатории провели сличения между собой. После этого каждый участник сличений был прикреплен к одной из базовых лабораторий таким образом, что VSL в основном охватывала европейский регион, NLTC – китайский и Азиатско-Тихоокеанский регионы, AIST/NMIJ – Японию, а NIST – американский регион (рис. 1). Базовой лабораторией для Испытательного центра (ИЦ) ВНИСИ стал Нидерландский метрологический институт VSL (Van Swinden Laboratory – Лаборатория Ван Свиндена, г. Делфт, Нидерланды).

Каждой лаборатории-участнику перед проведением измерений был при-

¹ E-mail: bartsev@vnisi.ru

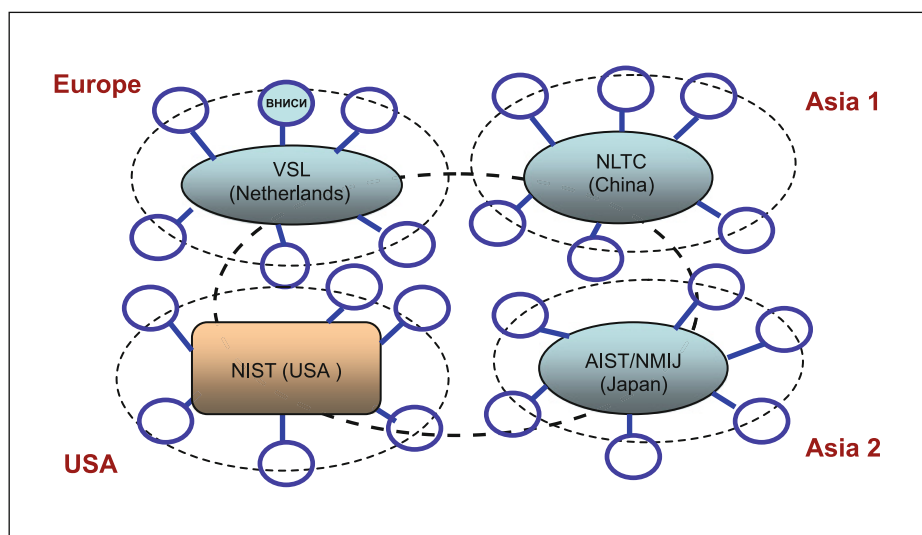


Рис.1 Схема взаимодействия базовых лабораторий и лабораторий-участников при проведении сличений

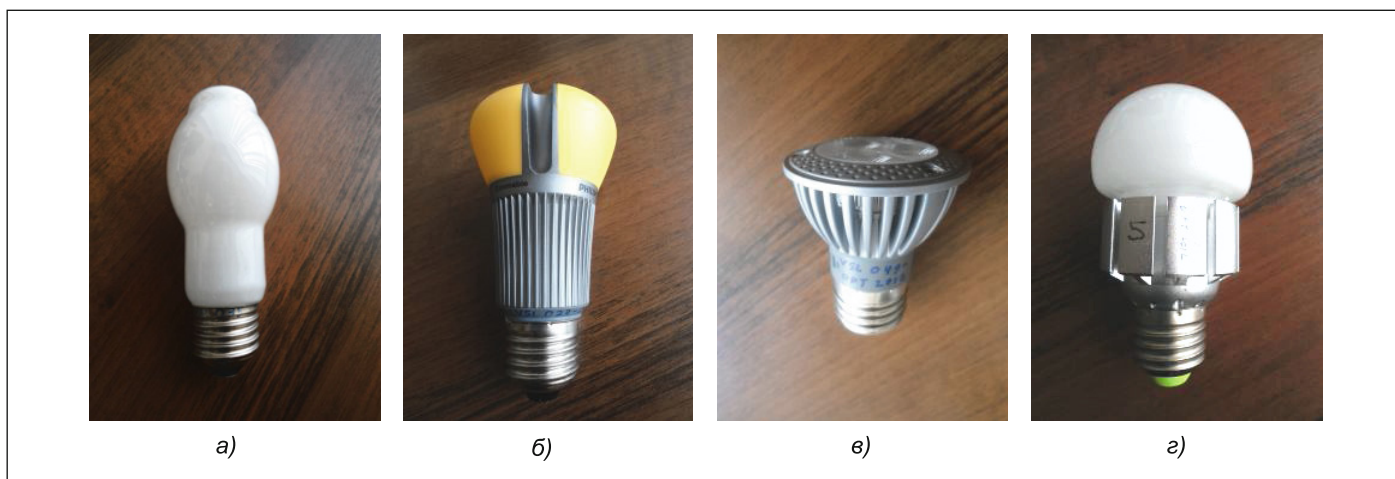


Рис. 2. Типы ламп, использовавшихся в качестве перевозимых образцов для сличений:

а – ЛАС (лампа накаливания), б – OD (СД-лампа всенаправленного света: СД-лампа с удалённым люминофором), в – D (СД-лампа направленного света), г – LPF (СД-лампа с низким коэффициентом мощности)

своен свой идентификационный код (*Lab Code*) и номер (*Lab #*), которые были известны только участнику измерений и базовой лаборатории. Таким образом, результаты сличительных измерений для всех участников (за исключением базовых лабораторий) в итоговом отчёте представлялись в анонимном виде. При этом участие в международных сличениях было платным: €3425.

2. Измеряемые величины, методики проведения измерений и оценки погрешности

Для каждого тестируемого образца измерялись следующие характеристики: световой поток, действующие значения силы тока и напряжения, активная мощность, световая отдача, координаты цветности x и y , коррелированная цветовая температура $T_{ки}$, общий индекс цветопередачи R_a и, опционально, коэффициент мощности. Методики выполнения измерений в процессе сличений были разработаны МЭА в рамках проекта 4E (*Efficient Electrical End-Use Equipment*). Подготовленный документ был опубликован в октябре 2012 г. [2]. В нём оговаривались требования к окружающей среде (температура и влажность), условиям установки в процессе сличений перевозимых образцов и их электропитанию, условиям измерений электрических характеристик и стабилизации параметров ОП, используемых в сличениях. Особое место в требованиях к измерению световых и, главным образом, цветовых характеристик ис-

пытываемых ОП занимают спектрорадиометрические методы в сочетании с интегрирующей сферой и гониофотометром. Это связано с угловой зависимостью спектрального распределения излучения образцов на основе СД и необходимостью усреднения этой характеристики для расчётов координат цветности, $T_{ки}$ и R_a .

Оценки неопределённости (погрешности)² измерений в процессе сличений регламентировались международными документами [3–6]. Значения тестируемых параметров приписывались измеряемым образцам соответствующей базовой лабораторией-организатором и рассчитывались для каждой лаборатории-участника как среднее между результатами измерений рассматриваемого параметра до отправки и после возвращения. Критерии анализа и оценки полученных результатов измерений базировались на расчёте параметров « z' -index» и « E_n -value», широко используемых в международной практике межлабораторных сличений [4, 6].

Каким из этих параметров лучше пользоваться, зависит от состояния измерительной базы и, соответственно, заявленной лабораторией-участником неопределённостей. В общем случае, если $|E_n\text{-value}| > 1,0$, то это неудовлетворительный результат, т.к. означает, что различие результатов измерений, проведённых в базовой ла-

боратории и лаборатории-участнике, больше, чем заявленная лабораторией-участником погрешность измерений. С другой стороны, если участник сличений заявил большие погрешности (низкая точность измерений), то он может пройти по этому параметру, хотя измерительная база его лаборатории может не соответствовать требованиям к измерениям СД источников света.

3. Образцы осветительных приборов для проведения сличений

Всего в ходе сличений было задействовано 123 набора образцов ОП для измерений (*artefact set*). На рис. 2 представлен один из таких наборов образцов, который был получен ИЦ ВНИСИ (из-за сложностей с транспортировкой и таможенным оформлением набор был получен без одного из образцов – линейной ЛЛ с высокой $T_{ки}$ (НССТ)).

4. Результаты сличений

4.1. Сличения между базовыми лабораториями

Широкомасштабные международные сличения светотехнических испытательных лабораторий проходили в два этапа. На первом этапе базовые лаборатории провели сличения между собой, и была разработана и уточнена методика выполнения измерений в процессе сличений [2]. В качестве образцов для 1-го этапа сличений (между базовыми лабораториями)

² В международной практике для оценки результатов измерений применяется их «неопределённость», а в отечественной – «погрешность», и только на уровне первичных эталонов – «неопределённость».

использовался отдельный набор из 6 ОП: лампы № 1 и 2 – ГЛН мощностью 150 Вт со светорассеивающей колбой и мощностью 60 Вт с прозрачной колбой соответственно; лампа № 3 – СД-лампа с активной обратной связью для обеспечения стабильных цветовых параметров; лампа № 4 – СД-лампа с удалённым люминофором; лампа № 5 – СД-лампа с большим искажением формы тока и большим коэффициентом нелинейных искажений (*THD*); лампа № 6 – СД-лампа направленного света с узким пучком.

Для лабораторий-организаторов базовой лабораторией являлся *NIST* (Национальный институт стандартов и технологий, США), т.к. лаборатории именно этого института имеют высокоточную базу первичных фотометрических, колориметрических и спектрометрических эталонов и внесли наибольший вклад в подготовку нормативных материалов для сличений и в разработку национальных и международных стандартов, регламентирующих измерения ОП с СД. Сличения базовых лабораторий продемонстрировали высокий уровень точности измерений у всех лабораторий-организаторов сличений и сходимость результатов их измерений. Так, при измерении светового потока относительные различия между результатами измерений для всех 6 образцов составили не более 1%, а для $T_{ки}$ – не более 20 К. Подробно с результатами сличений базовых лабораторий можно ознакомиться в отчёте [7].

Второй этап международных сличений включал в себя формирование наборов образцов в базовых лабораториях, измерение их параметров перед передачей лабораториям-участникам, передачу/пересылку образцов лабораториям-участникам, измерения образцов в лабораториях-участниках, возврат образцов и повторные измерения в базовых лабораториях после возвращения образцов, а также составление промежуточных и заключительного отчётов.

4.2. Результаты измерений в лабораториях-участниках сличений

В заключительном отчёте [8] на основании и с учётом сличений между базовыми лабораториями обобщены все результаты проведённых лабораториями-участниками измерений.

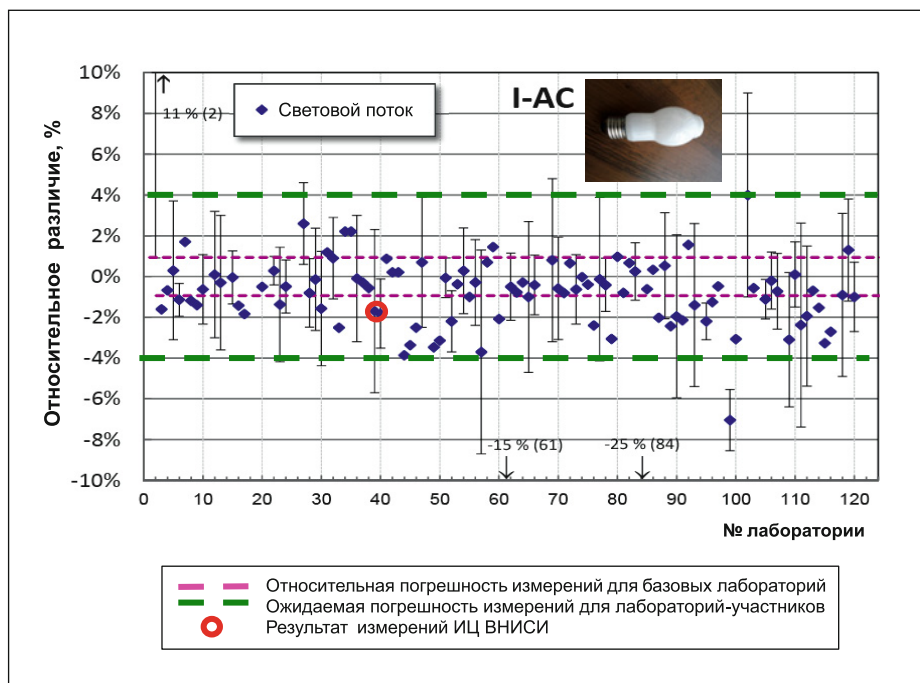


Рис. 3. Относительные различия результатов измерений светового потока лампы I-AC (лампы накаливания)

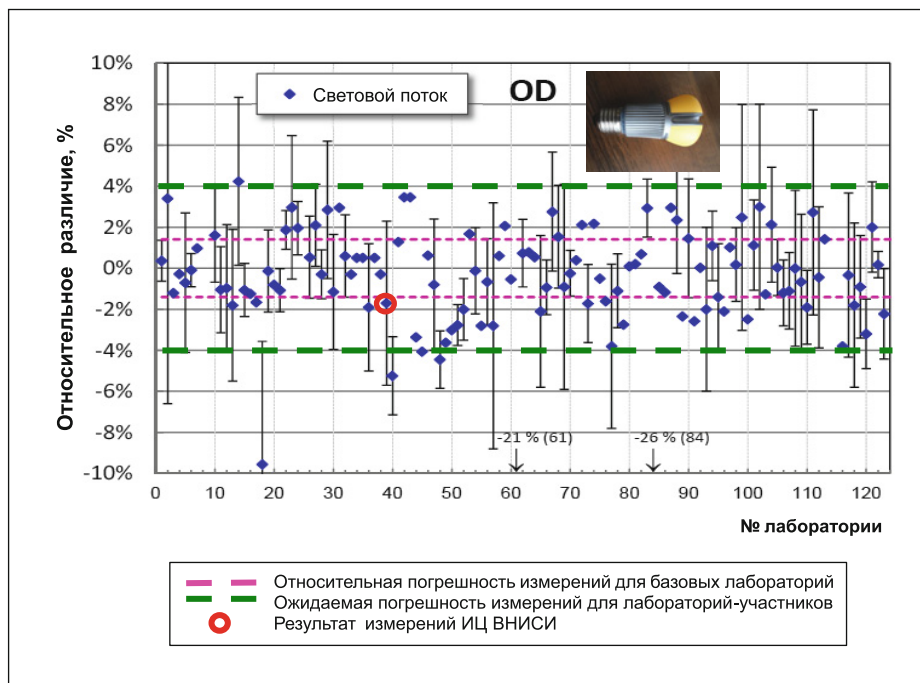


Рис. 4. Относительные различия результатов измерений светового потока лампы OD

Ввиду большого объема информации, в данной статье приведены только некоторые графические материалы, позволяющие прокомментировать заключительные выводы и сформулировать предложения касательно отечественных проблем метрологического обеспечения световых и цветовых измерений.

На рис. 3–6 представлены обобщённые результаты измерений све-

тового потока для некоторых образцов, в измерениях которых участвовал ИЦ ВНИСИ. На представленных графиках по оси абсцисс отложен номер лаборатории-участника, а по оси ординат – относительное отклонение измеренного значения (в %), определяемое по формуле

$$d\Phi = 100 \cdot (\Phi_{Lab} - \Phi_{Ref}) / \Phi_{Ref}$$

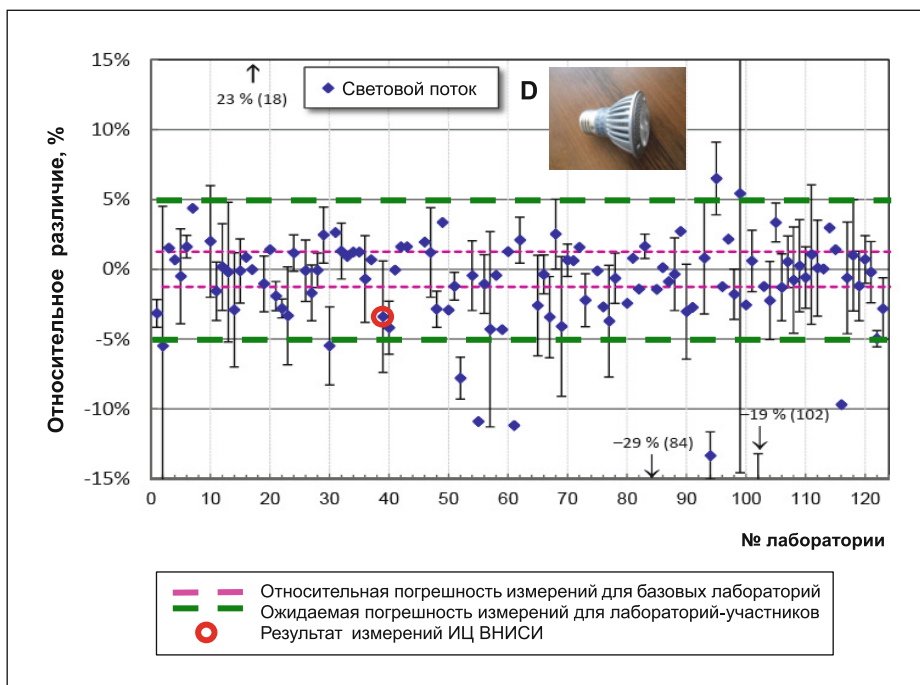


Рис. 5. Относительные различия результатов измерений светового потока лампы D

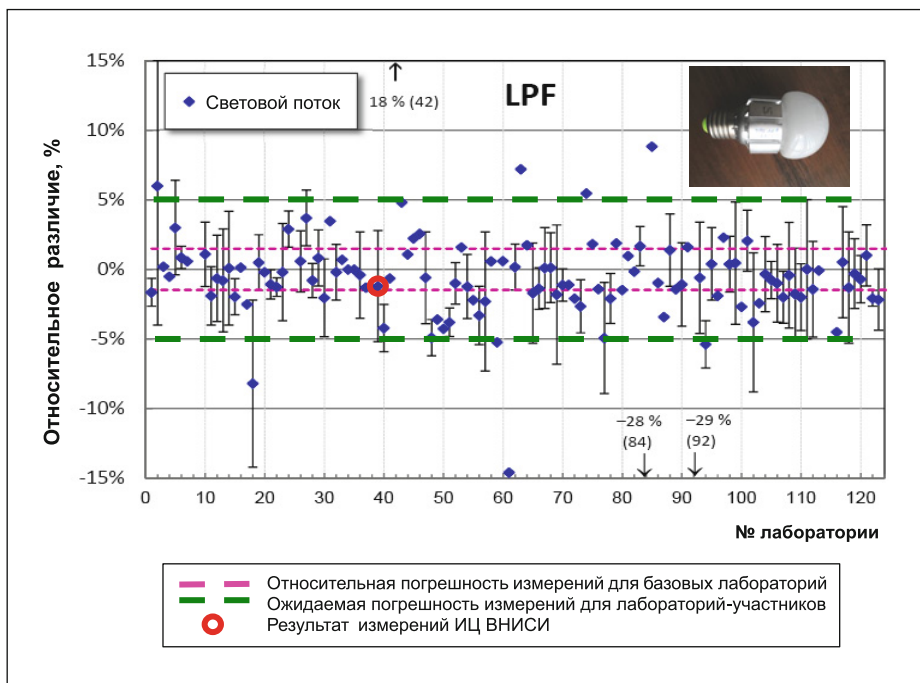


Рис. 6. Относительные различия результатов измерений светового потока лампы LPF

где Φ_{Lab} – значение измеряемого параметра, полученное в лаборатории-участнике, Φ_{Ref} – значение этого параметра, полученное в базовой лаборатории.

На всех графиках пунктирной пурпурной линией выделены пределы иллюстрируемых отличий, обусловленные расширенными неопределённостями измерений, которые приписаны группе базовых лабораторий. Пунктирной зеленой линией показана

ожидаемая погрешность измерений для лабораторий-участников. Красной окружностью обозначены результаты измерений, проведённых ИЦ ВНИСИ. Кроме того, на графиках для большинства лабораторий-участников в виде серых вертикальных «скобок» указана расширенная неопределённость (погрешность) измерения.

Из рассмотрения приведённых на рис. 3–6 графиков следует, что относительное различие в результатах из-

мерений полного светового потока для большинства лабораторий в целом укладывается в пределах от $\pm 4\%$ (LAC, OD) до $\pm 5\%$ (D, LPF, HCCT), что соответствует ожидаемой погрешности измерений.

ИЦ ВНИСИ при проведении сличительных измерений светового потока использовал современный гониофотометр RIGO-801 (рис. 7). Относительные различия значений светового потока, полученных в ИЦ ВНИСИ и в базовой лаборатории VSL для лампы накаливания (LAC), «всенаправленной» лампы (OD), СД-лампы направленного света (D) и СД-лампы с низким коэффициентом мощности (LPF), составили, соответственно, $-1,73$; $-1,73$; $-3,43$ и $-1,18\%$.

Все измеренные ИЦ ВНИСИ значения лежат несколько ниже средних значений светового потока, приписанных измеряемым образцам базовой лабораторией VSL, но при этом находятся в пределах погрешности $\pm 5\%$, приписанной гониофотометру RiGO-801 после его аттестации с помощью измерительных ламп светового потока серии «СИП» в ФГУП «ВНИИОФИ» [9, 10].

Так как при измерении светового потока лаборатории-участники пользовались не только гониофотометрическим методом, но и методом интегрирующей сферы, то это позволило дополнительно проанализировать и сравнить между собой точности измерений, обеспечиваемые указанными методами. Различия результатов измерений светового потока, проведённых разными методами для разных типов образцов, представлены в табл. 1, а на рис. 8 в качестве примера показано относительное различие результатов проведённых двумя этими методами измерений светового потока СД-лампы направленного света (D).

Как следует из таблицы, наибольшее различие между методами составило не более 0,2%, так что применительно к проведённым измерениям эти два метода можно считать равноценными.

Отдельно остановимся на результатах измерений координат цветности x , y и $T_{ки}$. При сличениях базовых лабораторий различия результатов измерений координат x и y были малы и находились в пределах $\pm 0,001$. Результаты сличений координат цветности для лабораторий-участников продемонстрировали разные погрешности

для каждой из координат: от $\pm 0,002$ до $\pm 0,006$. На рис. 9 и 10 в качестве примера приведены различия результатов измерений координат цветности x и y для лампы с низким коэффициентом мощности (LPF).

Большой объём измерений позволил провести статистическую обработку результатов измерений и вычислить стандартное отклонение измеряемого значения от истинного (в нашем случае – присвоенного базовой лабораторией) значения. Однако наличие в результатах измерений «выбросов» потребовало от организаторов применить т.н. робастные алгоритмы (алгоритм «А») для статистической обработки данных и вычислить робастное стандартное отклонение s^* измеряемого значения [11].

На рис.11 представлено s^* для результатов измерений светового потока. Из рисунка следует, что отклонения результатов измерений СД образцов оказались в среднем в 1,6 раз больше, чем в случае ламп накаливания, что свидетельствует о бóльшей погрешности при измерениях СД-ламп. При этом у разных типов СД-ламп отклонения отличались друг от друга незначительно.

5. Анализ результатов международных сличений

Из табл. 2 следует, что, после отсева с помощью робастного алгоритма результатов-выбросов, для большинства измеряемых параметров значение «средней по земному шару» относительной или абсолютной погрешности в целом оказалась в пределах ожидаемой погрешности измерений (зелёные пунктирные линии на графиках). Например, при измерениях световых потоков СД-ламп погрешность составляла 4,2–4,6%, в то время как ожидаемая погрешность оценивалась в 5% (рис. 3–6). При этом наибольшая погрешность измерения светового потока (4,6%) имела место в случае СД-лампы D .

Различия координат цветности x и y похожи для всех образцов с СД и составили для основной массы лабораторий не более $\pm (0,002-0,005)$. При этом СД- образцы дали приблизительно в 2 раза большие отклонения по координатам цветности, чем лампы накаливания. Эти результаты подтверждают наличие существенной специфической составляющей погрешно-

Относительные различия результатов измерения светового потока трёх типов образцов методом интегрирующей сферы и гониофотометрическим методом, %

Тип образца (лампы)	Гониофотометрический метод	Метод интегрирующей сферы
<i>IAC</i>	-0,6	-0,7
<i>OD</i>	-0,5	-0,3
<i>D</i>	-1,0	-0,9



Рис. 7. Гониофотометр RIGO-801, установленный в ИЦ ВНИСИ и использовавшийся для измерения светового потока

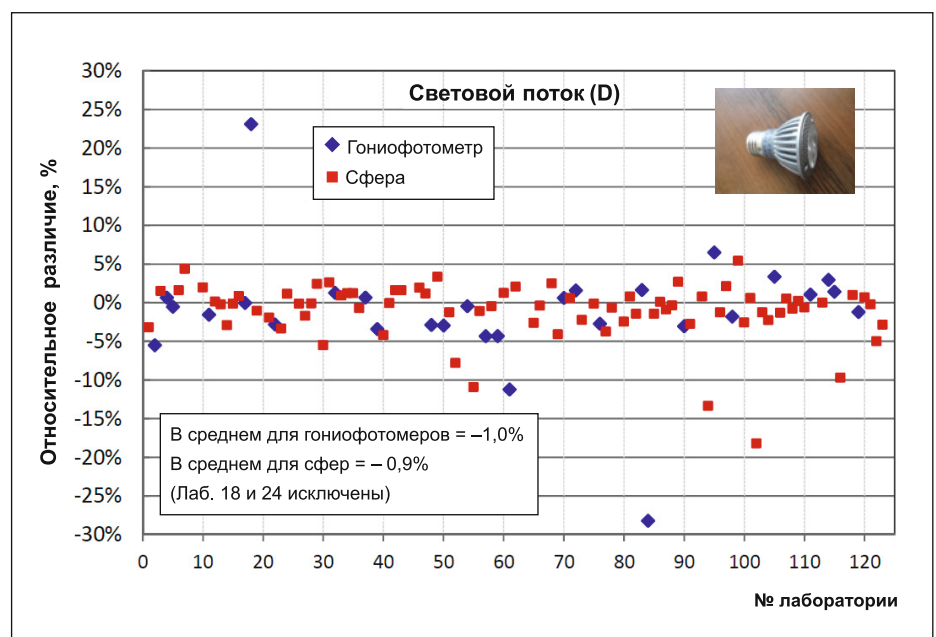


Рис. 8. Относительные различия результатов измерений светового потока лампы D методом интегрирующей сферы и гониофотометрическим методом

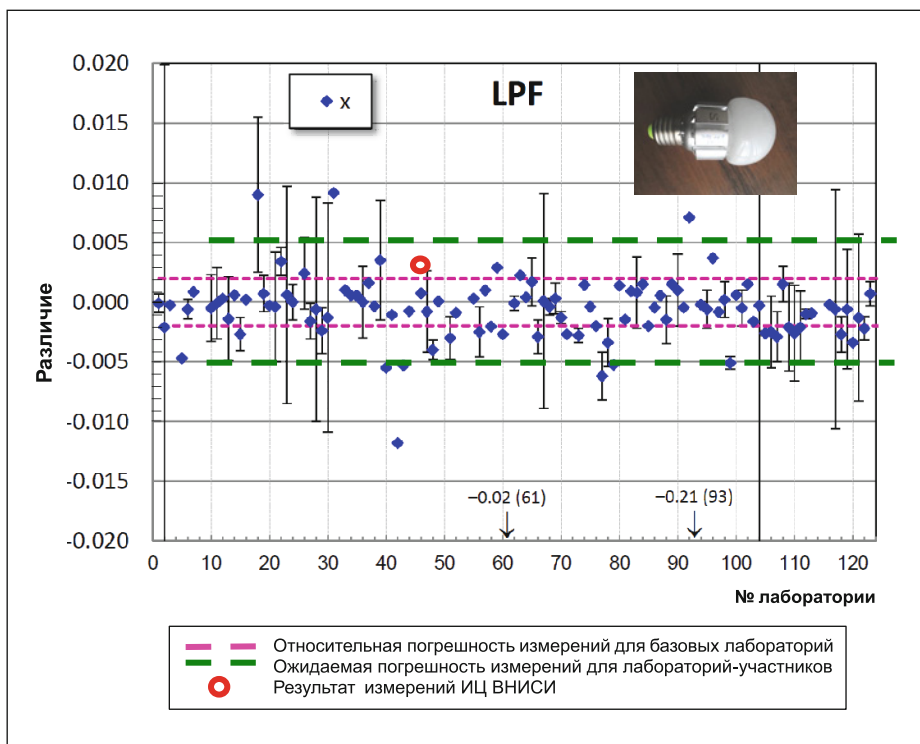


Рис. 9. Различия результатов измерений координаты цветности x лампы LPF

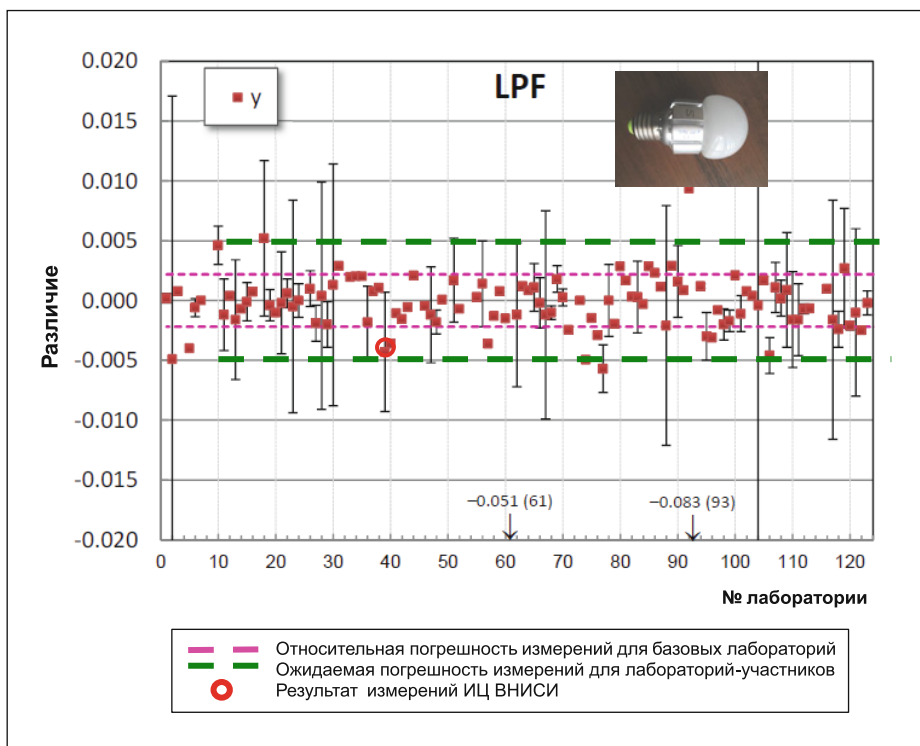


Рис. 10. Различия результатов измерений координаты цветности y лампы LPF

сти в случае СД-ламп, которая повышает погрешность измерений их фотометрических и колориметрических характеристик.

Определённые трудности вызвали также измерения $T_{кц}$ и R_a лампы НССТ с высокой $T_{кц}$ (~ 6500К). Погрешность определения R_a обычно не

зависит от $T_{кц}$, поэтому вызывает интерес большой разброс в определении R_a при измерениях лампы НССТ с высокой $T_{кц}$. Этот разброс может быть объяснён отличием спектрального состава излучения ламп, используемых для калибровки спектрорадиометров (обычно это ГЛН), от спектров тести-

руемых ламп. Различие в спектральном составе для ламп с высокой $T_{кц}$ больше, чем – с низкой, что приводит к большим погрешностям измерений, например из-за наличия в спектрорадиометре рассеянного света.

Различия результатов измерений коэффициента мощности тоже были больше, чем ожидалось: главным образом в пределах от $\pm 0,01$ (OD , D , $HCCT$) до $\pm 0,026$. Столь большие изменения результатов электрических измерений могут объясняться различиями характеристик источников переменного тока, использовавшихся участниками, в частности выходным импедансом. Это одна из нерешённых ещё проблем современных методов испытаний изделий с СД, но в будущем ожидается улучшения.

6. Заключение

- Крупномасштабные международные межлабораторные сличения – 2013 ($IC2013$) проводились в течение 2 лет и были успешно завершены в сентябре 2014 г. По результатам сличений был опубликован итоговый отчёт [8], доступный для ознакомления всем желающим.

- $IC2013$ явились попыткой осуществить общую оценку квалификации лабораторий, которая может быть полезной для программ аккредитации, поддерживающих выполнение разных инструкций и государственных программ и использующих разные региональные методы испытаний. С этой целью для проведения $IC2013$ был разработан и использован специальный метод испытаний ОП с СД [2].

- $IC2013$ предоставили большинству лабораторий многих стран новые знания и опыт в области измерения изделий с СД. Кроме того, эти сличения обеспечили фундамент для продвижения системы аккредитации лабораторий, занимающихся испытаниями светодиодной светотехнической продукции, имеющей поддержку во всём мире и гармонизированной со стандартами и государственными программами, что будет способствовать ускоренному развитию светодиодной светотехнической продукции.

- Для ИЦ ВНИСИ эти измерения-сличения были успешны и полезны, позволив сравнить его уровень с уровнями мировых лабораторий и наме-

тить меры по дальнейшему повышению точности и улучшению качества измерений. В то же время следует отметить некоторые трудности метрологического плана, проявившиеся в ходе сличений. В частности, несколько большие, чем ожидалось, отличия результатов измерений координат цветности некоторых образцов связаны с тем, что не было возможности применить методику измерений, разработанную в NIST [13], т.к. в России отсутствуют первичный эталон воспроизведения и передачи размера единицы спектральной плотности светового потока и средства измерения спектральной плотности потока излучения³. Такой эталон мог бы быть создан ФГУП «ВНИИОФИ» на базе первичного государственного эталона силы света и светового потока [14], а в качестве переносных эталонных средств измерений могли бы использоваться светоизмерительные лампы «СИП» и специальные эталонные СД-источники света.

• В дальнейшем под эгидой IEA 4E SSL Annex планируется продолжить практику международных межлабораторных сличений [15] и в ближайшее время провести следующий этап сличений измеряемых гониофотометрическими методами параметров изделий с СД (в частности, планируется проводить измерение силы света, используя в качестве образцов не только СД-лампы, но и светильники с СД). Как и ранее, в сличениях могут участвовать все желающие, в том числе и российские испытательные лаборатории и центры.

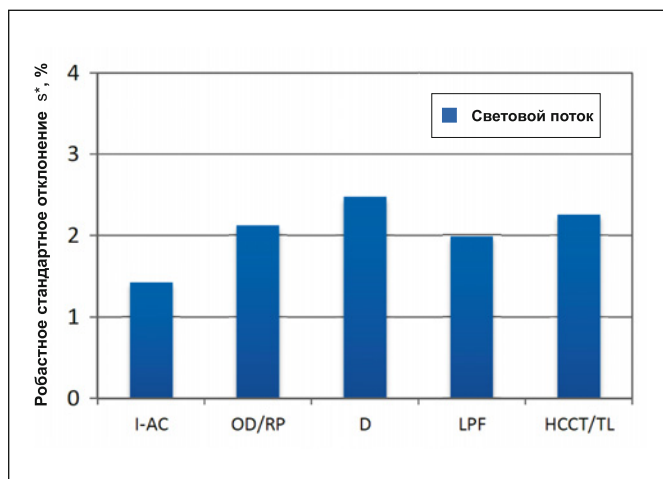
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барцев А.А., Беляев Р.И., Розовский Е.И. Масштабное международное сличение светотехнических лабораторий в рамках программы IEA 4E SSL Annex 2013 // Светотехника. – 2014. – № 5. – С. 76.

2. Solid State Lighting Annex: Interlaboratory Comparison Test Method. 22.10.2012. URL: <http://ssl.iea-4e.org/files/otherfiles/0000/0059/>

³ При сличениях в ИЦ ВНИСИ применялась методика измерения относительного спектрального распределения осевой энергетической освещённости, а спектро-радиометр с диффузной насадкой на входном оптоволоконном кабеле калибровался с помощью светоизмерительной лампы типа СИС 40–100, использовавшейся в качестве средства измерения спектральной плотности энергетической освещённости.

Рис. 11. Статистическая обработка результатов измерения светового потока (по оси ординат – робастные стандартные отклонения значений светового потока s^* для разных типов ламп, по оси абсцисс – тестируемый образец (тип лампы))



SSL_Annex_2013_IC_Test_Method_v.1.0.pdf (дата обращения: 21.02.2015).

3. ISO/IEC Guide 98–3: 2008, Uncertainty of measurement. Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995).

4. ISO 13528:2005, Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons (аутентичный перевод: ГОСТ Р ИСО 13528–2010 «Статистические методы для проверки квалификации методом межлабораторных сличений»).

5. CIE198:2011, Determination of Measurement Uncertainties in Photometry.

6. ISO/IEC17043:2010, Conformity Assessment – General Requirements for Proficiency Testing (аутентичный перевод: ГОСТ ISO/IEC17043–2013 «Оценка соответствия. Основные требования к проведению проверки квалификации»).

7. Solid State Lighting Annex: Summary. Report of Nucleus Laboratory Comparison. 30.08.2012. URL: http://ssl.iea-4e.org/files/otherfiles/0000/0057/4E_SSL_Annex_-_Nucleus_Laboratory_Comparison_Report_final.pdf (дата обращения: 21.02.2015).

8. Solid State Lighting Annex 2013 Interlaboratory Comparison Final Report. 10.09.2014. URL: http://ssl.iea-4e.org/files/otherfiles/0000/0067/IC2013_Final_Report_final_10.09.2014a.pdf (дата обращения: 21.02.2015).

9. Bartsev, A. A., Stolyarevskaya, R.I. VNISI Testing Centre for Solid State Lighting Application / Proc. 27th CIE Ses., Sun City, South Africa, 9–16 July 2011.

10. Барцев А.А., Столяревская Р.И. Развитие Испытательного центра ООО «ВНИСИ» в свете задач внедрения осветительного оборудования на основе светодиодов // Светотехника. – 2011. – № 6. – С. 58–63.

11. ГОСТ Р ИСО 5725–5–2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений».

12. Зайдель А.Н. Погрешности измерений физических величин. – Л.: Наука, 1985.

13. Ohno, Y. Solid State Lighting Annex: Interlaboratory Comparison Test Method, Version 1 / SSL Annex Task 2, 22 October 2012.

14. Иванов В.С., Саприцкий В.И., Огарёв С.А., Парфентьев Н.А., Самойлов М.Л., Гуд-

ман Т.М., Хлевной Б.Б., Оно И., Хромченко В.Б., Заузер Г., Столяревская Р.И. Международный проект по воспроизведению люмена // Светотехника. – 2002. – № 5. – С. 3–10.

15. URL: <http://ssl.iea-4e.org/testing-standards> (дата обращения: 21.02.2015).



Алексей Анатольевич Барцев, кандидат техн. наук. Окончил в 1986 г. МЭИ. Руководитель Испытательного центра ООО «ВНИСИ»



Роман Иванович Беляев, инженер. Окончил в 2006 г. МЭИ. Главный метролог Испытательного центра ООО «ВНИСИ». Представитель Российского

национального комитета МКО в Отделении 6 МКО



Раиса Иосифовна Столяревская, доктор техн. наук. Окончила в 1968 г. физический факультет Казанского государственного университета.

Научный редактор ООО «Редакция журнала «Светотехника», старший менеджер ООО «ВНИСИ». Представитель Российского национального комитета МКО в Отделении 2 МКО

Адаптивные системы дорожного освещения

П. ДИ ЛЕЧЧЕ, А. МАНЧИНЕЛЛИ, Д. РОССИ¹, П. ЯКОМУССИ

Национальный институт метрологических исследований (INRiM), Турин,
компания REVERBERI Enetec srl, Каstellово не' Монти, Италия

Аннотация

Новые пересмотренные европейские стандарты на дорожное освещение, которые должны быть опубликованы в 2015 г., подчёркивают важность энергоэффективности установок дорожного освещения. Адаптивное освещение может увеличить экономию энергии и уменьшить неблагоприятное воздействие на окружающую среду по сравнению с традиционными решениями, используемыми те же типы светильников и их расположение.

По этим причинам новая редакция итальянского стандарта на выбор классов освещения будет учитывать и адаптивное освещение, включив в себя специфические требования и принципы управления как дополнения к требованиям европейских стандартов.

Описана разработка датчика яркости и интенсивности движения для адаптивных систем дорожного освещения и приведены результаты измерений, выполненных на протяжении более одного года на двух экспериментальных установках дорожного освещения, характерных для дорог с высокой (базовый класс освещения M2) и средней (базовый класс освещения M3) интенсивностью движения.

Ключевые слова: фотометрия, дорожное освещение, энергосбережение.

1. Введение

Адаптивное освещение определяется как «изменения во времени яркости или освещённости, осуществляемые в соответствии с интенсивностью движения (например, количеством транспортных средств,

проходящих в течение 5 мин), временем суток, погодными условиями или иными параметрами» [1].

Например, установки адаптивного дорожного освещения способны поддерживать на требуемом уровне постоянство яркости или освещённости поверхности дороги несмотря на старение установок, при этом учитывая:

- широкий диапазон изменения основных параметров (спад светового потока светильника, изменение отражательных характеристик поверхности дороги, нестабильность подаваемого на опору напряжения и т.д.);
- изменение класса освещения, который должна обеспечивать установка, в соответствии с проектными требованиями (например, интенсивностью движения);
- реальные, а не гипотетические, условия, связанные, например, с погодой или аварийными ситуациями.

В принципе, адаптивные системы можно классифицировать в порядке возрастания их эффективности:

- **Система без обратной связи:** изменение класса освещения осуществляется на основе статистических данных об интенсивности движения. Например, по итальянскому стандарту [2], класс освещения может быть снижен на один уровень (то есть с M2 на M3), если интенсивность движения менее 50% от максимальной пропускной способности дороги, и на два уровня (то есть с M2 на M4), если интенсивность движения составляет менее 25% от максимальной пропускной способности дороги. Изменение класса освещения дороги начинается в заданное ночное время в соответствии с решением проектировщика, указанным в отчёте по оценке риска. Обычно в этих системах средние значения яркости или освещённости не остаются неизменными в течение срока службы установки, в связи с чем мощность установки должна быть повышена, с учётом старения ламп и светильников и статистической неопределённости основных параметров (допуски на фотометрические харак-

теристики светильников, неопределённость описания характеристик поверхности дороги и т.д.). Новая редакция евростандарта содержит указания (анализ допусков) по математической оценке реально требуемого уровня превышения мощности установки [3].

- **Система с обратной связью:** изменение класса освещения осуществляется на основе результатов реально-временных измерений одного или двух ключевых параметров, таких как интенсивность и типология движения или погодные условия. Система с обратной связью обеспечивает уровень освещения, предусмотренный стандартами для измеренных интенсивности движения и/или погодных условий. Если сравнивать с системой без обратной связи, то эта система управления обычно обеспечивает впечатляющее долгосрочное снижение энергопотребления установок дорожного освещения, которое выражается количественно с помощью показателя годового потребления энергии (*annual energy consumption indicator – AECI*), определение которого приведено в стандарте [4]. На самом деле используемые в системах без обратной связи статистические оценки нуждаются в некотором «запасе прочности», а проектировщик часто испытывает затруднения в оценке местных или сезонных изменений интенсивности движения. Иногда краткосрочное сравнение энергопотребления систем без обратной связи и с обратной связью может оказываться не в пользу последних (то есть установка с обратной связью будет потреблять больше энергии), что связано с непредсказуемыми факторами, однако это увеличение затрат в течение ограниченного периода времени с запасом компенсируется уверенностью в том, что безопасность движения будет обеспечиваться и в критических ситуациях.

Согласно приведённому в стандарте [1] определению, системы с постоянным световым потоком (CLO) [4] не обязательно адаптивные, однако CLO – это режим, в котором адаптивная система может работать, улучшая свои энергосберегающие свойства.

Работа в режиме CLO призвана компенсировать обусловленные старением источников света потери светового потока. Стабилизация светового потока светильников обеспечивается изменением управляющего параметра

¹ По материалам доклада на 28-й Сессии МКО, 29.06_04.07.2015. Манчестер, Великобритания

E-mail: g.rossi@inrim.it

Перевод с англ. Е.И. Розовского

(то есть напряжения на лампе в случае натриевых ламп ВД или рабочего тока в случае светодиодных источников света) при известной зависимости между управляющим параметром и световым потоком. Можно выделить два разных подхода:

- **Пассивный:** для установленного в светильнике источника света известны статистические данные об обычном (то есть при номинальном постоянном значении управляющего параметра) уменьшении светового потока в процессе работы (функция старения), и этот спад светового потока компенсируется с использованием априорной временной зависимости управляющего параметра. Точность этого подхода зависит от погрешности измерения времени включения, точности определения функции старения, допустимых отклонений при изготовлении источника света и влияния неучтённых параметров, таких как температура светильника, нестабильность напряжения сети, термическое напряжение.

- **Активный:** проводится непрерывное измерение параметра, связанного с реальным значением излучаемого светового потока (то есть освещённости на освещаемой поверхности внутри светильника, тока лампы или напряжения на лампе при постоянном напряжении питания светильника), и управляющий параметр меняется согласно известной зависимости между управляющим параметром и световым потоком. В хорошо сконструированном светильнике точность такого подхода выше, чем у пассивной системы. В случае изменения управляющего параметра на основе фотометрической величины точность этого подхода в основном зависит от погрешности датчика, измеряющего эту величину. Ключевые факторы – стабильность датчика во времени и при изменении температуры, повторяемость его работы в циклах включения-выключения и старение. Конечно, калибровка датчика в абсолютных единицах слишком дорога, и с технической точки зрения обычно неоправданна и не нужна. К тому же, световой поток светильника лежит в пределах стандартных допусков [5], и именно эта неизвестная, но находящаяся в пределах допустимых отклонений (обычно между номинальным значением и 90%-ным от него) ве-

личина поддерживается неизменной в течение срока службы светильника или в промежутках между техническими обслуживаниями.

Применительно к установкам дорожного освещения у этого подхода несколько слабых сторон:

- Постоянным поддерживается только световой поток источника света, тогда как световой поток и распределение силы света светильника зависят ещё и от старения оптических компонентов и влияния пыли внутри и снаружи светильника.

- Завышение мощности установок дорожного освещения следует не исключать, а лишь уменьшать. Практически при оценке коэффициента эксплуатации (*maintenance factor*) можно не учитывать лишь влияние старения ламп (спад светового потока). Влияние сети питания может снижаться с помощью регуляторов светового потока, что, как правило, проще.

- Для автомобильного транспорта уровень освещения определяется средним значением яркости поверхности дороги, соответствующего разным классам дорожного освещения [6, 7]. Поэтому чтобы с минимальными затратами энергии обеспечивать выполнение нормативных требований следует учитывать изменчивость и старение отражательных характеристик поверхности дороги [8].

Для преодоления этих ограничений компания *REVERBERI Enetec srl* разработала датчик (*detector*) *LTM*, позволяющий измерять интенсивность движения автотранспорта и среднюю яркость поверхности дороги. Исследовательская программа «*REGOLO*» получила финансовую поддержку со стороны региона Ломбардия (Италия) и выполнялась совместно с Итальянским национальным институтом метрологических исследований (*INRiM*), проводившим метрологические исследования работы датчика и установки дорожного освещения, и провинции Бергамо, которая предоставила возможности для проведения испытаний (выбор и обслуживание установок дорожного освещения).

Датчик *LTM* позволяет реализовывать адаптивную систему с обратной связью, которая способна:

- выбирать правильный класс освещения, соответствующий интенсивности движения;
- регистрировать погодные условия;

- поддерживать яркость поверхности дороги, равной средней яркости, предписываемой стандартами для данного класса освещения;

- регистрировать неблагоприятные ситуации, такие как наличие пробок или мокрой поверхности дороги.

2. Требования европейских стандартов

Новый европейский стандарт на измерение характеристик установок дорожного освещения [3] содержит рекомендации, зависящие от целей измерений, и его обязательное приложение *D* посвящено измерениям в случае адаптивного дорожного освещения. Во избежание технически необоснованных затрат на измерение яркости стандарт предлагает способы упрощения измерений и условий их проведения без ущерба для целей измерений. Неопределённость измерений, осуществляемых системой управления, следует определять не только с учётом погрешности приборов, но и – условий работы установки, что надёжно гарантирует выполнение нормативных требований к фотометрическим параметрам [7].

Эти упрощения могут менять и подход к проектированию дорожного освещения, и следует чётко понимать их последствия.

Измерение установочных параметров: измерение установочных параметров (*set measurement*) определяется как «измерение, осуществляемое в установке для определения значений параметров, используемых автоматической измерительной системой для управления установкой» [3] и может рассматриваться как разновидность калибровки приёмника на месте в реальных условиях его работы. Это позволяет избегать или уменьшать потребность в полном измерении характеристик датчика в лаборатории и учитывать как отклонение положения датчика от предписываемого стандартом [9] положения наблюдателя, так и расстояние между датчиком и поверхностью дороги.

Конкретные параметры: если управляющая система не меняет равномерность освещения установкой, можно непосредственно измерять среднюю яркость поверхности дороги, избегая при этом влияния дорожной разметки. Формально это представляет собой измерение конкрет-



Рис. 1. Сравнение традиционной установки дорожного освещения (слева) и соответствующего адаптивного решения (справа). Для обеих систем показаны временные зависимости яркости и энергопотребления

ного параметра согласно стандарту [9]. Измерение может проводиться во всей охватываемой сеткой области, в существенной части этой области или в более чем одной такой области. Это упрощает оптическую систему, снижает требования к пространственному разрешению датчика и процессу его юстировки. Должны быть известны постоянные прибора, устанавливающие связь между измеряемыми и стандартными параметрами. Эти данные можно получить измерением установочных параметров.

Положение датчика: конечно, невозможно помещать датчик яркости в положение, указанное в стандарте [9]. Связь между значениями яркости поверхности дороги, соответствующими реальному положению датчика и положению стандартного наблюдателя, может быть установлена путём измерения установочных параметров или особых расчётов. Можно также воспользоваться статистическими данными о фотометрических характеристиках поверхности дороги при разных углах наблюдения, однако этот подход обычно повышает неопределённость измерений. Реальны две технические возможности выбора нового положения датчика яркости, и следует искать компромисс между плюсами и минусами двух этих решений.

- Яркометры с узкими измерительными конусами могут устанавливаться выше расположения стандартного наблюдателя. Прибор измеряет яркость поверхности дороги на пропорционально большем расстоянии, так

что угол зрения прибора составляет $(89 \pm 0,5)^\circ$ с нормалью к поверхности дороги. Это решение призвано обеспечивать стандартные условия наблюдения, но работает на большем расстоянии, так что влияние яркости атмосферы или ослабления света в атмосфере оказывается большим, а механическая устойчивость датчика становится критичной, особенно в открытых ветрам зонах.

- Яркометр, расположенный выше стандартного наблюдателя выделяет участок поверхности дороги под углом, меньшим нормируемого значения в $(89 \pm 0,5)^\circ$. При уменьшении угла наблюдения уменьшается и зеркальная составляющая коэффициента отражения поверхности дороги, и поверхность дороги становится похожей на «ламбертовскую». В этих условиях измеряемая датчиком яркость пропорциональна освещённости на поверхности дороги и не соответствует яркости, измеряемой в стандартных условиях.

Характеристики датчика: характеристики датчика следует определять с учётом показателей качества по стандарту [10]. Однако возможны некоторые упрощения.

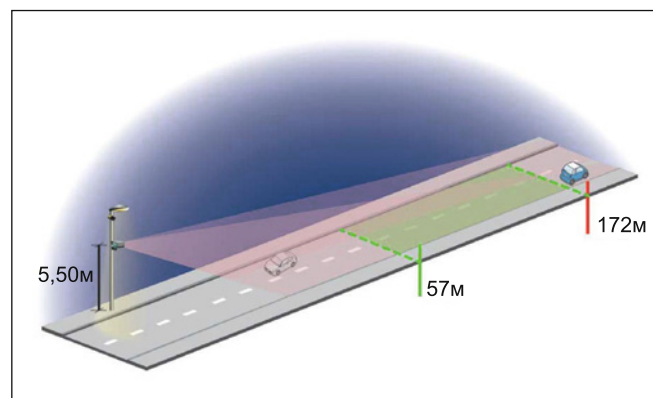
- Если проводятся измерения установочных параметров и измерения гарантируют прослеживаемость контрольных параметров, то яркометр можно не калибровать. В этих условиях измерения установочных параметров позволяют получать что-то вроде коэффициента преобразования для управляющей системы, в котором учтены

не только характеристики датчика, но и его положение и состояние установки дорожного освещения.

- Если проводятся измерения установочных параметров, то отклонения относительной спектральной чувствительности датчика от функции $V(\lambda)$ (f_i) не так чтобы очень важны, но в течение срока службы установки дорожного освещения могут меняться как спектральный состав излучения светильника, так и спектральное распределение коэффициента отражения поверхности дороги. Из-за этого предпочтительнее сводить значение f_i к минимуму или принимать меры по минимизации влияния неопределённости измерений, такие как коррекция измеренных значений с учётом типа лампы и её коррелированной цветовой температуры.

- Светильники или посторонние огни, воспринимаемые или не воспринимаемые датчиком, могут оказывать влияние на его показания из-за внутренних отражений в объективе или

Рис. 2. Типичная схема установки датчика LTM



Характеристики двух экспериментальных установок

Установка	Морнико	Тревиоло
Расположение (северная широта)	45° 35' 23,16"	45° 39' 43,98"
Расположение (восточная долгота)	9° 49' 0,05"	9° 36' 30,52"
Описание дороги	Двухполосная дорога с односторонним расположением светильников	Четырёхполосная дорога с разделительной полосой и осевым расположением светильников
Тип ламп	Металлогалогенные	Натриевые ВД
Классы освещения	M3 – M4 – M5	M2 – M3 – M4

между объективом и защитным стеклом кожуха датчика. В случае установок уличного освещения становится чрезвычайно важен параметр f_2 , и. Любое определение связанных с ним характеристик датчика следует производить, заключив его в его кожух, при наличии всех экранов.

• Очень важное значение могут иметь и другие, нефотометрические, характеристики. Датчик будет работать при самых разных температурных условиях (зима – лето, день – ночь) долгое время. Его стабильность, длительность старения, повторяемость, влияние рабочих температур и влажности обычно иные, чем при измерении установочных параметров, а при оценке неопределённости измерений следует учитывать возможное наличие конденсата или влаги на объективе и термическое напряжение. Использование термостабилизированного кожуха позволяет уменьшить влияние этих условий.

Посторонние огни: во время измерений не всегда удаётся исключить посторонние огни. При измерении установочных параметров влияние посторонних огней можно оценивать – например, проводя часть измерений при выключенной установке дорожного освещения.

3. Предложение по нормативным требованиям

В настоящее время разрабатывается новая редакция итальянского стандарта [2], в которой подробно рассматриваются адаптивные системы с обратной связью и контролем яркости.

В евростандартах многое отсутствует. В частности, нет ряда нормативных требований к обеспечению безопасности. Соответствующие основные обсуждаемые вопросы приводятся ниже и отражают только мнение авторов статьи.

• **Посторонние огни:** они могут не только увеличивать яркость поверхности дороги, но и влиять на оценку блёскости. Датчик не может оценивать воспринимаемую наблюдателем блёскость, так как его положение радикально отличается от положения наблюдателя и невозможно установить связь между измеренной и воспринимаемой наблюдателем блёскостью. При анализе рисков проектировщик должен считаться с наличием посторонних огней и выбрать возмож-

ные классы освещения. Адаптивная система управляет яркостью поверхности дороги с учётом результатов измерения этого параметра.

• **Наличие дождя, тумана или снега:** показания яркомера становятся ненадёжными, так как могут меняться характеристики прибора и ослабление/рассеяние света атмосферой. Если это предусмотрено в стандарте, то проектировщик должен выбирать классы освещения, применимые в этих условиях. Датчик должен идентифицировать эти аномальные условия и изменять применяемый класс освещения посредством коэффициента регулирования, ранее выбранного для этого класса освещения.

• **Интенсивность движения:** она может определяться для заданного сравнительно продолжительного промежутка времени (например, 15 мин), после чего класс освещения может быть изменён на последующие 15 мин, или ещё меньше (например, 1 мин), после чего на основе, например, 10 измерений можно рассчитать скользящее среднее значение. Внезапных изменений яркости следует избегать, так что уменьшение яркости следует осуществлять с большой постоянной времени, а её увеличение (по соображениям безопасности) должно производиться с малой постоянной времени. Во избежание внезапных изменений яркости и для уменьшения энергопотребления без явного ущерба для безопасности движения можно разрешить непрерывное изменение яркости пропорционально изменению яркости пропорционально изменению интенсивности движения.

• **Нежелательные условия работы:** система управления должна обеспечивать безопасность, даже если условия проведения измерений приводят к получению ошибочных данных, то

есть в ней должны быть использованы такие принципы управления, которые гарантируют реализацию средней яркости, соответствующей правильно выбранному классу освещения. Типичными ситуациями являются период стабилизации ламп после вечернего включения установки, климатические условия, не соответствующие конструктивным и эксплуатационным требованиям к установке дорожного освещения, выходящие за пределы рабочего диапазона условия работы датчика (температура, влажность, осаждение конденсата или влаги на пропускающих свет поверхностях).

• **Отказ датчика:** в этой ситуации показания датчика также становятся ненадёжными. Как и выше, система управления должна обеспечивать безопасность дорожного движения.

4. Проектирование установки дорожного освещения

Для обеспечения наилучших результатов работы адаптивных систем с обратной связью и регулированием яркости проектировщик установки дорожного освещения должен учитывать, что система всегда будет работать в районе нормируемого стандартом минимально допустимого значения средней яркости.

Завышение мощности установки может быть обусловлено:

• Коэффициентом запаса, отражающим непрерывное падение уровня освещения со временем [11].

• Иными параметрами. На стадии проектирования эту составляющую можно статистически оценивать по алгоритму определения допусков, приведённому в стандарте [3] и учитывающему, например, производственные допуски на отли-



Рис. 3. Установка дорожного освещения в Морнико (слева) и Тревиоло (справа)

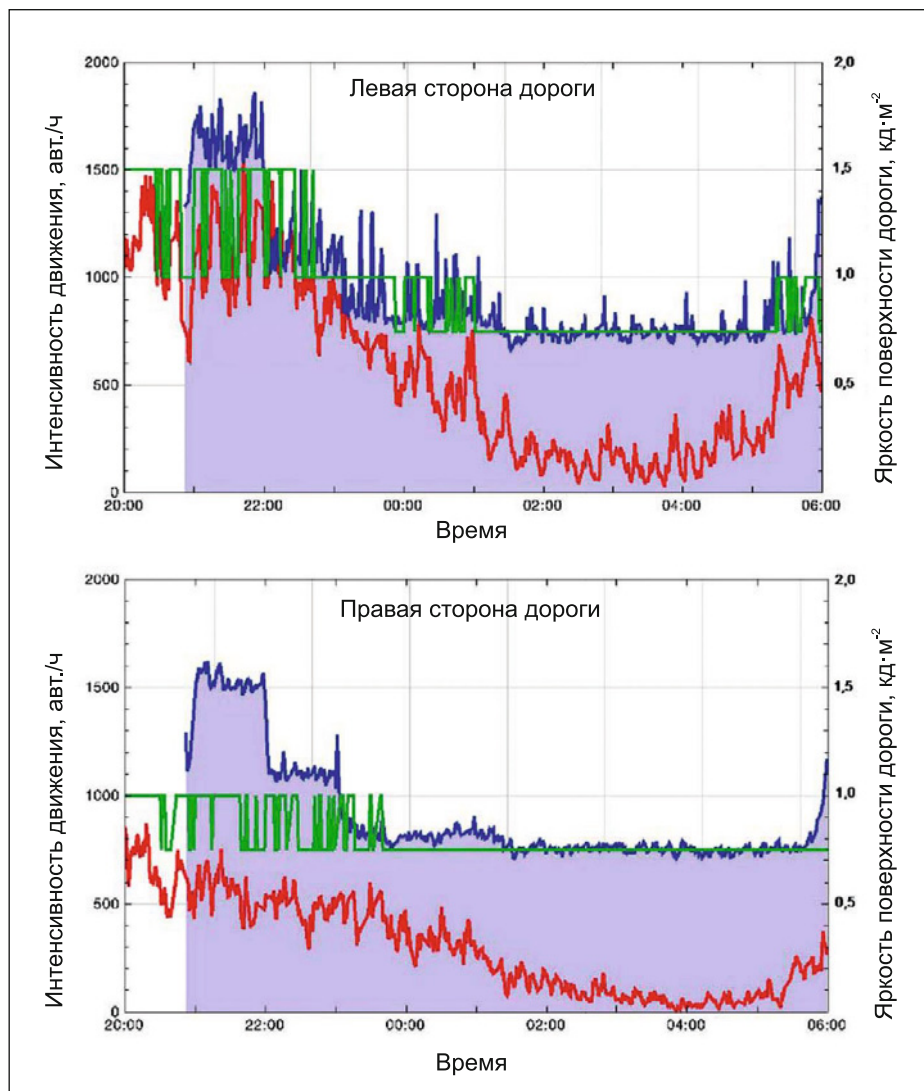


Рис. 4. Примеры интенсивности движения и условий работы установки в Тревиоло ночью 12 августа. Красная линия соответствует измеренной интенсивности движения, синяя – измеренной яркости поверхности дороги, а зелёная – значению яркости, нормированному для измеренной интенсивности движения

чие фотометрических характеристик светильников и источников света от номинальных, влияние температуры окружающего воздуха, допуски на размещение установки дорожного освещения и источников света и неопределённость фотометрических характеристик поверхности дороги.

Кроме того, в этой области применений следует сводить к минимуму неопределённость измерений и постараться искать компромисс между стоимостью датчика и системы управления и точностью измерений. Так как удовлетворение нормативных требований должно проверяться с учётом нео-

пределённости результатов измерений [3], то неопределённость измерений следует определять применительно к установке, имеющей завышенную мощность (вторая группа), что ясно продемонстрировано на рис. 1.

На рис. 1 традиционная установка сравнивается с адаптивным решением, причём для простоты рассматривается только один класс освещения. Традиционная установка работает в режиме постоянства потребляемой мощности. Соответствующая яркость уменьшается от начального значения до конечного, которое при неправильном завышении мощности превышает стандартизированное нормированное значение яркости. Адаптивная система работает в режиме постоянства яркости. Её энергопотребление со временем растёт, но всегда меньше, чем у традиционной системы. В этом случае завышение мощности никак не сказывается на затратах на эксплуатацию установки. Его стоимость проявляется только на стадии монтажа установки.

Неопределённость измерений, производимых системой управления, увеличивает затраты в смысле дополнительного энергопотребления. Поэтому упомянутая неопределённость должна приводиться в проекте установки дорожного освещения, так как она влияет на её энергоэффективность.

5. Измерение яркости поверхности дороги

Приёмное устройство в датчике *LTM* представляет собой цветную фотокамеру (с фильтром Байера) с КМОП-датчиком, ИК фильтром и объективом с большим фокусным расстоянием.

Оптическая система предназначена для работы на расстояниях от 60 до примерно 200 м (рис. 2), и яркость точки поверхности дороги определяется путём взвешенного суммирования данных, содержащихся в четырёх прилегающих пикселях фильтра Байера.

Спектральные чувствительности отдельных цветов фильтра Байера измерялись модифицированным спектрометром *Perkin Elmer Lambda 900*, перед приёмником которого помещались объектив и защитное стекло. Затем для минимизации значения f_j для каждого из цветов определялись весовые коэффициенты.

Для большей точности измерений яркости полученное значение яркости умножается на поправочный множитель, значение которого зависит от типа и коррелированной цветовой температуры лампы. Выбор типа последней автоматически производится на месте с учётом соотношения между сигналами, соответствующими трём входящим в фильтр Байера цветам.

Затем скорректированное значение яркости умножается на поправочный коэффициент, полученный при измерениях установочных параметров.

Измеряемый участок дороги при установке системы выбирается согласно получаемым изображениям.

В хорошо спроектированной системе основной вклад в неопределённость измерений вносит неопределённость измерений установочных параметров. При 3%-ной неопределённости этих измерений, система может работать с неопределённостью 5%.

Этот же датчик используется для измерения интенсивности движения посредством разработанного компанией-изготовителем алгоритма для подсчёта количества автомобилей, проходящих за заданный промежуток времени. Если сравнивать с традиционными системами, то неопределённость результатов подсчёта данной системой – менее 10%. Алгоритм анализа изображений позволяет не только считать автомобили, но и обнаруживать присутствие автомобилей в выбранной для проведения измерений зоне или определять, может ли свет автофар влиять на результаты измерений яркости. Два процесса сбора данных (при измерении яркости и регистрации автомобилей) осуществляются при разных значениях времени интегрирования приёмника, что снижает влияние насыщенных пикселей и шумов.

6. Экспериментальные данные

Две экспериментальные установки дорожного освещения (таблица и рис. 3) испытывались больше года. Они соответствуют двум типичным внегородским условиям освещения.

Самые интересные результаты получены на дороге в Тревиоло. Различия в интенсивности движения в двух направлениях (утром больше в город, вечером – из города) оправ-

дывает установку двух независимых систем, так как экономия энергии может быть больше, чем от использования одной-единственной системы на 25%. Это ясно видно из рис. 4, где приведены неусреднённые результаты измерений. Яркость дороги поддерживалась на проектном уровне (система без обратной связи). Интенсивности движения в двух направлениях сильно рознятся, и имеет место ситуация, в которой априорный выбор класса освещения не гарантирует безопасность.

7. Выводы

Результаты экспериментов демонстрируют большие потенциальные возможности адаптивных систем с непрерывным регулированием уровня яркости дороги, в то же время высвечивая необходимость придерживаться простых правил этого регулирования для оптимизации энергосбережения и безопасности движения: от этого сильно зависит и снижение энергопотребления. Можно пользоваться нетрадиционными методами регулировки, такими как непрерывное выборочное изменение яркости при изменении интенсивности движения, но для этого необходимо пересмотреть национальные стандарты.

В двух экспериментальных установках наблюдалось примерно 35%-ное снижение расхода энергии после установки датчика LTM.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. CEN TR13201-1:2014. Road lighting – Part 1: Guidelines on selection of lighting classes. Brussels: CEN.
2. UNI 11248:2012. Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche (Road lighting – selection of lighting classes). Milano: UNI Proceedings.
3. EN13201-4:2015. Road lighting – Part 4: Methods of measuring lighting performance. Brussels: CEN.
4. EN13201-5:2015. Road lighting – Part 5: Energy performance indicators. Brussels: CEN.
5. IEC EN60969:2004-4. Self-ballasted lamps for general lighting services – Performance requirements. Geneva: IEC.
6. CIE115:2010 2nd Edition. Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic. Vienna: CIE.
7. EN13201-5:2015. Road lighting – Part 2: Performance requirements. Brussels: CEN.
8. CIE144:2001. Road Surface and Road Marking Reflection Characteristic. Vienna: CIE.
9. EN13201-5:2015. Road lighting – Part 3: Calculation of performance. Brussels: CEN.
10. ISO/CIE19476:2014. Characterization of the Performance of Illuminance Meters and Luminance Meters. Joint ISO/CIE International Standard. Geneva: ISO.

11. CIE154:2003. The Maintenance of Outdoor Lighting System. Vienna: CIE.

12². UNI 11431:2011. Luce e illuminazione – Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso (Light and Lighting – Use of luminous flux controllers in road lighting). Milano: UNI.

² Ссылка на эту работу в тексте статьи отсутствует. – Прим. пер.



Паоло Ди Лечче (Paolo Di Lecce), инженер-электрик. Директор-распорядитель компании Reverberi Enetec srl, занимающейся вопросами экономии световой энергии. Член

правления Итальянской светотехнической ассоциации



Андреа Манчинелли (Andrea Mancinelli), Ph.D (по техническим наукам). Специалист по разработке

электронной части точных контрольно-

измерительных приборов. Руководил рядом проектов по электронике приборных щитов. В компании Reverberi Enetec (с 2011 г.) руководил проектом «Regolo» по созданию инновационного датчика яркости, интенсивности дорожного движения и погоды (датчик LTM), сотрудничая с INRiM



Джузеппе Россси (Giuseppe Rossi), Ph.D. (метрология). Старший научный сотрудник

Отделения оптики INRiM. Итальянский представитель в Отделении 4 МКО. Специалист по

фотометрии, оптическим характеристикам материалов, метрологическому обеспечению светотехники и колориметрии



Паола Якомусси (Paola Iacomussi), Dr (физика). Старший научный сотрудник

Отделения оптики INRiM. Профессор Туринского университета. Специалист в области

фотометрии и освещения произведений искусства.

Светодиодная филаментная лампа «Лисмы»: новое слово на рынке источников света

И.Е. ДОБРОЗРАКОВ¹

ГУП Республики Мордовия «Лисма», Саранск

Аннотация

Постановка на производство энергоэффективных и экологически безопасных светодиодных источников света – важное направление в развитии энергосбережения и ещё один шаг по выполнению требований Постановления Правительства РФ № 602 от 20 июля 2014 г.

Рассматривается технологический процесс сборочного производства светодиодных ламп нового поколения – филаментных – на адаптированном оборудовании для выпуска ламп накаливания. При этом обращается внимание на: увеличение коэффициента теплопроводности; давление смеси инертных газов с наименьшей молекулярной массой для охлаждения светодиодов; повышение стабильности качественных характеристик люминофоров; увеличение надёжности и срока службы светодиодных ламп.

Ключевые слова: светодиодная лампа, филаменты, бытовое освещение, устройство управления, энергоэффективность.

Введение

Освещение светодиодами становится одним из приоритетных направлений в современной светотехнике.

В мае 2015 г. в ГУП Республики Мордовия «Лисма» в сотрудничестве с китайскими партнёрами поставлены на производство светодиодные лампы (СДЛ) нового поколения. Проведены испытания этих ламп на сертификацию в ИЛ ЭЛСИ ГУП Республики Мордовия «НИИИС им. А.Н. Лодыгина» и получен сертификат соответствия (№ ТС RU C-RU.ME15.B.00247, серия RU № 0137921).

СДЛ с набором нитевидных светящихся тел – инновационный энергоэффективный продукт, соответствующий требованиям Постановления Правительства РФ № 602 от 20 июля

2014 г. [1]. При этом каждая светящая нить – филамент (от англ. *filament* – нить, световая нить) – представляет собой линейку из 28 последовательно соединённых мелких светодиодных кристаллов синего свечения, размещённых на относительно длинной и узкой стеклянной (сапфировой) или металлической подложке, размером 43,0×1,5 мм, по технологии *COB* (*Chip-on-Board*). Кристаллы покрыты общей массой люминофора марки ФЛЖ-7 (на силиконовой основе) с оптимальной толщиной люминофорного покрытия 86–175 мкм [2]. Общая мощность одного филамента – (0,8–1,3) Вт. Комбинация нескольких филаментов в колбе образует светящее тело филаментной СДЛ (СДФ) мощностью (2–8) Вт [3].

«Лисма» производит СДФ мощностью 2, 4, 6 и 8 Вт (рис. 1). Они предназначены для прямой замены ламп накаливания общего назначения (ЛОН) мощностью 25, 40, 60 и 75 Вт соответственно. Эти СДФ выпускаются по ТУ 3460–001–99981859–2015 с цоколями *E27* и *E14* и с коррелированными цветовыми температурами

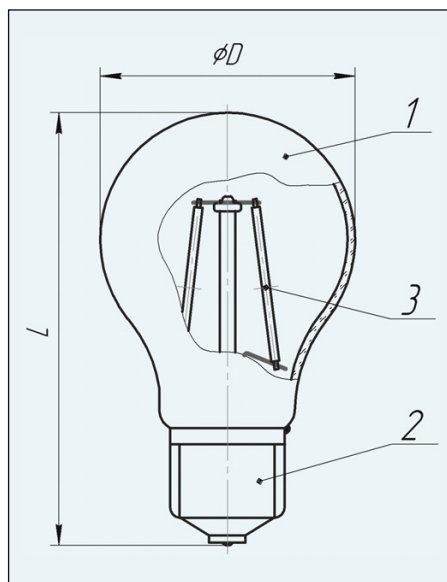


Рис. 1. Конструктивный вид светодиодных филаментных ламп (СДФ): 1 – колба А50 или А60, 2 – цоколь E27, 3 – светодиодная нить-филамент

$T_{ки}$ 2700 К (тёпло-белый свет) и 4500 К (холодно-белый свет).

Область применения СДФ широка. В частности, они могут использоваться:

- в быту и общественных зданиях – больницах, школах, торговых павильонах;

- для освещения номерных знаков домов, рекламных щитов, транспортных средств, мест общего пользования в ЖКХ;

- в дизайнерском освещении парков и тротуаров, в декоративном освещении фасадов зданий;

- в самолёто- и вертолётостроении.

Преимущества СДФ очевидны независимо от сферы применения:

- высокая экономия электроэнергии, до 90% по сравнению с ЛОН;

- длительный срок службы – (25–30) тыс. ч;

- низкий коэффициент пульсации светового потока;

- высокая механическая прочность и виброустойчивость;

- компактность и лёгкость (≤ 50 г), из-за отсутствия тяжёлых охлаждающих радиаторов, характерных для светодиодных источников света²;

- невысокая рабочая температура стеклянной оболочки (колбы) и цоколя;

- универсальность рабочего положения;

- лёгкость создания модификаций с разной $T_{ки}$ и общим индексом цветопередачи $R_a > 80$;

- мгновенность зажигания и неограниченность числа перезажиганий;
- отсутствие опасного излучения в УФ и ИК областях спектра;

- использование стандартных цоколей и форм колб, что не требует применения специальных светильников и позволяет использовать СДФ для прямой замены ЛОН. (Причём, например, филаменты СДФ в хрустальных люстрах дают ту же игру света на гранях хрустального стекла, что и нити накала ЛОН.);

- высокая световая отдача, более 80 лм/Вт;

- высокая экологичность конструкции, не требующая специальной процедуры утилизации.

В таблице приведено характерное соотношение некоторых параметров

² Крохотные (~ 0,3 мм) светодиодные кристаллы выделяют мало тепла и не требуют большого теплоотвода.

¹ E-mail: gornova@lisma-guprm.ru

трёх видов ламп, с использованием известных [3] характеристик ЛОН и КЛЛ.

О технологии производства

Технология сборочного производства СДФ основана на механизированном оборудовании для производства ЛОН производительностью 2000 шт./ч (рис. 2) [4].

В позиции автомата сборки ножки на ходу загружаются механизированными узлами стеклополуфабрикаты ножки. Огневая обработка осуществляется сопровождающими горелками. Отштампованные ножки направляются в печь отжига для снятия внутренних напряжений, далее они передаются на автомат монтажа, обеспечивающий изготовление линзы на штабике и вставку держателей из никелевой проволоки диаметром 0,4 мм для крепления филаментов.

На ножку, формованную ручным исполнением, с помощью специально разработанного приспособления – кондуктора (рис. 3) на монтажно-сварочных столах филаменты в количестве от 2 до 8 штук контактной сваркой собираются в блоки с тщательным соблюдением полярности.

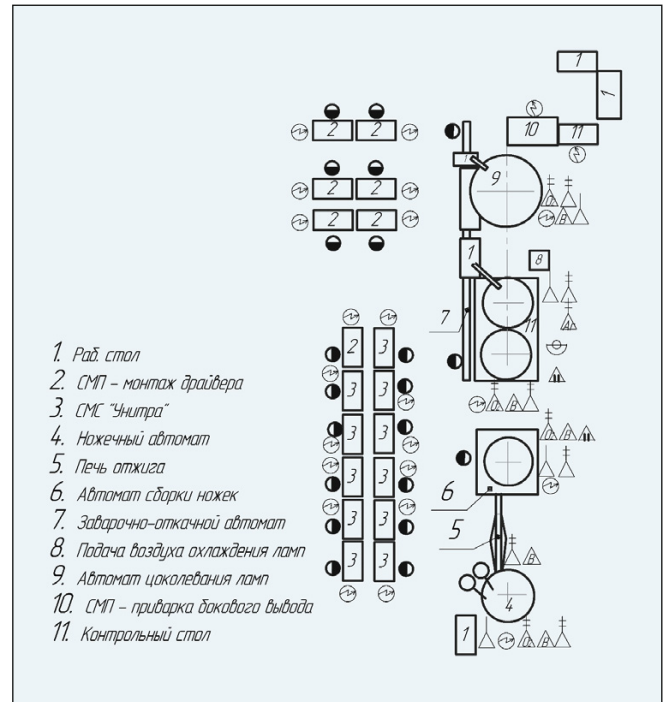
Ножку смонтированную, с филаментами, (рис. 4) проверяют на 100%-ное зажигание (посредством специального источника питания напряжением 220 В), после чего передают на заварочно-откачной автомат.

Подача же колб в автомат производится транспортёром, в гнезда которого они загружаются вручную поштучно; происходит нанесение информации на купол каждой колбы (в соответствии с требованиями ТУ) с последующим её (колбы) переносом в заварочные позиции карусели заварочно-откачного автомата. Заваривание колбы производится неподвижными горелками, после чего следует формование горла лампы и перенос в позиции откачной карусели, где происходит откачка атмосферного воздуха из заваренной лампы до давления $5 \cdot 10^{-3}$ мм. рт. ст. с последующим наполнением инертным газом (гелием) из 40-л баллона через редуктор и детандер до давления газа 650 мм. рт. ст.

Заваренная и откачанная лампа передается на операцию комплектования устройством управления (УУ) – светодиодным ЭПРА (драйвером). Эта новая технологическая операция руч-

№ п/п	Мощность лампы, Вт			Световой поток, лм	$T_{ки}$, К
	ЛОН	КЛЛ	СДФ		
1	25	5	2	210	2700
2	40	8	4	420	
3	60	12	6	630	
4	75	15	8	780	

Рис. 2. План размещения линии сборки светодиодных ламп



ного исполнения, как и изготовление монтажа приварки филаментов, требует тщательного соблюдения полярности филаментов и УУ. По окончании проверки в контрольном блоке зажигания и определения полярности вводов лампы откачанная закрепляется в приспособлении для монтажа. Так как у УУ аналогичная маркировка полярности вводов, происходит совмещение аналогичных вводов лампы откачанной и УУ с последующей фиксацией легкоплавким припоем (например, ПОСС61М) с помощью паяльника. Затем лампа проходит через контрольный блок на проверку работоспособности, после чего УУ изолируется термостойкой лентой и лампа передается на операцию цоколевания.

Цоколя с нанесённой мастикой (например, МФКМ) с низкой температурой полимеризации передаются на автомат цоколевания. Цоколь нанизывается на горло лампы откачанной с УУ и вставляется в верхний «шаблон» автомата. «Шаблоны» автомата на карусели нагреваются до 180 °С



Рис. 3. Кондуктор для сборки филаментных блоков СДФ

газовыми горелками соответствующей конструкции. Соединение токового ввода УУ с контактной пластиной цоколя осуществляют припоем оловянно-свинцовым ПрВ Кр1.5

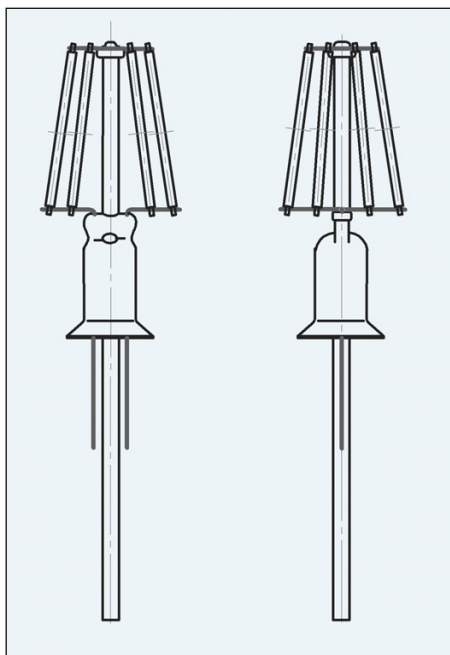


Рис. 4. Ножка смонтированная СДФ

ПОССУ 15–0.5 ГОСТ 21931. Соединение бокового токоввода УУ с цоколем производится приваркой на монтажно-сварочном столе.

Зацоколённые лампы с приваренными вводами (рис. 5) проходят заключительную проверку на контрольном столе при напряжении сети 220 В (50 Гц) и передаются на финишную операцию тренировки лампы в следующих режимах: 220 В – 200 В – 230 В – 227 В – 240 В – 230 В. Обжиг происходит в течение 5 мин конвейерным методом; по его завершении лампы отправляются на склад готовой продукции.

Технологические «тайны»

В конструкции филамента с желто-красным люминофором применяется технология ближнего расположения люминофора, т.е. частицы люминофора смешиваются с оптическим гелем на полимерной основе. Происходит поглощение излучения светодиодных кристаллов, так как кристаллы и контакты не дают большого отражения. Современные светодиоды преобразуют до 50% потребляемой электроэнергии в свет, остальная часть энергии преобразуется в тепло и идёт на известный своим вредом нагрев кристалла. Температура активной области последнего «сверхлинейно» зависит от силы потребляемого тока [5], и надёжная работа филаментов требует отвода выделяемо-

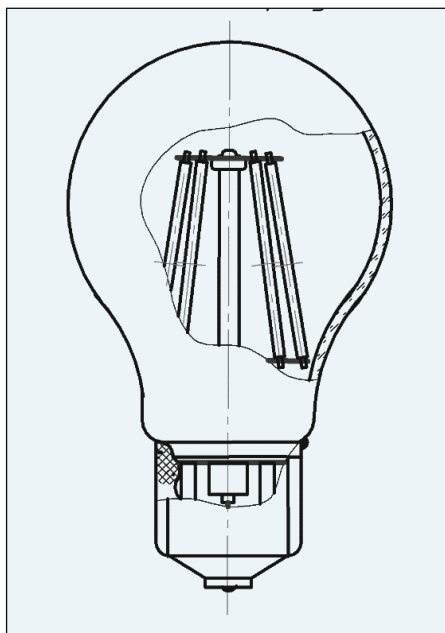


Рис. 5. СДФ

го тепла. Однако конструкция СДФ, производимых на «Лисме», не содержит радиаторов из алюминия, тепло-рассеивающих пластмасс или керамики, а теплоотвод осуществляется кондуктивно-конвективным путём за счёт наполнения колбы лампы инертным газом. Причём в непосредственной близости от нагретого тела растёт температура, а вместе с ней вязкость и теплопроводность газа, и поэтому главную роль здесь в передаче тепла играет теплопроводность, а на долю конвекции приходится около 10% общего отводимого тепла [6]. И так как с ростом молекулярной массы газа его теплопроводность падает, в светодиодных лампах целесообразно использовать инертные газы минимальной молекулярной массы (H_2 , He , Ne) или их смеси. На сегодня все СДФ, производимые на «Лисме», наполняются гелием до давления 650 мм. рт. ст.

Заключение

СДФЛ знаменуют совершенно новое поколение светодиодных источников света. Сочетание технологии СОВ и теплоотвода от светодиодов с помощью инертногазовой смеси делает производство СДФЛ весьма технологичным. Несмотря на более высокую стоимость этих ламп по сравнению с ЛОУ с аналогичным световым потоком, их возможность значительной экономии электроэнергии в сочетании с безопасностью для здоровья и отсутствием необходимости слож-

ной утилизации делает их чрезвычайно перспективным продуктом на рынке источников света.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доброзраков И.Е., Лычагин А.И. Некоторые вопросы разработки и изготовления филаментных ламп в ГУП РМ «Лисма» и их технические характеристики. // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: мат. XII Всерос. науч. – технич. конф. с междунар. участием (Саранск, 28–29 мая 2015 г.) в рамках III Всерос. Светотехнич. форума с междунар. участием / редкол.: О.Е. Железникова (отв. ред.), А. А. Ашрятов (зам. отв. ред.), А. М. Кокинов [и др.]; МГУ им. Н. П. Огарева. – Саранск: Издатель В.С. Афанасьев, 2015. – С. 311–314.
2. Белоножко А.В., Соколова Р.А. Исследование люминофорных покрытий для полупроводниковых источников света с целью повышения их эффективности // Материалы XIX международной научно-практической конференции «Современные техника и технологии», Томск, 2013. – С. 15–16.
3. Абрашкина М., Доброзраков И., Кошин И., Рожкова Т. Филамент светодиодный на смену вольфрамовой спирали // Полупроводниковая светотехника. – № 3. – 2015. – С. 52–56.
4. Чуркина Н.И., Литюшкин В.В., Сивко А.П. Основы технологии электрических источников света. Под. общ. ред. А.А. Прыткова. – Саранск: Мордов. кн. изд. – во, 2003. – 344 с.
5. Шуберт Ф. Светодиоды. Пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича. – 2-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.
6. Литвинов В.С., Рохлин Г.Н. Тепловые источники оптического излучения (Теория и расчёт). – М.: Энергия, 1975. – 248 с.



Доброзраков Игорь Евгеньевич,

инженер и экономист. Окончил факультет светотехники и источников света (1971 г.)

и экономический факультет (1982 г.) Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва. Советник по техническим вопросам технического директора ГУП Республики Мордовия «Лисма»

Эволюция светодизайна в Баку

Н.И. ЩЕПЕТКОВ¹

МАРХИ (ГА), Москва

Аннотация

На основе проведённых натурных исследований даётся оценка светодизайну в городе Баку в процессе его эволюции за 40 лет. Рассмотрены основные составляющие светодизайна – архитектурное освещение зданий, сооружений, произведений монументального искусства, благоустроенного ландшафта, объединяемых световым генпланом города с учётом уличного освещения. На примере бакинско-го опыта поставлен вопрос о принципиальном определении стиля светодизайна. Приводятся сравнительные данные по измеренным яркостным характеристикам освещённых памятников архитектуры в Баку и Москве.

Ключевые слова: светодизайн, светокомпозиционные приёмы, визуальные эффекты, стили светодизайна, цветодинамическое освещение, освещение светодиодами.

«Прощай Баку! Тебя я не увижу» – невероятно искренне и точно выразил в своём стихе Сергей Есенин 90 лет назад чувство, охватывающее человека, который посетил Баку и расстаётся с ним без надежды на очеред-

ную встречу. Столько и таких восторженных впечатлений о светодизайне города я не получал нигде, хотя изучил с пристрастием в режиме исследующего туриста десятки городов в разных странах мира. В Баку, как и в Ереване [1], я был впервые 40 лет назад – после Всесоюзного научно-технического совещания «Световое оформление городов» в Тбилиси осенью 1974 г. Столица Азербайджана эмоционально воспринималась тогда как «город цветных фонтанов» [2], оригинально отличавших её от столиц других республик СССР, хотя в некоторых из них (Москва, Ленинград, Ташкент) уже появилось по одному цветодинамическому и даже цветомузыкальному (Ереван) фонтану. Но только в Баку специалисты «Горсвета» наладили производство малогабаритных подводных светильников с цветными светофильтрами и низковольтными автомобильными лампами, которые искусно и в массовом порядке использовались в декоративной подсветке разных по величине и форме фонтанов и фонтанчиков на площадях, бульварах и в скверах города. Архитектурное же освещение относительно немногочисленных бакинских объектов принципиально не отличалось по ассортименту, количеству

и качеству от других республиканских столиц, как и утилитарное уличное освещение в транспортных и пешеходных зонах, преимущественно типовыми ОП с лампами «ДРЛ» и привитивным дизайном.

Любопытно сравнить освещённые тогда и ныне избранные объекты архитектуры, ландшафта и монументального искусства (рис. 1–3): при несравнимо разных возможностях некоторые из них «тогда» выглядели хотя и не идеально, но более цельно и тектонично, чем «сегодня» (музей Низами, Религиозно-архитектурный комплекс). В целом же архитектурное освещение в эти разные эпохи, безусловно, различается интенсивностью (сегодня, естественно, она существенно выше, как и общий уровень яркости адаптации в городских пространствах), приёмами и цветностью (проекторы стационарного заливающего света с ЛН «тогда» и многочисленные ОП господствующего локального разноспектрального, где-то динамичного, света с разрядными и светодиодными ИС «сегодня») и несопоставимой разницей в количестве освещаемых объектов, определяющих результирующий визуальный эффект.

Всегда ли в эволюционном процессе осуществляется диалектический закон перехода количества в качество? Жизнь показывает, что – смотря в какое качество: в Баку – очевидно, в положительное, а, к примеру, сегодня в Москве – в массовом порядке в отрицательное, явно заслуживающее «Шнобелевской» премии [3, 4 и др.]

¹ E-mail: n_shchepetkov@inbox.ru

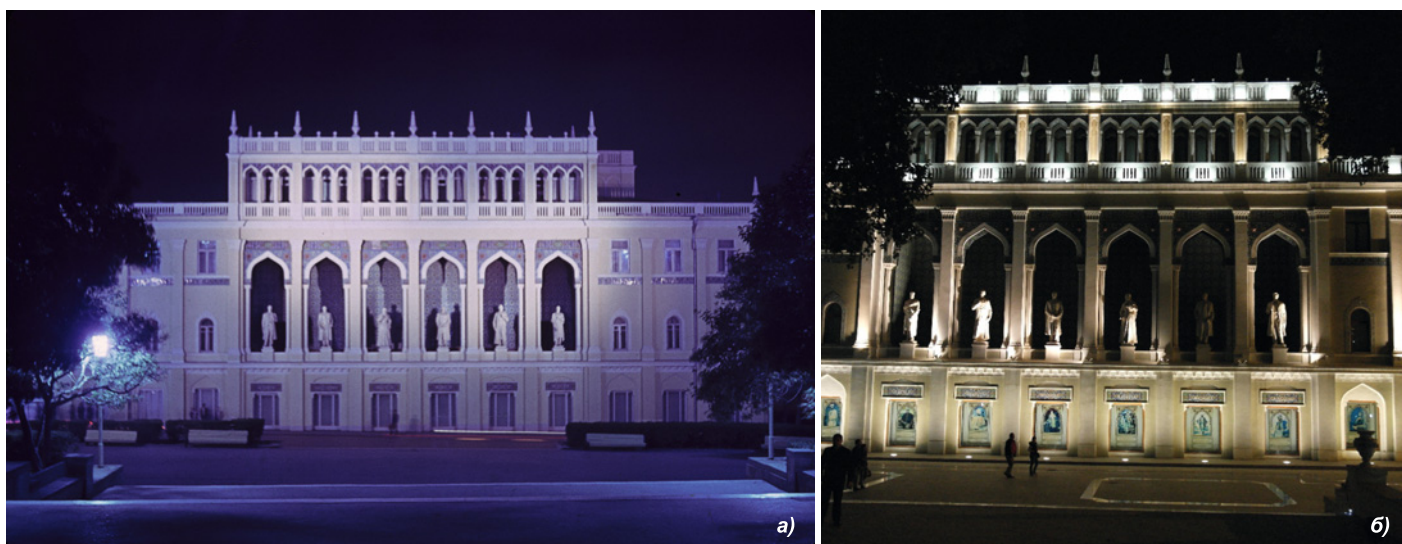


Рис. 1. Заливающее прожекторное освещение фасада музея Низами в 1974 г. (а) и локальное освещение в 2014 г., отличающееся чрезмерной пятнистостью (б)

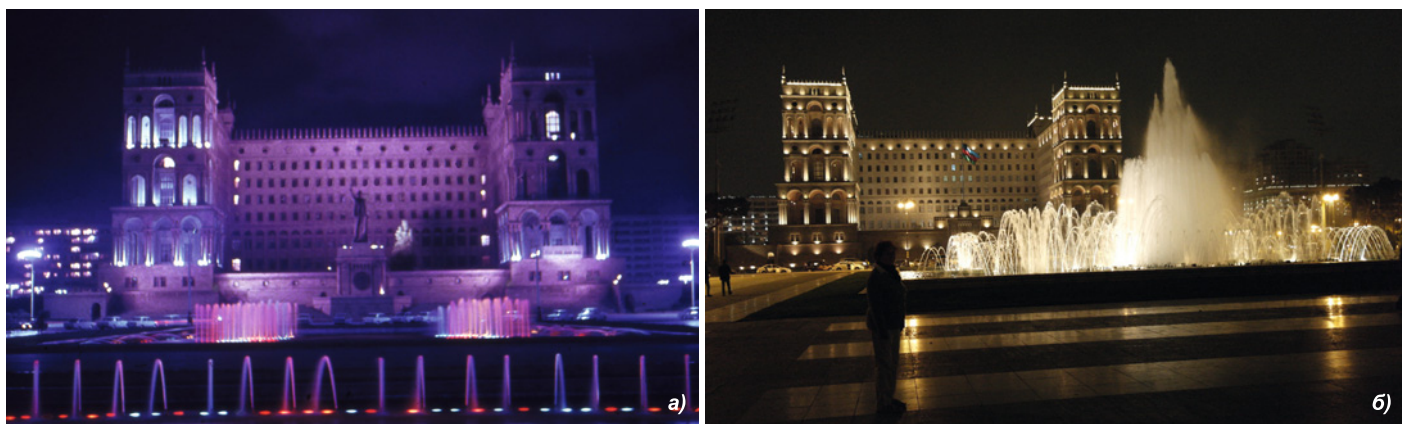


Рис. 2. Локально-заливающее освещение Дома правительства с частично нефункционирующими (в правом ризалите) ОУ и цветными фонтанами на площади перед ним в 1974 г. (а) и реконструированное освещение здания и фонтанов в 2014 г. (б).

В течение недели в октябре 2014 г. в Баку был проведён очередной в новой истории России и стран СНГ 23-й Международный смотр-конкурс дипломных проектов по архитектуре и дизайну, который и явился одним из поводов данного исследования. Все участники смотра – архитекторы и дизайнеры, преподаватели российских и зарубежных вузов – в свободное время гуляли по ночному Баку и мнения почти 300 человек по поводу светодизайна были практически единодушны – ничего подобного и в таком ансамблевом количестве они нигде не видели.

В Интернете Баку часто сравнивают с Дубаем. Это – невежественное неуважение к истории древнего азербайджанского города, хотя в стилистике и темпах развития современ-

ной архитектуры, в её нефтедолларовом расцвете и энтузиазме, а отчасти и в её светодизайне есть некие общие черты [5], обусловленные «on-line мировоззрением», техникой освещения и разнообразием творческих кредо проектирующих в Баку (как и в Дубае) зарубежных зодчих, светодизайнеров и фирм, в том числе самых модных. Например, знаменитая Заха Хадид, автор проекта Центра Гейдара Алиева, признанного в 2014 г. лучшим произведением современной архитектуры на планете (премия «*Design of the Year*»). Разумеется, их авторские реализации последних лет в Баку известны в профессиональном мировом сообществе: светодизайну Пламённых башен и Центра Гейдара Алиева посвящены статьи в авторитетном европейском журнале [5, 6].

Новые крупномасштабные архитектурные сооружения (Пламённые башни – 2009 г., Кристалл-холл – 2012 г., Центр Гейдара Алиева – 2012 г. и др.) вместе со сносом ряда скульптурных памятников и фрагментов исторической застройки радикально изменили облик Баку, а их оригинальное освещение – ночные светопанорамы города. Раньше в них господствовала единственная привлекавшая внимание световая доминанта (сносённая в 1991 г.) – монументальная скульптура С.М. Кирова в парке его имени (с 1939 г.) на вершине юго-западного «мыса» Бакинского плато, подковой окружающего Бакинскую бухту. Сегодня архитектура, геологически неизменный ландшафт и новое электрическое освещение склонов плато, равно как и название расположенно-



Рис. 3. Заливающее прожекторное освещение (явно недостаточное и неравномерное) Девичьей башни в 1974 г. (а) и более интенсивное, но весьма заурядное в 2014 г. (б)

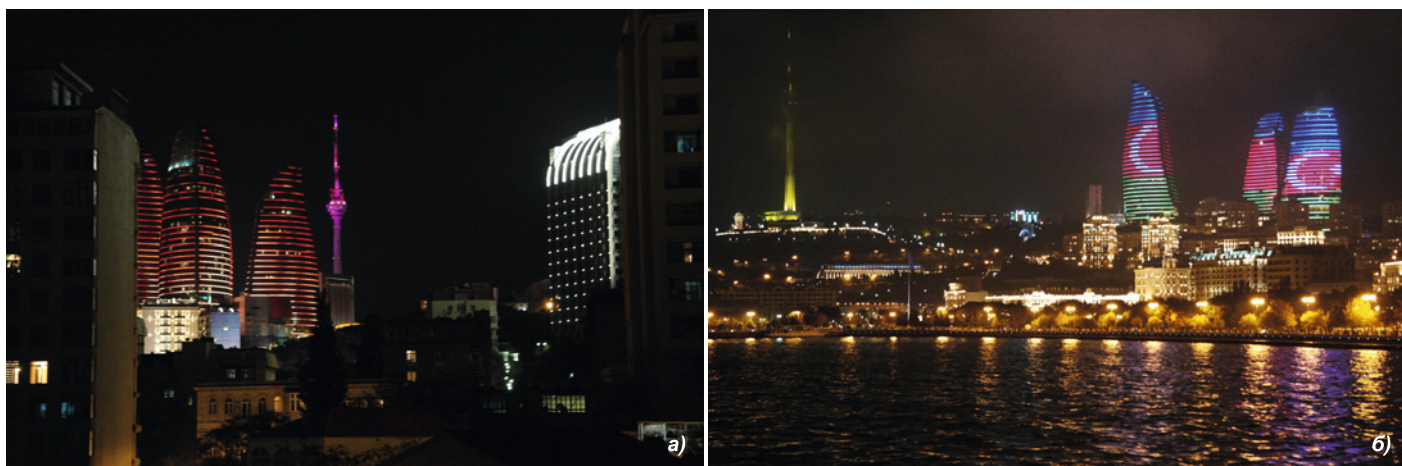


Рис. 4. Пламённые башни (Flame Towers) в светопанорамах города (а, б)

го на них роскошного парка, кардинально преобразились, и ночной вид его из разных точек города, особенно с набережных бухты и аллей Приморского бульвара весьма впечатляет. Три почти двухсотметровые Пламённые башни образно и живо отображают цветным «светодиодно-динамичным» свечением криволинейных объёмов в виде гигантских языков пламени внушительную мощь газово-нефтяных ресурсов Азербайджана, визуализируя одновременно историческое происхождение его названия («страна огня») и места паломничества огнепоклонников – зороастрийцев (рис. 4). Вместе с меняющей цвет освещения по своим алгоритмам телебашней они формируют оригинальный световой силуэт современного Баку. Силуэт довольно неожиданно вырастает на природном «подиуме» озеленённых склонов холма с эффективным ландшафтным освещением элементов благоустройства парка и фа-

садов некоторых узнаваемых зданий, поярусно «гнездящихся» на рельефе и широко распахнутых по горизонту. Чёткая линия освещённой набережной отделяет твердь земли Апшерона от стихии воды Каспия, в которой динамически калейдоскопично отражаются огни города. Эта живописная линия дисциплинирует морские светопанорамы, откуда бы мы на них не смотрели.

Не менее впечатляют и ночные виды с высот Нагорного парка на раскинувшийся амфитеатром город – что в сторону запада, на комплекс мерцающего светом Кристалл-холла и соседней площади с гигантским, ярко освещённым Государственным флагом РА, с «чёртовым колесом» и пирсами, что на восток – с эффектной визуальной презентацией уходящего в перспективу светового плана города с высоты «птичьего полёта» (рис. 5). Ни во время визита, ни в Интернете не удалось, к сожалению, выяснить,

является ли этот световой генплан концептуально кем-то разработанным и хотя бы фрагментарно осуществлённым по проекту или он сложился спонтанно. Но он зримо представляет планировочную структуру прибрежной части города, с трудом прочитываемую днём: «каркас» транспортных магистралей и площадей, освещённых жёлтым натриевым светом уличных светильников; озеленённая пешеходная зона протяжённо-криволинейного Приморского бульвара с белым светом торшеров, отражающихся вместе с жёлтыми фонарями в зеркале залива, и системы ландшафтного освещения внутри бульвара, а также световые ареалы кварталов репрезентативной застройки, среди которых выделяются группы освещённых фасадов зданий и некоторые локальные композиционные доминанты. При этом в светодизайне объектов не наблюдается контрастного стилистического противопоставления объектов но-



Рис. 5. Световой генплан (вид с высоты Нагорного парка) с Кристалл-холлом и площадью Государственного флага Республики Азербайджан (а) и центра города с Приморским бульваром на берегу Бакинской бухты (б)



Рис. 6. Освещение благоустроенной музейно-пешеходной зоны вдоль северной стены Старого города

вой и старой архитектуры, их визуального взаимного уничтожения, унижения или нивелирования, разве что приёмы освещения первых несколько более графичны, «авангардны», но по яркости и цветности освещения они составляют в массе своей единое ансамблевое целое. Принципиальное исключение являют Пламённые башни, но на то они и общегородские доминанты (вместе с телебашней) и новые символы столицы Азербайджана.

Гостя Баку поражает в прибрежных кварталах центра и в некоторых других районах города (в зоне Центра Гейдара Алиева и др.) «плотность» локального освещения фасадов исторических и, отчасти, современных зданий. Этот приём характерен пятнистостью, подтверждённой массовой практикой, которая во многих случаях его дискредитирует, ибо визуально разваливает целостность архитектурной формы. Но при обеспечении необходимого количества световых пятен на единицу площади фасада они, как в пуантилистической живописи, способны превратиться в целостный образ – это и есть одно из проявлений высокого ремесла и даже искусства светодизайна. Здесь количество, очевидно, переходит в качество в положительном смысле. Такие освещённые здания есть в Париже, Берлине, Петербурге (Невский проспект и др.).

Есть другая ветвь светодизайна, ещё более эмбриональная в российских теории, проектировании и прак-

тике – ландшафтный светодизайн, который на фоне примитивного московского (и не только) опыта поражает в Баку своим великолепием, стихийным или проектно-спрогнозированным. Нагорный парк и Приморский бульвар – два показательных, но не единственных образца этого светодизайна на активном рельефе и на партерной плоскости. Даже при одинаковых средствах освещения результаты, очевидно, различны, ибо светопозиционные приёмы обусловлены прежде всего пространственной компоновкой и дизайном элементов благоустройства, по-разному «обслужи-

вающих» контекстуальные функции места. Например, есть технически одинаково освещаемые ОП с ЛЛ балюстрады на аллеях по склонам Нагорного парка и в партере Приморского бульвара, но визуальный эффект их освещения разный: первые «работают» как первоплановые элементы многоплановой и многоярусной светопрозрачной (по существу, светоурбанистической) композиции, вторые – лишь как локальные детали местных перспектив для пешехода, прогуливающегося по аллеям парка. Но и те, и другие имеют равноценное, хотя и разномасштабное значение для световой среды и горожан, в ней пребывающих. И это – объективный фактор, обогащающий эмоциональные впечатления человека в процессе его пространственных перемещений по ночному городу.

Контрасты зрительных эффектов существуют и в светодизайне почти плоскостного ландшафта в камерном масштабе. Они обусловлены контекстом архитектурной, более или менее сложной по структуре и исторической значимости, среды и качеством её освещения. Бульвар, полукольцом окружающий с запада и севера Старый город (Ичеришехер) вдоль его крепостной стены, имеет при вечернем освещении множество уютных, зрительно комфортных и эмоционально привлекательных светопрозрачных микроансамблей (рис. 6). В них есть место и произведениям монументального искусства, и ори-



Рис. 7. Наземный вестибюль станции метро «Ичеришехер» с цветодинамическим освещением

гинальным элементам благоустройства, и разнообразно стриженной зелени, фонтанам, цветникам и газонам. Мощение пешеходных аллей в некоторых зонах по рисунку напоминает португальско-бразильское. Что ж, море (хотя и не океан) – рядом, поэтому стилизованный рисунок волн плиточного покрытия вполне органичен. Такие индивидуализированные микроансамбли встречают пешехода и в других местах города (рис. 7–9).

Благоприятный, привлекательный «дух места» в центре Баку в современной интерпретации создан средствами реконструированной архитектуры, современного благоустройства и освещения. В нём не осталось ничего от того мрачного «духа», который образно отражён Б. Акуниным в детективе «Чёрный город». Это совсем другой – светлый, благожелательный, лучезарный – Баку. Но сравнения полезны – они заставляют размышлять, ибо кое-какие материальные следы от старого Баку всё же остались. Например, не только сохранившийся уникальный геологический ландшафт, но и бывшее здание казино начала XX в., которое стало Детским театром кукол, и Городская Дума – современной мэрией. Сегодня фасады их освещены вполне репрезентативно, как и десятков объектов не столь давней эпохи. Жилые и административные здания «советского ампира» с национальным колоритом, успешно и в массовом количестве имитируемого в современном строительстве, так же прогнозируемо получают художественно грамотное освещение. Главное, что светодизайнеры не экономят на количестве светоточек, и при этом, что хорошо, ОП на пластически сложных фасадах выбирают минимальных, малозаметных днём габаритов, в т.ч. с маломощными МГЛ (20 Вт); в итоге локально освещённые фасады вечером воспринимаются достаточно цельно. Правда, в них из-за этой замечательной точечной однородности нередко теряются важные тектонические, пластические и композиционные особенности, которые следовало бы выделять большей «адресной» плотностью или интенсивностью света, либо другим его оттенком, градиентом или приёмом освещения при статическом режиме работы ОУ, например, на ризалитах, в зонах осевых центров симметрии фасадов, на входных порталах, венчающих фрон-



Рис. 8. Экзотические цветущие (в октябре) баобабы на Приморском бульваре

тонах и т.п.

Во всех случаях освещение Баку – это поучительная школа современного светодизайна, где отражены технические новинки последних лет – ОП с ЛЛ (Т5), маломощными МГЛ и разнообразными светодиодными ИС. Элегантно освещены облицованные разнообразным мрамором роскошные подземные пешеходные переходы под проспектом Нефтяников, отрезающим город от моря. Обычно это – явно негативный функционально-планировочный фактор в любом городе, у которого напряжённой транспортной артерией «ампутирован» свободный доступ к большому водоёму с при-

влекательными пляжами и зеленью, но здесь в переходах этот недостаток компенсируется температурно-влажностным комфортом в жару и непогоду, эскалаторами и освещёнными произведениями декоративно-прикладного искусства, без каких-либо вульгарно загромождающих их торговых точек.

Фонтаны и бассейны, как и прежде, – приятная достопримечательность города. Они многообразны и не все цветные, но все – экологично желанные и художественно востребованные «изюминки» его среды, дневной и ночной, особенно в летнее время года. Есть целые площади фонтанов



Рис. 9. Пирс и площадь с фонтанами на Приморском бульваре перед зданием Музейного центра (бывший музей В.И. Ленина)



Рис. 10. Центр Гейдара Алиева эффектно господствует над его ландшафтно-световым амфитеатром с водными каскадами и бассейнами, лестницами и малыми формами

с разнообразными скульптурными, аква- и светоформами. Традиции в этой области расцветают в Баку вместе с благоустройством. Освещение сложно террасированного ландшафта в Нагорном парке с его мемориальной зоной (Аллея Шахидов и Вечный огонь) и зонами прогулок заслуживает отдельного профессионального рассмотрения. А светодизайн авангардистского ландшафтно-партерного амфитеатра перед Центром Гейдара Алиева с каскадами оригинальных водоёмов – тем более. Там вместе с плюсами есть очевидные минусы: освещение разбросанных по территории скульптурных «конфет в фанти-

ках» государственных флагов многих стран выполнена после благоустройства, поэтому все ОП и электропроводки к ним уродливо экспонированы на мощении, что совершенно неприемлемо в данном суперэстетичном контексте. В жару этот партер без единого теневого навеса или дерева также весьма некомфортен. Само же ни на что не похожее здание Центра трудно назвать архитектурой [6], это – грандиозная белоснежная дизайнерская скульптура или инсталляция, которая ночью, благодаря освещению, не менее фантастична, чем днём. Тёпло-белый дежурный свет ОП с ЛЛ ($T5$), обильно наполняющий

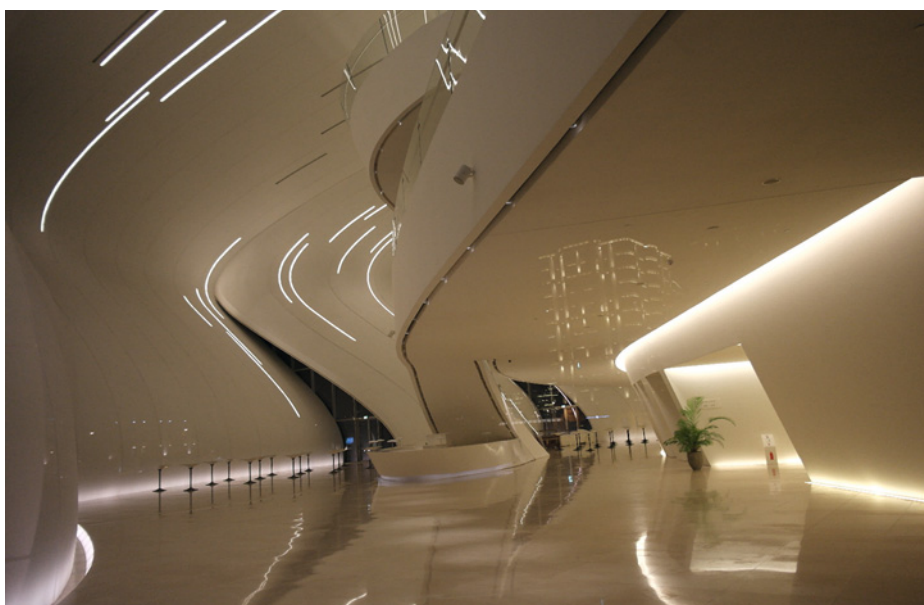


Рис. 11. Пластичные «световые царпины» и световые карнизы выявляют сложную, перетекающую геометрию поверхностей интерьера

захватывающие по пространственным ощущениям интерьеры, прорисовывает со всех сторон её свободно нарисованные арочные проёмы и щели между волнообразными, перетекающими одна в другую складками, а наружные криволинейные кровельные поверхности сложносочленённых «раковин» громадного общего объёма высотой до 74 м кое-где по периметру освещаются грунтовыми ОП с МГЛ. Нет никаких приёмов традиционного внешнего заливающего света: поражающими днём своей экспрессией силуэтными вспарушенными очертаниями, ночью исчезающими в темноте, решено пожертвовать (рис. 10–11). На иррационально-параболических и гиперболических покрытиях и внутренних антресольных этажах в интерьерах Центра, а также на плоских замощённых площадках ландшафтного амфитеатра виден единый стильный светодизайнерский «почерк» З. Хадид в виде «процарапанных» узких светящихся полос разной длины в иррегулярном, но динамичном порядке (к сожалению, снаружи часть из них уже не функционирует).

Не менее впечатляющую картину производит ночью и комплекс из трёх – офисной, жилой и гостиничной – Пламённых башен – скульптур на вершине Нагорного парка. Их сплошь остеклённые 36–39-этажные светодиодные медиа-фасады с относительно невысоким разрешением в цветодинамическом режиме, управляемом центральным компьютером, демонстрируют не только игру огненных языков, но и другие анимированные сюжеты для специальных мероприятий. Система из 10000 светодиодных блоков и 25 км кабелей интегрирована в конструкции фасадного остекления башен и рассчитана на срок службы 15–20 лет (хорошо бы дожить и убедиться в правдивости этих гарантий).

Для исследователя всегда полезно, поучительно и интересно сравнить субъективные зрительные впечатления от архитектурного освещения в разных городах и объективные фотометрические характеристики на однотипных объектах; например, сравнить освещение исторических памятников в Баку и Москве. Наши измерения, осуществленные яркометром *LMK mobile advanced* на внешних поверхностях крепостных стен Старого города и Девичьей башни (рис. 12)

**Яркостные характеристики освещенных крепостных стен на объектах в Баку и Москве
(световая архитектура стены)**

Объекты	Средняя яркость, кд/м ²	Градиентная неравномерность (соотношения) яркостей на стене		Примечания
		по вертикали	по горизонтали	
БАКУ: Старый город (Ичеришехер): - северная стена с башнями	5,3	$\frac{6,7}{1,4} = 4,8$	$\frac{7}{3} = 2,3$	Стена и башни благодаря фактуре камня и скользящему свету выглядят узнаваемо и весьма монолитно, несмотря на пятнистость по яркости и цветности света, придающие ей ритмическую живописность. Тектонично-спокойное освещение башни с малым градиентом по вертикали делает её статичной и скучноватой, особенно по соседству с пестро освещённым жилым домом.
- Девичья башня	2,7	$\frac{3,5}{2,5} = 1,4$	$\frac{5,7}{1} = 5,7$	
МОСКВА:* 1.Кремль: - северо-восточная стена (на Красной площади)	6,5	$\frac{4,6}{3,5} = 1,3$	1	Средняя яркость приемлемо ниже нормы. «Визуальный эффект волны» за счёт повышенной яркости средней по высоте зоны стены Отчётливо выраженная неравномерность охранного освещения искажает тектонику стены.
- южная стена (на Кремлевской набережной)	1,1	$\frac{6,5}{0,5} = 13$	$\frac{6,6}{0,6} = 11$	
2. Донской монастырь: - западная стена	6,7	$\frac{9,7}{3} = 3,2$	1	Световая архитектура стены убедительна. Стена тектонична, но визуально слегка «рябит».
- северная стена	3,7	$\frac{9,4}{2,4} = 3,2$	$\frac{5,4}{1,8} = 3$	
3. Новодевичий монастырь: - северо-восточная стена (фрагмент)	19,5	1	1	Световая архитектура стены убедительна, но стена «пересвечена».

*По данным А.Г. Батовой (Приходько).

в Баку (2014 г.), Кремля, Донского и Новодевичьего монастырей в Москве (2012 г.), дали результаты, приведенные в таблице.

Субъективно эти уровни освещённости (и яркости) и распределение яркостей (градиенты, пятнистость и др.) на фасадах объектов в конкретной светоурбанистической ситуации оцениваются по-разному, тем более, если эти объекты являются смысловыми или градостроительными доминантами или фоновыми элементами и в данном световом ансамбле или видовом кадре играют определённую композиционную роль. Другой базовой психофизиологической особенностью служит уровень зрительной адаптации наблюдателя, определяе-

мый светоурбанистическим контекстом места. Впрочем, эти два условия взаимосвязаны.

В основном сложившийся, довольно убедительный и целостный, «бакинский» стиль освещения, характерный достойной подражания ансамблевостью, требует профессиональной оценки. Вопрос о стиле в светодизайне, поставленный ещё в книге [2] и изредка встречающийся в других публикациях, пока не разработан, стиль не имеет критериев оценки и методики его определения. Между тем, это одна из фундаментальных категорий рождающейся теории светодизайна как новой области научной, творческой и практической деятельности. Многообраз-

ные стили в архитектуре, особенно в исторической, известны, классифицированы по признакам и эпохам с предъявлением читателю характерных примеров и образцов. А как определить стиль светодизайна на объектах известного архитектурного стиля? Он с ним совпадает, самостоятелен или противоречит? Представляется на первый взгляд, что у светодизайна должны быть свои стили, ибо как естественный, так и искусственный свет абсолютно автономны по отношению к архитектуре и вообще к чему бы то ни было. С другой стороны, искусственный свет привлекает наше внимание потому, что «плотно» взаимодействует с архитектурной формой, именно он создаёт

зрительный, в т.ч. архитектурный образ, и развитие светодизайна происходит в лоне архитектуры. Поэтому можно гипотетически предположить, что если искусственное освещение достоверно, убедительно выявляет композиционные особенности архитектурного объекта, изначально рассчитанные на восприятие при дневном свете, делает его легко узнаваемым, визуально не разрушает «дневную» архитектуру, т.е. световой образ его при искусственном освещении ассоциативно, с той или иной степенью адекватности воспроизводит дневной световой образ, стиль светодизайна можно именовать стилем архитектуры освещаемого объекта. Например, барокко превратится в «световое барокко», ампир – в «световой ампир», минимализм – в «световой минимализм» и т.д.. Красиво, но таких идеальных светодизайнерских решений относительно немного. Что же делать с другими реализациями?

Есть заслуживающий внимания концептуальный проект архитектурного освещения Санкт-Петербурга, в котором тщательно выполненная классификация стилей освещаемых зданий – исторических от «Петровского барокко» до современных постмодернистских – формально образует основу их светодизайна, для которого предложены принципиальные (не бесспорные) образные решения. Но стили светодизайна и принципы их определения пока не названы. Светодизайн сегодня в основном развивается по неписаным, интуитивно-эмпирическим представлениям, создавая фантазийные «контробразы», нередко до неузнаваемости изменяющие знакомый дневной образ объекта [7–9]. Возможно, для этих решений (или для всех?) следует искать специфические термины и определения. Таких вопросов без очевидных пока ответов в формирующейся теории светодизайна много. Конечно, архитектура, дизайн и другие жанры искусства могут подсказать аналогии, но не факт, что они способны выразить специфику светодизайна, которая рождается на наших глазах.

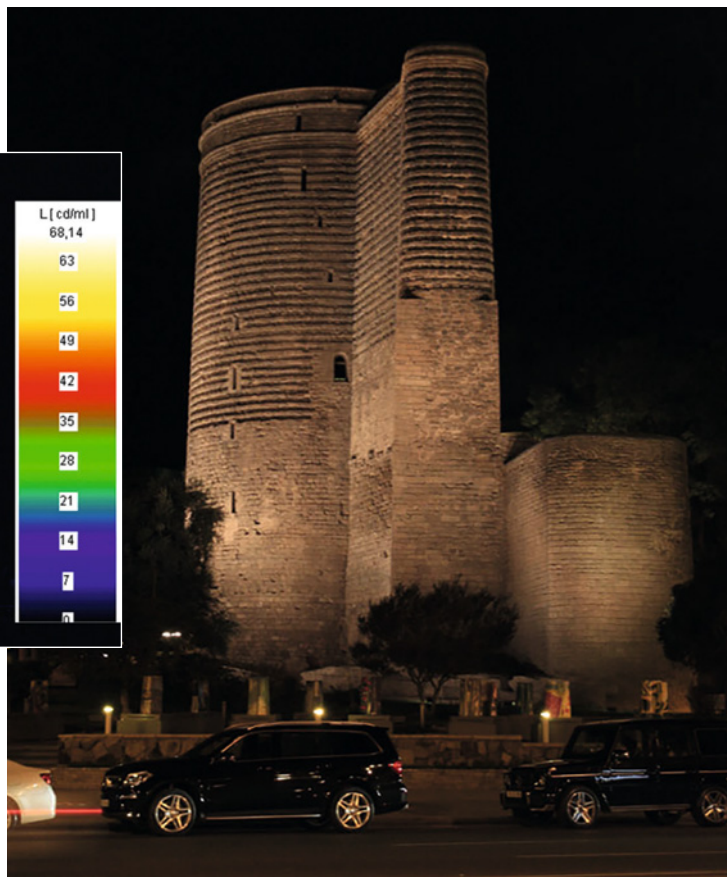
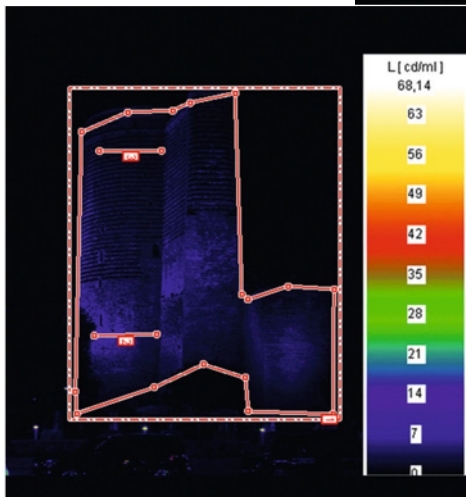


Рис. 12. Яркостные характеристики Девичьей башни.

Пример архитектуры и светодизайна Баку, его оригинальных световых ансамблей не забывается, не отпускает, особенно, если просматриваешь сделанные снимки. Зрительная память синестезически реанимирует мимолетные и пережитые в среде города эмоции и вызывает образные реминисценции из других областей сознания, чувственного восприятия и опыта. Это и есть одна из миссий искусства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щепетков Н.И. Светодизайн в Ереване: история и современность // Светотехника. – 2012. – № 3. – С. 47–51.
2. Щепетков Н.И. Световой дизайн города. – М.: Архитектура-С, 2006. – С. 69, 72.
3. Дискуссия [по статье Н.И. Щепеткова] // Светотехника. – 2012. – № 6. – С. 49–62.
4. Щепетков Н.И. Ещё одна сказка Шехерезады // Light Design PRO (Световой дизайн). – 2014. – № 1. – С. 16–21.
5. Ritter J. Fire works. Flame Towers in Baku/Azerbaijan – Design follows form // Professional Lighting Design. – 2013. – № 88. – Р. 14–19.

6. Ritter J. Formula for flowing forms. Heydar Aliyev Center in Baku/AZ. // Professional Lighting Design. – 2014. – № 94. – Р. 12–19.

7. Матовников Г.С., Щепетков Н.И. Освещение новых пешеходных улиц Москвы // Светотехника. – 2015. – № 2. – С. 11–17.

8. Ауров В.В., Баушева М.Д., Щепетков Н.И. О световом образе высотного здания // Светотехника. – 2014. – № 5. – С. 60–64.

9. Чувикин С.В. Ландшафтное освещение Александровского сада, г. Москва // Светотехника. – 2015. – № 2. – С. 18–20.



Щепетков Николай Иванович, доктор архитектуры, профессор. Зав. кафедрой «Архитектурная физика» МАРХИ (ГА). Лауреат Государственной

премии РФ (за архитектурное освещение Москвы). Член редколлегии журнала «Светотехника»

interlight

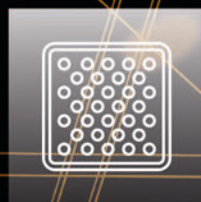
MOSCOW

powered by light + building

Международная выставка декоративного
и технического освещения, электротехники
и автоматизации зданий

10–13 ноября 2015

ЦВК «Экспоцентр», Москва



messe frankfurt



www.interlight-moscow.ru

По теме статьи Быстрянцева Н.В., Лекус Е.Ю., Матвеева Н.В. «Школа отечественного светодизайна: стратегии и тактики» (Светотехника. – 2015 – № 4. – С. 65–66)



Санжаров Владимир Борисович, архитектор.
Директор Института дизайна и искусств СПГУТД.
Автор многочисленных реализованных проектов.
Заслуженный художник РФ. Член Союза дизайнеров
и Союза архитекторов РФ

Спасибо уважаемому и авторитетному журналу «Светотехника» за предложение принять участие в дискуссии по проблемам развития светодизайна в России, многие из которых затронуты в статье «Школа отечественного светодизайна: стратегии и тактики». Я знаком с некоторыми из авторов этой статьи, участвовал в ряде мероприятий по данной теме и считаю, что она заслуживает профессионального внимания.

Честно говоря, не вижу особого предмета для дискуссии, так как совершенно очевидно, что развитие данного направления дизайна у нас в России необходимо. Также очевидно и то, что его развитие невозможно без грамотной подготовки профессиональных «светодизайнеров», потому что в настоящее время в этой сфере «творческо-технической» деятельности работают, в большинстве своём, «дизайнеры-светолюбители» или «электрики-художники». А у этого сложного жанра есть свои особые профессиональные законы и тонкости, которые нужно изучать системно.

Несколько смущает пафосность некоторой части текста статьи, выделяющей светодизайн из общего контекста средового дизайна, неотъемлемой частью которого он (светодизайн) является. Невысокий уровень практического средового дизайна в целом – вот проблема, требующая дискуссии. В нём преимущественно сохраняется оформительно-благоустроительская тенденция, а тон очень часто задают дизайнеры-непрофессионалы и не архитекторы. В этом смысле бурно развивающийся светодизайн может стать лучом света в темноватом царстве российского средового дизайна.

Безусловно поддерживая усилия авторов статьи в развитии светодизайна, методическом укреплении и обосновании образовательной подготовки профессиональных специалистов этой отрасли, считаю необходимым продолжить совместные действия в этом направлении в самых разных формах. В нашем институте, в частности, планируется расширение объёма существующей дисциплины «Дизайн освещения интерьерной среды», с развитием её технической составляющей и выходом за пределы интерьера в творческих и курсовых работах. Нам будет чрезвычайно полезен опыт коллег из Университета ИТМО, а, в свою очередь, мы готовы поделиться своими наработками.



Щетков Николай Иванович, доктор архитектуры, профессор. Зав. кафедрой «Архитектурная физика» МАРХИ (ГА). Лауреат Государственной премии РФ (за архитектурное освещение Москвы). Член редколлегии журнала «Светотехника»

Нельзя говорить о школе светодизайна, не зная его историю. А без истории нет теории. И далее – без фундаментальной теории не выстроить грамотную стратегию развития профессии. Однако и теория без практики мертва. Беда в том, что практикующие светодизайнеры сегодня редко и скупо делятся своими идеями – то ли сказать нечего, то ли это общие фразы, то ли – личная профессиональная тайна.

Россия слегка запоздала по сравнению с Европой с использованием масляных и других пламенных фонарей в стационарном наружном освещении (1667 г. – Париж и 1718 г. – Петербург). Но не надо забывать, что первый в мире опыт экстерьерного электрического освещения осуществил А.Н. Лодыгин в 1874 г. на Одесской (по другим данным – на Конногвардейской) улице в Петербурге [1]. Это и есть точка отсчёта современного светодизайна города. История его, по эпохальным меркам, довольно скромна и весьма витиевата: то он на пике славы и общественного внимания (чего стоит рождение термина «световая архитектура» в 1906 г.), то его забывают и в очередной раз, после войны и экономических кризисов, начинают как бы с нуля, обзывая «световым оформлением», «подсветкой» и другими непотребными эпитетами и представляя любой приём или эксперимент, уже известный предшественникам, как открытие; и не всегда из-за отсутствия скромности или желания «попиариться», а просто от незнания истории.

Конечно, на ранних стадиях развития, в эмбриональном или младенческом возрасте светодизайн как явление новой профессионально-творческой деятельности был весьма уязвим для критики, ибо не имел необходимого теоретического фундамента, определённой идентификации (хотя бы грани отличия от «световой архитектуры»), достаточной поддержки смежных профессий (архитектуры, дизайна, светотехники и др.) и убедительных натуральных свидетельств в виде оригинальных реализаций на уровне искусства. Да и сегодня теоретический фундамент светодизайна (если сравнивать его с оным в архитектуре) всё ещё непрочен, а бурно развивающаяся практика идёт в основном по пути эмпирики, т.е. «методом тыка» или «как получится», лишь бы принял заказчик, в массе своей малокомпетентный в этом искусстве.

Тем не менее, отечественный светодизайн имеет свою историю и своих героев. Не их вина, что многие оригинальные творческие идеи, ими сформулированные, и их творческие проекты не были в своё время воплощены. Н.М. Гусев пропагандировал архитектурное освещение ещё в 1937 г. [2]. Он был знаком с идеями и эксперимен-

тами, хотя и разрозненными, советского авангарда 20–30-х гг., связанными со светом в архитектуре и монументальном искусстве. После Великой Отечественной войны в ходе восстановления народного хозяйства в СССР с определённой регулярностью защищались диссертации и выходили учебники и монографии [3–9 и др.], не считая многих статей в «Светотехнике» [10], в сборниках трудов НИИСФ, ВНИСИ, МАРХИ и некоторых других организаций (Н.В. Горбачёв, В.М. Царьков, Г.В. Каменская, И.А. Азизян, В.Г. Макаревич, Ж.М. Вержбицкий и др.). Если вспомнить другую ветвь светодизайна – интерьерную, то список авторов-исследователей расширится (А.С. Щипанов, В.В. Воронов, В.В. Иванов и др.). Научные исследования шли параллельно с проектно-концептуальными разработками. Первый в мире световой генплан города как профессиональный проектный документ нового жанра был разработан в 1969 г. в НИИСФ-МАРХИ для проектируемого г. Тольятти (руководитель Н.М. Гусев, архитектор В.Ф. Колейчук и др.). Аналогичный проект за рубежом появился лишь 20 лет спустя – световой генплан Лиона во Франции (1989 г., светодизайнер А. Гийо).

В 70–80-х гг. в МАРХИ (Н.М. Гусев, В.Г. Макаревич, Н.И. Щепетков) выполнялись концептуальные проекты освещения (в т.ч. локальные световые генпланы) для городов Владимир, Лениноград и Горький. Разработки перспективных проектов наружного освещения многих городов СССР велись и проектными институтами – Москвы («Моспроект-3», для генплана столицы, 1972 г., Б.В. Оськин), Ленинграда («Ленпроект», для 20 км набережных Невы, И.И. Ночёвкин), Киева, Одессы, Тбилиси, Баку и Волгограда, в особенности в связи с мемориальной тематикой в юбилейные годы победы в ВОВ. Многие концептуальные светоурбанистические и светодизайнерские идеи в этих проектах были для того времени утопичны и остались, к сожалению, как и проект для Тольятти, нереализованными. Но они оставили определённый след в развитии теоретической базы светодизайна вместе с конкретными реализациями, которыми занималась, например, лаборатория архитектурного освещения ВНИСИ. В середине 70-х гг. архитектурное освещение репрезентативных объектов в столичных городах СССР было вполне на уровне мировых стандартов. Однако к 90-м гг. мы от всех резко отстали.

Новое, достаточно мощное и продолжительное «дыхание» открылось в Москве в 1993 г., когда столичное правительство приняло постановление об архитектурно-художественном освещении по программе подготовки к 850-летию юбилею города, которая реализовывалась и далее, вплоть до 2010 г. Этот этап достаточно подробно освещался в публикациях авторов проектов, сотрудников и выпускников МАРХИ и специалистов компании «Светосервис», особенно в 90-е гг., в т.ч. на страницах «Светотехники». Пример Москвы оказался заразителен, и теперь уже многие города РФ – С.-Петербург, Екатеринбург, Казань, Томск и др. – более или менее успешно работают по своим программам. Но количество научных публикаций, несмотря на неизмеримо возросшие объёмы реализаций, сократилось в обратной пропорции, хотя возникли многочисленные светодизайнерские коллективы разного масштаба и квалификации.

Резюмируя исторический обзор, можно сказать, что теоретическая школа отечественного светодизайна сегодня

базируется в основном на сподвижниках Н.М. Гусева в МАРХИ, где в последние годы защищены одна докторская (Н.И. Щепетков, 2004 г.) и четыре кандидатских диссертации (М.М. Червяков, 2012 г.; А.Г. Батова, 2012 г.; В.Е. Карпенко, 2013 г.; Н.В. Быстрынцева, 2015 г.), и на подходе ещё несколько, причём многие соискатели из разных регионов – Петербурга, Владивостока, Пензы, Челябинска, Волгограда. Это даёт надежду, что светодизайн не останется на примитивно-эмпирическом, пусть иногда и удачливо-творческом, уровне. Ведь чтобы рассуждать о стратегии и тактике, надо иметь соответствующее образование.

В дискуссионной статье Н.В. Быстрынцевой, Е.Ю. Лекус и Н.В. Матвеева много правильных слов и мыслей, но они носят настолько общий, универсальный характер культурологических рассуждений, что их трудно использовать на практике. За «кадром» остаётся главный вопрос: КАК реализовать эти благие пожелания, которыми выслана любая дорога все знают куда. Нужны актуальные темы, эффективные методологии исследований композиционных закономерностей и уточнения категорий светодизайна, критерии оценки его качества и их количественные значения. В первую очередь они требуются практикам и составляют фундамент теории. Без них все высокие, даже высокопарные задачи – пустой звук. Поэтому в научной школе Н.М. Гусева любая диссертационная работа предполагала проведение экспериментов методами светомоделирования, чтобы получить хоть какие-то новые и конкретные показатели световой композиции. Сегодня таких работ катастрофически не хватает. Все полагаются на свой вкус и отчасти на нормы, которые вовсе не идеальны. Если не забывать, что светодизайн – не «чистое» искусство, а прикладное, в основе которого лежит утилитарная необходимость, станет очевидной нужда в конкретных, поддающихся учёту и нормированию показателях, основанных на статистических исследованиях. Это не значит, что всё сводится к неким объективным и субъективным показателям, обусловленным психофизиологией зрительного и вообще чувственного восприятия, или показателям экономики и экологии. «Сверхзадача» любой светодизайнерской работы – создание выразительного светового образа архитектурного (или природного) объекта средствами искусственного света, по принципам ассоциативного подобия дневному образу или альтернативного «контробраза», или по компромиссному варианту. В любом случае у этого образа два «родителя» – электрический свет и архитектурная (или ландшафтная) форма, и один приёмник – глаза и мозг человека. Свет, даже рукотворный, автономен от чего бы то ни было, он, будучи включённым, существует как вид материи и без архитектуры, но архитектура и архитектурная среда, приемлемые для человека, без света не существуют. Свет делает архитектуру не только полезным явлением, но и образным искусством, и в этом его фундаментальная, но, к удивлению, трудно постигаемая многими профессионалами роль, по достоинству не оценённая в теории зодчества. Иными словами, любая архитектура в первородном её значении «праматери» всех искусств, дневная или ночная, – световая, а светодизайн – её ночной вариант. Странно, что авторы статьи, не раз упомянувшие науку, творчество, технику и дизайн, забыли про архитектуру, в лоне которой поя-

вился, развивается и только и может существовать светодизайн, о котором идёт речь.

Очевидно, что базовые понятия архитектуры, подсознательно сформулированные для условий дневного восприятия, нужно переложить на язык образов, создаваемых искусственным светом в условиях темновой адаптации. Но это не так просто! Не хватает научных данных, всесторонне проанализированного практического опыта и прочной теоретической базы. Всё чаще всплывающие «красивые» термины типа «световая культура», «стиль освещения» и др. требуют расшифровки, их нет в терминологических словарях, а без этого в науке трудно общаться.

Итак, можно утверждать что:

школа отечественного светодизайна существует и развивается пока без определённой стратегии, просто по законам жизни, как и другие искусства;

научные исследования нужно расширять и координировать между собой;

необходимость профессиональной подготовки в этой области на уровне высшего образования очевидна, но пока ни один вуз не убедил Минобрнауки утвердить новую специальность для бакалавров. При этом в ряде вузов, в локальном масштабе, читают специальные курсы для архитекторов, дизайнеров, инженеров (к сожалению, они разобщены), в других же предполагается готовить магистров по специализации «светодизайнер», для чего пишутся рабочие программы (например, на кафедре «Дизайн архитектурной среды» вместе с кафедрой «Архитектурная физика» в МАРХИ);

заметно вырос общественный интерес к обсуждаемой проблеме – это видно из публикаций в «Светотехнике» (благодаря её высокому научному рейтингу), где авторами всё чаще выступают молодые архитекторы, дизайнеры и светотехники, активно участвующие и в публичных мероприятиях, особенно в нынешний «Год света». Недавно рождённое усилиями части из них профессиональное сообщество *RULD*, возможно, добьётся больших успехов или, по крайней мере, продолжит эстафету в светодизайне, некогда поддерживаемую канувшим в лету (?) Светотехническим обществом РФ.

В любом случае, инициатива авторов дискуссионной статьи своевременна и актуальна, и многие тезисно сформулированные ими предложения могут помочь светодизайнерам, занимающимся размышлениями на эту тему, преподаванием и творчеством, «сконструировать» некие блоки исследовательских проблем, необходимых для теории и практики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Щенетков Н.И.* Световой дизайн города. М. Архитектура – С, 2006. – 319 с.
2. *Гусев Н.М.* Свет в архитектуре. – М. – Л.: ОНТИ Стройиздат, 1937. – 210 с.
3. *Гусев Н.М.* Архитектурная светотехника. – М. – Л.: Госархиздат, 1949. – 152 с.
4. *Голубев В.А.* Архитектурные задачи искусственного освещения городских площадей / Автореф. дисс... к-та арх. – М.: МАИ (МАРХИ), 1950.
5. *Гизе М.Э.* Архитектурные принципы искусственного освещения города / Автореф. дисс... к-та арх. – Л.: Ин-т живописи, скульптуры и архитектуры им. И.Е. Репина, 1951.

6. *Дамский А.И.* Электрический свет в архитектуре города. – М.: Стройиздат, 1970. – 224 с.

7. *Гусев Н.М., Макаревич В.Г.* Световая архитектура. – М.: Стройиздат, 1973. – 248 с.

8. *Щенетков Н.И.* Световая архитектура городских комплексов / Автореф. дисс... к-та арх. – М.: МАРХИ, 1974.

9. *Волоцкой Н.В.* Светотехника. – М.: Стройиздат. 1973. – 352 с.

10. Статьи разных авторов на тему наружного освещения и светодизайна городов // Светотехника. – (1932– н. вр.).



Снетков Владимир Юрьевич, кандидат техн. наук. Доцент и зам. заведующего кафедрой «Светотехника» НИУ «МЭИ»

Статья посвящена, безусловно, актуальной теме, но прежде, чем её серьёзно обсуждать, следовало бы предложить авторам конкретизировать приведённые в ней понятия и наполнить материал примерами. Учитывая, что это уже невозможно, я предложил поучаствовать в дискуссии руководителю светодизайнерского направления кафедры профессору С.М. Лебедковой (её мнение о статье см. ниже). Сам же я приветствую первые шаги специалистов кафедры Световых технологий и оптоэлектроники Университета ИТМО по популяризации своего видения пути развития отечественного светодизайна и соответствующих собственных предложений. Кафедра «Светотехника» НИУ «МЭИ», со своей стороны, готова и к наполнению своих светодизайнерских дисциплин конкретным архитектурным содержанием, и к совместным с архитекторами-светодизайнерами научным исследованиям. А в качестве ответного шага она предлагает специалистам «архитектурного» светодизайна ознакомиться с программой ежегодных курсов повышения квалификации «Техника и дизайн освещения» и с программой уникальных дистанционных курсов повышения квалификации «Техника освещения» (с подробностями можно познакомиться на кафедральной странице Интернета svetmpei.ru). Нам кажется, что без нашего «технического» светодизайна многое из того, о чём пишут авторы статьи, выглядит однобоко. Будущее – за сближением отмеченных выше сторон светового дизайна.



Лебедкова Светлана Михайловна, кандидат техн. наук. Профессор кафедры «Светотехника» НИУ «МЭИ»

Световой дизайн сейчас – модное направление как в архитектуре, так и в технике освещения. Любая фирма, которая имеет дело со светотехническим оборудованием, стремится показать, что она занимается светодизайном, а специалисты по компьютерной графике, создав красивую картинку освещённого объекта, выдают её за светодизайнерский проект. Поэтому вопросы, которые затрагиваются в статье, несомненно, актуальны и требуют тщательного обсуждения и проработки.

Сначала надо определиться с терминологией, включая сам термин «светодизайн». В проектной практике уже бытуют термины «технический дизайн» и «художественный дизайн». В настоящее время приёмы и техника освещения приобретают доминирующее значение для создания комфортных условий жизнедеятельности человека не только в городской среде, но и в замкнутых пространствах помещений. В них искусственный свет и цвет интерьеров формируют среду, которая должна соответствовать естественным условиям жизни.

Тезис, выдвинутый в статье, что световой дизайн – это «творческая лаборатория», в наибольшей мере отвечает состоянию и потребностям в этой сфере. Необходимо объединить достижения в области источников света, световых приборов, физиологии зрения и теории цветоощущений, психологии зрительных ощущений, истории архитектуры и искусства, теории композиции, отделочных материалов, компьютерного моделирования и проектирования светотехнических установок. Потребуется проведение научных исследований по зрительному восприятию пространства, форме и созданию критериев комфортности, красоты и гармонии в светодизайне. На основе анализа и обобщения многих параметров, характеризующих световую среду, можно будет строить «философию, идеологию, методологию светодизайна», о чём пишут авторы статьи.

Развитие техники и науки во многом предопределяет возможность и креативность удачных решений в области светодизайна. Поэтому важно установление тесной взаимосвязи светотехников и архитекторов в разработке архитектурных форм и их светового решения. В этой связи будет целесообразно расширить образование архитекторов в области светотехники, а светотехников в области архитектурных стилей, композиционных решений, истории искусства и архитектуры.

Дискуссия по статье была бы более конкретной и конструктивной, если бы авторы адаптировали её для технического журнала и соответствующей читательской аудитории. Для читателей журнала необходимо объяснять, а главное конкретизировать на примерах такие понятия, как «эстетизация окружающей среды», «эстетика функциональности», «визуальная культура», «диалектическая природа светового дизайна», «симуляция и архитектуроника мировоззрения». Не совсем понятно, что авторы понимают под «критериями профессионального качества, как в образовательной, так и в проектной деятельности». Было бы замечательно, если бы в статье были рассмотрены передовые (на сегодняшний момент) работы по светодизайну зарубежных или отечественных авторов.



Хаджин Александр Георгиевич, архитектор.
Руководитель архитектурной проектной мастерской № 9 ГУП «Моспроект-3»

Самая большая проблема в светодизайне на данный момент в России (на мой взгляд) – **неостребованность высокообразованных специалистов.**

К чему учиться (и учить) хорошо, но долго... и дорого, когда повсеместно у заказчиков проектируют кое-как

«свои» светотехники-недоучки, продавцы осветительных приборов и прочая публика! Этим «специалистам» привлекают в обход условиям тендеров, но – по дешёвке. Это – тактика такая. Зачем стараться-напрягаться, если работу и так «примут» при минимальных затратах на проектирование. А это – уже стратегия! И на результат реализации всем наплевать – пока ещё в России за низкое качество воплощения проектной идеи никого не засудили. (Кажется, это – уже политика такая!)

Увы, нет никакой мотивации учиться на настоящих специалистах по светодизайну. Таких, которые будут способны грамотно воплощать в жизнь креативные идеи любой сложности. Несмотря на порой очень низкий уровень вкуса у заказчиков, вопреки полному отсутствию такового у чиновников госструктур, помноженному на непомерную «откатную» жадность, невзирая на невообразимую небрежность в работе генподрядчиков и наперекор чудовищному непрофессионализму, который повсеместно присутствует сегодня в работе монтажных организаций.

Так необходимо ли комплексное обучение светодизайну при полном нарушении проектных процессов в стране? Если тактически ещё нет, то стратегически – самое время!

И авторы обсуждаемой статьи всё разложили по полочкам.



Силкина Марина Александровна, дизайнер.
Старший преподаватель кафедры «Дизайн архитектурной среды» МАрХИ (ГА). Член Союза дизайнеров РФ и Международной ассоциации «Союз дизайнеров»

На сегодняшний день создание особого культурно-образовательного пространства светодизайна представляется единственно возможным способом «потушить» световые «пожары» архитектурного, ландшафтного и информационного освещения в крупных российских городах, проявить их идентичность, сформировать освещение общественных пространств отвечающее с одной стороны ожиданиям пользователей, а с другой – эстетике архитектурной среды.

Современные экономические реалии уже заметно повлияли на световую среду российских городов. Общество всё чаще сталкивается с необходимостью экономии и ресурсосбережения, но не готово отказаться от продления светового дня искусственным светом. Эффективный и ответственный светодизайн – одно из требований времени, с которым в определённый момент придётся считаться. Это подсказывает не только здравый смысл, но и современный европейский опыт проектирования освещения городов.

Обществу необходимо поколение новых проектировщиков, способных минимизировать экологические и социально-культурные риски энергозатратной и влиятельной области современной дизайнерской деятельности – светодизайна. Тезис о том, что среда формирует человека невозможно оспорить. Но прежде того формируют её. А кто проектирует световую среду городов в современной России – большой вопрос.

Светодизайн – область профессиональной деятельности, основанная на междисциплинарной интеграции знаний. Стройинженерия, светотехника, архитектура и ди-

зайн архитектурной среды – базовые направления бакалавриата, на основе которых формируются сегодня магистерские образовательные программы, представляющие новую профессию. Так, в Университете ИТМО светодизайн развивается в рамках магистерской программы «Оптоэлектронные системы отображения информации и светового дизайна», направление подготовки 16.04.01 «Техническая физика» (Н.В. Быстрянцева), а в МАРХИ (ГА) делаются попытки в 2017–2018 учебном году начать реализацию магистерской программы «Средовой светодизайн», направление подготовки 07.04.03 «Дизайн архитектурной среды» (Н.И. Щепетков).

Программы эти носят локальный, экспериментальный характер профилизации в рамках стандартов существующих направлений подготовки высшего профессионального образования. И здесь возникают следующие ключевые вопросы, лежащие в основе каждой образовательной программы. Каковы стандарт на профессию, квалификационные требования и уровень компетенции выпускника? Какими знаниями, умениями и навыками должен обладать светодизайнер? Как сформировать ответственное отношение к природе, обществу, культуре? Как связать сугубо техническую сторону с творческим осмыслением проектных решений, реакцией на контекст, культурными предпочтениями и потребностями разных групп пользователей.

Возможно, экспериментальные магистерские образовательные программы ответят не только на поставленные перед ними задачи, но и приблизят к пониманию, какими знаниями должен обладать бакалавр, позволив сделать следующий шаг в сторону создания нового направления подготовки.

Организация любого учебного процесса требует выработки эффективной *методологии* – «учения о способах», что, в свою очередь, обеспечивает осмысление проектного процесса. Должен ли светодизайнер *обладать знаниями* в области архитектуры, градостроительства, средового дизайна, истории искусств и архитектуры и *иметь представления* о физике света, проектировании приборов и систем и принципах их работы или, напротив, быть инженером, светотехником, имеющим представление об организации предметно-пространственной среды средствами дизайна, или обладать и теми и другими знаниями в равных пропорциях? Либо идеальная модель – два профессиональных образования – художественное и техническое (Р. Нарбони), обеспечивающих глубокое погружение в специфику?

Основополагающим здесь представляется выработка подходов к формированию технически грамотного специалиста, способного нести персональную ответственность за эстетические и экологические качества проектного решения, осознающего социокультурную роль света, понимающего его пластические возможности в организации средовой композиции, как на уровне целого города, так и на уровне средового фрагмента и использующего пластический язык искусства, способный формировать световую среду, подчинённую изначальной архитектурно-планировочной идее города – системе взаимосвязанных объёмов и пространств, удерживаемых основными градостроительными осями и высотными доминантами или, напротив, – создавать образ совершенно иного «города» в городе.

Световой дизайн в России нуждается в собственной междисциплинарной методологической базе, и, вероятно, ключевое значение в этом вопросе играет определение основных характеристик (компетенций), которыми должен обладать профессионал на уровне традиционных для образования компонентов – знаний, умений и навыков, в полной мере соответствующих алгоритму реального комплексного проектирования. Это во многом подтолкнёт к ответам на вопросы: кого, чему, как и зачем учить.



А.Т. Овчаров, доктор. техн. наук. Профессор кафедры «Архитектурное проектирование» ФГБОУ ВПО «Томский государственный архитектурно-строительный университет» (ТГАСУ). Ген. директор ООО «Световые системы» (Томск). Член редколлегии журнала «Светотехника»

Авторы подняли актуальную тему об уровне отечественного светового дизайна и об образовании и профессиональной подготовке светодизайнеров, подводя читателя к мысли о необходимости создания в России «школы световой культуры» (или «школы культуры света») в обобщённом понимании, и предложили способ оздоровления российского светодизайна через «школу отечественного светодизайна».

Радикальный характер статьи побуждает к дискуссии.

Взяв на себя смелость выступить в роли арбитров отечественного светодизайна, авторы перечисляют его недостатки, которые отнюдь не относятся к разряду профессиональных, а в большей степени к организационным, финансовым и субъективным из области культуры административной организации работ по световому благоустройству. При этом авторы не указали, на примерах каких работ они делают анализ и выводы. Это существенный недостаток статьи, делающий ее безликой. Если же эти недостатки авторы приписывают всем работам в области светового дизайна в России, то это весьма некорректно.

Что касается недостаточного эстетического уровня светового дизайна, то это, как правило (особенно в регионах), относится либо к личности инвестора или заказчика, которые порой формально выполняют предписания администраций, либо к действующей порочной системе тендеров, действующей в России. Тем не менее опыт отечественного светодизайна демонстрирует великолепные работы (Москва, Санкт-Петербург и др. города), и считаю, что авторы в своих оценках глубоко неправы. Ниже привожу отрывок из их статьи, который считаю «некорректным»:

«Рассматривая в этом ракурсе ситуацию, сложившуюся в современном отечественном светодизайне, можно выделить его несколько основных характеристик:

- *на фоне высокой активности в области работы со световой средой очевиден дефицит оригинальных идей, как следствие отсутствующего целостного видения и комплексного подхода;*

- *не учитывается степень авторской ответственности за результаты своей деятельности в общественном пространстве и пространстве культуры – результат установки на частный интерес, угрожающей творческому потенциалу и изначально социально ориентированному характеру светодизайна;*

- не хватает личных мотиваций для индивидуального профессионального роста;
- отсутствуют критерии профессионального качества как в образовательной, так и в проектной деятельности.

Анализ этих тенденций приводит к выводу: уровень развития отечественного светодизайна на данный момент не способен соответствовать уровню его социокультурной значимости. При этом нельзя не учитывать то, что даже в самом профессиональном сообществе (не говоря уже о широкой аудитории) сегодня не существует единого, разделяемого большинством, мнения о задачах светового дизайна, его философии, идеологии, методологических основаниях и общеобразовательных принципах подготовки по этой специальности».

Что хотели сказать авторы? Указать на недостаточный общий уровень эстетичности работ отечественных светодизайнеров? Так с этим трудно согласиться. Конечно, можно говорить о конкретных недостатках, но важно вскрывать их причину. Возможно, она лежит в совершенно другой, приземлённой плоскости. Например, в отечественной практике финансирования? Ведь не секрет, что эстетический уровень дизайнерских работ в области освещения отражает экономическую ситуацию в стране и регионах. Образовательный уровень и профессионализм – факторы определяющие, но зачастую диктуют свою волю и финансовая сторона.

Не менее дискуссионно в статье предложение пути совершенствования отечественного светодизайна. Сама «стратегия комплексного подхода к светодизайну» не вызывает возражения, соответствуя общим принципам построения образовательной и профессиональной деятельности. Но далее авторы выдвигают спорную идею создания «школы отечественного светодизайна» с базовыми принципами и отличительными свойствами (*по примерам школ Баухаус, русского балета, конструктивизма и т.п.*). Говоря о «школе отечественного светодизайна», авторы способствуют идеологизации светового дизайна. Ошибочность такого подхода в СССР болезненно и с большими потерями пережило целое поколение творческой общности страны. Да и почему же именно «отечественного светодизайна»? Чем может отличаться светодизайн отечественный от мирового?

Авторы предлагают утвердить некие каноны и перенести их повсеместно на световые решения. Эта идея статьи вызывает наибольшее разочарование и критику, так как светодизайн – область прикладного искусства, а многие философские размышления авторов абстрактны и беспредметны. Развитие творческих идей, креативности в светодизайне шло и, видимо, будет идти в практической параллели с достижениями светотехники и технологии освещения, тенденциями в архитектурном проектировании и строительстве, трансформацией художественных идей. В такой многофакторной динамично развивающейся творческой и инженерно-технической сфере говорить о формировании школы с традициями и стилями, означает формализовать или, что ещё опаснее, идеологизировать эту область искусства. Учитывая, что каждая работа светодизайнера – индивидуальный, эксклюзивный труд, результат которого определяется как объективными факторами (архитектура, статус объекта, местоположение в городской застройке, история объекта), так и субъективно-

стью световых решений, предложение авторов поистине спорно. Более того, указанные недостатки, пути их устранения, предложения по совершенствованию и прочие положения статьи – это всё общие принципы светового дизайна, а не конкретной школы. Отличительная черта любой школы – определённый стиль, направление, каноны, принципы и методы. Совершенно очевидно, что движение по такой «колее» не будет способствовать развитию творчества и креативности и отражать мнение жителей на визуальное окружение. Оно губительно для художественной мысли. И мировая практика многих столетий подтверждает это.

В светодизайне, естественно, всегда были и будут: и выдающиеся, и заурядные творцы; эксклюзивные заказы с высокой планкой оценки качества работы и формальные работы, не всегда украшающие городскую среду. Всё это существует в одних пространствах и времени, и что претворяется в жизнь – часто не результат творчества, а финансовых возможностей или интеллектуального уровня заказчика. Авторы обошли вопрос координации работ по световому благоустройству со стороны городской администрации (главный архитектор, главный дизайнер). А именно они порой и определяют уровень светового дизайна. Может быть, авторам следовало подумать, как сформировать отечественное общественное и административное мнение по поводу качества выполняемых работ и способов управления этим творческим процессом на административном уровне?

Несправедлив и упрёк авторов в адрес теоретических основ отечественного светодизайна – в их предложении «скорректировать цели, задачи и функции светодизайна в соответствии с современными условиями и требованиями к качеству световой среды, что, в свою очередь, позволит заявить о перспективности и самодостаточности школы отечественного светодизайна». Достаточно привести в качестве примера исключительно полезную монографию Н.И. Щепеткова (2006 г.), в которой обстоятельно изложены принципы современного светового дизайна и содержатся все ответы на поставленные авторами вопросы. Николай Иванович в своей книге и многочисленных публикациях, в статьях в разных журналах о световом дизайне (мировом и отечественном) подчёркивает многообразие, индивидуальность и неповторимость световых решений каждого объекта как неоспоримое достоинство светового благоустройства города, отсутствие трафарета и тиражирования в каком-то одном стиле. И это, полагаю, следует рассматривать как отличительный признак самого художественного явления – светового дизайна. Самое страшное, что можно себе представить, – это наложить на световой дизайн «вериги» стиля, принципов, тиражирование в «стиле», подобие и пр. Тут уже можно говорить о предупреждениях из области видеоэкологии (В.А. Филин).

Читая статью, создаётся впечатление, что её авторы декларируют идею создания школы светодизайна ради самой идеи, поскольку не упоминают о форме и сути самой идеи, превращая статью в продукт абстрактного философствования. (Причём, например, суть «идеи нового гуманизма» применительно к светодизайну авторы не поясняют.)

Вместе с тем можно приветствовать идею организации курсов обучения и повышения квалификации под брендом

«Школа светового дизайна» или «Школа световой культуры» (или «Школа культуры света»?), где обучали бы искусству и технологиям исполнения светотехнических решений, технологическим приёмам освещения и прочим компонентам этого искусства, композиционному построению, приобретались бы знания в области современной светотехники и т.д.



Карпенко Владимир Евгеньевич, кандидат архитектуры. Доцент кафедры «Проектирование архитектурной среды и интерьера» Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. Член Союза дизайнеров РФ

Современное развитие науки и производства, экономическая ситуация во всём мире подготовили очень важный технологический сдвиг, который выражается в создании новых эффективных источников энергии и технологий. Например, процесс улучшения технических параметров и массовое использование светодиодов и традиционных источников электрического света привели к яркостным и цветовым изменениям в городской вечерней среде, что требует нового подхода в формировании светокомпозиционных приёмов, формулировании дополнительных архитектурно-средовых, экологических требований и правил. Такие инновации невозможно внедрять в проектную практику без образовательного компонента. В данном контексте авторы статьи поднимают актуальный вопрос создания стратегии комплексного подхода, анализируют современные проблемы, тенденции и противоречия в российском светодизайне. Они пришли к обоснованному выводу, что, с точки зрения стратегии, необходимой составляющей является формирование методологии комплексной образовательной подготовки конкурентоспособных специалистов в рассматриваемой области творческой и профессиональной деятельности.

Положительным моментом статьи являются сформулированные авторами характеристики существующего состояния российского светодизайна, исходя из возросшего социального и профессионального интереса к данной проблеме. Они выделяют недостаток оригинальных идей и авторской ответственности архитекторов-дизайнеров, отсутствие мотиваций к собственному профессиональному росту и критериев качества в образовательной и проектной сферах светодизайна. В статье Н.В. Быстрянцева, Е.Ю. Лекус и Н.В. Матвеева вызывают интерес предложенная стратегия комплексного подхода как части световой культуры города, принципы, которые могут составлять основу методологии в реализации образовательных программ, и дискуссионные аспекты российского светодизайна. С целью выработки концепции школы авторы предлагают через открытое дискуссионное пространство выработать стратегию создания методологии светодизайна.

С содержанием статьи можно согласиться, но отчасти. Мои основные замечания и предложения таковы:

- В статье преимущественно отражены стратегии развития школы светодизайна. А тактика же, с моей точки зрения, может выражаться в разработке определённых образовательных программ светодизайна, которые включают учебно-методические комплексы, рабочие учебные

программы, практические задания, материалы для обучающихся и т.д.

- На мой взгляд, авторы не вполне разграничили светодизайн как явление профессиональной деятельности с его образовательными и учебными целями и задачами. В результате предлагаются дискуссионные аспекты, принципы методологии и обучения в световом дизайне, но отдаляющие от сути проблемы – формулирования конкретных целей, задач и методик учебных программ светодизайна. По моему мнению, целесообразно учитывать имеющиеся методические, научные и практические наработки при создании стратегии комплексного подхода в процессе формирования образовательного направления российской школы светодизайна. Необходимо учесть и проанализировать учебные планы архитектурных и технических вузов страны на предмет содержания курсов, практических заданий по дисциплинам «светодизайн», «дизайн архитектурной среды», «психология», «светотехника», «оптика» и «искусствоведение», что позволит выработать оптимально содержательный учебный план по светодизайну.

Последний может содержать теоретический и практический курсы длительностью не менее семестра каждый. Возможно проведение выездной практики в ведущих вузах по данному направлению. На мой взгляд, это соответствует комплексному подходу. Согласен с авторами, что основные предметы должны отражать знания по техническим дисциплинам, дизайну архитектурной среды, композиции, психологии, зрительному восприятию. Социально-культурный компонент, отражающий историю и культуру освещения в городах, историю дизайна светильников, архитектурную колористику, на мой взгляд, можно включить в архитектурно-дизайнерский раздел. Недостаток специальных знаний по оптике и светотехнике у архитекторов-дизайнеров иногда сказывается на качестве проектов освещения и световых образов. Создание специализированных светотехнических лабораторий на базе вузов может повысить общий образовательный уровень специалистов-светодизайнеров.

- Световое теоретическое моделирование и светотехнический расчёт, как правило, ведутся с помощью компьютерных технологий. На практике весьма проблематично прогнозировать ход лучей в пространстве города, характер светового и зрительного выражения архитектурной пластики зданий и сооружений и эффект, производимый электрическим светом на результирующий ночной образ объекта, заложенный в эскизной модели.

- В некоторых случаях при создании проектов освещения к светодизайну относятся как к оформительскому направлению в дизайне, что не позволяет гармонично учитывать аспекты художественного образа, эстетики ночной световой среды и светотехники. Одновременно (можно согласиться с авторами), как показывает зарубежная и отечественная практика, светодизайн выделился в сложное архитектурно-композиционное и техническое направление проектирования городской среды и социально значимое явление.

Мне думается, школа светового дизайна в России должна сложиться из многообразия методик, научных достижений и практических результатов разных ведущих вузов, школ, специализированных светотехнических лабораторий и научно-исследовательских организаций, в которых ведутся перспективные разработки в области оптики, светотехники и дизайна архитектуры городов.

Ответ авторов статьи

Авторский коллектив благодарит всех участников дискуссии.

Широкий отклик среди профильных специалистов Москвы, Санкт-Петербурга, Владивостока и Томска (всего пришло 8 отзывов) подтвердил актуальность и остроту затронутой проблемы, от решения которой во многом зависит качество световой среды российских городов и развитие Школы отечественного светового дизайна.

Уже в самом названии статьи – «Школа отечественного светодизайна: стратегии и тактики», положившей начало этому конструктивному диалогу, авторами были обозначены два принципиально важных аспекта: какие плановые действия необходимы для того, чтобы световой дизайн в нашей стране вышел на качественно новый профессиональный уровень, повышая свою конкурентоспособность в мировом масштабе (стратегия), и каковы методы и приёмы для достижения этой цели (тактика).

Участники дискуссии представили разные точки зрения на проблематику современного светового проектирования и образовательные процессы в области светодизайна в России. Авторы разделяют мнения большинства дискуссантов.

Так, Н.И. Щепетков (МАРХИ, Москва) указывает на «острую необходимость выполнения научных исследований по актуальным темам светодизайна», а также ощущаемую всеми профильными специалистами потребность в «юридическом признании профессии «светодизайнер» и соответствующей подготовке кадров высшей квалификации». И, действительно, то, что «теоретический фундамент светодизайна ... всё ещё непрочен» (Н.И. Щепетков) не только замедляет темпы развития как профессиональной деятельности (которая, как все знают, не имеет у нас юридической легитимности), но и серьезно препятствует созданию профильных программ обучения по специальности «световой дизайн».

Пропагандируемая авторами идея комплексного подхода в образовательной подготовке светодизайнеров, которая позволяет эффективно раскрывать междисциплинарный потенциал светового дизайна, полностью созвучна с высказыванием в отзыве М.А. Силкиной (МАРХИ, Москва) о потребности воспитания «поколения новых проектировщиков, способных минимизировать экологические и социально-культурные риски энергозатратной и визуально влиятельной области» – светодизайна.

Нельзя не согласиться с точкой зрения В.Е. Карпенко (ДВФУ, Владивосток) о недостаточной разграниченности в статье «светодизайна как явления профессиональной деятельности» и светодизайна с позиции его «образовательных и учебных целей и задач». Это очень важный аспект, на котором следует остановиться подробнее. В своём понимании специфики современного светового проектирования авторы исходили из того, что, пожалуй, самой актуальной на сегодня проблемой является отсутствие в России световой культуры. Это выражается в: недостаточно

развитом теоретическом фундаменте светодизайна; нехватке научно-исследовательских лабораторий; локально-экспериментальном характере образовательной деятельности; в световом загрязнении; доминировании мнения заказчика в ущерб профессиональному качеству светового проекта; цеховой и межцеховой разобщённости и, наконец, в том, что специальности «световой дизайн» как таковой в России не существует. Световая культура объединяет в себе все составляющие светодизайна – научную (теоретическую), художественную (образную, выразительную) и технологическую.

С уровнем развития световой культуры связаны такие вопросы как экология, эстетика, психология и психофизиология восприятия искусственной световой среды, основательность и заинтересованность (профессиональная и государственная) в развитии теоретической и научно-исследовательской базы светодизайна, ответственное отношение к качеству проектных решений, разделяемое в равной мере и светодизайнером, и заказчиком, образовательные процессы в этой области. Если у человека не будет понимания, что он субъект световой культуры, её творец или её «потребитель», что вся световая среда, которая его окружает – это видимая (материальная) сторона световой культуры (**культуры отношения к свету**), то его представления о световом дизайне будут сводиться только к одной из его составляющих. Поэтому очень важно, что все участники дискуссии выступили именно как субъекты световой культуры, её теоретики, практики, её творцы и уже исходя из этой позиции говорили о проблематике светодизайна.

Культура – это всегда отношения к окружающему миру, обществу и профессии, к другому человеку и самому себе. В данном случае эти отношения строятся на одной из важнейших опор всего живого – свете. Именно такое понимание позволяет связывать воедино разные аспекты светового дизайна – его проблематику, цели, задачи, функции, образовательные процессы. Авторы попытались заложить эту мысль в основу своей статьи, на данный момент акцентировав внимание только на одном из этих аспектов – образовательно-воспитательном, который, с их точки зрения, является важным шагом к созданию «эффективного и ответственного светодизайна» (М.А. Силкина) в России. Полученные отзывы показали, что данная мысль авторов выражена ими недостаточно чётко, поэтому в дальнейшем авторы учтут необходимость более точного изложения своей позиции и приведения конкретных примеров из практики светового проектирования. Это же касается раскрытия вводимых понятий и категорий, на нехватку чего обратили внимание В.Ю. Снетков и С.М. Лебедкова (МЭИ, Москва).

Ещё один аспект, характеризующий процессы в современной светодизайнерской деятельности, который авторы вынужденно вынесли за скобки, был показан А.Г. Хаджиным («Мастерская света № 9», Москва): неостребованность высокообразованных специалистов, связанная с низкими требованиями, предъявляемыми к качеству световой среды и проектных решений.

На это, но уже под другим углом зрения, указывают и другие участники дискуссии. В частности, В.Б. Санжаров (ИДИ СПГУТД, Санкт-Петербург) обращает внимание на то, что в сфере практического средового дизайна в России на сегодня доминирует «оформительско-благоустроительская тенденция», во многом связанная с непрофессиональным подходом к данной творческо-технической сфере, в которой преимущественно работают «дизайнеры-светолюбители» или «электрики-художники». И это одна из причин, побудивших авторов использовать межпредметные связи для формирования междисциплинарного практикума в учебной программе курса «Искусственная световая среда вечернего города» в Университете ИТМО, рассчитанного на получение равно-пропорциональных знаний по дизайну архитектурной среды, светотехнике, культурологии, эстетике, световым технологиям, психофизиологии зрительного восприятия, мультимедиа, менеджменту и др.

Данная дискуссия показала, что идея комплексной подготовки светодизайнеров близка дискуссионцам и разделяется большинством из них.

При этом авторы солидарны с мнением В.Е. Карпенко (ДВФУ, Владивосток), который обращает внимание на одну из актуальных проблем проектирования и реализации световых решений – несоответствие «эскизного, идеального представления светового образа объекта и его реального визуального облика», которое зачастую возникает на практике. Комплексный подход к светодизайну, включающий в себя образовательно-воспитательный процесс как важнейшую составляющую, позволяет минимизировать риск подобного несоответствия, благодаря комплексному учёту эстетического, экологического, социокультурного, технологического и «энергоэкономического» факторов при создании светового проекта.

В то же время авторы не могут согласиться с точкой зрения А.Т. Овчарова (ТГАСУ, Томск), который указал на опасные последствия формирования «школы отечественного светодизайна», видя в этом угрозу стиливой канонизации и «идеологизации светового дизайна» (?). Во-первых, комплексный подход к световому проектированию, его междисциплинарная методология, его история и теория, которые закладываются в фундамент школы светового дизайна, никак не могут «формализовать» или «идеологизировать» эту область деятельности, а, с точностью наоборот, способствуют созданию светодизайна «со своим лицом», учитывающего архитектурные особенности российских городов, их естественные световые ритмы, специфику менталитета, своеобразие городских жизненных ритмов *etc.* Во-вторых, что касается «определённых принципов и методов», которые, по мнению А.Т. Овчарова, являются «движением по «колею» ... губительным для художественной мысли», то знание и профессиональное применение **принципов** объёмно-пространственной композиции, **критериев** визуального качества искусственной световой среды¹, владение **методом** комплексного анализа и т.д. не только способствует расширению творческой перспективы светового дизайна, но и служат га-

рантом профессионального подхода к задачам светового проектирования.

Дискуссия, состоявшаяся на страницах журнала «Светотехника», показала, что открытость к конструктивному диалогу, желание поделиться с коллегами теоретическими и практическими знаниями и наработками, предложения о разных формах сотрудничества, которые выразили все участники, по всей видимости, свидетельствуют о начале нового этапа в отечественном светодизайне.

Следующим шагом, по мнению авторов, может стать совместная разработка конкретных образовательных курсов по направлениям (психофизиология восприятия, распознавание зрительных образов, световая композиция, световая культура, критерии качества световой среды, история светодизайна, мультимедиа и др.), создание международной научно-практической лаборатории с привлечением иностранного опыта, определение основных научно-исследовательских тем, подготовка научно-практических докладов для участия в международных и российских конференциях и расширение дискуссионной программы с привлечением специалистов из разных областей – архитекторов, свето- и средовых дизайнеров, светотехников, философов, культурологов, психологов, художников, обладающих уникальными для каждой из этих сфер знаниями, навыками, опытом, в совокупности способными укрепить теоретическую базу светового дизайна, развивать его технико-творческий потенциал, формировать его междисциплинарную методологию и образовательное поле. Кроме того, ещё одно преимущество такого взаимодействия – возможность совершенствования уже существующих методических учебных программ или разработка новых тематических курсов, основанных на междисциплинарных и межпредметных связях в области светодизайна.

Авторы благодарят редакцию журнала «Светотехника», всех участников дискуссии и выражают надежду, что совместное многоаспектное осмысление проблем, целей, задач и функций современного светового проектирования в результате позволит вывести отечественный светодизайн на качественно новый, более высокий профессиональный уровень в России и в мировом сообществе.

Дискуссия не закрыта, она только начинается!

*Н.В. Быстриянцева,
Е.Ю. Лекус, Н.В. Матвеев*

От редакции

Считая обсуждение данной темы весьма важным, редакция приглашает специалистов продолжить его на страницах нашего журнала.

¹ Исследованию этого вопроса посвящена диссертация одного из авторов статьи, Н.В. Быстриянцева, «Комплексный подход в создании световой среды вечернего города» (05.23.20).



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПОСТАНОВЛЕНИЕ от 28 августа 2015 г. N 898 МОСКВА

О внесении изменений в пункт 7 Правил установления требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг при осуществлении закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд

Правительство Российской Федерации **п о с т а н о в л я е т**:

1. Утвердить прилагаемые изменения, которые вносятся в пункт 7 Правил установления требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг при осуществлении закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2009 г. N1221 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг при осуществлении закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2010, N5, ст. 525; 2014, N50, ст. 7093).

2. Настоящее постановление вступает в силу с 1 июля 2016 г.

Председатель Правительства
Российской Федерации

Д. Медведев

УТВЕРЖДЕНЫ
постановлением Правительства
Российской Федерации
от 28 августа 2015 г. N 898

ИЗМЕНЕНИЯ, которые вносятся в пункт 7 Правил установления требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг при осуществлении закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд

1. Подпункт «а» после слов «классы энергетической эффективности» дополнить словами «(за исключением ламп электрических бытовых)»¹.

2. Дополнить подпунктами «е» и «ж» следующего содержания:

«е) для ламп электрических, работающих от электрической сети переменного тока напряжением 220 В:

наличие класса энергетической эффективности не ниже первых двух наивысших классов, в отношении которых уполномоченным федеральным органом исполнительной власти определены классы энергетической эффективности;

запрет на приобретение двухцокольных люминесцентных ламп диаметром 26–38 мм с люминофором галофосфат кальция и индексом цветопередачи менее 80 с цоколем G13;

¹ Изменение: «а) для бытовых энергопотребляющих устройств, в отношении которых уполномоченным федеральным органом исполнительной власти определены классы энергетической эффективности (за исключением ламп электрических бытовых), – наличие класса энергетической эффективности не ниже первых двух наивысших классов;».

запрет на приобретение дуговых ртутных люминесцентных ламп;

запрет на приобретение ламп люминесцентных со встроенным пускорегулирующим аппаратом (компактных люминесцентных ламп), за исключением случаев, когда для освещения в соответствии с санитарными правилами и нормами, устанавливающими требования к искусственному и смешанному освещению, не могут применяться светодиодные источники света;

ж) для светильников для наружного освещения и светильников для освещения жилых и общественных зданий, а также пускорегулирующих устройств:

запрет на приобретение неэлектронных пускорегулирующих аппаратов для трубчатых люминесцентных ламп;

запрет на приобретение светильников для дуговых ртутных люминесцентных ламп;

запрет на приобретение светильников для двухцокольных люминесцентных ламп с цоколем G13, за исключением случаев, когда для освещения в соответствии с санитарными правилами и нормами, устанавливающими требования к искусственному и смешанному освещению, не могут применяться светодиодные источники света.».

НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ КОМПЛЕКСА ГОСТ Р 50571

1. В ГОСТ Р 50571.1–2009 / МЭК 60364–1–2005 «Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения», в частности, говорится следующее:

Настоящий стандарт является основополагающим в комплексе национальных стандартов ГОСТ Р 50571 на низковольтные электроустановки.

Комплекс национальных стандартов на низковольтные электроустановки должен применяться в качестве основополагающих нормативных документов во всех областях хозяйственной деятельности, входящих в сферу работ по стандартизации и оценки соответствия, при разработке и пересмотре национальных стандартов, сводов правил и стандартов организаций, включая правила пожарной безопасности, строительные нормы и правила, санитарные правила и нормы и другие нормативные документы, затрагивающие требования безопасности электроустановок.

11. Область применения

Настоящий стандарт содержит основополагающие принципы по обеспечению безопасности, правила проектирования, монтажа и проверки электроустановок.

Установленные требования и правила предназначены для того, чтобы обеспечивать безопасность людей, животных и имущества от опасностей и повреждений, которые могут возникнуть при использовании электроустановок, и обеспечивать безопасную и надежную эксплуатацию этих электроустановок.

11.1. Стандарт распространяется на проектирование, монтаж и проверку электроустановок следующих объектов:

- жилых зданий,
- торговых предприятий,
- общественных зданий,
- производственных зданий,
- сельскохозяйственных и садоводческих строений,
- сборных зданий,
- жилых автофургонов, стоянок для них и аналогичных участков,
- строительных площадок, выставок, ярмарок и других временных сооружений,
- пристаней для малых судов, используемых на досуге,
- наружного освещения и установок аналогичного назначения (кроме установок уличного освещения, перечисленных в подразделе 11.3),

- медицинских учреждений,
- подвижных или транспортируемых средств,
- фотоэлектрических систем,
- низковольтных генераторных установок.

Примечание – под терминами «здание», «предприятие», «строение», «оружие», «учреждение» понимают также земельные участки и все, что на них находится.

11.2. Настоящий стандарт охватывает:

- электрические цепи с номинальным напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока включительно,
- электрические цепи напряжением, превышающем 1000 В, и питаемые от электроустановки напряжением не более 1000 В переменного тока (за исключением внутренней электропроводки электрооборудования), например газоразрядных ламп, электростатических фильтров,
- любые электропроводки, на которые специально не распространяются стандарты на электротехнические изделия,
- все электроустановки потребителя, расположенные вне зданий,
- стационарные проводки связи, сигнализации, управления и т. п. (за исключением внутренней электропроводки оборудования),
- расширение или реконструкцию электроустановки в целом или ее частей.

11.3. Настоящий стандарт не распространяется на:

- электрическое тяговое оборудование, включая подвижной состав и оборудование сигнализации,
- электрическое оборудование автомашин, за исключением жилых автофургонов,
- электрические установки на судах и самоходных или закрепленных стационарных морских платформах,
- электроустановки на самолетах,
- установки для уличного освещения, являющиеся частью коммунальной электрической сети,
- электроустановки в шахтах и карьерах,
- оборудование для подавления радиопомех за исключением тех случаев, когда оно влияет на безопасность электроустановки,
- электрические ограждения,

- наружные системы молниезащиты,
- некоторые вопросы, связанные с электроустановками для лифтов,
- электрическое оборудование для машин и механизмов.

11.4. Настоящий стандарт не распространяется на:

- системы для распределения электроэнергии потребителям,
- системы для производства и передачи электроэнергии для таких систем.

11.5. Электрооборудование рассматривается только с точки зрения его выбора и применения в электроустановках.

Это условие распространяется также на комплектное электрооборудование, отвечающее требованиям соответствующих стандартов.

2. Перечень ГОСТ Р 50571, которые в первую очередь необходимо применять при проектировании, монтаже и эксплуатации электроустановок

ГОСТ Р 50571.3–2009 / МЭК 60364–4–41:2005 «Электроустановки низковольтные. Часть 4–41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током».

Введён в действие с 01.01.2011.

Взамен ГОСТ Р 50571.3–94 и ГОСТ Р 50571.8–94.

Комментарии к ГОСТ Р 50571.3–2009 опубликованы в журнале «Светотехника» № 2 за 2013 г.

ГОСТ Р 50571.4.42–2012 / МЭК 60364–4–42:2010 «Электроустановки низковольтные».

Часть 4–42. Требования по обеспечению безопасности. Защита от тепловых воздействий».

Введён в действие с 01.01.2011.

Взамен ГОСТ Р 50571.4–94.

ГОСТ Р 50571.4.43–2012 / МЭК 60364–4–43:2008 «Электроустановки низковольтные. Часть 4–43. Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока».

Введён в действие с 01.01.2014.

Взамен ГОСТ Р 50571.5–94 и ГОСТ Р 50571.9–94.

ГОСТ Р 50571.5.52–2011 / МЭК 60364–5–52:2009 «Электроустановки низковольтные. Часть 5–52. Вы-

бор и монтаж электрооборудования. Электропроводки.

Введён в действие с 01.01.2013.

Взамен ГОСТ Р 50571.15–97.

Комментарии к ГОСТ Р 50571.5.52–2011 будут опубликованы в журнале «Светотехника» № 6 за 2015 г.

ГОСТ Р 50571.5.54–2013 / МЭК 60364–5–54:2011 «Электроустановки низковольтные. Часть 5–54. Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и защитные проводники уравнивания потенциалов».

Введён в действие с 01.01.2015.

Взамен ГОСТ Р 50571.5.54–2011.

Комментарии к ГОСТ Р 50571.5.54–2013 опубликованы в журнале «Светотехника» № 3 за 2015 г.

ГОСТ Р 50571.5.56–2013 / МЭК 60364–5–56:2009 «Электроустановки низковольтные. Часть 5–56. Выбор и монтаж электрооборудования. Системы обеспечения безопасности».

Введён в действие с 01.01.2015.

Введён впервые.

ГОСТ Р 50571.7.705–2012 / МЭК 60364–7–705–2006 «Электроустановки низковольтные. Часть 7. Требования к специальным установкам или местам их расположения. Раздел 705. Электроустановки для сельскохозяйственных и садоводческих помещений».

Введён в действие с 01.01.2014.

Взамен ГОСТ Р 50571.14–96.

3. Перечень ГОСТ Р 50571, введённых в действие в 2015 г.

ГОСТ Р 50571.5.51–2013 / МЭК 60364–5–51:2005 «Электроустановки низковольтные. Часть 5–51. Выбор и монтаж электрооборудования. Общие требования».

Взамен ГОСТ Р 50571.24–2000.

ГОСТ Р 50571.5.53–2013 / МЭК 60364–5–53:2002 «Электроустановки низковольтные. Часть 5–53. Выбор и монтаж электрооборудования. Отделение, коммутация и управление».

Взамен ГОСТ Р 50571.7–94 и ГОСТ Р 50571.26–2002.

ГОСТ Р 50571.7.701–2013 / МЭК 60364–7–701:2006 «Электроустановки низковольтные. Часть 7. Требования к специальным установкам или местам их размещения. Раздел 701. Помещения для ванн и душевых комнат».

Взамен ГОСТ Р 50571.11–96.

ГОСТ Р 50571.7.702–2013 / МЭК 60364–7–702:2010 «Электроустановки низковольтные. Часть 7. Требования к специальным установкам или местам их размещения. Раздел 702. Плавающие бассейны и фонтаны».

Введён впервые.

ГОСТ Р 50571.7.709–2013 / МЭК 60364–7–709:2007 «Электроустановки низковольтные. Часть 7. Требования к специальным установкам или местам их расположения. Раздел 709. Пристани и подобные расположения».

Введён впервые.

ГОСТ Р 50571.7.712–2013 / МЭК 60364–7–712:2002 «Электроустановки низковольтные. Часть 7–712. Требования к специальным электроустановкам или местам их расположения. Системы питания с использованием фотоэлектрических (ФЭ) солнечных батарей».

Введён впервые.

ГОСТ Р 50571.7.714–2014 / МЭК 60364–7–714:2011 «Электроустановки низковольтные. Часть 7–714. Требования к специальным электроустановкам или местам их расположения. Установки наружного освещения».

Введён впервые.

ГОСТ Р 50571.7.715–2014 / МЭК 60364–7–715:2011 «Электроустановки низковольтные. Часть 7–715. Требования к специальным электроустановкам или местам их расположения. Осветительные установки сверхнизкого напряжения».

Введён впервые.

ГОСТ Р 50571.7.753–2013 / МЭК 60364–7–753:2005 «Электроустановки низковольтные. Часть 7–753. Требования к специальным электроустановкам или местам их расположения. Электроустановки с нагреваемыми полами и потолочными поверхностями».

Введён впервые.

4. С вводом в действие комплекса ГОСТ Р 50571 значительно изменяются и/или дополняются Правила устройства электроустановок (ПУЭ).

Примеры:

– ГОСТ Р 50571.3–2009 / МЭК 60364–4–41:2005 и ГОСТ Р 50571.5.54–2011 / МЭК 60364–5–54:2002 изменяют и дополняют главу 1.7 ПУЭ,

– ГОСТ Р 50571.5.52–2011 / МЭК 60364–5–52:2009 заменяет главы ПУЭ: 1.3 в части токовых нагрузок кабелей

и проводов напряжением до 1 кВ, главу 2.1 частично и главу 2.3 частично,

– ГОСТ Р 50571.7.705–2012 / МЭК 60364–7–705:2006 «Электроустановки низковольтные. Часть 7. Требования к специальным установкам и местам их расположения. Раздел 705. Электроустановки для сельскохозяйственных и садоводческих помещений» заменяет раздел «Электроустановки помещений для содержания животных» главы 1.7 ПУЭ.

5. В письме Управления энергетического надзора Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) от 21 июля 2014 г. № 10–00–12/1188 говорится:

«В соответствии с требованием Федерального закона «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ:

– Изменения в Правила устройства электроустановок (ПУЭ) вносит федеральный орган исполнительной власти, который разрабатывал данный документ. Таким федеральным органом исполнительной власти является Минэнерго России.

– Дальнейшая работа по пересмотру ПУЭ будет возможна после принятия соответствующего Федерального закона.

– Выбор того, каким документом руководствоваться (ГОСТ или ПУЭ) зависит от конкретной ситуации. Одновременно сообщаем, что необходимость применения вышеуказанных документов в конкретных условиях определяется проектировщиком, который несет ответственность за ненадлежащее составление технической документации, включая недостатки в ходе строительства, а также в процессе эксплуатации объекта (статья 761 Гражданского кодекса Российской Федерации)».

6. Обратим внимание на следующее:

При решении применения требований ПУЭ или ГОСТ проектировщики, специалисты электромонтажных и эксплуатационных организации должны:

– принимать решения, обеспечивающие лучшие условия безопасности людей и домашних животных, сохранения имущества и защиту его от пожара,

– не применять требования ПУЭ, замененные или измененные требованиями технических регламентов, национальных и межгосударственных стандартов.

*Р.И. Паиковский,
инж.-проектировщик, корреспондент
журнала «Светотехника»
в Санкт-Петербурге*

«Лисма»: там, где рождается свет

Государственное унитарное предприятие Республики Мордовия «Лисма» – крупнейший производитель источников света в России. Заняв позиции лидера отечественной светотехнической промышленности почти 60 лет назад, завод удерживает их и сейчас. «Лисма» – единственное отечественное светотехническое предприятие с полным циклом производства, от изготовления полуфабрикатов и комплектующих до сборки готовой продукции. Предприятию удалось почти невозможное: сохранить лучшие наработки в области проектирования и производства источников света и уникальных специалистов, обеспечивающих движение вперед.

Из истории

Строительство электролампового завода в Саранске было начато в 1950 году, в марте 1956 года была выпущена первая лампа накаливания, и уже через несколько месяцев – первая люминесцентная лампа. В 1964 году начато производство спецламп.

В 1964 году электроламповый завод стал ядром Саранского производственного объединения (СПО) «Светотехника», в которое вошли Ардатовский светотехнический завод, Рузаевский завод электровакуумного машиностроения и строящиеся заводы электровакуумного стекла и специальных источников света, а годом позже в СПО вошёл и Кадошкинский электротехнический завод. Решение о создании объединения было принято с целью консолидации предприятий Мордовии в единый мощный производственный комплекс для ускорения темпов развития отечественной светотехнической промышленности. Создателем и первым генеральным директором СПО «Светотехника» стал Иван Семёнович Коваленко. В 1964 году запущено производство спецламп, в 1965 году начата ручная сборка ртутных ламп ВД «ДРЛ», а в 1967 году запущено их серийное производство. В этом же году с линии сошла миллиардная лампа. К выпуску первого миллиарда предприятие шло 11 лет и 9 месяцев, но быстро набирало обороты: на изготовление второго миллиарда потребовалось всего 2 года и 2 месяца.

В 1976 году И.С. Коваленко был удостоен звания Героя Социалистического Труда, а предприятие награждено Орденом Трудового Красного Знамени – за разработку уникальных прогрессивных источников света. СПО «Светотехника» стало крупнейшей светотехнической европейской компанией, которой в семидесятые годы выпускалась каждая третья рядная и каждая четвертая лампа накаливания в СССР.

В 1978 году начато производство металлгалогенных ламп. Собы-

тием, давшим толчок новым разработкам и началу крупносерийного производства, стали Олимпийские Игры в Москве 1980 года. Для обеспечения цветного телевизионного вещания с Олимпиады требовались совершенно новые виды металлгалогенных ламп, обеспечивающие высокое качество цветопередачи и мгновенное перезажигание в случае затухания лампы. Таких источников

света отечественного производства ещё не было. Руководство страны стояло перед выбором: закупить импортные лампы или оперативно организовать собственное производство. Было принято решение назначить СПО «Светотехника» официальным поставщиком XX Олимпийских Игр. В предельно сжатые сроки совместно с двумя ведущими светотехническими институтами страны – ВНИИ-ИС им. А.Н. Лодыгина (Саранск) и ВНИСИ им. С.И. Вавилова (Москва) были разработаны и поставлены на производство металлгалогенные лампы «ДРИ». В 1978 году было принято решение о закупке оборудования японской компании *Iwasaki Electric* для серийного производства металлгалогенных ламп. В то время это была одна из самых передовых технологий. В результате наша страна стала одним из первых в мире производителей этих ламп наряду с Германией, США, Японией, Францией и Нидерландами.

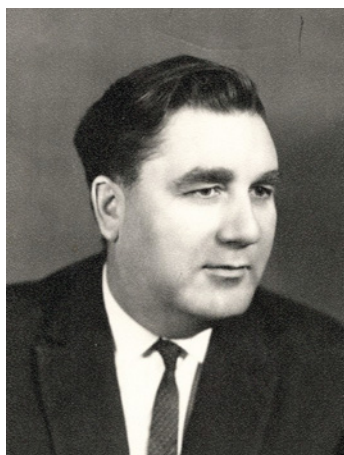
В 1978 году генеральным директором СПО «Светотехника» стал Вячеслав Алексеевич Левакин, который был также назначен заместителем председателя комиссии Верховного Совета СССР по товарам народного потребления. Под его руководством объединение сделало значительный рывок в развитии. Высокотехнологичное оборудование и передовые технологии позволили СПО занять лидирующие позиции в отечественной светотехнике.

В 1989 году СПО «Светотехника» переименовано в СПО «Лисма». Причиной стало большое количество в стране предприятий с аналогичным названием. Чтобы обеспечить узнаваемость мордовскому заводу, в основу названия легло мокшанское слово «лисьма» – родник, источник.

В 1992 году «Лисма» стала акционерным обществом, а в 2007 – государственным унитарным предприятием¹.

(Кстати, в 1999 году, отмечая большой вклад в развитие Мордовии и в ознаменование 50-летия своего первого светотехнического завода, в республике был учреждён профессиональный праздник – День светотехника.)

¹ В 1994–2004 годах генеральным директором «Лисмы» являлся Владимир Васильевич Литюшкин, ныне российский государственный деятель, политик, член Совета Федерации, представляющий Государственное Собрание Республики Мордовия.



В Россию и за рубеж

Что представляет собой «Лисма» сегодня? 1,7 млрд руб. объёмов годового производства и 25% российского рынка. Самая широкая в России и СНГ номенклатура – здесь выпускается более трёхсот наименований ламп, среди которых натриевые, металлогалогенные, ртутные, люминесцентные, галогенные, лампы накаливания общего и специального назначения (железнодорожные, судовые, инфракрасные, прожекторные, светофорные, рудничные, оптические, самолетные). Высокотехнологичная линия «Риббон» позволяет не только полностью обеспечивать свои потребности в стеклополуфабрикатах, но и поставлять комплектующие другим производителям. В числе российских потребителей продукции – «Норникель», «Роснефть», «РУСАЛ», «Магнитогорский металлургический комбинат», «Сибирская генерирующая компания», «Уральская горно-металлургическая компания», «Ме-



таллинвест» и др. Лампы «Лисмы» используются для освещения культурно-исторических памятников Москвы – Кремля и Храма Христа Спасителя.

Более 15% продукции отправляется на экспорт. Поставки ведутся почти во все страны ближнего зарубежья: республики Средней Азии, Беларусь, Украину, Армению, Грузию, Латвию, с недавних пор возобновились поставки в Азербайджан. Если говорить о дальнем зарубежье, то, прежде всего, стоит отметить Вьетнам и Индию. Прорабатывается возможность поставок в страны Восточной Европы, в частности в Сербию и Чехию. Недавно завод получил сертификат соответствия требованиям Европейской директивы на три вида ламп, что даёт право поставлять продукцию в страны Евросоюза.

Предприятие является ядром светотехнического кластера в Мордовии, который выпускает треть всей светотехнической продукции в стране. Оно – крупнейший работодатель в регионе: на «Лисме» трудятся 2600 человек.

Инвестиции в будущее

В августе 2014 года предприятие возглавил Игорь Викторович Константинов. Сильный антикризисный менеджер, имеющий колоссальный опыт работы со «сложными» предприятиями, свои задачи в должности генерального директора он видит в разработке эффективной стратегии развития, оптимизации и модернизации

производства. Под его руководством предприятие приступило к реализации масштабной инвестиционной программы. Её объём на 2015 год – порядка 180 млн руб. Значительная часть средств направлена на: техническое перевооружение производства, в первую очередь полуфабрикатов; релокацию производственных мощностей и оптимизацию внутриводской логистики; перезапуск бизнес-процессов на основе современных IT-решений; снижение энергопотребления. В планах – запуск нового производства цоколей. Ключевым проектом инвестпрограммы станет строительство стекловаренной печи, которая будет одной из лучших в России и позволит снизить затраты на производство стекла и полуфабрикатов на 15–20%. В отличие от многих предприятий светотехнической отрасли «Лисма» не идёт по пути закупки импортных комплектующих и их перемаркировки под российские бренды. Завод развивает собственное производство.



ЛОН: спрос есть всегда

Сердцем завода многие годы подряд является производство ламп накаливания общего назначения (ЛОН). Вопреки прогнозам, обычные «лампочки Ильича» остаются востребованными, причём не только в России, но и за рубежом. Сейчас на производстве ЛОН трудится около 450 человек, которые обеспечивают выпуск 540–550 тыс шт. в сутки, а ежемесячный объём производства достигает 10–12 млн шт. В планах предприятия – увеличение объёмов выпуска ЛОН. В ближайшие полгода на производстве будет ещё сформировано шесть новых бригад.

На вооружении – передовые IT-технологии

Сегодня, чтобы обеспечить конкурентоспособность, производителю необходимо постоянно расширять номенклатуру выпускаемой продукции. Тенденции рынка требуют сокращения времени от проектирования и запуска в производство, до реализации продукции конечному потребителю. Сократить время от проектирования до реализации, «Лисме» позволяют современные технологии, лучшие практики CAD, ERP- и PLM-системы. В качестве PLM-системы применяется информационная система «ЛОЦМАН: PLM».

Управление жизненным циклом изделия позволяет организовывать совместную работу подразделе-





ний предприятия в едином информационном пространстве. Создание единой среды эффективного взаимодействия повышает прозрачность деятельности каждого подразделения и предприятия в целом. За

несколько месяцев применения PLM-системы «Лисме» удалось в рекордно короткие сроки запустить серийное производство новой продукции. При этом увеличилась производительность труда и снизились материальные затраты за счёт детального учёта требований к объекту на ранних этапах и отслеживания их выполнимости в последующем.

К импортозамещению готовы

Российский рынок источников света сейчас насыщен низкопробной продукцией, которая не соответствует заявленным критериям. Так, почти 100% светодиодных ламп, изготовленных в КНР, при обозначенном сроке службы в три года выходят из строя уже в течение первого года. Потребитель оказывается перед выбором: качественная, но очень дорогая продукция, либо некачественная, но дешёвая. В своей стратегии «Лисма» придерживается «золотой середины»: высокое качество при адекватной цене. У предприятия есть для этого возможность: замкнутый цикл производства делает его независимым от других поставщиков и колебания валют и позволяет удерживать конкурентоспособную себестоимость готовой продукции. Научно-технический потенциал «Лисмы» позволяет предприятию быть полноценным участником программы импортозамещения – мордовские светотехники уже сейчас готовы предложить источники света, которые не только не уступают, но порой и превосходят по своим характеристикам продукцию ведущих мировых производителей.

Новинки от «Лисмы»

Летом 2015 года «Лисма» вывела на рынок свою инновационную разработку – светодиодные филаментные лампы серии «СДФ». Светящее тело в них – не традиционная вольфрамовая спираль, а светодиодная филаментная нить. Отличные эксплуатационные характеристики этих ламп совмещены в них с комфортным для глаза свечением и привычной формой традиционной ЛОН. По сравнению с «лампочками Ильича» филаментные лампы служат в 30 раз дольше – 30 тыс. ч. При этом они абсолютно безртутны. Но главное их преимущество – экономия электроэнергии, до 90%, по сравнению с ЛОН. На сегодняшний день филаментные лампы «Лисмы» – самые энергоэффективные источники света на рынке. Сейчас предприятие выпускает ежемесячно порядка 40 тыс. шт. ламп «СДФ» мощностью 4, 6 и 8 Вт с колбой A60 и цоколем E27, и эта

цифра с каждым месяцем растёт. Филаментные лампы уже доступны жителям Мордовии, Пензенской области, Москвы; также она поставляется в Армению. В ближайших планах – расширение линейки продукции за счёт выпуска лампы с колбой A50 и «свечки» с цоколем E14.

Вторая перспективная новинка предприятия – натриевая лампа ВД. На основе «классики жанра» – ламп «ДНаТ» – специалисты «Лисмы» разработали линейку разрядных ламп «ДНаТ СУПЕР» – с повышенной световой отдачей и у лучшими эксплуатационными характеристиками. Кроме высокой световой отдачи, достигающей 130 лм/Вт и более, лампы обладают длительным сроком службы, достигающим (в зависимости от мощности лампы) порядка 48 тыс. ч. Это соответствует 5–6 годам ламп эксплуатации в осветительной установке. При этом изменена конструкция внутреннего монтажа: распыляемые Ba-Al-газопоглотители заменены на нераспыляемые: таблеточные Zr-Al-газопоглотители. Это позволило снизить потери светового потока за счёт увеличения прозрачной части поверхности колбы, а также повысить его стабильность в процессе срока службы из-за поддержания низкого вакуума в лампе. Рынок очень положительно отреагировал на появление лампы отечественного производства с высоким качеством и по доступной цене. Впервые за последние годы лампы, изготовленные в России, появились на улицах Москвы и Санкт-Петербурга.

Ещё одна новая разработка «Лисмы» – натриевые лампы ВД для выращивания растений в условиях защищённого грунта серии «Greenline»,

мощностью 400, 600 и 1000 Вт, которые обеспечивают получение значений фотосинтезной облучённости от 400 до 1000 мкмоль/(м²·с), оптимальных для многих растений. Срок службы ламп «Greenline» в облучательных установках – более 5 лет.

В настоящее время на «Лисме» активно ведётся работа по освоению серийного производства серии маломощных металлогалогенных ламп (70, 100 и 150 Вт) разного конструктивного исполнения с цилиндрической колбой и резьбовым цоколем, а также – с кварцевой оболочкой и цоколями G12, G8,5 и RX7s, различной цветности и с керамической или кварцевой разрядной трубкой.

Многие лампы «Лисмы» уникальны; некоторые сходные по своим характеристикам лампы зарубежного производства в продаже в России есть, но исключительно в сегменте «премиум». Высокая цена делает их недоступными для рядового потребителя. Имея большой опыт массового производства источников света, «Лисма» проводит большую работу по снижению себестоимости своей новой продукции, чтобы действительно эффективные, качественные лампы были доступны всем.

*Н.В. Горнова, журналист,
ГУП Республики Мордовия «Лисма», Саранск*

С 29 июня по 4 июля 2015 г. в Манчестере, Великобритания, проходила очередная, 28-я, Сессия Международной комиссии по освещению (МКО). Местом её проведения стал конгресс-центр Университета Манчестера. В работе форума приняли участие 490 делегатов из 35 стран мира. Россию представлял автор этих строк.

Деловая программа включала три основных этапа: Генеральную ассамблею, собственно Сессию и заседания отделений и технических комитетов (ТК) МКО. Генеральная ассамблея утвердила новый состав руководства МКО, которому по окончании данной Сессии предстоит работать следующие четыре года. Новым президентом МКО, сменившим Энн Уэбб (*Ann Webb*) из Великобритании, стал Йосихиро Оно (*Yoshihiro Ohno*) из США (из Национального института стандартов и технологий).

На открытии Сессии выступили мэр Манчестера (*Paul Murphy*), президент МКО Э. Уэбб и председатель организационного комитета (*Nigel Pollard*). Затем генеральный секретарь центрального бюро МКО Мартина Паул (*Martina Paul*) представила директоров всех семи отделений МКО, которые дали краткую характеристику своей деятельности.

Рабочая часть Сессии проводилась параллельно по трём секциям согласно с тематике соответствующих отделений МКО. В первой половине дня представлялись пленарные и секционные доклады, а во второй – проходили крат-

кие презентации отдельных постерных докладов, непосредственно постерные сессии и семинары (*workshops*) по 6-ти заявленным темам. Кроме того, во второй половине дня проходили заседания отделений и технических комитетов МКО.

Всего на сессии было представлено 5 пленарных заказных докладов, 73 секционных доклада и 48 постерных презентаций. В фойе конгресс-холла на трёх постерных сессиях было выставлено 245 докладов.

Из пленарных выступлений следует отметить доклад «Ослеплённость от автомобильного освещения и её регламентация», сделанный представителем Великобритании Джеффом Дрейпером (*Geoff Draper*), президентом Международной экспертной группы по автомобильному освещению и световой сигнализации (*GTB*), созданной как рабочая группа по координации ИСО, МЭК и МКО в области автомобильного освещения. В докладе подчёркивается, что в области сумеречного зрения, к которой относятся освещение дорог и некоторые другие виды наружного освещения, из-за сдвига чувствительности глаза в сторону более коротковолновой области спектра происходит изменение энергоэффективности источников света, вследствие чего необходима разработка методологических документов для оценки эффективности осветительных установок, работающих в условиях сумеречного зрения.

Представление 60-ти секционных докладов было организовано по направлениям, определяемым проблематикой соответствующих отделений МКО. Из докладов на секции Отделения 4 («Освещение и сигнализация для транспорта») запомнился, в частности, доклад Джузеппе Росси (*Giuseppe Rossi*) из Италии «Оптимизация энергопотребления в дорожном освещении», в котором предлагается ввести критерии эффективности установок для освещения улиц, дорог и пешеходных зон в плане электропотребления.

В постерной части сессии был представлен доклад «Совершенствование мобильного метода измерений освещённости на дороге» (авторы А.А. Коробко и А.Ш. Черняк, ООО «ВНИСИ им. С.И. Вавилова»)¹.

Проведённые в рамках сессии семинары охватывали следующие темы: «Цветовые характеристики освещения светодиодами», «Оценка систем показателей освещения», «Адаптивное освещение и видимость», «МКО илюминант *L (LED)*: за, против и сомнения», «Освещение для жизни», «Воспроизведение цветных изображений для 3D-печати».

Материалы Сессии, включая все доклады и постеры, справочную информацию по структуре и публикациям МКО и программу Сессии, записанные на флэш-накопитель в виде двух файлов в формате *pdf*, общим объёмом в 2124 с. были розданы всем участникам.

На заседаниях отделений МКО, как обычно, рассматривались многие организационные и процедурные вопросы. Важно отметить более жёсткие подходы руководства МКО к созданию новых ТК, а также к срокам работы по созданию новых технических документов МКО.

Многие важные вопросы решались на заседаниях ТК. Как правило, они касались согласования расхождений и поправок, возникших на предварительных этапах разработки руководств, технических отчётов и стандартов МКО.

Нельзя не отметить чёткую организацию Сессии и теплоту гостеприимства принимающей стороны, что немало способствовало созданию творческой атмосферы и деловой активности участников.

Объявлено, что следующая, 29-я, Сессия МКО пройдёт в 2019 г. в США.

А.А. Коробко, кандидат техн. наук, ООО «ВНИСИ им. С.И. Вавилова», член Отделения 5 МКО



¹ Его журнальный вариант будет опубликован в «Светотехнике».

Поздравляем с юбилеем!

В.В. Сысуну – 80 лет

28 августа 2015 г. исполнилось 80 лет заслуженному изобретателю РФ, кандидату технических наук Виктору Викторовичу Сысуну. По окончании в 1960 г. Харьковского



государственного университета он работал на Томилинском заводе полупроводниковых приборов, а с 1966 по 1974 г. – в НИИ «Зенит», где в 1973 г. защитил кандидатскую диссертацию. В этот период им были разработаны и защищены авторскими свидетельствами и патентами ряд импульсных ламп накачки лазеров и имитаторов мощных световых импульсов.

В последующие годы В.В. Сысун работал главным конструктором объединения «Электролуч», где создал множество световых и светосигнальных приборов специального, общепромышленного и бытового назначения.

Результаты работ В.В. Сысуна описаны в более

чем 100 статьях в научных журналах и в книге «Специальная светотехника» (в соавторстве), 2008 г. Он – автор более 160 изобретений в областях электронной техники, прикладной

оптики, теплотехники, светотехнического приборостроения и светильников со светодиодами. 20 изобретений автора защищены патентами зарубежных стран. Его разработки удостоены медалей ВДНХ СССР. На 18 предприятиях России выпускались и выпускаются более 24 изделий, созданных изобретателем. В этом году В.В. Сысун отмечает 50-летний юбилей своей изобретательской деятельности.

Редакция журнала и друзья сердечно поздравляют Виктора Викторовича Сысуна с 80-летием со дня рождения, желают ему здоровья и дальнейших успехов на благо отечественной науки и техники.

Фирма «С.Е. Лютесс» ищет специалиста

Senior Managerial Position Lighting

For Russian/Belorussian/ Kazakhstan markets

Well Established Middle East Lighting distributor with major European and USA lighting principals is expanding its activities into the CIS market and has opened several vacancies for experienced lighting professionals for their operations in Russia/Kazakhstan/Belorussia.

Profile: Candidates with solid track of record in the field of lighting specification and sales.

Must have experience in specification sales through Municipalities, Government Bodies, Architects, Consultants, Designers, High End Corporate Clients and Contractors

This is a senior position and candidates will have the tasks:

- to achieve the sales targets
- to set up operation and establish administrative processes and procedures
- build up the team

Qualification: BE (Electrical)/Diploma (Electrical Engg) /MBA (Marketing) – Russian equivalent.

Native Russian speaker. Fluent English is a must.

Candidates to be based in Moscow/Moscow region.

Package: Attractive package to commensurate with experience linked to performance for high profile candidates.

Please send your applications to hr@celutess.ru.

Please note that only successful candidates will be contacted and invited for the interview.



BL GROUP: ЯРЧЕ. ЭКОНОМИЧНЕЕ. УМНЕЕ

«Interlight Moscow powered by Light+Building» – лидирующий международный проект, объединяющий профессионалов светотехнической области, в котором, тринадцатый год подряд, BL GROUP представляет лучшие разработки и ежегодные новинки осветительных приборов GALAD, системы интеллектуального освещения, услуги

по проектированию и обслуживанию ГК «Светосервис», а также опоры и металлоконструкции OPORA engineering

2015 год станет особенным для посетителей стенда и всех партнёров BL GROUP. Дело в том, что светильники будут не совсем обычные. В этом году на стенде с гордостью представлены светильники, произведённые в России, но не только для России.

Последние инновационные разработки Холдинга выпущены в соответствии с международными стандартами качества и ориентированы на мировой экспорт. Потенциальные рынки сбыта для новых групп светильников – это Россия, Азия, Африка и некоторые страны Западной Европы.

Среди новинок – светильники «Урбан LED» – первые в мире светильники-конструкторы. С их помощью можно создавать до 3000 неповторяющихся комбинаций. Каждый проект уникален.

«Волна LED» – история о том, как красота побеждает. Это первое поколение светильников со светодиодами, которые не стоит сравнивать с ламповыми аналогами. «Волна LED» новее, эффективнее и эргономичнее, а главное – красивее своих светодиодных (не только ламповых!) предшественников.

«Гранда LED» – первые в России светильники для пешеходных зон, одновременно антивандальные, и притом без защитного стекла. Как такое возможно? Приходите на стенд и посмотрите.

Среди новинок будут также представлены разработки для построения современных интеллектуальных систем управления архитектурным и наружным освещением с разными возможностями энергосбережения:

- Шкаф «ШУНО-СС», на базе контроллеров «БРИЗ-ТМ» – для управления наружным и архитектурным освещением, сбора и передачи диагностической информации.

- Контроллер управления «БРИЗ-РВ» – для автономного управления освещением по расписанию включений и отключений с возможностью синхронизации по ГЛОНАСС/GPS.

- Ограничитель пускового тока (ОПТ) – для исключения негативного влияния высоких пусковых токов.

Традиционно на стенде будут представлены металлоконструкции OPORA engineering.

На стенде всех гостей ждёт гостеприимная атмосфера. Лёгкая и просторная архитектура стенда, концептуально повторяет город. Акценты сделаны на наружное (дорожное, архитектурно-художественное и садово-парковое) и офисно-административное освещение. Здесь же вы сможете задать все интересующие вопросы и изучить новинки изнутри и даже разобрать их! Для всех гостей – закуски и напитки.

Правила оформления рукописей

Журнал публикует оригинальные и обзорные статьи по различным направлениям светотехники. Если коллектив авторов включает сотрудников разных учреждений, то следует указать место работы каждого автора, адрес электронной почты и контактный телефон. Каждый автор (соавтор) опубликованной статьи получает 1 экземпляр журнала с этой статьёй.

Все статьи публикуются на русском языке. Рукописи статей принимаются на русском и (или) английском языках.

Статья представляется в электронном виде. На отдельных листах следует приложить краткие сведения об авторах (когда и какой вуз окончен, настоящее место работы и занимаемое положение, учёная степень и учёное звание, почётное звание, занятие научно-общественной деятельностью, область научных интересов и т. п.). Следует также представить цветную фотографию каждого автора (в электронном виде).

Максимально допустимый объём статьи, как правило, – 12 машинописных страниц формата *A4* (расширения имени файла – *doc* или *docx*, шрифт – *Times New Roman*, размер шрифта – 12, междустрочный интервал – 1,5, поля – верхнее и нижнее – 2, левое – 3, правое – 1,5) и 8 рисунков (как правило, форматов *pdf* или *tif* и *tiff*), включая рисунки с буквенными обозначениями (например, рис. 1, *a* и рис. 1, *b* считаются как два рисунка).

Статья должна излагаться в следующем порядке: название, авторы [в алфавитном порядке (инициалы, фамилия) и не более трёх от одного учреждения], аннотация и ключевые слова (на русском и, желательно, на английском языках), текст статьи, список литературы. На отдельных листах представляются таблицы, иллюстрации (рисунки, фотографии) и подписи к иллюстрациям.

Для оперативной связи с авторами указывается адрес электронной почты сноской при фамилии автора-корреспондента.

Аннотация – «визитная карточка» статьи. Она должна быть краткой (не более 10–12 строк), но ёмкой. Аннотация печатается на отдельной странице вместе со следующими за ней ключевыми словами (не более 3 строк).

Во «Введении» следует оценить мировой уровень работ по данной тематике, нерешённые проблемы по направлению публикуемой работы, чётко сформулировать основную цель и задачи работы. При описании техники эксперимента (расчёта) следует опускать подробности общеизвестных методик, ссылаясь на приведённые в других работах сведения, но обязательно подчёркивать принципиальные особенности собственных измерений (расчётов). В «Заключении» следует выделить основные результаты и обратить внимание читателей на те изменения и дополнения, которые вносит работа в современное состояние рассматриваемой проблемы или вопроса.

Таблицы набираются на отдельных страницах и нумеруются по порядку упоминания их в тексте арабскими цифрами. Название пишется после номера таблицы. Все графы в таблице имеют заголовки и разделяются вертикальными линиями. Сокращение слов в таблицах не допускается. При наличии в тексте одной таблицы таблица не нумеруется. В таблице без заголовка (что нежелательно) пишется только слово «Таблица».

Авторам следует избегать повторения одних и тех же данных на рисунках, в таблицах и в тексте.

Используемые в работе термины, единицы измерения и условные обозначения должны быть общепринятыми (использоваться физические величины, единицы и обозначения, в частности, принятые в Международной системе СИ и Международном светотехническом словаре (М.: Русский язык, 1979)).

Все употребляемые в статье обозначения (за исключением общеизвестных констант типа e , h , c , π и т. п.) и аббревиатуры должны быть

определены при их первом появлении в тексте, с учётом следующих принятых в журнале сокращений:

- ВД – высокое давление
- ВЧ – высокая частота
- ГЛН – галогенная лампа накаливания
- ГЛН НН – галогенная лампа накаливания низкого напряжения
- ЗУ – зажигающее устройство
- ИЗУ – импульсное зажигающее устройство
- ИК – инфракрасный
- ИС – источник света
- КЕО – коэффициент естественной освещённости
- КЛЛ – компактная люминесцентная лампа
- КПД – коэффициент полезного действия
- КСС – кривая силы света
- ЛН – лампа накаливания
- ЛЛ – люминесцентная лампа
- МГЛ – металлогалогенная лампа
- НЛ – натриевая лампа
- НЛВД – натриевая лампа высокого давления
- НД – низкое давление
- НЛНД – натриевая лампа низкого давления
- НН – низкое напряжение
- НО – наружное освещение
- ОП – осветительный прибор
- ОСД – органический светодиод
- ОССД – освещение светодиодами
- ОУ – осветительная установка
- ПРА – пускорегулирующий аппарат
- РЛ – разрядная лампа
- РЛВД – разрядная лампа высокого давления
- СВД – сверхвысокое давление
- СВЧ-лампа – сверхвысокочастотная лампа
- СД – светодиод
- СД-ИС – светодиодный источник света
- СДЛ – светодиодная лампа
- СДМ – светодиодный модуль
- СП – световой прибор
- УФ – ультрафиолетовый
- ЭПРА – электронный ПРА
- ЭУ – электроустановочное устройство
- λ – длина волны
- η_v – световая отдача (источника света)
- T_y – цветовая температура
- R_a – общий индекс цветопередачи

Φ_v – световой поток
 Φ_e – поток излучения
 I_v – сила света
 L_v – яркость
 E_v – освещённость

$V(\lambda)$ – функция относительной спектральной световой эффективности для дневного зрения

При наборе статьи на компьютере все латинские и греческие обозначения физических, фотометрических и колориметрических величин набираются курсивом (P , I , W , $V(\lambda)$, R_a и т.д.). Желательно использование латинских обозначений индексов (в общеупотребительных вариантах).

Формулы нумеруются в круглых скобках, (2), литературные ссылки – в прямых, [2], При этом нумеруются только те формулы, которые упоминаются в тексте.

Библиографические ссылки оформляются с учётом ГОСТ Р 7.0.5–2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». (При этом к ссылкам на материал из Интернета следует относиться осторожно, предпочитая «долгоживущие сайты»; и обязательно указывать дату последнего обращения к этому материалу; в иных случаях интернет-ссылку желательно продублировать.)

Например:

Мешков В.В., Матвеев А.Б. Основы светотехники: Учеб. пособие для вузов: В 2-х ч. Ч. 2. Физиологическая оптика и колориметрия. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 432 с.

Шуберт Ф. Светодиоды. Пер. с англ. под ред. А.Э. Юновича. – 2-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.;

Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Знак, 2006. – 972 с.

Kokoschka, S. Zur Berechnung von Schwellenkontrasten für die Detektion einfacher Schobjekte // Licht. – 1988. – 40, № 4. – S. 305–308.

Каршенбойм С.Г. Новые рекомендованные значения фундаментальных физических постоянных (КОДАТА2006) // УФН. – 2008. – Т. 178, № 10. – С. 1057–1064.

Патент РФ № 2159021, 04.12.2000.

Сысун В.В. Светомаскировочная фара на светодиодах // Патент России № 2266466. 2005. Бюл. № 35.

Официальные периодические издания: электронный путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб], 2005–2007. URL: <http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

При этом нежелательно давать ссылки на труднодоступные широкому читателю издания (например, на труды студенческих и ведомственных конференций).

Редколлегия журнала просит авторов включать в список литературы максимум возможных ссылок на статьи свои и (или) других авторов, опубликованные в журнале «Светотехника» (особенно, за последние 3–5 лет).

Всем авторам предоставляется возможность ознакомиться с корректурой рукописи (в электронной версии) до передачи её для набора. Авторы имеют возможность устранить обнаруженные опечатки и небольшие неточности, оперативно направляя перечень исправлений по электронной почте (svetlo-nr@yandex.ru). При этом дополнения в тексте не допускаются.

Если при доработке рукописи (по замечаниям рецензента, редактора или по собственной инициативе) она находилась у авторов больше трёх недель, статья получает статус «после доработки». Если срок доработки превышает два месяца, статья рассматривается как вновь поступившая.

Редакция не согласовывает с авторами изменения и сокращения рукописи, имеющие редакционный характер и не затрагивающие принципиальных вопросов.

Рукописи, в которых не соблюдены данные правила, отклоняются. Датой поступления в редакцию считается день повторного получения рукописи.

Редакция просит авторов учитывать, что рецензенты дают заключение по следующим пунктам: а) соответствует ли статья тематике журнала; б) есть ли в статье чётко сформулированные новые научные результаты; в) достаточно ли надёжно обоснованы выводы статьи; г) понятно ли изложен материал статьи, соблюдено ли в ней единообразие в терминах и обозначениях; д) для какого круга читателей она представляет интерес. При этом следует избегать введения «от себя» новой терминологии и пользоваться жаргонными выражениями.

Подписывайтесь на журнал

Светотехника

На 1-е полугодие 2016 года

Индекс журнала 70808 Адрес: 129626, г. Москва,
в каталоге «Пресса России», проспект Мира, 106,
отдел «АРЗИ». ВНИСИ, оф. 327, 334
Редакция также оформляет Тел./факс: 8 (495) 682-58-46
подписку на журнал E-mail: journal.svetotekhnika@mail.ru

ПАРТНЁРЫ ЖУРНАЛА

Редколлегия и редакция с большим удовлетворением отмечают организацию сообщества «Партнёры журнала «Светотехника» и выражают благодарность нашим партнёрам, поверившим во взаимную эффективность такого сотрудничества

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЁР ЖУРНАЛА



Холдинг BL GROUP

ПЛАТИНОВЫЕ

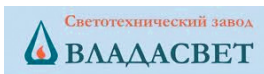


ГЛОБАЛ
ЛАЙТИНГ

ЗОЛОТЫЕ



СЕРЕБРЯНЫЕ



БРОНЗОВЫЕ



TENZOSENSOR

