

313@SOMERSET СИНГАПУР



■ VOSSLOH-SCHWABE В «313@SOMERSET»

«313 @ Somerset» – это великолепный торговый центр, расположенный в самом сердце делового района Сингапура – Orchard Road.

Как часть работ по совершенствованию торгового центра было решено переоборудовать освещение. Основным требованием проекта было создание современного атмосферного освещения в холлах и обеденных зонах. Высокоэффективный чрезвычайно тонкий и плоский модуль VS серии «AluLED» (IP64) с разъемами замечательно вписался в дизайн вестибюля. Специальные синие модули разной длины (1220 и 320 мм) чрезвычайно удобны для низкопрофильного дизайна монтажа освещения.

Для управления работой модулей VS «AluLED» (IP64), креативно протянувшихся вдоль потолка, был выбран модуль управления цветом VS серии «DigiLED DMX CA», чтобы создать на потолке, в центральном куполе, эффектный анимированный осветительный экран, где сходятся линии светодиодных модулей. Чтобы соответствующим образом работали высокоэффективные синие модули «CA», применён цифровой протокол DMX, посредством которого, управлять светом просто, удобно и надёжно. В дополнение к возможности управления светом, могут вызываться заранее запрограммированные световые сцены. Модули управления цветом VS серии «CA» доступны как с ручным управлением, так и через протоколы DALI или «PUSH» или DMX. Для создания общей атмосферы осветительные элементы были удачно интегрированы в сиденья, а чтобы выделить существенные черты структуры, использовались светодиодные ленты VS «LEDline Flex SMD» синего тона. Благодаря использованию исключительно гибкой печатной платы, структура была освещена с неподражаемой яркостью.

ЭПРА VS для светодиодных модулей с широким диапазоном выходной мощности на напряжение 24 В были согласованы с лентами с модулями VS «AluLED», а также со всеми системами управления освещением. Изготовленные в Европе с жёсткими допусками по параметрам, ЭПРА VS обеспечили надёжность и электромагнитную совместимость светодиодной системы.

Проект: 313@somerset

Заказчик: Lend Lease

Архитектура: Broadway Malyan

Проект освещения: Sunlight Luminaire

Консультант по освещению: Vbo Singapore

Изготовитель: Vossloh-Schwabe

Фото: Vossloh-Schwabe

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ю.Б. Айзенберг – главный редактор, доктор технических наук, профессор

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. Шапаруняц, 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-переводчик

Е.И. РОЗОВСКИЙ

Зав. редакцией

М.И. Титаренко, Л.В. Шелатуркина

zav.red@list.ru

Секретарь редакции

А.В. ЛУКИНА

journal.svetotekhnika@mail.ru

Компьютерная подготовка издания

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 21.01.2015.

Подписано в печать 13.02.2015.

Формат 60x88 1/8. Печ. л. 10,00.

Заказ 12-255. Тираж 1200.

«Знак», 101000, Москва, Главпочтамт,

п/я 648, тел. 361-93-77.

Отпечатано в типографии ООО «Агентство Море»

101898, Москва, Хохловский пер., д. 9.

СОДЕРЖАНИЕ

В НОМЕРЕ

Айзенберг Ю.Б. Журнал «Светотехника» в наши дни **4**

Бизнес и инновации **6**

Богданов А.А. Контроль параметров и качества светодиодов и изделий с ними при серийном производстве **13**

Ли Ц, Моу Т., Чэн Л. Определение характеристик спектрорадиометров для оценки фотобиологической безопасности светотехнических изделий **23**

Ёрс П.Ф., Казанасмаз Т. Расчётное сравнение современных систем естественного освещения в целях улучшения уровня и равномерности освещённости **28**

Стребков Д.С., Трубников В.З., Чадаев Н.Н., Шешин Е.П. Перспективы применения автокатодных люминесцентных ламп **36**

Мнение о статье Стребкова Д.С., Трубникова В.З., Чадаева Н.Н., Шешина Е.П. «Перспективы применения автокатодных люминесцентных ламп». В.Б. Киреев **39**

Гальчина Н.А., Гофштейн-Гардт А.Л., Коган Л.М., Колесников А.А., Социн Н.П., Флегонтов Б.К. Светодиодные белые излучатели кругового действия для сигнальных огней судов и навигационных знаков водных путей **40**

Ёзджан Э.К., Юнвер Р. Воспринимаемые цвета фасадов при освещении их разными источниками света **43**

Василяк Л.М., Воронов А.М., Костюченко С.В., Кудрявцев Н.Н., Левченко В.А., Собур Д.А., Соколов Д.В., Шунков Ю.Е. Влияния синусоидальной и прямоугольной форм тока повышенной частоты на резонансное излучение ртутного разряда НД **50**

Табака П. Анализ светотехнических параметров светорегулируемых аналогов ламп накаливания **53**

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Кондратов А.П. Новые материалы для световых механо-оптических панелей **59**

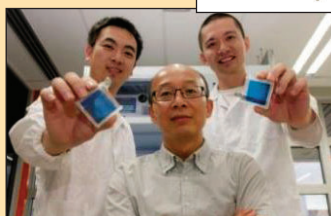
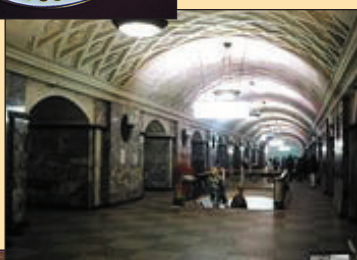
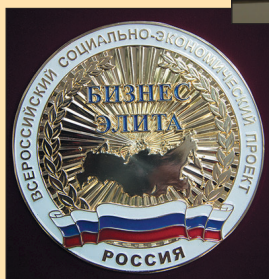
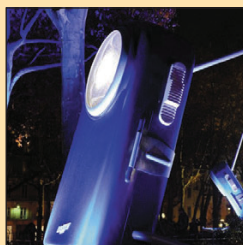
Пашковский Р.И. Расширение области применения устройств дифференциального тока **62**

1 • 2015

ЯНВАРЬ • ФЕВРАЛЬ

СВЕТО ТЕХНИКА

(LIGHT & ENGINEERING)



ОБМЕН ОПЫТОМ

Маццола К. О комфортном промышленном освещении **64**

Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Контрафактное стекло → контрафактное окно → контрафактное здание **66**

ПИСЬМА ЧИТАТЕЛЕЙ **52**

ХРОНИКА

Световое шоу «Эрмитаж. Бал истории». Е.А. Лесман, Ю.М. Погодина **35**

Международный год света и световых технологий 2015 **5**

Поздравляем

А.М. Троицкого **39**

Т.Н. Частухину **27**

Фестиваль «Световая архитектура» **61**

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ. НОВЫЕ КНИГИ

Новый стандарт: ГОСТ Р 56228–2014 «Освещение искусственное. Термины и определения». Е.И. Розовский **22**

Содержание журнала за 6 лет **71**

Подписывайтесь на журнал «Светотехника» **79**

Технический отчёт МКО «CIE standard general sky guide» **61**

Road Lighting. Fundamentals, Technology and Application / W. van Bommel **42**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Инновационные решения от Galad и Opora для автострад (холдинг BL Group) **2 с. обл.**

Реализация концепции городского освещения любого уровня сложности (холдинг BL Group) **3 с. обл.**

Shoptline 85, 111 – Shoptline EVO 75, 90 (компания Vossloh-Schwabe) **4 с. обл.**

VS в «313@SOMERSET», Сингапур (компания Vossloh-Schwabe) **1**



Ю.Б. Айзенберг
Доктор технических наук, профессор, академик АЭН РФ, главный редактор журнала «Светотехника»

Истёкший 2014 г. был чрезвычайно тяжёлым для нашего журнала. Всемирный экономический кризис, связанный с чрезвычайным снижением цен на нефть (практически в три раза), политическая напряжённость и антироссийские санкции из-за Крыма и событий на Востоке Украины, резкое падение рубля – всё это не могло не сказаться на состоянии журнала. Практически прекратились поступления от рекламы (кроме наших постоянных и верных рекламодателей *BL Group* и *Vossloh-Schwabe*), вышли из состава партнёров журнала из-за экономических трудностей *Thorn*, «Рефлакс», «Атомсвет», «Нюкон» (правда, новыми партнёрами в этом году стали *General Electric Lighting*, *Global Lighting*, *Rainbow Electronics*, «Институт градостроительства»). Сократился тираж журнала, возросла его подписная цена.

Вместе с тем журнал продолжал вести напряжённую борьбу за своё существование и развитие. Мы опубликовали сдвоенный номер 1/2, посвящённый полной публикации всех новых стандартов на светотехнические изделия (всего восемь стандартов, включая стандарты на светодиоды и изделия с ними). Мы провели важную дискуссию по статье А.С. Шевченко «Программа продвижения энергоэффективного освещения в России» (№ 1/2).

Впервые журнал выпустил специальное отдельное приложение № 1 «Освещение городов» по заказу холдинга *BL Group* (генеральный партнёр) и провёл при поддержке последнего важнейшую акцию – выпустил дополнительный тираж журнала в 2000 экземпляров, который распространил на выставке «*Interlight Moscow powered by Light+Building*» в ноябре 2014 г.

Последняя акция была направлена на популяризацию журнала, на расширение его подписки. С этой целью на выставке была организована читательская конференция журнала, которую провёл его главный редактор проф. Ю.Б. Айзенберг.

За этот период у нас образовались зарубежные научные ячейки, поддерживающие постоянную связь с ре-

дакцией. Это учёные из США, Германии, Австрии, Финляндии, Словении, Чехии, Словакии, КНР, Индии и Турции. Мы публикуем много интересных статей из этих стран.

Заметными публикациями в истёкшем году был цикл статей по докладам на Сессии МКО в Куала-Лумпуре (№№ 4 и 5), в том числе учёных с мировым именем (Д.Ч. Брэйнарда, Д.Х. Слайни, Я. Шанда), а также статья О.И. Рабиновича и А.Э. Юновича «Об открытии полупроводниковых источников света (к истории создания светодиодов)» (№ 4), почти совпавшая по времени выхода с присуждением Нобелевской премии трём японским учёным за достижения в этой области. Интерес вызвала статья Н.И. Щепеткова и др. «О световом образе высотного здания» (№ 4), а также статья С. Дарулы и Р. Киттлера «Классификация естественного освещения в условиях облачности».

На большое число соответствующих запросов редакция откликнулась публикацией «Статьи в журнале «Светотехника» по проблеме воздействия света на организм человека (2006–2014 годы)» (№ 3).

Введённый журналом систематический раздел «Бизнес и инновации» встретил живой интерес у читателей. Всего за 2013 и 2014 гг. было опубликовано 124 кратких сообщений на эту тему.

Мы отметили замечательную дату – 90-летие наших глубокоуважаемых ветеранов А.И. Рымова и А.Л. Вассермана.

Медленно, но развивается деятельность журнала на поле Интернета. За последний год наш сайт в среднем посещало 1520 человек в месяц, а интернет-подписка на журнал составила только 17 экземпляров. Мало приходит запросов на сайт. Практически нет интернет-дискуссий. Это говорит о том, что необходимо оживить, сделать более интересной работу в онлайн.

Новый год начинается дальнейшим углублением кризиса и падением курса рубля. Это не может не сказываться на положении журнала.

Редакция и редколлегия намечают значительно расширить работу по привлечению к журналу в качестве партнёров широкий круг светотехнических фирм.

Мы обращаемся к мэру Москвы и руководителям ряда министерств с письмом о поддержке журнала «Светотехника». В одном из ближайших номеров мы опубликуем наше письмо и ответы на него.

Но главное, конечно, – расширение подписки на журнал. С таким обращением мы дважды обращались к читателям (№№ 4 и 5).

Мы благодарны всем, кто поддерживает журнал, кто проявляет о нём истинную заботу.

Общими силами мы надеемся выйти из сложившегося положения и отстоять свой любимый журнал.

Международный год света и световых технологий 2015

Провозглашение		
	Инициаторы	Африканское физическое общество Европейское физическое общество
	Дата резолюции	20 декабря 2013 ^[1]
	Сессия	68-я
	Краткое название	МГС2015 <i>IYL2015</i>
	Оф. сайт	light2015.org/Home.html

Международный год света и световых технологий (*The International Year of Light and Light-based Technologies, IYL2015*) – международный год ООН, проводимый в 2015 году в соответствии с решением Генеральной Ассамблеи ООН, принятым в 2013 году. Инициатива предпринята ООН для повышения осведомлённости граждан мира о важности света в их жизни, для улучшения общественного понимания того, как оптические технологии содействуют устойчивому развитию и обеспечивают решение проблем в области энергетики, образования, сельского хозяйства, связи и здравоохранения и для укрепления международного сотрудничества. Проведение года приурочено к ряду юбилейных дат, относящихся к науке о свете и отмечаемых в 2015 году. В проекте участвует более чем 100 партнёров из 85 стран.

История

С инициативой о проведении МГС выступили несколько международных научных обществ и других организаций, возглавляемых Африканским и Европейским физическими обществами.

В порядке реализации выдвинутой инициативы Гана, Мексика, Россия и Новая Зеландия в 2012 году представили исполнительному комитету ЮНЕСКО пояснительную записку и проект резолюции с предложением о провозглашении 2015 года Международным годом света и световых технологий. К авторам резолюции присоединилась ещё 31 страна. На 190-й сессии исполнительного комитета, состоявшейся 13–18 октября 2012 года, резолюция была принята, после чего последовало соответствующее предложение, обращённое к Генеральной конференции ЮНЕСКО.

Далее Генеральная конференция ЮНЕСКО на своей 37-й сессии 19 ноября 2013 года приняла резолюцию, в которой рекомендовала Генеральной Ассамблее ООН принять решение о провозглашении Организацией Объединённых Наций 2015 года Международным годом света и предложила Генеральному директору ЮНЕСКО поддержать усилия, направленные на это.

Наконец, 20 декабря 2013 года на 68-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН путём принятия резолюции 68/211 2015 год был провозглашён Международным годом света и световых технологий.

Обоснование выбора года

В обоснование выбора года Генеральная Ассамблея ООН в своей резолюции отмечает, что 2015 год является юбилейным для ряда важных вех в истории науки о свете. К таковым резолюция относит:

- написание в 1015 году работ по оптике Ибн аль-Хайсамом (Альхазеном);
- введение в 1815 году Огюстеном Френелем понятия световой волны;
- появление в 1865 году электромагнитной теории распространения света, созданной Джеймсом Максвеллом;
- появление в 1905 году теории фотоэлектрического эффекта, предложенной Альбертом Эйнштейном;
- введение в 1915 году в космологию понятия света благодаря общей теории относительности;
- открытие в 1965 году Арно Пензиасом и Робертом Вильсоном космического микроволнового фонового излучения;
- успехи, достигнутые в 1965 году Чарльзом Као в области волоконно-оптической связи на основе передачи света.

Цели

Инициаторы проведения Международного года света ставят перед ним следующие цели:

- улучшение общественного понимания того, как свет и основанные на нём технологии влияют на повседневную жизнь людей, а также играют центральную роль в будущем глобальном развитии;
- создание по всему миру образовательного потенциала путём мероприятий, нацеленных на научное образование молодежи, способствование решению проблем в области гендерного баланса и, в частности, сосредоточение внимания на развивающихся странах и странах с формирующейся рыночной экономикой;

- пропаганда важности основанных на свете технологий для устойчивого развития, в частности, в области медицинского обслуживания, сельского хозяйства и коммуникаций, с тем, чтобы обеспечить доступ к образованию в целях улучшения качества жизни по всему миру;

- повышение осведомлённости о междисциплинарном характере науки в 21-м веке с акцентом на то, что взаимодействие между различными тематическими областями науки будет играть всё большую роль в будущих исследованиях и образовании;

- объяснение тесной связи между светом и искусством с указанием на всё большее значение оптических технологий в деле обеспечения сохранности культурного наследия;

- укрепление международного сотрудничества путём координации деятельности между научными сообществами, образовательными учреждениями и промышленностью с уделением особенно пристального внимания созданию новых партнёрств и инициатив в развивающихся странах;

- установление долгосрочных партнёрств с тем, чтобы эти мероприятия, цели и достижения имели продолжение и после окончания Международного года света.

Организация

Проведение мероприятий в рамках Международного года света координируется Международным руководящим комитетом, действующим в сотрудничестве с Международной программой по фундаментальным наукам ЮНЕСКО и секретариатом, находящимся в Международном центре теоретической физики имени Абдуса Салама (ICTP) в Триесте.

Председатель руководящего комитета – президент Европейского физического общества Джон Дадли.

Научные спонсорами года являются Американское физическое общество (APS); Американский институт физики (AIP); Европейское физическое общество (EPS); Немецкое физическое общество (DPG), Общество фотоники института инженеров электротехники и электроники (IEEE Photonics Society); Международное общество оптики и фотоники (SPIE); Оптическое общество (OSA); Институт физики (IOP); Международный центр теоретической физики (ICTP); 1001 *Inventions*; Международная сеть *Lightsources.org*.

Церемония открытия Международного года света состоялась 19–20 января в штаб-квартире ЮНЕСКО в Париже. Генсек ООН Пан Ги Мун направил в адрес церемонии приветственное послание, заканчивающееся словами «Пусть будет год света».

ru.wikipedia.org – *Международный год света и световых технологий*

Генеральная ассамблея ООН объявила о старте Международного года света и световых технологий

В рамках объявленного ООН Международного года света и световых технологий, стартовавшего 19–20 января в Париже, компания *Philips*, партнёр инициативы, призывает обратить внимание на глобальную проблему:

огромное количество людей во всём мире погибает из-за отсутствия доступа к электрическому освещению.

По статистике, пятая часть населения Земли, более 1,3 млрд людей, страдает без света после захода солнца. Поскольку в их домах отсутствует электроснабжение, они вынуждены пользоваться керосиновыми лампами и свечами, которые вызывают респираторные заболевания и становятся причиной случайных возгораний. По данным ВОЗ, из-за этого ежегодно умирает 1,5 млн человек, что сравнимо со статистикой смертности от ВИЧ-обусловленных заболеваний.

Проведение Года света стало возможным благодаря усилиям ЮНЕСКО совместно с большим количеством заинтересованных сторон. В проект будут вовлечены научные общества и объединения, образовательные и исследовательские институты, технологические платформы, некоммерческие организации и частные партнёры. Целью инициативы является повышение осведомлённости людей о множестве областей применения света и его влиянии на социально-экономическое развитие стран мира.

В наибольшей степени отсутствие электрического освещения характерно для стран Азии, Южной Америки и Африки. Например, в Южном Судане к электроэнергии имеют доступ всего 1,5% людей. Во многих развивающихся странах электрические сети не проведены в десятках поселений по географическим и финансовым причинам. В свою очередь, использование светодиодных осветительных приборов, работающих на солнечных батареях, помогает получать нужное количество света. Это не наносит ущерб здоровью, безопасности или экологии, а также не требует значительных инвестиций в развитие инфраструктуры.

«Нельзя допустить, чтобы в XXI веке люди в таком масштабе страдали от недостатка света. Светодиодные источники, работающие на солнечных батареях, способны изменить жизни сельских общин и спасти миллионы людей. Самое важное, что эта технология уже существует и успешно применяется, доказав свою эффективность. Я призываю общественных деятелей работать сообща, чтобы к 2030 году положить конец проблеме, – говорит Эрик Рондола, генеральный директор *Philips* «Световые решения». – Скорейшее изменение ситуации важно и с экономической точки зрения – свет необходим для развития человечества. Спасение 1,3 млрд людей от «световой бедности» не только позволит устранить препятствия на пути экономического, социального и культурного прогресса, но и внесёт существенный вклад в мировой ВВП».

Один светодиодный светильник на солнечной батарее может наполнить комнату ярким светом без подключения к электрической сети. Его стоимость составляет \$10–20 по сравнению с \$50, которые уходят на покупку керосина для лампы в течение года. Также энергоэффективные светодиодные приборы на солнечных батареях могут давать стабильное освещение в общественных местах, что даст людям возможность вести социальную жизнь вне дома в вечерние часы. Такие общественные световые центры не только будут способствовать развитию спорта и других социальных активностей, но и позволят медицинским службам и коммерческим предприятиям работать после захода солнца. Сейчас по инициативе *Philips* создаётся 100 таких центров в 12 странах Африки, где около 500 млн человек живут без искусственного освещения.



www.elec.ru
22.01.2015

Больше света и экономии ресурсов! Таким должно быть сбалансированное развитие

20 декабря 2013 г. Генеральная ассамблея ООН провозгласила 2015 г. Международным годом света и световых технологий (*IYL2015*). Тема Года была избрана по совместной инициативе широкого спектра научных органов и ЮНЕСКО. В нём примут участие различные заинтересованные стороны, включая научные союзы и общества, образовательные учреждения, технологические платформы, некоммерческие организации и партнёры из частного сектора.

«Международный год света – это прекрасная возможность удостовериться в том, что высшие должностные лица, а также заинтересованные стороны осведомлены о потенциале решения проблем с помощью световых технологий, – отметил Джон Дадли, председатель Руководящего комитета *IYL 2015*. – И у нас теперь есть уникальная возможность повысить уровень всеобщей осведомлённости в этой области».

В России с 2010 г. работает совместный проект Программы развития ООН, Глобального экологического фонда и Министерства энергетики РФ «Преобразование рынка для продвижения энергоэффективного освещения», цель которого – снизить в стране выбросы парниковых газов за счёт повышения энергоэффективности освещения.

На 2015 год проектом запланировано:

- Реализация пилотного проекта модернизации освещения в 10 школах г. Химки Московской области. После установки нового освещения планируется проведение мониторинга для оценки влияния освещения на здоровье школьников с последующим внесением в СанПиНы дополнительных рекомендаций. Не секрет, что освещение в классе значительно влияет на усвоение материала и работоспособность учащихся.
- Проведение в одном из городов Подмосковья эксперимента по субсидированию населения в покупке энергосберегающих ламп. Жителям будет предложено купить их со скидкой 70% от розничной стоимости. Апробированная схема субсидирования может в дальнейшем быть распространена на остальные города России.
- Разработка нового СНиПа (Свода правил) – нормативного документа, предусматривающего новые строительные нормы энергоэффективности освещения.
- Экспертное сопровождение проекта постановления Правительства по регулированию госзакупок для энергоэффективного освещения, которое обеспечит запрет использования (закупок) бюджетными учреждениями неэффективных осветительных приборов, относящихся ко «вчерашнему дню».
- В городах Поволжья будет продолжена реализация пилотных проектов по переоборудованию уличного освещения на энергоэффективное. Сюда входят не только замена осветительных приборов, но и установка систем автоматизированного управления и мониторинг освещения улиц.
- Публикация национального доклада о состоянии рынка энергоэффективного освещения.

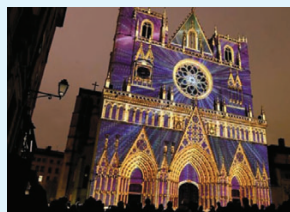
«Энергоэффективное освещение – это не только экономия на расходе электроэнергии, не только сбережение энергоресурсов и сокращение выбросов парниковых газов, но и забота о здоровье и безопасности граждан, – говорит менеджер проекта Анатолий Шевченко. – Мы надеемся, что *IYL2015* поможет нашей стране скорее перейти на рельсы прогрессивных технологий в области освещения, используя, в первую очередь, отечественные разработки».

Официальный сайт *IYL2015*: www.light2015.org.

www.undp-light.ru
20.01.2015



16-й фестиваль света в Лионе (Франция)



Традиционный, вот уже 16-й, фестиваль света «Fête des Lumières» прошёл в Лионе с 5 по 8 декабря. В разных частях города было показано 75 светоинсталляций, которыми любовались тысячи жителей города и туристов.

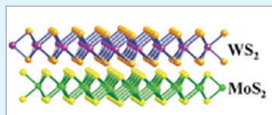
Лионский фестиваль со временем вдохновил на аналогичные, не менее впечатляющие, «светошоу» в открытом городском пространстве Сидней, Бирмингем, Амстердам, Берлин, Лейпциг, Дубаи, Москву, Сиань и ряд других городов.



Наряду с цветодинамической проекцией на фасадах зданий и монументах – архитектурных достопримечательностях Лиона, в разнообразных сюжетах и композициях широко использовались цветные неорганические и даже органические светодиоды, а также лазерные «пушки».

www.k-to.ru
30.12.2014

Американские учёные придумали способ изготовления дешёвых полупроводников



Группа инженеров Университета Северной Каролины обнаружила, что укладка материалов толщиной в один атом может создать полупроводник, который эффективно осуществляет перенос заряда, несмотря на несоответствие кристаллических структур материалов.

Данное решение позволит снизить стоимость производства широкого спектра полупроводниковых устройств, таких как солнечные батареи, лазеры и светодиоды. Доктор *Linyou Cao*, один из авторов проекта, сказал: «Эта работа показывает, что, складывая несколько двумерных материалов в случайных отношениях, мы можем создавать полупроводники, которые имеют такую же функциональность, как материалы с идеальным выравниванием. Это делает производство полупроводниковых приборов на порядок дешевле».

На данный момент полупроводниковые электронные или фотонные устройства для эффективного переноса заряда между материалами требуют идеального соответствия их кристаллических структур. Это сильно ограничивает спектр материалов, которые могли бы использоваться в таких устройствах. *Cao*: «Мы нашли, что кристаллическая структура не имеет значения, если вы используете атомно тонкие, 2D-материалы. Мы взяли сульфиды молибдена и вольфрама для этого эксперимента, но мы считаем, это может относиться к любому 2D-полупроводниковому материалу. Это означает, что вы можете использовать любую комбинацию

из двух или более полупроводниковых материалов, а также можете сложить их в случайном порядке, и получить эффективный перенос заряда между материалами».

Сейчас для создания полупроводника необходимы прекрасно сочетающиеся кристаллические структуры материалов, дорогостоящее оборудование и сложных методов обработки. Из-за этого полупроводниковые устройства, такие как солнечные батареи, лазеры и светодиоды остаются очень дорогими. Но укладка 2D-материалов решает большинство проблем. *Cao* добавил: «Это так просто, как укладка кусочков бумаги поверх друг друга, и даже не имеет значения, если края бумаги не выровнены в линию».

www.lightrussia.ru
30.12.2014

Новый международный аэроузел «Курумоч» выбрал матчи OPORA ENGINEERING™



Продукция OPORA ENGINEERING™, производимая холдингом *BL Group* уже на протяжении многих лет, устанавливается и эксплуатируется в крупнейших российских аэропортах: это и московские «Внуково», «Шереметьево», «Домодедово», и питерский «Пулково», и международный аэропорт «Ханты-Мансийск».

Теперь продукция Холдинга, а именно матчи специального назначения OPORA ENGINEERING™, обеспечат безопасность и комфорт перед терминалами крупнейшего транспортного аэроузла Поволжья – «Курумоч» (Самара).

<http://galad.ru> 13.01.2015

В Беларуси запретили использование светильников со светодиодами

Запрет относится к функциональным помещениям учреждений образования и здравоохранения. Минздрав Беларуси накануне Нового года принял постановление (от 29.12.2014 г. № 115) об утверждении санитарных требований к применению СД-источников света.



Внесение изменений и дополнений в соответствующий документ обусловлено возникшей необходимостью установления требований в отношении безопасного для здоровья использования света СД в жилых и общественных помещениях. Отметим, что ранее, с точки зрения санитарных норм, условия применения СД не были определены.

Согласно Постановлению, запрещено использование осветительных приборов (ОП) с СД в помещениях детских учреждений с организованным образовательным и воспитательным процессом. Это касается учебных классов, кабинетов, лабораторий и мастерских, а также площадок, оборудованных мебелью, снабжённых инвентарём и средствами обучения, которые необходимы для учебного процесса. В Научно-практическом центре гигиены Беларуси отмечают, что такое решение было принято в связи с недостаточной научной информацией о безопасности ОП с СД для детской аудитории. Разрешено применять ОП с СД в столовых, гардеробных, коридорах, душевых, кладовых и пр. То есть в помещениях, не предназначенных для учебного процесса, где не требуется зрительная нагрузка. Это же правило относится и к организациям здравоохранения Беларуси. СД-источники света запрещены к применению в помещениях функционального характера.

Постановление предусматривает применение действующих норм безопасности и безвредности для СД-источников в осветительных системах

общественных зданий, пока не будут разработаны иные требования. Это касается вестибюлей, коридоров, галерей, лестничных маршей и площадок и других вспомогательных помещений жилых домов. Общее искусственное освещение в них, в том числе и светильниками с СД, должно соответствовать действующим гигиеническим нормативам. Нормируемые показатели по освещённости следует применять до разработки других требований.

www.unisvet.ru
18.01.2015

Verbatim представляет светодиодную альтернативу дихроичным галогенным лампам накаливания



Компания Verbatim представляет дихроичные светодиодные лампы, которые являются более экономичной и энергоэффективной альтернативой дихроичным ГЛН благодаря использованию передовых технологий дочерней компании Mitsubishi Chemical Corporation. Новые СДЛ Verbatim с эффектом объёмного освещения заменят ГЛН MR16 и PAR16, часто используемые в светильниках с изменяемым направлением освещения, подвесных светильниках и системах освещения витрин.

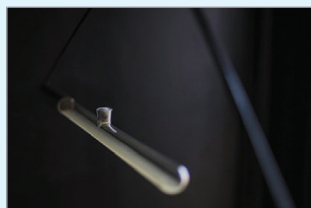
Некоторые производители СДЛ столкнулись с трудностями при создании дихроичных ламп вследствие необходимости использования объёмистого радиатора. Новые дихроичные СДЛ Verbatim MR16 и PAR16 выполняют свою осветительную и энергосберегающую функции без радиатора и подходят для большинства стандартных светильников.

Дихроичные СДЛ Verbatim MR16 мощностью 3,7 Вт с цоколем GU5.3 имеют угол излучения 35°. Дихроичные СДЛ PAR16 мощностью 4 Вт имеют аналогичный угол излучения. Обе модели имеют осевую силу света 480 кд и световой поток 250 лм (в пределах угла 90°) при коррелированной цветовой температуре 3000 К. Для дихроичных СДЛ характерен эффект «объёмного освещения», мало свойственный СДЛ других производителей.

«Создать высококачественную дихроичную СДЛ с практически незаметным радиатором не так просто. Благодаря инновационным технологиям Mitsubishi Chemical Corporation наша компания вывела на рынок уникальный продукт, отвечающий актуальным потребностям наших покупателей...», – комментирует коммерческий директор подразделения светодиодной продукции Verbatim в регионе EUMEA (куда входит Россия).

Пресс-релиз Verbatim
28.01.2015

«Ambio» – лампа на биолюминесцентных бактериях



Яркие (в прямом смысле) представители морской фауны – биолюминесцентные бактерии – выглядят очень красиво и необычно в естественной среде обитания, заставляя светиться щупальца осьминогов некоторых видов, на которых они живут. Мягкое голубое свечение наблюдается при воздействии на эти микроорганизмы кислорода.

Это уникальное свойство и решила использовать в рамках своей дипломной работы над проектом в Академии дизайна Эйндховена дизайнер из Нидерландов – Тереза Ван Донген.

Она изготовила лампу-светильник «Ambio», в основу которой вошли те самые светящиеся микроорганизмы. С подбором подходящих бактерий для устройства ей помогли студенты-биологи из Делфтского технического университета.

По задумке, лампа-светильник «Ambio» состоит из прозрачной трубки, наполненной искусственной морской водой, в которую добавляют биолюминесцентные микроорганизмы. Для того, чтобы лампа начала светить, её необходимо привести в движение – специально для этого она оборудована механизмом наподобие маятника.

Пока «Ambio» не является законченным продуктом – его всё ещё дорабатывают и совершенствуют, так как срок службы интересного дизайнерского девайса на данный момент ограничен всего несколькими днями (бактерии довольно быстро погибают). Однако биологи, с которыми сотрудничает Тереза, смогут помочь увеличить время работы лампы до приемлемых значений в ближайшем будущем.

www.gadgetblog.ru
19.01.2015

Безопасная и быстрая дорога в «Шереметьево»

Для освещения дороги были использованы светильники GALAD «ЖКУ 15» и металлоконструкции OPORA ENGINEERING™, производимые холдингом BL Group.

Скоростная дорога с высокой интенсивностью движения относится к классу А1, с разрешённой скоростью до 110 км/ч.

По этой причине в освещении магистрали была использована премиальная категория указанных светильников (с натриевой лампой ВД, оптимальной именно для этой категории дорог).

Отрезок скоростной платной трассы М11 «Москва – Санкт-Петербург» (15–58-й км) был открыт 24 января 2014 г. Новый участок призван помочь автомобилистам без пробок добраться до аэропорта «Шереметьево» и разгрузить Ленинградское шоссе.

http://galad.ru
23.12.2014



Китайский уличный торговец продаёт светодиодные лампы невероятно дешево



По данным маркетинговой компании Alighting.cn, китайские низкие цены на СД достигли совершенно нового уровня в г. Чжуншань, провинция Гуандун, где СД-лампы продаются на обычном рынке, наравне с овощами и молоком, по цене 10 юаней (\$1,6) за килограмм (!).

«СД лампы здесь стоят меньше 1 юаня...», – выкрикивает продавец. – Мы продаём лампы по цене 10 юаней за килограмм. Подходите и смотрите!»

Что это: новая рыночная стратегия или просто представление?

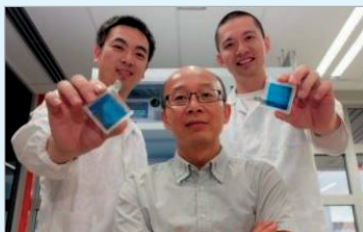
По словам хорошо осведомлённых источников, это придумано чжуншанским производителем СД, который решил дешево распродать

всю хранящуюся на складе продукцию в последней попытке расплатиться с поставщиками. К концу года поставщики требуют от промышленников оплаты, тогда как работники ожидают выплату зарплаты. Некоторые производители объявили себя банкротами, так как им всё труднее выживать в условиях низких продаж и уменьшения рыночного спроса. Однако это первая компания, которая продаёт свою продукцию столь дешево.

«Это сумерки перед рассветом, – сказал У Чжэнчжэ, бывший генеральный директор компании *Everlight China*. – Выживут только те производители, которые действительно опираются на производство. И, в общем, цены упадут ещё ниже, а эффективность и простота сборки изделий возрастут. Преимущества, предоставляемые сетью Интернет, должны использоваться для выработки перспективной программы (*platform*), позволяющей выбирать или устранять конкурентов для дальнейшего прогресса этой области промышленности. Так как такая программа будет охватывать не одного-единственного производителя или одну-единственную отрасль промышленности, то в основу инноваций будут положены кооперация и интеграция. Чтобы оставаться конкурентоспособными, производителям придётся быть готовыми к уменьшению затрат и поддержанию темпов роста. Это позволит участникам программы обойти не участвующих в ней конкурентов и очистить рынок».

www.ledinside.com
15.12.2014

Инновация оконных технологий



Сингапурские учёные разработали новые технологии в производстве окон. Свою инновацию они назвали «Умное окно». Новая разработка позволит получать необходимое количество света и саморегулировать степень прозрачности окон при необходимости, тем самым помога

вая в экономии расходов на освещение.

Данная разработка также сможет накапливать солнечную энергию, которая затем может использоваться для других целей, таких, например, как освещение светодиодами.

www.smartmetering.ru
23.01.2015

Смоленская продукция OSRAM может получать преференции при госзакупках

Для регулирования условий допуска товаров, происходящих из иностранных государств для целей осуществления закупок для государственных и муниципальных нужд Министерством экономического развития РФ был издан 25 марта 2014 г. приказ N155 «ОБ УСЛОВИЯХ ДОПУСКА ТОВАРОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ ИЗ ИНОСТРАННЫХ ГОСУДАРСТВ, ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ЗАКУПОК ТОВАРОВ, РАБОТ И УСЛУГ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ НУЖД».

Вышеназванный документ декларирует, что при осуществлении закупок товаров для обеспечения государственных и муниципальных нужд путём проведения конкурса, аукциона или запроса предложений участникам закупки, заявки на участие или окончательные предложения которых включают и предложения о поставке товаров российского (или) казахстанского происхождения, предоставляются преференции в отношении цены контракта в размере 15%.



В конце 2014 г. дополнительным приказом N 655 от 15 октября 2014 г. Минэкономразвития РФ в вышеназванный документ было включено «оборудование осветительное и лампы электрические».

Данный приказ распространяется и на продукцию OSRAM, произведённую ОАО «ОСРАМ» в Смоленске, являющимся юридическим лицом РФ.

На заводе в Смоленске OSRAM производит как лампы и стартеры, так и светильники.

Таким образом, участник, выступающий с продукцией OSRAM, российского производства в тендере на закупку продукции для государственных нужд, в котором участвует продукция, произведённая за пределами Таможенного союза, получает выгодное преимущество в 15% от цены контракта.

www.osram.ru
19.01.2015

Холдинг BL Group продолжает принимать заказы по текущим рублёвым ценам

Холдинг *BL Group*, производящий светотехническую продукцию под торговыми марками *GALAD* и *OPORA ENGINEERING* – едва ли не единственный игрок российского светотехнического рынка, который сохраняет рублёвые цены и уверенно продолжает отгрузки.

Изменения курса валюты оказали значительное влияние на ценообразование в российской светотехнической отрасли. Размер повышения (на конец декабря) составил от 10 до 30%.

Подобный ценовой подъём означает резкое сокращение или полное сворачивание программ переоснащения систем освещения улиц, дворов, магистралей, зданий и сооружений для большинства государственных и коммерческих предприятий.

Будучи крупнейшим отечественным разработчиком и производителем осветительного оборудования и опор, холдинг *Boos Lighting Group* в полной мере осознаёт свою социальную ответственность. Несмотря на то, что заметная часть комплектующих и материалов, используемых при производстве изделий, импортируется, руководство компании приняло решение поддержать отечественных потребителей: продолжая принимать заказы по текущим рублёвым ценам.

<http://galad.ru>
25.12.2014

Десять основных мировых систем стандартизации светильников со светодиодами

СД считаются экологически чистыми источниками света следующего поколения благодаря их успехам в части энергоэффективности, экологичности и долговечности. Страны всё больше фокусируют своё внимание на применении СД в освещении, и многие из них выпустили соответствующие нормы или стандарты.

Сертификация ЗС

ЗС – это система обязательной сертификации изделий в КНР, предназначенная для защиты прав потребителей и обеспечения безопасности. Она усиливает управление качеством изделий и обеспечивает проведение правовой оценки изделий.

Стандарты ЗС нацелены на внедрение на китайский рынок единой системы обозначения изделий, стандартов, технических нормативов, протоколов оценки, стандартной маркировки и ценообразования. Это решит проблемы, связанные с фрагментарностью системы сертификации изделий, когда оценку изделий осуществляют государственные органы с перекрывающимися областями деятельности, а стоимость сертификации оказывается чрезмерно высокой. Единая система сертификации способна нормализовать процесс сертификации изделий и активизировать свободную торговлю.

Сертификация ISO9000

Организации, осуществляющие сертификацию в соответствии с международной системой *ISO9000*, – это авторитетные институты, получив-

шие мировое признание. Сертификация качества изделий в соответствии с *ISO9000* очень строга. В процессе получения этого сертификата изделия могут стать легальными и передовыми, а эффективность производства и качество этих изделий возрастут. Получив сертификат *ISO9000*, производитель сможет завоевать доверие потребителей. Потребители будут с большей готовностью подписывать заказы на покупку, тем самым увеличивая приходящуюся на производителя долю рынка.

Сертификация UL

Underwriters Laboratories (UL) – это американская компания, осуществляющая консультационную и сертификационную деятельность в области безопасности продукции. Является наиболее влиятельной в США испытательной лабораторией и самой большой в мире гражданской независимой лабораторией по проверке безопасности продукции. *UL* специализируется на испытаниях в части безопасности для потребителей и использует научные методы для обеспечения того, чтобы материалы, приборы, изделия, оборудование и здания не подвергали опасности людские жизни или имущество. Она выпускает стандарты и информацию по предотвращению ущерба для жизни и имущества людей.

Сертификация FCC

Федеральная комиссия связи США (*FCC*) была основана в 1934 г. независимой американской организацией и подчинена непосредственно Конгрессу. Для обеспечения связи в пределах США и во всём мире *FCC* использует радио, телевидение и провода. Прежде чем поступить на рынок США многие радио, телекоммуникационные и цифровые устройства должны получить одобрение *FCC*. Кроме того, *FCC* проверяет и исследует безопасность продукции на разных этапах создания, чтобы найти наилучшие решения. Испытания радиоэлектронных и навигационных приборов также проводятся *FCC*.

Соответствие стандартам CE

Стандарты *CE* представляют собой стандарты гарантированной безопасности изделия для жизни людей и животных и соответствия его основным требованиям безопасности. Эти документы отличаются от средних стандартов качества продукции, и гармонизированные со стандартами *CE* стандарты обычно требуют, чтобы изделия соответствовали определённым требованиям.

Сертификат безопасности рассматривается как пропуск для вхождения производителя на европейский рынок. Европейские требования делают удовлетворение стандарта *CE* обязательным для возможности продажи импортных изделий на европейском рынке.

Стандарт MET

Стандарт *MET* применим к рынкам США и Канады. Изделия с маркировками «*C-US*» и «*MET*» прошли соответствующую проверку и могут продаваться на обоих этих рынках.

Стандарт CB

CB – это система сертификационных испытаний под эгидой МЭК, а *IECEE* – международная система стандартов на базе разработанных МЭК стандартов безопасности электронных приборов. Результаты испытаний публикуются в отчётах об испытаниях и о сертификации по *CB*. *IECEE* призвана снизить барьеры на пути международной торговли, обусловленные различиями в стандартах разных стран.

Сертификация CSA

Канадская ассоциация по стандартизации (*CSA*), основанная в 1919 г., – первая некоммерческая организация по стандартизации в Канаде. Электронные приборы, продаваемые в Северной Америке, должны получить свидетельство о безопасности. На сегодня *CSA* – крупнейшая в Канаде организация по стандартизации в области безопасности (и одна из наиболее уважаемых в мире организаций по вопросам безопасности). *CSA* удостоверяет безопасность механизмов, строительных материалов, электронных приборов, компьютеров и офисного оборудования, экологическую безопасность, а также безопасность медицинского, спортивного и развлекательного оборудования.

Стандарты GS

Gepüfte Sicherheit (маркировочный знак «*GS*») представляет собой немецкий стандарт безопасности. Сертификация изделий в соответствии

с *GS* основана на немецком законе о безопасности оборудования и продукции и осуществляется на основе общеевропейских (*EN*) и немецких (*DIN*) стандартов. Это добровольная сертификация, которая признаётся в Европе и Германии.

Сертификация VDE

Расположенная в Оффенбахе (Германия), организация *Verband der Elektrotechnik (VDE)* – это ассоциация электрических, электронных и информационных технологий. *VDE* была основана в 1920 г. как независимый центр испытаний и сертификации. Лаборатории *VDE* проводят испытания и сертификацию на соответствие стандартам *VDE*, европейским стандартам *EN*, стандартам и требованиям МЭК. Во многих странах знаки соответствия стандартам *VDE* известны больше, чем знаки соответствия местным государственным стандартам, и особо ценятся импортёрами и экспортёрами.

www.ledinside.com
29.12.2014

НТП «ТКА» внесено в Реестр надёжных партнёров

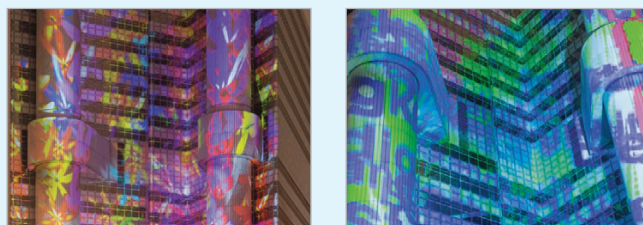
Для успешного ведения бизнеса и расширения деловых связей всегда важна надёжная рекомендация. Такого рода рекомендацией для предприятий и индивидуальных предпринимателей может стать Свидетельство о внесении в Реестр надёжных партнёров на основании Закона РФ от 07.07.1993 № 5340–1 «О торгово-промышленных палатах в Российской Федерации».



15.12.2014 предприятие «ТКА» – производитель светотехнических измерительных приборов – внесено Санкт-Петербургской торгово-промышленной палатой в негосударственный Реестр российских предприятий и предпринимателей, финансовое и экономическое положение которых свидетельствует об их надёжности как партнёров для предпринимательской деятельности в Российской Федерации и за рубежом (свидетельство № 00966–101).

www.tkaspb.ru
30.01.2015

Год света 2015 в Мюнхене: интерактивная световая инсталляция на высотном здании «HVB-HypoVereinsbank» – произведение динамического светотехнического искусства



Одна из высотных доминант Мюнхена (высота 114 м) – здание «Гипоферрайнсбанка» (компания *HVB Immobilien AG*) – 25 января стала «сценой» для премьеры интерактивной проекционной световинсталляции «*Green Building*» художника Филиппа Гайста (*Philipp Geist*). Масштабная инсталляция, реализованная в рамках программы *IYL2015*, функционировала ежедневно до 31 января включительно с 17 ч 30 мин.

Здание, строившееся с 1975 по 1981 г., в 2006 г. внесено в число памятников архитектуры, охраняемых государством. В 2014 г. начались масштабные работы по реконструкции небоскрёба, которые планируется закончить лишь в 2019 г.

Инвестиции выделены в размере €250 млн. В план включена модернизация всех энергопотребляющих систем здания банка, чтобы оно затем было сертифицировано как «Зелёное здание» («Green Building»).

Основная идея интерактивной инсталляции – расширить границы возможных вариантов цветных композиций, представить здание банка как художественное произведение светоискусства, символизировать возможность новых импульсов для создания улучшенных и обновлённых условий жизни и труда.

Каждый интересующийся новыми цифровыми технологиями может в определённых пределах варьировать цветовую композицию на фасадах здания, воспользовавшись электронным адресом hvb-tower.de или в социальных сетях (через hashtag #hvbtower).

www.k-to.ru
02.02.2015

Стартап Eolgreen разрабатывает уличные фонари, питаемые от солнца и ветра

В настоящее время многие города, в целях сокращения расхода электроэнергии, часто не оставляют уличное освещение включённым на всю ночь. Однако идея разработки уличных фонарей, которые питаются электроэнергией, вырабатываемой встроенными солнечными батареями, получила поддержку у многих научно-исследовательских команд во всём мире. А группа учёных и инженеров из Испании пошла ещё дальше, разработав макет нового автономного уличного фонаря, который работает как от солнечной, так и от ветровой энергии.



Данный проект разрабатывается в рамках сотрудничества между Политехническим университетом Каталонии и испанским стартапом Eolgreen. Существующий прототип 10-метровой высоты оснащён массивом светодиодов от Philips, фотоэлектрическими панелями, ветровой турбиной, аккумуляторным блоком и электронной системой управления, которая контролирует и управляет потоком энергии между этими компонентами.

Ветровая турбина с составными лопастями начинает генерировать электричество при минимальной скорости ветра 1,7 м/с, выполняя от 10 до 200 об/мин и производя максимально мощность 400 Вт. Планируемая к установке ветротурбина второго поколения будет включаться при 10–60 об/мин и будет способна производить 100 Вт.

Коммерческая версия уличного фонаря будет оснащена двумя 100-ваттными поликристаллическими солнечными панелями, светодиодами со световым потоком 3500 или 4000 лм (в зависимости от модели), а также литиево-железо-фосфатным аккумулятором, который способен хранить электроэнергию, достаточную для работы светодиодов в течение 3,5 суток. Разработчики также предусмотрели возможность установки дополнительного аккумулятора большей ёмкости, который продлит работоспособность уличного фонаря до 6,5 суток.

Уличные фонари могут работать полностью автономно, но также возможно их объединение в группы (до 99 единиц) для отправки на центральный пульт сообщений о статусе работоспособности через каждые 30 мин (в УВЧ-диапазоне). Это позволит администраторам своевременно узнавать о каких-либо технических неполадках в работе устройств и оперативно устранять их.

На сегодняшний день Eolgreen подписала соглашение с несколькими испанскими муниципалитетами об установке новых уличных фонарей и уже в этом году планирует произвести 700 единиц их. Стоит отметить, что в настоящее время Севильский университет также работает над проектом солнечно-ветряных фонарей, а нью-йоркская компания Urban Green Energy уже производит аналогичные устройства в США.

www.lightrussia.ru
23.01.2015

Свет энергосберегающих ламп в столичной подземке будут подбирать под цвет стен каждой станции



В ближайшее время на 38 станциях московского метро планируется начать работу по замене обычных ламп на энергоэффективные. Как рассказали в пресс-службе метрополитена, к новым световым приборам предъявляются жёсткие требования. По словам специалистов, цветопередача

таких ламп ни в коем случае не должна нарушать архитектурный облик станций. Поэтому все они будут подбираться индивидуально по цвету материалов, которыми отделаны стены станций.

Изначально под серый гранит, например, подбирались люминесцентные лампы холодного-белого света. А на станциях со стенами тёплых оттенков устанавливали обычные лампы накаливания (с их желтоватым светом). При замене старых ламп на энергосберегающие этот принцип подбора цветов для каждой станции сохранится.

Так, для платформ, где стены выложены красным и зелёным гранитом или мрамором предполагается подбирать лампы тепло-белого света, а белые и серые станции освещать светом холодного-белым.

Кроме того, благодаря новым ПРА будет исключена пульсация светового потока ламп.

www.lightrussia.ru
21.01.2015

Закон об энергосбережении нуждается в доработке

20 января в Аналитическом центре при Правительстве РФ состоялся круглый стол, посвящённый вопросам госрегулирования в области оказания энергосервисных услуг в жилищном фонде. Участники мероприятия обсудили поправки в Жилищный кодекс и 261-й федеральный закон «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...», направленные на развитие рынка энергосервиса в РФ.



По словам заместителя руководителя дирекции по проблемам ЖКХ Аналитического центра Натальи Павловой, несовершенство действующей сегодня нормативно-правовой базы создаёт барьеры на пути перспективного развития рынка энергосбережения.

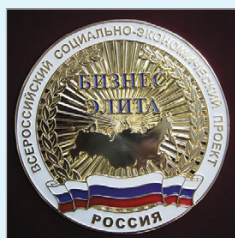
В первую очередь речь идёт об отсутствии правопреемственности по энергосервисным договорам. Так, если сегодня собственник жилищного фонда меняется, то новый собственник не обязан продолжать выплаты по заключённому ранее энергосервисному контракту. Второй барьер заключается в том, что пока не определено минимальное количество голосов собственников жилья в многоквартирном доме, необходимое для принятия решения о заключении энергосервисного контракта. А необходимость подписания энергосервисного договора каждым собственником и вовсе делает подписание энергосервисного контракта практически нереальным, поясняет Павлова.

С ней практически полностью согласен Борис Берлин, глава Югорской региональной электросетевой компании (ЮРЭСК), и другие эксперты. Пакет поправок должен быть принят уже в самое ближайшее время.

www.svetoprom.ru
21.01.2015



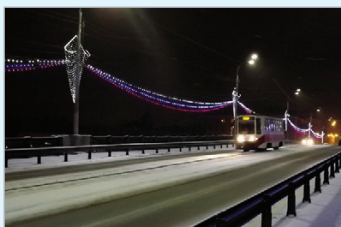
По результатам рейтинга Социально-экономического проекта «Элита нации» за 2014 год ООО «Светосервис» присвоен статус «Социально ответственное предприятие РФ»



Входящее в состав холдинга *BL Group* ООО «Светосервис» попало в рейтинг Социально-экономического проекта «Элита нации». В 2014 г. ранжирование проводилось среди более 700000 предприятий Российской Федерации. По результатам рейтинга ООО «Светосервис» присвоен статус «Социально ответственное предприятие РФ» и вручены национальные сертификаты «Лидер экономики 2014» (вместе с Большой золотой медалью «Бизнес-элита») и «Социально-ответственное предприятие РФ», а руководитель предприятия Киптик Михаил Иванович награждён свидетельством «За безупречную репутацию и профессионализм».

www.svetoservis.ru
15.01.2015

Новый уровень освещения мостов в Твери



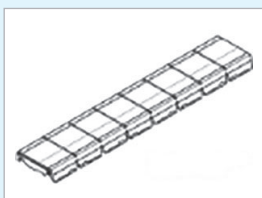
Не так давно жители Твери обратили внимание на новое освещение Староволжского и Нововолжского (на фото) мостов. После установки осенью этого года новых светильников *GALAD™* разница в освещении стала видна абсолютно всем. Отличие стало ощутимо благодаря установке продук-

ции старейшего российского завода по производству светотехнического оборудования – Лихославльского завода светотехнических изделий «Светотехника», входящего в состав холдинга *BL Group*.

Причина указанной разницы в том, что в установленных светильниках используются светодиоды. Это позволяет при меньших затратах электроэнергии получать освещение, сопоставимое с дневным естественным. А благодаря современному дизайну светильники не только освещают дороги, но и радуют глаз.

<http://galad.ru>
17.12.2014

Разделяемая линейная оптика *LEDIL «ZENIA»* для задач внутреннего освещения



Компания *LEDIL* анонсировала новую линзу *C14290 «ZENIA»*, модульной конструкции, предназначенную для систем освещения вертикальных стен, мебельных полок и ступеней.

Новая оптика конструктивно выполнена в виде линейного модуля, состоящего из восьми линз. Модуль изготовлен по оригинальной технологии *LEDIL*, позволяющей при необходимости разделять групповую оптику на отдельные линзы. Поэтому *C14290 «ZENIA»* можно использовать как целиком, так и в виде индивидуальной оптики для светодиодов.

Материал линз – ПММА. Габаритные размеры: 119,80×16,20×5,97 мм. Крепление линз на профиле – с помощью боковых защёлки.

www.light.rtcs.ru
21.01.2015

Немецкие специалисты войдут в экспертный совет по энергоэффективности при Минстрое РФ



Минстрой и ЖКХ РФ совместно с немецкими специалистами приступает к реализации проектов в сфере энергоэффективности в строительстве и ЖКХ.

О деталях сотрудничества России и Германии стало известно на открытии германо-российской сессии в рамках Международной строительной выставки «*BAU 2015*» 21 января в Мюнхене, в которой принял участие замглавы Минстроя РФ, главный государственный жилищный инспектор Андрей Чибис.

Темой российско-германской сессии стало развитие энергосберегающих технологий в строительстве и эксплуатации зданий. «Повышение энергоэффективности экономики, строительства и жилищно-коммунального хозяйства в частности – одна из приоритетных задач российской госполитики, – заявил Чибис. – Ключевой целью в области энергосбережения является существенное снижение энергоёмкости экономики. Пока по данному показателю Россия значительно отстаёт от ведущих европейских стран и США. Конечно, во многом это обусловлено структурой экономики, особенностями природно-климатического характера, но мы видим огромный потенциал в развитии энергосбережения». Он также отметил, что инвестирование в энергосберегающие технологии, в развитие и внедрение системы энергетического менеджмента – дальновидное и рациональное капиталовложение.

В 2009 г. в России был принят федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности...». В настоящее время Минстроем РФ совершенствуется нормативная правовая база, направленная на стимулирование энергоэффективности. Так, совместно с научным сообществом разработаны удельные показатели потребления энергетических ресурсов для всех типов зданий, в зависимости от назначения объекта и климатических условий его места расположения. При подготовке документа специалисты ведомства во многом ориентировались на европейскую практику, благодаря чему его требования соответствуют мировым стандартам.

В настоящий момент идёт работа над гармонизацией требований по энергетической эффективности зданий на всех этапах жизненного цикла (проектирование, строительство, эксплуатация, реконструкция).

«Наша задача – поэтапно обеспечить повышение энергоэффективности многоквартирных домов, в том числе в рамках реализации программ капитального ремонта. Каждый дом должен иметь энергопаспорт», – отметил Чибис.

План модернизации коммунальной инфраструктуры России включает в себя не только вывод из эксплуатации устаревшего оборудования, но и внедрение новых энерготехнологий. Для ведения бизнеса в сфере энергоснабжения сегодня является обязательным наличие плана энергоэффективного развития, проведения энергоаудитов и помощь в оснащении потребителей приборами учёта.

В ходе встречи было решено, что в состав экспертного совета по энергоэффективности при Минстрое РФ войдут немецкие специалисты – для запуска нескольких пилотных энергоэффективных проектов на территории России.

www.smartmetering.ru
23.01.2015

Контроль параметров и качества светодиодов и изделий с ними при серийном производстве

А.А. БОГДАНОВ¹

ГК «Светлана-Оптоэлектроника», Санкт-Петербург

Аннотация

Контроль параметров и качества продукции является составной частью производственного процесса и направлен на выявление дефектов, брака в готовой продукции и на проверку надёжности в процессе её изготовления. Цель данной статьи – ознакомить широкий круг специалистов с опытом Группы компаний «Светлана-Оптоэлектроника» в этом вопросе применительно к светодиодам и светотехническим изделиям с ними и с её взглядами и предложениями по контролю качества продукции и его подтверждению

Ключевые слова: светодиоды, светодиодная отрасль, контроль параметров, контроль качества, концепция, гониофотометр, локализация производства

ГК «Светлана-Оптоэлектроника» – одно из старейших (основано в 1998 г.) и крупнейших объединений предприятий отечественной светодиодной отрасли, один из очень немногих отечественных промышленных комплексов, реализующих полный технологический цикл производства светодиодной техники, включающий в себя производство светоизлучающих кристаллов, самих СД, а также сборку на их основе широкого спектра осветительных приборов (ОП) разного назначения.

Концептуальным моментом деятельности ГК является крупносерийный выпуск достаточно широкой номенклатуры светодиодов (СД) – от так называемых полуваттных СД до многокристальных СД-матриц мощностью до 100 Вт. Параллельно проводимые перспективные разработки позволяют надеяться на освоение уже в 2015 г. 200-ваттных матриц. При этом все типы СД предназначены для

наиболее эффективного исполнения функции освещения в каждом типе ОП. Поэтому многообразие выпускаемых СД позволяет реализовывать достаточно широкую номенклатуру ОП с ними как общего, так и специального назначения.

Данный факт позволяет ГК «Светлана-Оптоэлектроника» удовлетворять широкий круг партнёров – ОАО «РЖД», Госкорпорация «Росатом», ОАО «Интер РАО», Минобрнауки РФ и др., с которыми на комплексной основе реализуется внедрение энергоэффективных систем освещения светодиодами (ОССД)².

² При этом следует особо выделить такие специфические объекты, как атомные станции (АС), неоспоримо требующие самого тщательного внимания, в первую очередь в плане качества поставляемой туда продукции любого назначения. Относясь к предприятиям стратегического значения, АС являются участниками госзакупок, где действуют жёсткие условия соблюдения и подтверждения соответствия требованиям действующих нормативных документов и техни-

На сегодня, по экспертным оценкам, объём российского рынка ОССД – 16 млрд. руб., из которых порядка 60% приходится на долю государственных и муниципальных заказов, то есть сегмента, финансируемого из госбюджета. Объекты этой категории первостепенно значимы как с социальной точки зрения, так и с точки зрения безопасности (в самом широком смысле). Поэтому вопросы надёжности/качества изделий, в том числе и ОП с СД, используемых на данных объектах, крайне актуальны.

Использование некачественной продукции приводит к необходимости её замены даже до истечения срока гарантии, который обычно не превышает 3 лет. Такая ситуация характерна практически для 60% всех ОП с СД, в большинстве своём изготовленных за рубежом, в частности в КНР. Они характеризуются низкой ценой, что является определяющим для существующей системы закупок для государственных и муниципальных нужд. Однако при заявляемом 3-летнем сроке гарантии практически 100% этих изделий не «выдерживают» и года, существенно множа издержки на обслуживание/замену ОП, вредя здоровью/безопасности в масштабах страны. Иллюстрацией этого может служить рис. 1, на котором представлен график модельного расчёта выгоды покупателя СД-продукции, учитывающий три основ-

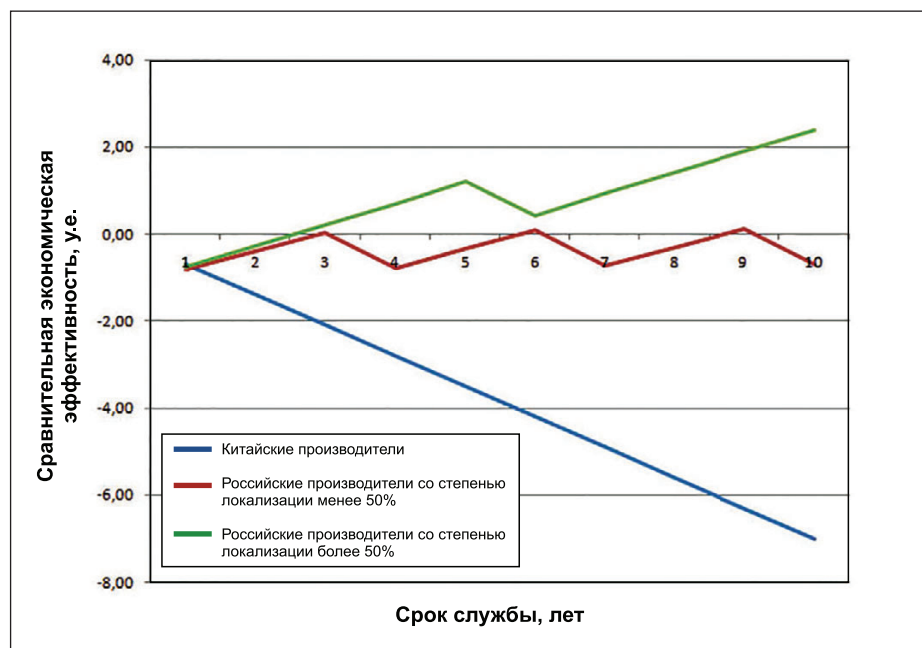


Рис. 1

ческих регламентов.

¹ По материалам доклада на 8-й Московской международной конференции «LED FORUM». 12.11.2014, Москва. E-mail: avramenko@soptel.ru

ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды предназначены для поддержания чистоты воздуха в определенных пределах в зависимости от требований процессов, чувствительных к загрязнениям.

СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ



аэрокосмическая промышленность



микронанотехнология



фармацевтика



производство лекарственных и медицинских изделий



диагностирование (операционные, реанимации)

ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ – помещения, в которых контролируется концентрация взвешенных в воздухе частиц (твердых или жидких объектов размером 0,1 – 5 мкм), построенное и используемое так, чтобы свести к минимуму поступление, выделение и удержание частиц внутри помещения, и позволяющее при необходимости контролировать другие параметры, например, температуру, влажность и давление.

Цель производства светодиодов группы компаний «Светлана-Оптоэлектроника»: температура воздуха - 22±2°C (помещение 7 класса чистоты), 22,5±2°C (помещение 9 класса чистоты); влажность воздуха в помещении 7 класса чистоты – 50±10%. Эти условия нужны не только для обеспечения необходимого уровня чистоты, но и корректной работы технологического оборудования и эффективного применения материалов.

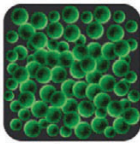
Для обозначения чистоты воздуха в ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ и связанных с ними контролируемых средах используются классы чистоты.

Класс N ИСО (N – классификационная метка)	Максимально допустимые концентрации частиц, частиц/м³, с размерами, равными или большими следующих значений, мкм					
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	5,0
Класс 1 ИСО	10	2	—	—	—	—
Класс 2 ИСО	100	24	10	4	—	—
Класс 3 ИСО	1000	237	102	35	8	—
Класс 4 ИСО	10000	2370	1020	352	83	—
Класс 5 ИСО	100000	23700	10200	3520	832	29
Класс 6 ИСО	1000000	237000	102000	35200	8320	293
Класс 7 ИСО	—	—	—	352000	83200	2930
Класс 8 ИСО	—	—	—	3520000	832000	29300
Класс 9 ИСО	—	—	—	35200000	8320000	293000

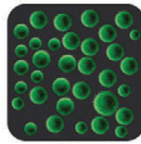
ОЦЕНКА ЧИСТОТЫ ВОЗДУХА:

- в обычных помещениях – по массовой концентрации частиц в воздухе (r/m^3);
- в чистых помещениях – по количеству частиц определенного размера в воздухе ($шт./м^3$).

Количество частиц размером 0,5-0,9 мкм в 1 см³ воздуха



обычное



9 класс



7 класс

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧИСТОТЫ:

- создание в чистом помещении избыточного давления по отношению к смежным с ним помещениям;
- устройство воздушных шлюзов на границе помещений разных классов чистоты;
- применение специальных систем вентиляции, при которых поток воздуха движется сверху вниз без турбулентностей и мертвых зон - при этом частицы пыли собираются у пола;
- применение антистатических материалов (полы, одежда и обувь) для защиты от статического электричества.

Схема воздушного шлюза в чистом помещении

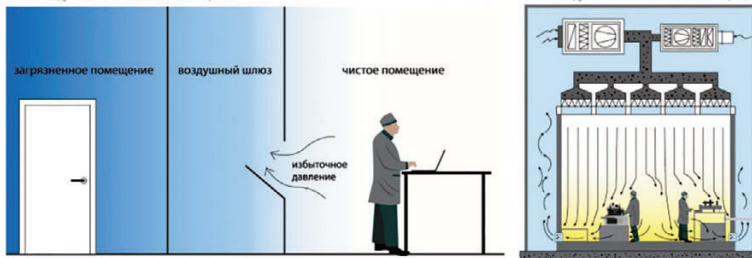


Рис. 2, а

ные группы производителей на российском рынке светотехнических изделий с СД, а именно: китайские производители или отечественные компании, применяющие 100%-ный ребрендинг (доля рынка – 60%); отечественные производители, использующие импортные комплектующие (то есть со степенью локализации производства менее 50%) – доля рынка 30%; отечественные производители со степенью локализации более 50% – доля рынка 10%.

Из рис. 1 видно, что использование качественной продукции, в первую очередь отечественной с существенным минимальным (гарантирован-

ным) сроком службы, а также прослеживаемым механизмом подтверждения качества, экономически выгоднее для эксплуатирующих организаций, чем дешёвой китайской продукции.

По нашему мнению, достичь такой выгоды как потребителю, так и производителю можно лишь при локализации производства в РФ. Причём под локализацией понимается наличие собственной производственной базы, позволяющей изготавливать как минимум СД, что и является основой для возможности гарантирования надлежащего качества изделий с СД в целом и больших сроков их службы в частности.

Следует признать, что можно без конца рассуждать о том, что хорошо бы иметь целиком отечественную СД-отрасль, в которой производители оборудования, материалов, разработчики и производство были бы чётко и логично увязаны между собой. Но пока все российские производители сидят на игле в основном импортного сборочного оборудования, а собственных производителей подобного оборудования – на котором осуществляется сборка СД – не говоря уж о выращивании кристаллов, попросту нет. Поэтому надо принять как данность, что локализация – это в первую очередь наличие на производственном предприятии современного высокопроизводительного автоматизированного оборудования по изготовлению СД белого свечения.

Важно отметить, что наличие производства, локализованного в РФ, позволяет по окончании срока службы изделия с СД проводить его замену на уже более эффективное, из-за естественного роста эффективности самих СД, и выгода потребителя от этого будет только расти.

Бесспорно, качество изделия закладывается на этапах его конструкторской разработки и разработки технологии производства. Один из принципиальных моментов любой разработки – разделение труда. В ситуации, когда производитель пытается сам проникнуть в глубь физических процессов в СД, которые не просты, он занимается нецелевым использованием своих ресурсов. Привлечение соответствующих специализированных научно-исследовательских центров как подрядчиков по проведению тех или иных конкретных НИОКР более продуктивно. Но при этом производитель должен располагать соответствующей научно-исследовательской базой, позволяющей, с одной стороны, говорить с учёными на одном языке, а, с другой, – проверять заявляемые результаты. Также, без соответствующей метрологической базы, на наш взгляд, надлежащее ведение разработок невозможно³.


³ Поскольку измерительное оборудование востребовано на всех основных этапах процесса разработки, его применение может гарантировать, что предназначенное к серийному выпуску решение действительно будет обладать надлежащим качеством и надёжностью.

Однако, простое перенесение общеизвестных базовых принципов технологического процесса на производство невозможно без наличия подготовленной производственной базы, учитывающей специфику предполагаемого к серийному выпуску продукта. Решение этой задачи невозможно без масштабных вложений в соответствующую производственную среду.

Для сборки СД как продукта микроэлектроники требуется серьёзно подготовленная инфраструктура, а именно: системы устойчивого, бесперебойного электро- и водоснабжения; системы вентиляции и кондиционирования; должная «архитектура» производственного здания – с виброустойчивым фундаментом, возможностью организации шлюзования между помещениями и др. Без создания всех этих условий крупносерийное производство СД невозможно. Основные требования к производственной среде, реализованной в ГК «Светлана-Оптоэлектроника», приведены на рис. 2.

Схема технологического процесса производства СД иллюстрируется на рис. 3. Из него видно, что для обеспечения качества продукции весь технологический процесс должен пронизываться системой контрольных операций, осуществляемых непосредственно в процессе производства, чтобы оперативно отслеживать возможные флуктуации на фоне отработанной технологии. Для лучшего восприятия важности и роли контрольных операций остановимся на самых принципиальных из них.


Бесспорно, электроника – наука о контактах, и поэтому контроль качества термовзвучковой сварки, обеспечивающей электрический контакт между контактными площадками светоизлучающего кристалла и корпуса СД, необходим. Учитывая, что на реальном предприятии соответствующее оборудование может быть разнотипным и разнобрендовым, процесс контроля должен осуществляться постоянно и системно. В основе контроля качества сварных соединений лежат два вида испытаний – на сдвиг и на отрыв. Следует констатировать, что испытания проводятся по иностранным методикам *MIL-STD-883H* и *EIA/JESD22-B116*, у которых отечественных аналогов нет. Визуализация результатов процессов контроля приведена на рис. 4 и 5. Опыт крупносе-




ЧИСТЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ

Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды предназначены для поддержания чистоты воздуха в определенных пределах в зависимости от требований процессов, чувствительных к загрязнениям.


СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ




аэрокосмическая промышленность




микроэлектроника



фармацевтика



производство лекарств и медицинских изделий



здоровоохранение (операционные, реанимации)

ЧИСТОЕ ПОМЕЩЕНИЕ – помещение, в котором контролируется концентрация взвешенных в воздухе частиц (твердых или жидких объектов размером 0,1 – 5 мкм), постронное и используемое так, чтобы свести к минимуму поступление, выделение и удержание частиц внутри помещения, и позволяющее при необходимости контролировать другие параметры, например, температуру, влажность и давление.

Цель производства светодиодов группы компаний «Светлана-Оптоэлектроника»:

- температура воздуха - 22±2°C (помещение 7 класса чистоты), 22,5±2°C (помещение 9 класса чистоты);
- влажность воздуха в помещении 7 класса чистоты – 50±10%.

Эти условия нужны не только для обеспечения необходимого уровня чистоты, но и корректной работы технологического оборудования и эффективного применения материалов.

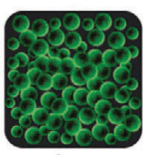
Для обозначения чистоты воздуха в ЧИСТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ и связанных с ними контролируемых средах используются классы чистоты.

Класс N ИСО (N – классификационное число)	Максимально допустимые концентрации частиц, частиц/м ³ , с размерами, равными или большими следующих значений, мкм					
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	5,0
Класс 1 ИСО	10	2	—	—	—	—
Класс 2 ИСО	100	24	10	4	—	—
Класс 3 ИСО	1000	237	102	35	8	—
Класс 4 ИСО	10000	2370	1020	352	83	—
Класс 5 ИСО	100000	23700	10200	3520	832	29
Класс 6 ИСО	1000000	237000	102000	35200	8320	293
Класс 7 ИСО	—	—	—	352000	83200	2930
Класс 8 ИСО	—	—	—	3520000	832000	29300
Класс 9 ИСО	—	—	—	35200000	8320000	293000

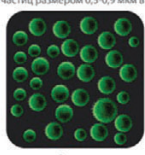
ОЦЕНКА ЧИСТОТЫ ВОЗДУХА:

- в обычных помещениях – по массовой концентрации частиц в воздухе (г/м³);
- в чистых помещениях – по количеству частиц определенного размера в воздухе (шт./м³).


Количество частиц размером 0,5-0,9 мкм в 1 см³ воздуха



обычное



9 класс




7 класс


ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧИСТОТЫ:

- создание в чистом помещении избыточного давления по отношению к смежным с ним помещениям;
- устройство воздушных шлюзов на границе помещений разных классов чистоты;
- применение специальных систем вентиляции, при которых поток воздуха движется сверху вниз без турбулентностей и мертвых зон – при этом частицы пыли собираются у пола;
- применение антистатических материалов (пыли, одежда и обувь) для защиты от статического электричества.

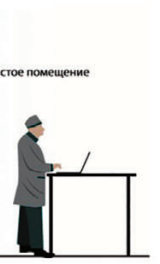
Схема воздушных потоков в чистом помещении



загрязненное помещение



воздушный шлюз



чистое помещение

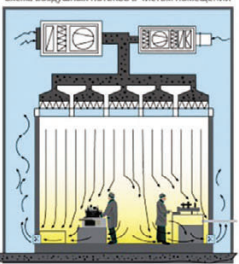


Рис. 2, б

рийного производства свидетельствует, что данные методы испытаний, при проведении выборочного трёхразового контроля за рабочую смену, обеспечивают достаточную гарантию качества технологического процесса термовзвучковой сварки.

Второй по значимости операцией является дозированное нанесение люминофорной смеси на исходный корпусированный светоизлучающий кристалл голубого (синего) свечения. Важность операции контроля на этой технологической стадии, в части получаемых координат цветности, связана как с невозможностью каких-либо корректирующих действий после соз-

дания слоя люминофора, так и с высокой производительностью данного технологического процесса. Поэтому контроль по цветности излучения проходит непосредственно после формирования люминофорного слоя 100% СД. Критерии отбраковки весьма жёстки и регламентируются принятым на предприятии собственным стандартом белого цвета. Результаты данного процесса отражены на цветовом графике МКО 1931 (рис. 6). Видно, что такой подход обеспечивает «кучные», достаточно однородные «распределения», говорящие о высокой цветовой однородности конечных изделий.

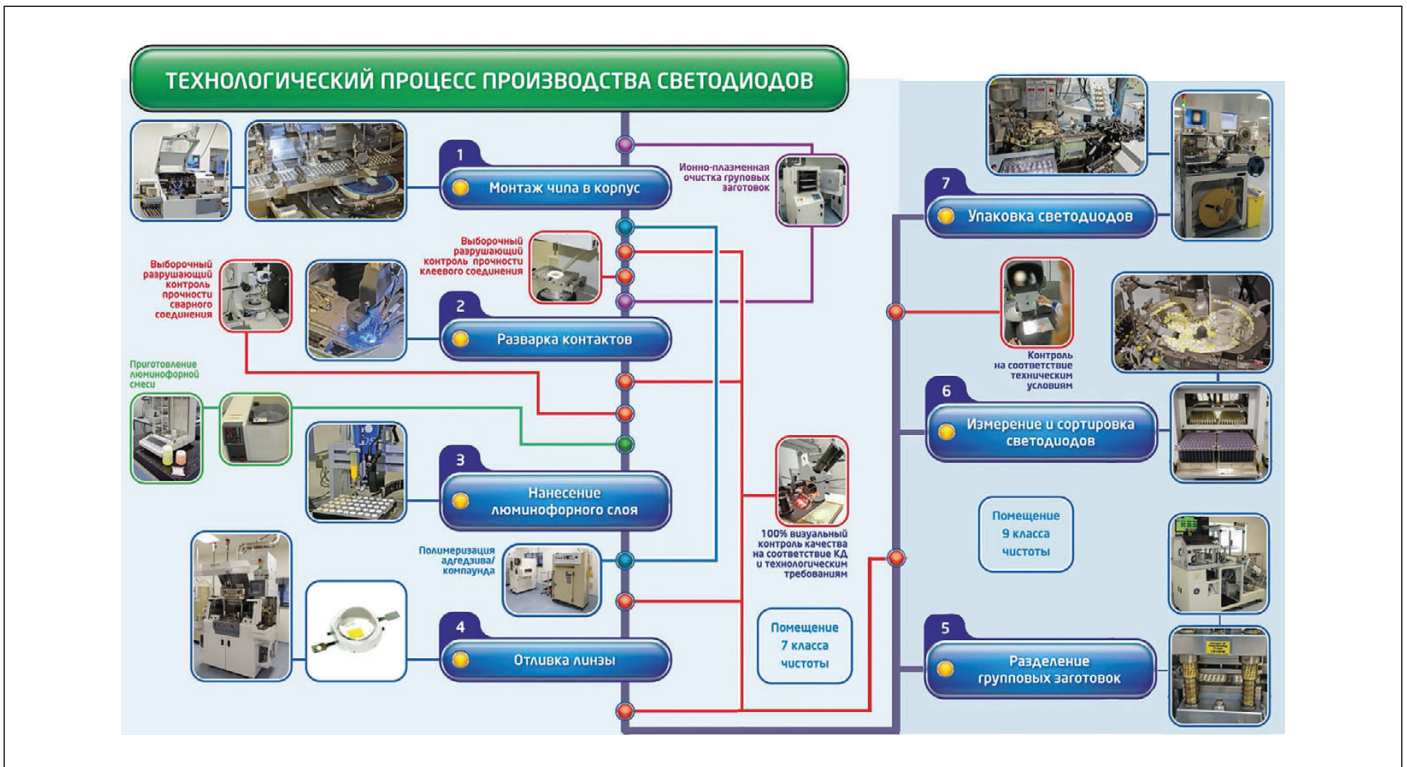


Рис. 3

MIL-STD-883H method 2011.8.		
Диаметр проволоки	25 мкм	32 мкм
Минимальное усилие на отрыв	3,0	4,5
EIA/JESD22-B116 (2,5-4D)		
Минимальное среднее значение усилия	20,6-55	35,6-95,1

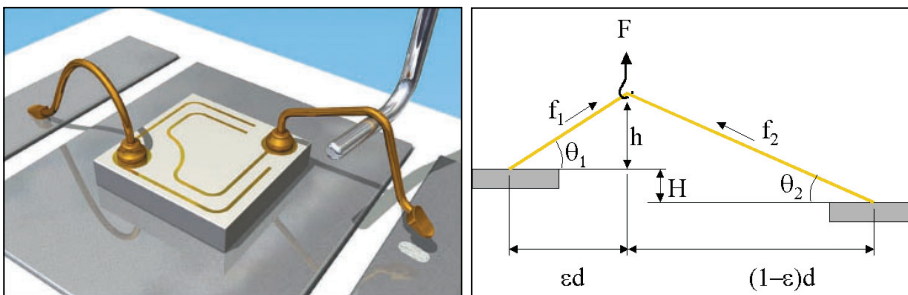


Рис. 4

Заключительная операция любого технологического процесса – выходной контроль параметров изделий. Но в методике оценки результатов выходного контроля и выборе контролируемых параметров зачастую могут присутствовать элементы субъективизма. Так, далеко не все производители на выходном контроле оценивают качество теплопередачи в изготовленном СД – значение его теплового сопротивления. В то же время хорошо известно, что качество отвода

тепла от СД – залог его долговечной и надёжной работы в ОП. В реализуемом нами технологическом процессе контроль тепловых характеристик происходит методом оценки изменения температурного коэффициента напряжения, возникающего при подаче испытательных импульсов напряжения малой длительности. Такое испытание позволяет однозначно определять уровни теплового сопротивления при нормальных климатических условиях и эмпирически устанавли-

вать «коридоры» значений теплового сопротивления для крайних значений температур по диапазонам предполагаемого климатического исполнения. Лишь на основании этих данных возможно построение областей безопасной работы СД, пример которых дан на рис. 7. Наличие такой информации о СД прогнозирует и доказывает возможность его применения в реальном ОП, который далеко не всегда эксплуатируется в нормальных климатических условиях, и обычно у нас реализуется в климатических исполнениях У1 или УХЛ 1, то есть допускает эксплуатацию даже при -60 и $+60$ °С.

Неизменно оцениваемые на выходном контроле параметры – такие как прямое напряжение при заданном рабочем токе, полный световой поток и коррелированная цветовая температура (обычно совмещаемая с определением общего индекса цветопередачи) – тоже требуют объективной интерпретации. Типичные распределения этих параметров при серийном производстве представлены на рис. 8. Принципиальный момент здесь в том, что любая из этих нормируемых величин – номинальная, и на неё всегда должен быть допуск. При крупносерийном производстве первоочередная задача производителя (особенно СД) – минимизация допустимого технологи-



Рис. 5

ческого разброса параметров. В идеале, разброс параметров должен быть таким, чтобы в рамках допуска большая часть распределения оцениваемого параметра СД оказывалась гарантированно равной или немного большей номинальных значений. В противном случае легко, например, получить недобор по световому потоку в конечном ОП, особенно построенном по принципу использования большого количества маломощных СД.

Вся указанная выше совокупность критериев качества технологического процесса производства СД, по нашему мнению, – основа гарантиро-

вания надёжности и конечных изделий – ОП с СД. Но следует учитывать, что сборка ОП – это многостадийный технологический процесс, одна из задач которого – не вредить качеству используемых СД и остальных комплектующих..

Принципиальная блок-схема реализуемого на «Светлане-Оптоэлектроника» процесса сборки и контроля параметров ОП с СД представлена на рис. 9. Принимая во внимание традиционность применяемых в данном процессе технологических подходов, которые, по сути, выражаются в обязательном исполнении процедур

и требований системы качества ИСО, остановимся на решениях, которые, по нашему мнению, являются инновационными для отечественной промышленности. А именно, на опыте внедрения на производственном предприятии принципов «бережливого производства» (*lean production*), главным смыслом которого является снижение производственных затрат. Соответственно, виды потерь, которые такой подход позволяет устранять:

1. *Перепроизводство* – производство изделий, которые никому не нужны; производство продукции в большем объёме раньше или быстрее, чем требуется на следующем этапе процесса.

2. *Избыточные запасы/мощности* – избыточное количество полуфабрикатов, материалов, сырья, т.е. излишние затраты, выручка от которых ещё не получена.

3. *Избыточная обработка* – усилие, не добавляющее с точки зрения потребителя к изделию/услуге ценности.

4. *Ненужные перемещения* – любое перемещение людей, инструмента или оборудования, которое не добавляет ценность конечному продукту или услуге.

5. *Дефекты* – продукция, требующая проверки, сортировки, утилизации, понижения сортности, замены или ремонта.

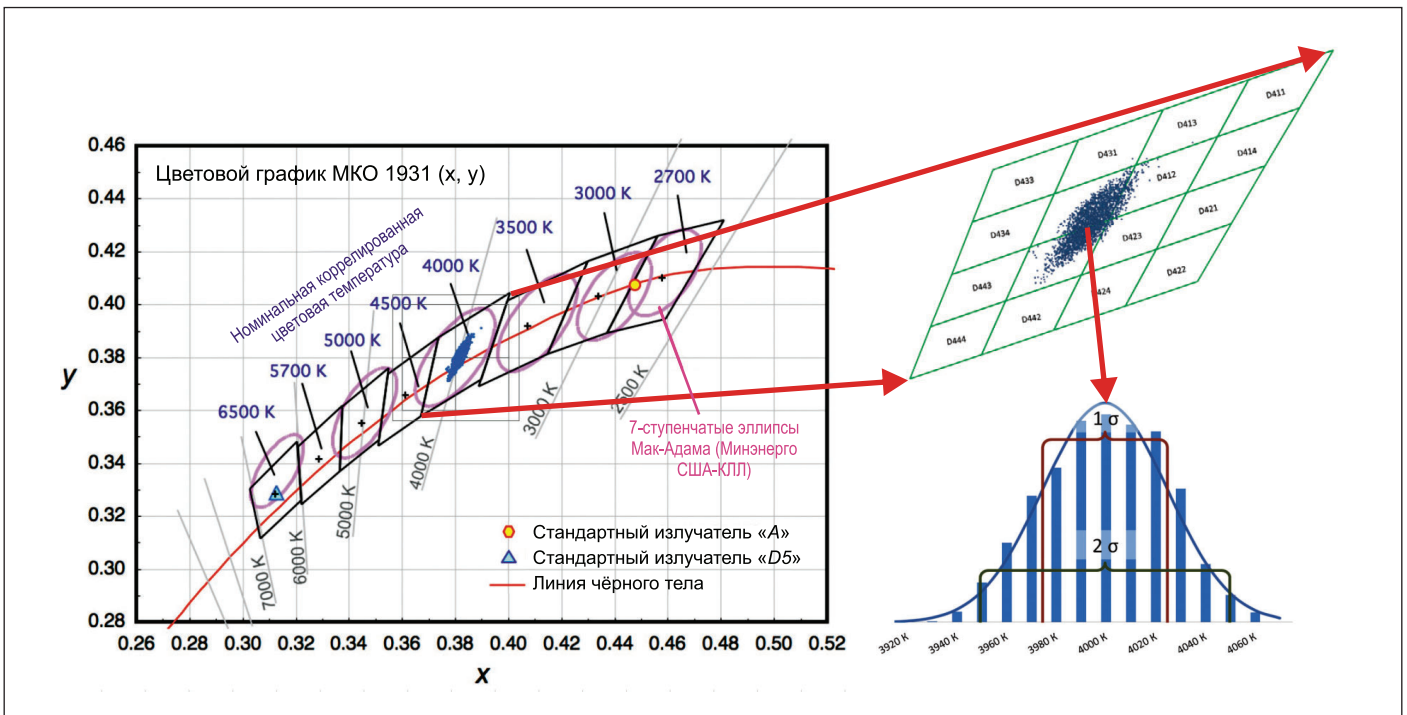


Рис. 6

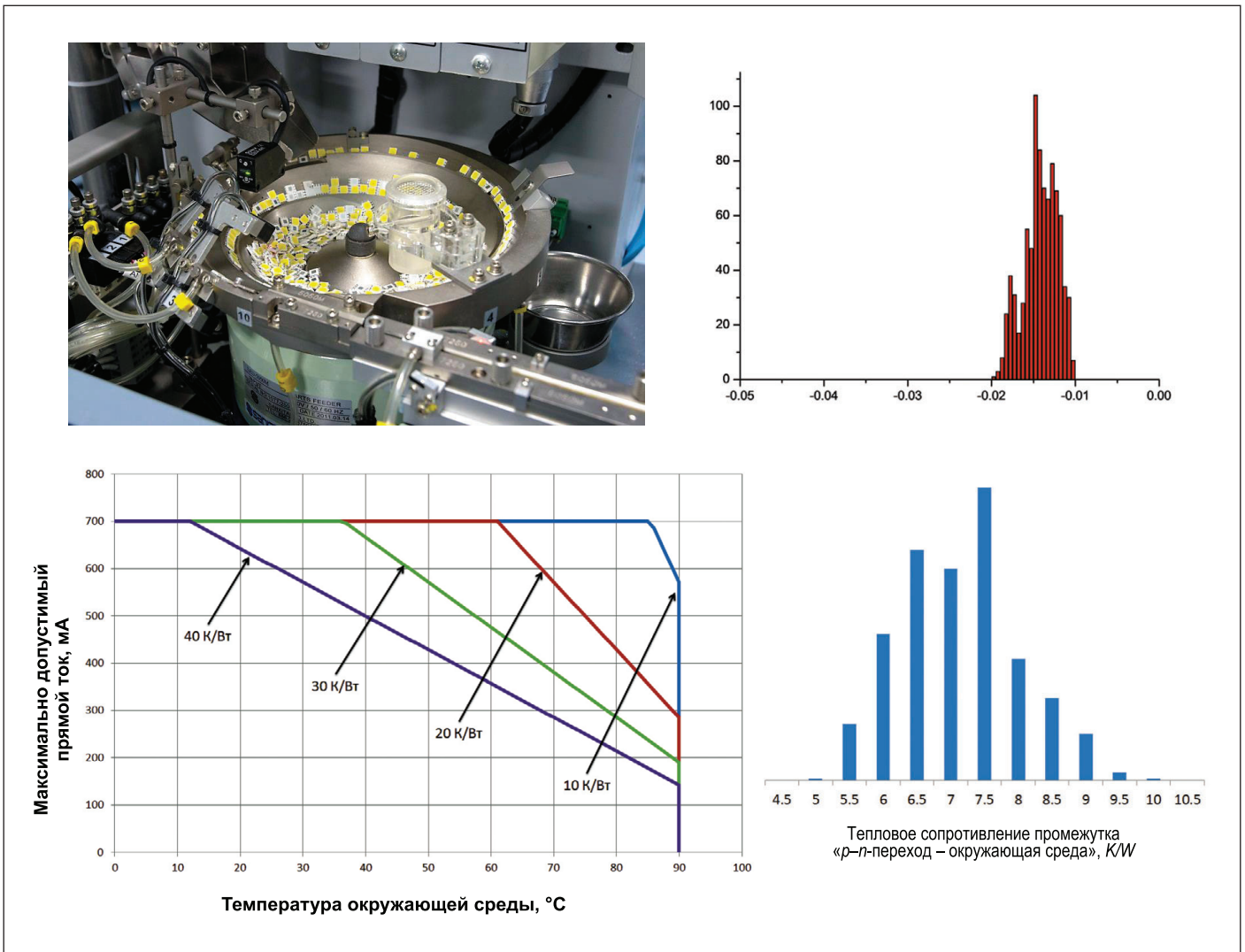


Рис. 7

6. *Простои* – перерывы в работе, связанные с ожиданием людей, материалов, оборудования или информации.

7. *Ненужная транспортировка* – перемещение продукции (в т.ч. незавершённой) или материалов внутри предприятия.

Самой наглядной иллюстрацией результата работы, организованной по принципам «бережливого производства», является повышение производительности труда путём снижения нерационального перемещения и создания удобных взаимозаменяемых производственных ячеек, гибко и оперативно реагирующих на текущую производственную ситуацию. На рис. 10 приведены планировка и трассы межоперационных маршрутов одного и того же сборочного цеха до и после реорганизации по принципу «бережливого производства». Сравнение целевых показате-

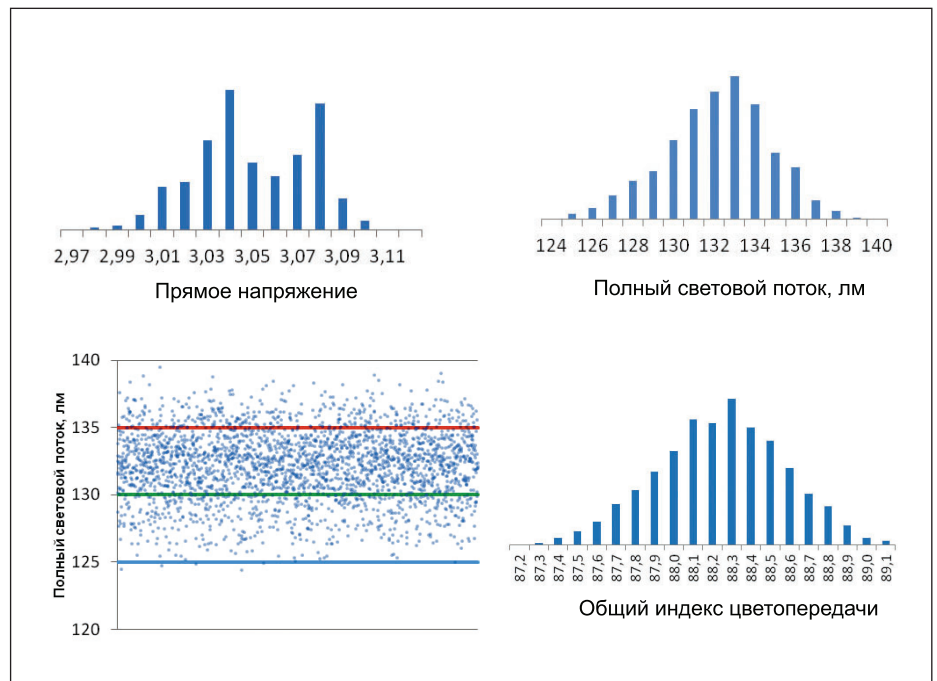


Рис. 8

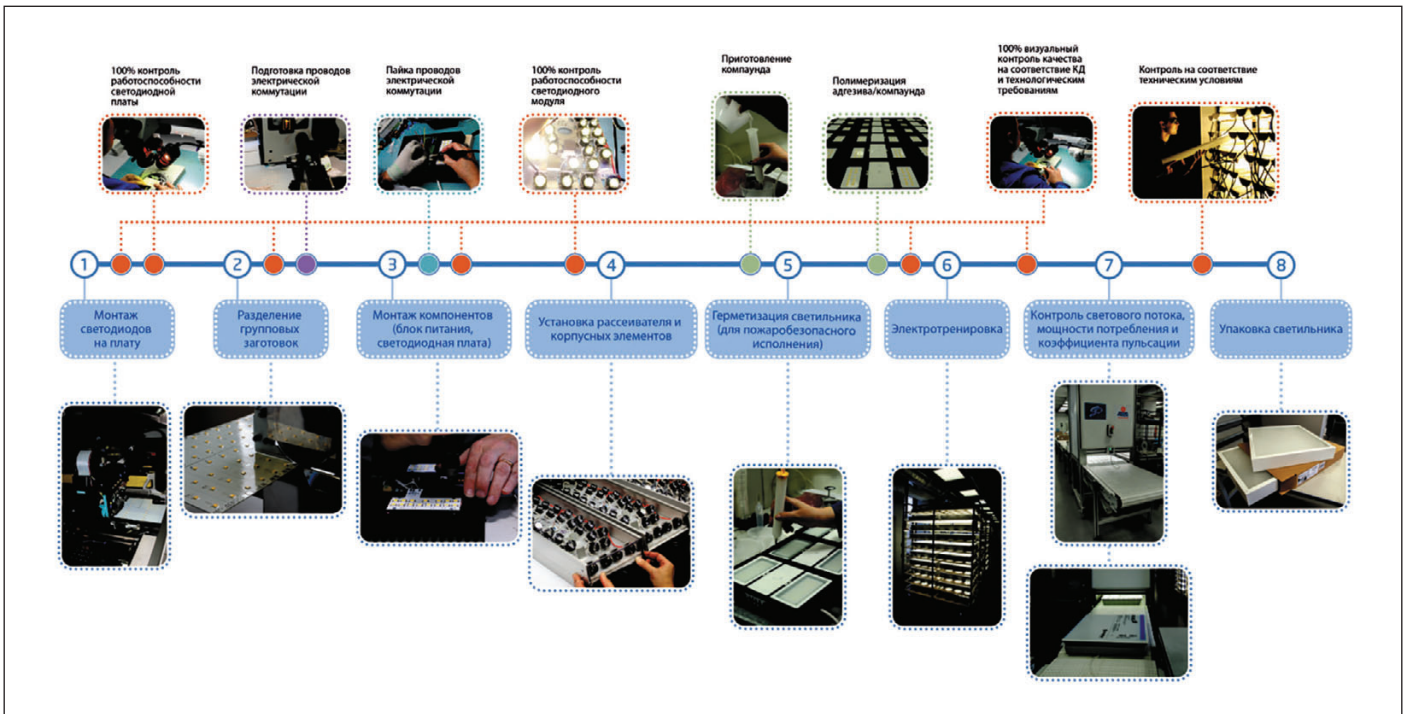
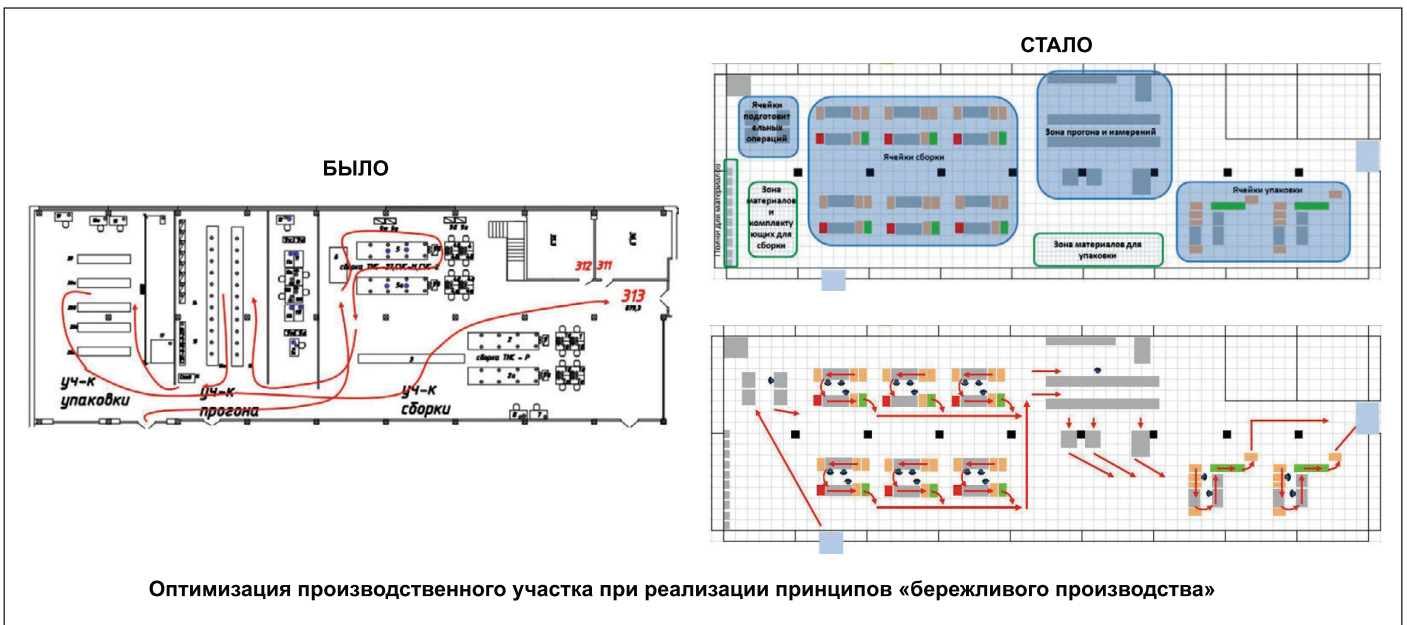


Рис. 9



Оптимизация производственного участка при реализации принципов «бережливого производства»

Рис. 10

Рис. 11



лей по снижению времени на исполнение сборочных операций для четырёх типов осветительных приборов до и после реорганизации цеха представлено на рис. 11, из которого видно, что удалось снизить временные затраты на изготовление всех изделий, причём – некоторых (светильник для ригельного освещения) – более чем на 200% (!). И этот результат, косвенно влияющий на качество ОП, достигнут не вмешательством в конструкцию изделия, а оптимизацией производственного процесса.

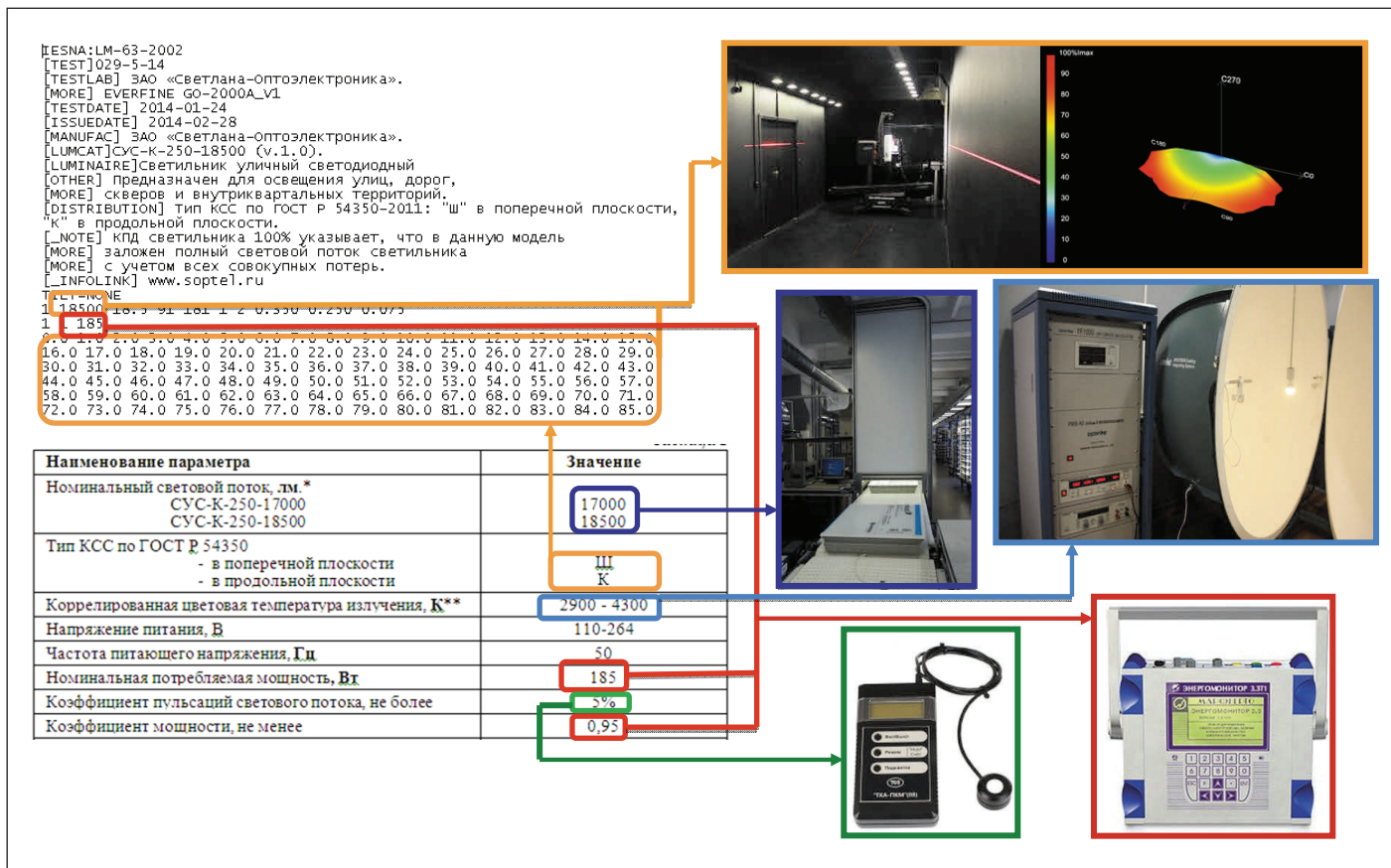


Рис. 12

Вместе с тем было бы несправедливо утверждать, что качество ОП с СД подтверждается только оптимальной логистикой технологического процесса его производства. Как и в производстве СД, конечное мерило качества – операции выходного контроля, подтверждающие исполнение заявляемых потребительских свойств. ОП – законченное, готовое к использованию устройство, обязанное, прежде всего, быть безопасным. Поэтому первой операцией выходного контроля является 100%-ная проверка ОП на соответствие требованиям электробезопасности.

Из всего многообразия нормируемых и проверяемых показателей ОП в случае их крупносерийного производства мы выделяем световой поток и потребляемую мощность, обязательный контроль которых проходят 100% изделий..

И вновь, как и в случае с СД, считаем необходимым заострить внимание на номинальности заявляемых значений и наличии объективного поля допусков на них. По нашему мнению, основанному на многолетнем опыте как разработки и производства ОП с СД, так и практической реализации

проектных решений, допуск на основные номинальные значения более $\pm 10\%$ недопустим.

Возникает правомерный вопрос: как проводить в условиях конвейера измерения, например, светового потока? Каждый раз на гониофотометре? Из-за большой длительности таких измерений это невозможно, поэтому вступают в силу процессы нормирования косвенных измерений относительно показаний гониофотометра при проведении контрольных операций. То есть необходимо создание оптимального числа контрольно-измерительных стендов, фиксирующих данные по уровню освещённости от ОП в нескольких точках (количество их зависит от фотометрического тела ОП, но обычно не менее пяти), с одновременным измерением потребляемой мощности. Другого способа нет, поэтому напрашивается вывод, что отсутствие на предприятии серийного производства светотехнических изделий такого комплекса контрольно-измерительного оборудования, в обязательном порядке включающего в себя гониофотометр, недопустимо и невозможно.

Наличие гониофотометра также – единственный способ, позволяющий получать достоверную информацию о фотометрическом теле ОП для дальнейшего его использования в виде математической модели (*ies*-файла) для проектирования систем освещения. Других способов нет. В то же время, ни для кого не секрет, что сплошь и рядом в *ies*-файлах недобросовестных производителей ОП КПД последних выходит за 100%, а мощность и световой поток, согласно *ies*-файлам, не соответствуют указанным в другой сопроводительной документации на изделие (например, в руководстве по эксплуатации). В качестве примера на рис. 12 наглядно представлена объективная взаимосвязь основных параметров ОП, приводящаяся в сопроводительной документации на них. По нашему мнению, необходимо, чтобы представление информации было единообразным у всех производителей и в обязательном порядке контролировалось соответствующим уполномоченным контролирующим/сертификационным органом. Чётко прослеживаемая документированность – залог выпуска качественной продукции и достоверности по-

лучаемого результата как критерия качества. И любое производственное предприятие, реализовавшее все эти процедуры, без особых проблем может выходить на честную процедуру сертификации, будь то добровольная сертификация, сертификация по техрегламентам Таможенного союза или система сертификации «TÜV International Certification».

На фоне всех вышеописанных и достаточно точно определяемых/проверяемых значений величин виден один очень большой вопрос (вдвойне большой для СД-изделий). Неоднозначность ситуации в том, что одним из основных достоинств устройств с СД является их большой срок службы, но если для СД существует нормативная документация в виде рекомендаций по оценке срока службы экстраполяционными методами, то для ОП ничего подобного нет. К тому же, есть ещё одно обстоятельство: изделия при нормальных (комнатных) климатических условиях практически никогда не эксплуатируются, они работают в реальной окружающей среде. А как это учитывать и проверять? На сегодня соответствующих методик тоже нет.

Подтверждением этого не очень приятного факта может служить дорожная карта по разработке и исследованиям в области полупроводникового освещения Минэнерго США, в п. 4.3.1 которой указано, что на данный момент достоверных методик определения срока службы *даже* по спаду светового потока нет. Причём говорится, что измерение динамики спада светового потока устройства с СД – недостаточное основание для определения срока службы изделия в целом.

Однако, по нашему мнению, из этой, казалось бы, безвыходной ситуации есть только один выход: производитель гарантирует качество изделия и берёт на себя гарантийные обязательства по его обслуживанию, притом даже в пределах его жизненного цикла⁴. Конечно, такое решение возможно лишь, если степень локализации производства на предприятии-изготовителе изделия выше

⁴ Именно поэтому, к примеру, срок гарантии оборудование для атомных станций установлен на уровне 7 лет, и уже обсуждается возможность его повышения до 15 лет.



Рис. 13

50% и на нём соблюдаются следующие технологические принципы, обеспечивающие качество выпускаемой продукции:

- Высокая степень автоматизации и механизации технологических процессов с минимизацией влияния человеческого фактора.
- Использование на производстве высокоточного сертифицированного оборудования.
- Высокая квалификация персонала. Системная работа по проведению технологического инструктажа и дополнительному обучению персонала. Аттестация персонала.
- Обеспечение полного комплекса мер защиты от статического разряда.
- Ежедневная верификация технологического оборудования и технологических процессов, корректировка параметров управляющих программ при отклонениях от требований технологической и конструкторской документации, выявленных в процессе верификации.
- Периодическая инспекция технологических процессов в течение дня, контроль качества и соответствия требованиям технологической документации.
- Осуществление контроля технологической дисциплины, электровакуумной гигиены и контроля эксплуатации технологического оборудования на производстве.
- Разработка методик и проведение экспериментальных проверок технологических процессов, исследования характеристик материалов.
- Измерения физических параметров материалов, проверка клеевых и проволочных соединений на испы-

тельном оборудовании на соответствие требованиям национальных и международных стандартов.

- Математическая обработка результатов тестовых измерений, внесение информации в базу данных, анализ.
- Разработка методов технического контроля и испытания продукции.
- Корректировка технологического процесса по результатам тестирования готовой продукции.
- Формирование базы данных о физических свойствах и технологических особенностях материалов для обеспечения возможности выбора последних при оптимизации производства и внедрении новых проектов.

Поэтому ещё раз отметим, что без должных вложений в производственную базу и минимизации зависимости производства от зарубежных, едва контролируемых поставщиков, процесс скатывания СД-отрасли либо только к отвёрточному производству, либо, что более вероятно, к простому ввозу готовой (читай – китайской) продукции с последующим ребрендингом неизбежен.

Единственный способ исключения такой возможности – укрепление отечественного производства путём создания условий обеспечения качества продукции на этапе производства, что возможно лишь повышением степени локализации производства.

Результат модельного расчёта прогнозного объёма локализации на фоне сложившейся структуры рынка (рис. 13) показывает, что при степени локализации от 50% и выше отечественное производство может составить реальную конкуренцию ино-

странным производителям. С дальнейшим ростом степени локализации произойдёт естественное вытеснение иностранных товаров с внутреннего рынка, сопровождающееся увеличением притока средств в отечественное производство с 5 до 40 млрд. руб. Такая тенденция при наличии соответствующей консолидированной поддержки как со стороны профильных министерств и ведомств, так и профессионального сообщества производителей СД-техники должна обеспечить эффект масштабирования, который однозначно найдёт своё отражение в росте ВВП и энергоэффективности экономики России.

Помимо собственно экономического эффекта, повышение степени локализации производства имеет и другие значимые последствия для страны в целом: 1) обеспечение новых рабочих мест, в т. ч. требующих высокой квалификации; 2) развитие всех отраслей, причастных к основному производству светотехнических изделий с СД; 3) повышение экономической, энергетической и экологической безопасности страны.

Важно отметить, что вышеизложенное не должно рассматриваться как исключительно относящееся к освещению. Учитывая возможность его реализации в других отраслях, в перспективе возможно выстраивание целостной системы, в конечном счёте гарантирующей надлежащее качество практически любых товаров.



Богданов Александр Александрович,
кандидат техн. наук,
доцент. Зам. директора
департамента стратегических
проектов ГК

«Светлана-Оптоэлектроника» (отвечает за экспертную оценку проектов на основе систем освещения светодиодами). Постоянно выступает в роли эксперта на ведущих российских и международных конференциях по светодиодной тематике. Член правления Некоммерческого партнёрства производителей светодиодов и систем на их основе (НП ПСС)



Новый стандарт: ГОСТ Р 56228–2014 «Освещение искусственное. Термины и определения»

С 1 июля 2015 г. вводится в действие новый российский стандарт ГОСТ Р 56228–2014 «Освещение искусственное. Термины и определения», разработанный ООО «ВНИСИ».

Причиной разработки этого документа является то, что до настоящего времени в РФ отсутствуют стандарты вида «Термины и определения», устанавливающие термины и определения в области искусственного освещения вообще и установок искусственного освещения в частности. Термины в стандартах и сводах правил по освещению или осветительным установкам охватывают не все аспекты терминов и определений, связанных с освещением и осветительными установками, а приводимые в разных стандартах определения не всегда совпадают друг с другом.

Новый стандарт устанавливает термины и определения, применяемые в области искусственного освещения и осветительных установок общего назначения с любыми электрическими источниками света. Также в стандарте приведены некоторые термины и определения, касающиеся светотехнических характеристик, фотометрических понятий, осветительных приборов, освещаемых объектов и др.

При разработке стандарта были учтены терминологические разделы действующих светотехнических стандартов РФ [1–8], а также термины и определения, содержащиеся в стандарте EN 12665:2011–09 [9] и Международном светотехническом словаре [10].

Установленные новым стандартом термины с соответствующими определениями расположены в систематизированном порядке, отражающем систему светотехнических понятий в области искусственного освещения. Для каждого понятия установлен один стандартизованный термин. Для отдельных стандартизованных терминов в стандарте приведены как справочные краткие формы, которые разрешается применять в случаях, исключающих возможность их различного толкования.

Стандарт состоит из 6-ти разделов: одного вводного («Область применения») и 5-ти терминологических:

- «Общие понятия (61 термин).
- «Внутреннее освещение (8 терминов).

- «Наружное утилитарное освещение» (19 терминов).
- «Освещение автодорожных тоннелей» (12 терминов).
- «Аварийное освещение» (6 терминов).

Стандарт снабжён алфавитным указателем терминов, облегчающим его использование. Общий объём стандарта составляет 20 страниц формата А4.

Стандарт разработан творческим коллективом в следующем составе: А.Ш. Черняк (руководитель), Е.И. Розовский (ответственный исполнитель) и Т.Н. Никифорова (зав. бюро стандартизации). На стадии разработки проект стандарта был подвергнут серьёзной технической экспертизе рядом организаций, включая ЗАО «МОСЗ», ЗАО «Светлана-Оптоэлектроника» и др., представивших свои отзывы и замечания, за что разработчики им весьма признательны.

Подобный стандарт создан впервые, и разработчики сознают, что представленный материал далёк от совершенства и может содержать разного рода ошибки и неточности. Они с большой благодарностью примут любые конструктивные предложения и замечания по исправлению и улучшению стандарта и постараются учесть их при его переиздании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 55704–2013 «Источники света электрические. Термины и определения».
2. ГОСТ Р 55392–2012 «Приборы и комплексы осветительные. Термины и определения».
3. ГОСТ 26148–84 «Фотометрия. Термины и определения».
4. ГОСТ Р 55842–2013 «Освещение аварийное. Классификация и нормы».
5. ГОСТ Р 55709–2013 «Освещение рабочих мест вне зданий. Нормы и методы измерений».
6. ГОСТ Р 55710–2013 «Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений».
7. ГОСТ Р 55706–2013 «Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы».
8. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23–05–95».
9. EN 12665:2011–09 «Light and lighting – Basic terms and criteria for specifying lighting requirements».
10. CIE S 017/E:2011 ILV: International Lighting Vocabulary.

**Е.И. Розовский, кандидат техн. наук,
ООО «ВНИСИ», Москва**

Определение характеристик спектрорадиометров для оценки фотобиологической безопасности светотехнических изделий

Ц. ЛИ, Т. МОУ¹, Л. ЧЭН

Компания *SENSING Instruments Co., Ltd*; Таможенная инспекция и карантинное бюро провинции Чжэцзян, Ханчжоу, КНР

Аннотация

Опасность актиничного УФ излучения, ближнего УФ излучения и синего света – три основные опасности, связанные с источниками света общего назначения. Для оценки характеристик спектрорадиометров были выбраны пять типичных таких источников. Полученные результаты показали, что результаты измерений так называемой актиничной УФ облучённости очень чувствительны к рассеянному свету и что спектрорадиометры с монохроматором и нечувствительным к видимому излучению фотоумножителем могут решать проблемы оценки фотобиологической безопасности светотехнических изделий.

Ключевые слова: фотобиологическая безопасность, спектрорадиометр, актиничная УФ облучённость, рассеянный свет.

1. Введение

В настоящее время для освещения общего назначения обычно используются галогенные лампы накаливания (ГЛН), разрядные лампы и СД-источники света. Помимо видимого света, эти источники могут генерировать и небольшое количество УФ и ИК излучений. Авторами была оценена степень безопасности излучения этих изделий. Предельные уровни излучения и классификация опасности излучения приводятся в *IEC 62471/CIE S009* [1]. Однако уровни ИК излучения источников света (ламп) общего назначения (ЛОН) обычно невелики и не могут считаться опасными. Поэтому в плане опасности оптического излучения ЛОН рассматривается только возможное фотобиологическое действие актиничного УФ излучения, ближнего УФ излучения и синего (голубого) света. Для оценки опасности оптического излучения ЛОН требуется измерить *актиничную УФ облучённость от них E_{ss} , облучённость от них в области ближнего УФ (УФ-А) излучения E_{UVA} и их физиологически эффективную яркость опасного (для сетчатки) синего излучения L_b* ; но широкополосные

приёмники излучения сложно согласовывать со спектральной чувствительностью фотобиологических эффектов. Классификацию источников света по безопасности проводят с помощью разных спектрорадиометров, в том числе сканирующих с монохроматором и ПЗС-матричных [2–4]. Из-за большого разброса характеристик современных коммерческих спектрорадиометров – таких как дешёвые ПЗС-спектрометры, хорошо сконструированные матричные спектрорадиометры или спектрорадиометры с одинарным или двойным монохроматором – трудно выбрать приемлемые по цене и качеству практичные приборы для получения достоверных оценок безопасности источников света.

2. Условия проведения оценки

Сканирующие спектрорадиометры с монохроматором позволяют вести измерения в широком диапазоне длин волн при разных выделяемых щелями спектральных интервалах и с хорошей линейностью. Они всё ещё широко используются во многих областях применения. Благодаря совершенствованию ПЗС-матричных приёмников и мультихроматоров ПЗС-матричные спектрорадиометры всё больше подходят для разных применений.

При измерениях спектральных распределений облучённости и энергетической яркости ширина входной и выходной щелей должна быть одной и той же – чтобы график функции спектральной чувствительности спектрорадиометра представляла собой равнобедренный треугольник; это играет огромную роль в случае очень узких спектральных линий измеряемых разрядных ламп. Спектро-

¹ По материалам доклада на конференции МКО «*Lighting Quality & Energy Efficiency*». 23–26.04.2014, Куала-Лумпур, Малайзия.
E-mail: mou@sensingm.com.
Перевод с англ. Е.И. Розовского

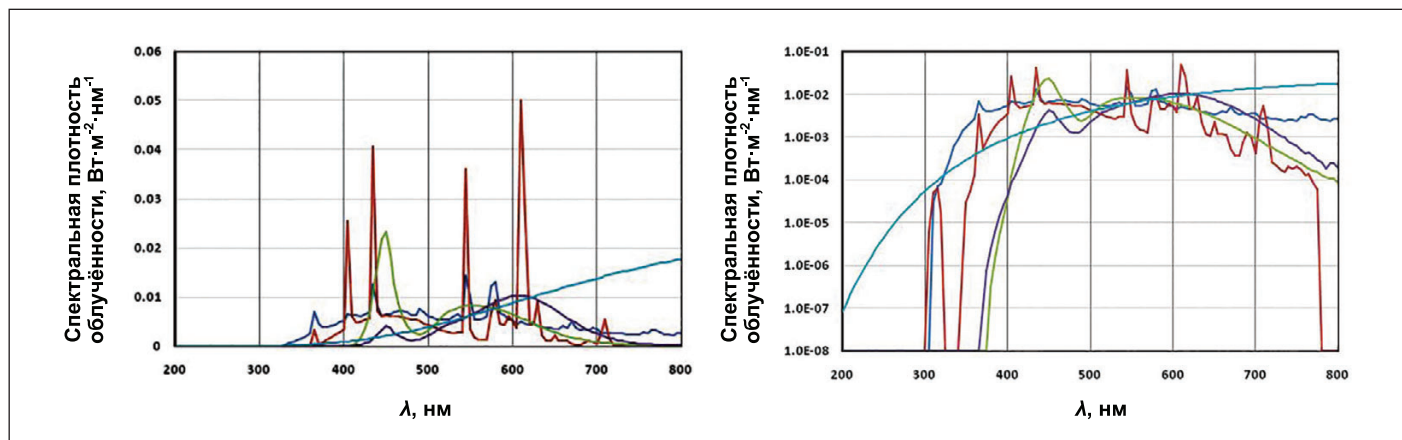


Рис. 1. Спектральные распределения облучённости от типичных источников света

Влияние рассеянного света

Рассеянный свет	МГЛ	ЛЛ	СД холодно-белого света	СД тепло-белого света	ГЛН (2856 К)
E_s					
0	$2,64 \cdot 10^{-5}$	$1,18 \cdot 10^{-5}$	$1,03 \cdot 10^{-8}$	$1,62 \cdot 10^{-8}$	$8,30 \cdot 10^{-4}$
$1,0 \cdot 10^{-6}$	$2,64 \cdot 10^{-5}$	$1,08 \cdot 10^{-4}$	$8,35 \cdot 10^{-5}$	$7,41 \cdot 10^{-5}$	$9,98 \cdot 10^{-4}$
$1,0 \cdot 10^{-5}$	$2,65 \cdot 10^{-5}$	$9,73 \cdot 10^{-4}$	$8,34 \cdot 10^{-4}$	$7,41 \cdot 10^{-4}$	$2,52 \cdot 10^{-3}$
$1,0 \cdot 10^{-4}$	$1,34 \cdot 10^{-4}$	$9,62 \cdot 10^{-3}$	$8,34 \cdot 10^{-3}$	$7,41 \cdot 10^{-3}$	$1,77 \cdot 10^{-2}$
$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,07 \cdot 10^{-1}$	$9,61 \cdot 10^{-2}$	$8,34 \cdot 10^{-2}$	$7,41 \cdot 10^{-2}$	$1,69 \cdot 10^{-1}$
E_{UVA}					
0	$2,43 \cdot 10^{-1}$	$8,48 \cdot 10^{-2}$	$3,20 \cdot 10^{-4}$	$1,61 \cdot 10^{-3}$	$3,75 \cdot 10^{-2}$
$1,0 \cdot 10^{-6}$	$2,43 \cdot 10^{-1}$	$8,44 \cdot 10^{-2}$	$4,74 \cdot 10^{-4}$	$5,77 \cdot 10^{-4}$	$3,79 \cdot 10^{-2}$
$1,0 \cdot 10^{-5}$	$2,43 \cdot 10^{-1}$	$8,61 \cdot 10^{-2}$	$1,94 \cdot 10^{-3}$	$1,88 \cdot 10^{-3}$	$4,08 \cdot 10^{-2}$
$1,0 \cdot 10^{-4}$	$2,43 \cdot 10^{-1}$	$1,03 \cdot 10^{-1}$	$1,67 \cdot 10^{-2}$	$1,49 \cdot 10^{-2}$	$7,06 \cdot 10^{-2}$
$1,0 \cdot 10^{-3}$	$4,53 \cdot 10^{-1}$	$2,72 \cdot 10^{-1}$	$1,64 \cdot 10^{-1}$	$1,46 \cdot 10^{-1}$	$3,68 \cdot 10^{-1}$
L_b					
0	9,80	11,77	12,81	2,61	2,96
$1,0 \cdot 10^{-6}$	9,80	11,77	12,82	2,61	2,97
$1,0 \cdot 10^{-5}$	9,80	11,80	12,84	2,63	3,01
$1,0 \cdot 10^{-4}$	9,80	12,06	13,07	2,83	3,47
$1,0 \cdot 10^{-3}$	13,02	14,65	15,32	4,83	8,02

радиометры с двойным монохроматором характеризуются очень низким уровнем рассеянного света, что очень важно для измерений в УФ области спектра.

В компактных матричных спектро-радиометрах дифрагированное вогнутой голографической решёткой излучение фокусируется на матричном приёмнике, и необходимость устранения спектра высокого порядка и рассеянного света осложняет оценку фотобиологической безопасности. Ширина входной щели спектро-радиометра определяется компромиссом между его чувствительностью и спектральным разрешением.

Для определения влияния характеристик спектро-радиометра на оценку фотобиологической безопасности источников света были выбраны пять источников света трёх вышеупомянутых типов, включающие в себя МГЛ, ЛЛ, СД холодно-белого света, СД тепло-белого света и кварцевую ГЛН,

спектры излучения которых приведены на рис. 1. Однако в первую очередь они использовались как объекты измерений соответствующих E_s , E_{UVA} и L_b .

В плане фотобиологической безопасности группа риска, к которой относится определённый источник света, зависит от условий его применения (то есть условий наблюдения). Согласно требованиям [1], опасность ЛОН следует оценивать при уровне освещённости от них в 500 лк. Поэтому здесь значения E_s и E_{UVA} будут определяться при этом условии, тогда как измерение L_b будет производиться при яркости ЛОН в 10000 кд/м².

3. Влияние основных характеристик

Доля рассеянного света, точность определения длины волны и степень линейности фотоэлектрической характеристики – вот три основные ха-

рактеристики спектро-радиометра. В случае сканирующего спектро-радиометра с двойным монохроматором доля рассеянного света может быть меньше 10^{-6} , тогда как в случае небольшого спектро-радиометра на ПЗС, имеющего малое фокусное расстояние, она может составлять от 10^{-3} до 10^{-4} . При этом лежащие между 10^{-6} и 10^{-5} доли рассеянного света позволяют оценивать его влияние на результаты измерений фотобиологических параметров. На рис. 2 приведены спектральные характеристики источников света, полученные при разных долях рассеянного света. Соответствующие фотобиологические параметры приведены в табл. 1, из которой следует, что результаты измерения E_s очень чувствительны к рассеянному свету в спектро-радиометре. Если его доля превышает 10^{-4} , это приводит к тому, что группа риска RGI будет присвоена изделию, относящемуся к группе риска RGO . Так

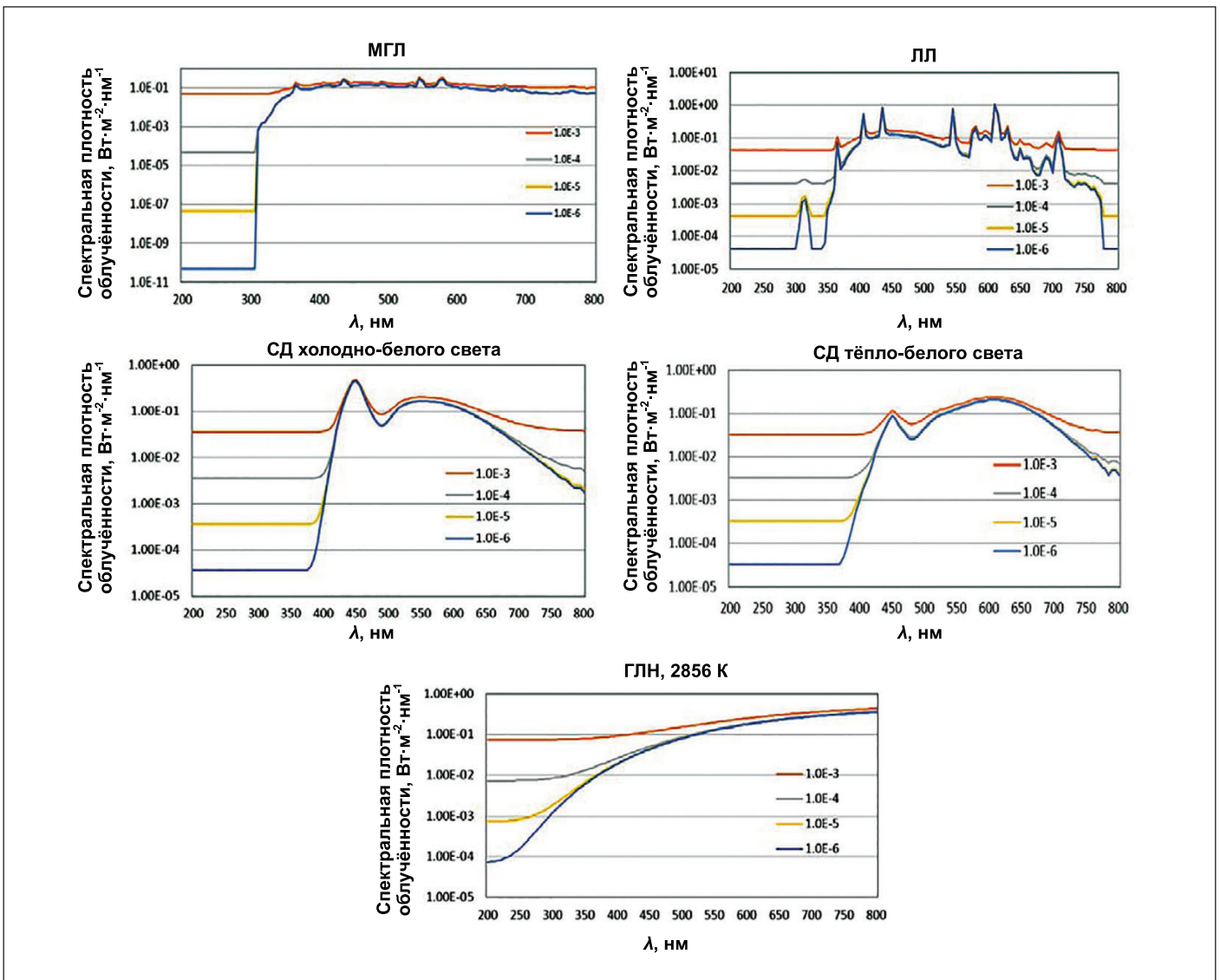


Рис. 2. Спектральные распределения облучённости от типичных источников света с учётом рассеянного света

что при измерении источника света со слабым излучением в УФ области, такого как приведённая в табл. 1 ЛН с цветовой температурой 2856 К, доля рассеянного света не должна превышать 10^{-6} . Однако при оценке опасности синего света для сетчатки для обеспечения не более 5%-ного изменения оцениваемого параметра доля рассеянного света не должна превышать 10^{-4} .

ЛОН преимущественно излучают в видимой области спектра и очень мало в УФ области. Поэтому к влиянию рассеянного видимого излучения на точность измерения в УФ области следует относиться серьёзно. Альтернативным методом устранения влияния рассеянного света может послужить сочетание фотоумножителя, нечувствительного к видимому свету и чувствительного только к коротковолновому УФ излучению

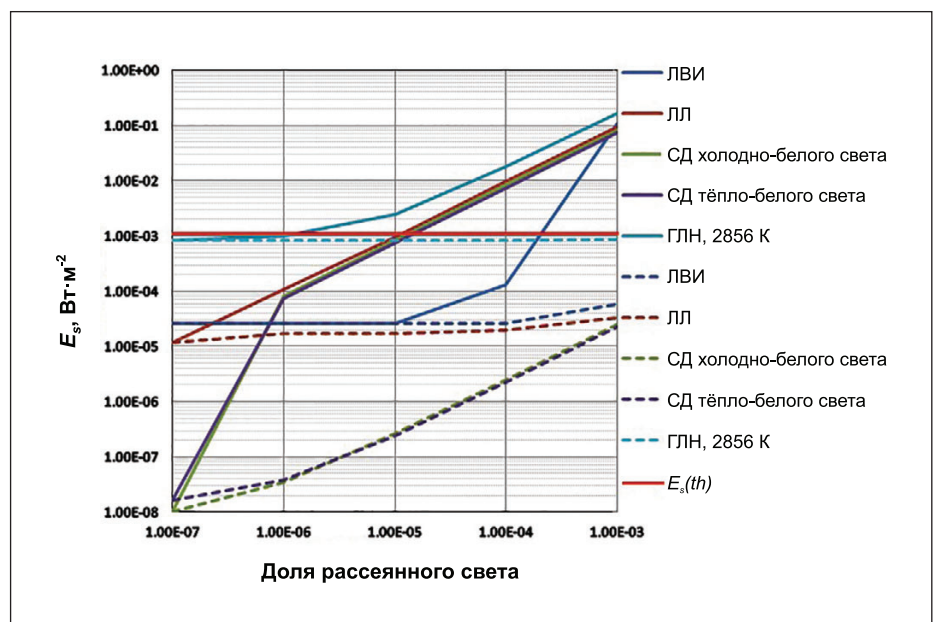


Рис. 3. Сравнение изменений актичной УФ облучённости (E_s) от типичных источников света

Влияние рассеянного света на актиничную УФ облучённость (при нечувствительном к видимому излучению фотумножителе)

Рассеянный свет	МГЛ	ЛЛ	СД холодно-белого света	СД тепло-белого света	ГЛН (2856 К)
0	$2,64 \cdot 10^{-5}$	$1,18 \cdot 10^{-5}$	$1,03 \cdot 10^{-8}$	$1,62 \cdot 10^{-8}$	$8,30 \cdot 10^{-4}$
$1,0 \cdot 10^{-6}$	$2,64 \cdot 10^{-5}$	$1,69 \cdot 10^{-5}$	$3,54 \cdot 10^{-8}$	$3,85 \cdot 10^{-8}$	$8,30 \cdot 10^{-4}$
$1,0 \cdot 10^{-5}$	$2,64 \cdot 10^{-5}$	$1,71 \cdot 10^{-5}$	$2,62 \cdot 10^{-7}$	$2,39 \cdot 10^{-7}$	$8,30 \cdot 10^{-4}$
$1,0 \cdot 10^{-4}$	$2,65 \cdot 10^{-5}$	$1,97 \cdot 10^{-5}$	$2,52 \cdot 10^{-6}$	$2,25 \cdot 10^{-6}$	$8,35 \cdot 10^{-4}$
$1,0 \cdot 10^{-3}$	$5,87 \cdot 10^{-5}$	$3,40 \cdot 10^{-5}$	$2,51 \cdot 10^{-5}$	$2,23 \cdot 10^{-5}$	$8,81 \cdot 10^{-4}$

Таблица 3

Влияние смещения длины волны спектрометра

Длина волны	МГЛ	ЛЛ	СД холодно-белого света	СД тепло-белого света	ГЛН (2856 К)
E_s					
0	$2,64 \cdot 10^{-5}$	$1,18 \cdot 10^{-5}$	$1,03 \cdot 10^{-8}$	$1,62 \cdot 10^{-8}$	$8,30 \cdot 10^{-4}$
-0,1	$2,68 \cdot 10^{-5}$	$1,24 \cdot 10^{-5}$	$1,07 \cdot 10^{-8}$	$1,79 \cdot 10^{-8}$	$8,34 \cdot 10^{-4}$
-0,2	$2,71 \cdot 10^{-5}$	$1,29 \cdot 10^{-5}$	$1,11 \cdot 10^{-8}$	$1,82 \cdot 10^{-8}$	$8,38 \cdot 10^{-4}$
-0,3	$2,75 \cdot 10^{-5}$	$1,35 \cdot 10^{-5}$	$1,15 \cdot 10^{-8}$	$1,85 \cdot 10^{-8}$	$8,43 \cdot 10^{-4}$
-0,5	$2,82 \cdot 10^{-5}$	$1,46 \cdot 10^{-5}$	$1,23 \cdot 10^{-8}$	$1,92 \cdot 10^{-8}$	$8,51 \cdot 10^{-4}$
+0,1	$2,64 \cdot 10^{-5}$	$1,18 \cdot 10^{-5}$	$1,03 \cdot 10^{-8}$	$1,75 \cdot 10^{-8}$	$8,30 \cdot 10^{-4}$
+0,2	$2,63 \cdot 10^{-5}$	$1,17 \cdot 10^{-5}$	$1,02 \cdot 10^{-8}$	$1,74 \cdot 10^{-8}$	$8,26 \cdot 10^{-4}$
+0,3	$2,61 \cdot 10^{-5}$	$1,16 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$1,72 \cdot 10^{-8}$	$8,23 \cdot 10^{-4}$
+0,5	$2,60 \cdot 10^{-5}$	$1,14 \cdot 10^{-5}$	$9,9 \cdot 10^{-9}$	$1,7 \cdot 10^{-8}$	$8,19 \cdot 10^{-4}$
L_b					
0	9,80	11,77	12,81	2,61	2,96
-0,1	9,80	11,77	12,81	2,61	2,96
-0,2	9,80	11,78	12,80	2,61	2,96
-0,3	9,80	11,79	12,78	2,60	2,95
-0,5	9,80	11,79	12,77	2,60	2,95
+0,1	9,80	11,77	12,83	2,61	2,97
+0,2	9,80	11,76	12,84	2,62	2,97
+0,3	9,80	11,76	12,85	2,62	2,97
+0,5	9,81	11,75	12,87	2,63	2,98

на длинах волн 200–320 нм и фотумножителя, чувствительного к видимому излучению. В табл. 2 показано, что при использовании нечувствительно-

го к видимому излучению фотумножителя влияние рассеянного света на результаты измерений E_s существенно уменьшается. На рис. 3 эти

результаты (пунктирная линия) приведены вместе с результатами, полученными с помощью обычного спектрометра (сплошная линия). $E_s(th)$

представляет собой предельный уровень E_s для группы риска $RG0$ для опасности актиничного УФ излучения. В данном случае классификация этих пяти типичных источников света в соответствии с группами риска не изменится.

В табл. 3 продемонстрировано влияние сдвига длины волны спектрорадиометра на параметры, на основании которых осуществляется классификация безопасности излучения источников света. Так как в интервале 300–320 нм весовая функция $S_{UV}(\lambda)$ меняется резко (в 300 раз на 20 нм), то в случае ЛЛ влияние сдвига длины волны на E_s оказывается наибольшим – из-за наличия в спектре излучения ЛЛ линии 313 нм. Чтобы неопределённость не превышала 10%, сдвиг длины волны не должен быть большим 0,2 нм, а в случае источников света с непрерывными спектрами излучения – 0,3 нм. Что касается влияния сдвига длины волны на результаты измерения L_b , то в этом случае весовая функция в интервалах 390–415 и 480–500 нм изменяется вдвое через каждые 5 нм. Поэтому точность определения длины волны должна быть лучше $\pm 0,5$ нм.

4. Заключение

При оценке фотобиологической безопасности ключевым оборудованием является спектрорадиометр. Его характеристики непосредственно влияют на классификацию изделий по безопасности. Полученные на пяти типичных источниках света результаты говорят о том, что рассеиваемый в спектрорадиометре свет влияет на результаты измерений E_s . Системы с двойными монохроматорами и системы с одним монохроматором и нечувствительным к видимому излучению фотоумножителем могут применяться для классификации опасности УФ излучения ЛОН. Кроме того, точность установки длины волны спектрорадиометра должна быть не хуже $\pm 0,2$ нм в УФ диапазоне и не хуже $\pm 0,5$ нм в видимой области спектра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. IEC 62471–2006/CIE S009 «Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems».
2. *Tongsheng Mou*. The measurement of weighted LED radiance related to photobio-

logical safety based on the spectroradiometry and imaging methods // CIE Tutorial and Expert Symposium "Spectral and Imaging Methods for Photometry and Radiometry", August 2010, Bern, Switzerland. – P. 30–31.

3. *Stolyarevskaya, R.I., Bartsev, A.A.* Methodology of luminaire blue-light hazard measurements // CIE Conference on Lighting Quality & Energy Efficiency, September 19–21.2012, Hangzhou.

4. *Tongsheng Mou, Zhenjian Peng*. Measurement and standardization of eye safety for optical radiation of LED products // Proc. SPIE 8769, Singapore, 09.04.2013.



Ли Цзюнькай (Junkai Li),

инженер. Старший инженер компании SENSING Instruments Co. Ltd. Эксперт по освещению светодиодами Технического комитета TC110/

WG5 МЭК. Руководитель разработки нескольких китайских стандартов и участник разработки международных стандартов МЭК (IEC). Область научных интересов: фотометрия, колориметрия, фотобиологическая безопасность освещения и дисплеев



Моу Туншэн (Tongsheng Mou).

Профессор Университета провинции Чжэцзян. Главный научный сотрудник компании SENSING Instruments Co. Ltd. и директор Исследовательского

центра интеллектуального и здорового освещения. Руководитель разработки международных стандартов IEC 62341–6–3, IEC 61747–30–4 и IEC 62471–4. Председатель Технического комитета TC2–73 МКО. Лауреат премии МЭК



Чэн Лилин (Liling Cheng),

инженер, профессор. Окончила Университет электроники Ханчжоу. Директор лаборатории электробезопасности Академии

науки и техники провинции Чжэцзян. Область научных интересов: испытания электронных и электротехнических изделий на безопасность и электромагнитную совместимость, а также биологическая безопасность ламп и светильников

Поздравляем с юбилеем!



Редакция и редколлегия журнала, коллеги и друзья сердечно поздравляют с юбилеем известного специалиста в области практической светотехники, ведущего научного сотрудника лаборатории промышленного освещения ООО «Научно-исследовательский институт охраны труда в г. Иваново»

*Частухину
Татьяну
Николаевну*

и желают ей крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов

Расчётное сравнение современных систем естественного освещения в целях улучшения уровня и равномерности освещённости

П.Ф. ЁРС, Т. КАЗАНАСМАЗ¹

Измирский технический институт, Измир, Турция

Аннотация

Недостаточность естественного освещения учебных заведений может вести к проблемам со здоровьем, снижению работоспособности и избыточному потреблению электроэнергии. Суточное и годовое изменения естественного освещения представляют в этом случае большую проблему. Для её решения были разработаны современные системы естественного освещения. Улучшение естественного освещения в существующих зданиях также вызывает затруднения при проектировании освещения. Целью данного исследования было улучшение уровня и равномерности освещённости в четырёх архитектурных мастерских Измира. Были проведены измерения и моделирование естественного освещения. Для обеспечения наилучшего естественного освещения при помощи программы «Desktop Radiance» было проведено моделирование с использованием панелей с лазерной насечкой, призматических панелей и световых полок. Сделан вывод, что усилия по модернизации уже существующей системы естественного освещения будут неоправданными, если в процессе проектирования не было обеспечено удовлетворение нормативных требований.

Ключевые слова: естественное освещение, равномерность, лазерная насечка, призматический, световая полка, моделирование.

1. Введение

Студенты-архитекторы должны обучаться в условиях удовлетворительного освещения. Им нужны равномерное распределение и хорошие уровни освещённости, облегчающие работу с подробными чертежами и моделями. Так как образователь-

ные учреждения преимущественно работают днём, то улучшение их естественного освещения будет способствовать уменьшению использования искусственного и экономии электроэнергии [1]. Технический прогресс привёл к появлению усовершенствованных систем, улучшающих естественное внутреннее освещение, которые защищают от прямого солнечного света (для исключения блёскости) и (или) направляют дневной свет в части помещений, расположенные вдали от светопроёмов. К этим системам относятся световые полки, призматические панели, панели с лазерной насечкой, анидолические системы (*anidolic systems*), голографические оптические элементы, рассеивающие системы, световоды, «солнечные трубы» (*solar tubes*) и гелиостаты [2–4].

В публикации [5] было предложено использовать для перенаправления света в школе (Брисбен, Австралия) панели с лазерной насечкой только в сочетании с фиксированными экранящими устройствами. В докладе [6] отмечалось, что призматические панели эффективно изменяли распределение естественной освещённости только при соответствующем расположении оконных проёмов, а в статье [7] – что горизонтальный световод в сочетании с панелями с лазерной насечкой увеличил освещённость в обследуемом помещении. В статье [8] показано, что применение внутренних световых полок обеспечивает наивысший уровень средней освещённости в условиях чистого неба, но уменьшает равномерность освещённости в летний период и может должным образом препятствовать проникновению прямого солнечного света.

Программа «Desktop Radiance» – одно из широко применяемых средств моделирования – встроена в другие программы, такие как «AutoCAD», «Ecotect» и «DesignBuilder» [9]. Было проведено несколько исследований,

направленных на подтверждение способности программы «Desktop Radiance» обеспечивать адекватное моделирование. При этом она сравнивалась с другими программами и проверялась на разных сочетаниях материалов, современных системах естественного освещения и различных состояниях неба [10–13].

Данная работа посвящена моделированию современных систем естественного освещения для оценки уровней и равномерности освещённости в архитектурных мастерских. Цель исследования состояла в проведении анализа по улучшению естественного освещения нескольких мастерских и выборе оптимального проектного решения с использованием современных систем естественного освещения, имеющих разные размеры и изготовленных из разных материалов.

2. Объекты и климатические условия

Исследование проводилось на кафедре архитектуры Измирского технического института (38°19' с.ш., 26°37' в.д.). По климатическим условиям Измир относится к зоне влажных субтропиков. Если не считать июль и август, то наибольшая средняя дневная температура наблюдается в мае и июне [14]. Положение солнца в выбранный для этих исследований день (4 мая) было определено с помощью программы «Ecotect»: полярный угол и угол возвышения оказались равными, соответственно, 105,5° и 42,8° в 9:00; –150,2° и 64,5° в 13:00; –97,6° и 34,7° в 16:00. Создаваемая прямым солнечным светом энергетическая освещённость составляла 360–845 Вт/м².

Объект исследования состоял из четырёх архитектурных мастерских, расположенных на втором этаже трёхэтажного здания. Мастерские имели 17,65 м в длину, 11,25 м в ширину и 3,20 м в высоту и площадь пола 198,5 м². Мастерские были обозначены как *S01*, *S02*, *S03* и *S04* и выходили на север и восток, юг и восток, юг и запад и север и запад соответственно (рис. 1). Их этаж находился на высоте 3,20 м. Площади поверхностей одинаковых окон с двойным остеклением были равны почти 4,00 м². Отношение площади окон к площади пола (*window ratio*) со-

¹ E-mail: tugcekazanasmaz@iyte.edu.tr.

Перевод с англ. Е.И. Розовского

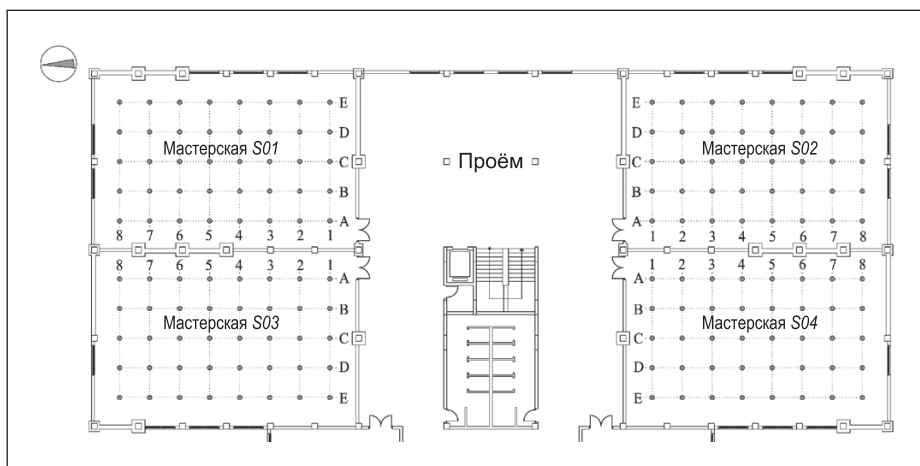


Рис. 1. Общий план мастерских и точки измерений

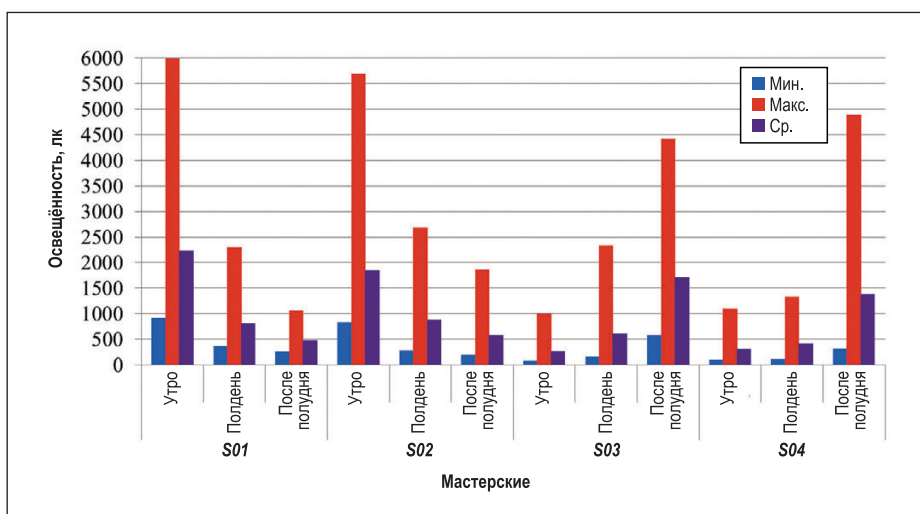


Рис. 2. Распределение естественной освещённости 4 мая

ставляло 11% в S01 и S02 и 9% в S03 и S04. Во всех мастерских две стены были наружными.

3. Методика

3.1. Эксплуатационные измерения уровней и равномерности естественной освещённости

Для оценки характеристик существующего естественного освещения мастерских было проведено измерение естественной освещённости в точках, выбранных в соответствии с нормами британского Аккредитованного института инженеров строительных служб (CIBSE) (рис. 1), после чего были рассчитаны коэффициенты равномерности освещённости [15]. Измерения производились в мае и июне 2012 г. цифровым люксметром с кремниевым фотодиодным приёмником. При этом «охва-

тывались», главным образом, условия ясного неба. Все измерения проводились на высоте 0,8 м от уровня пола. Рекомендуется, чтобы у помещений глубиной более 14 м отношение площади окна к площади наружной стены составляло 35%. А отношение площади окон к площади пола предлагается удерживать в пределах 20–40% [16]. По британским строительным нормам DD 73, оптимальная освещённость чертёжных бюро составляет 500–750 лк [16]. По стандарту DIN 5034 [17], требуемая равномерность естественной освещённости помещений определяется по формулам $D_{min}/D_{max} > 0,67$ и $D_{min}/D_{ave} > 0,5$.

3.2. Моделирование в программах «Ecotect»/«Radiance»

Мастерские моделировались в программе «Ecotect». В программу были загружены сведения о погоде и ме-

стоположении, а для определения отражательных характеристик цветных материалов использовалась шкала цветов RAL. Окна имели одинарное остекление² и белые алюминиевые рамы; чертёжные столы моделировались с помощью простых плоскостей.

4. Результаты

4.1. Эксплуатационные измерения

Все измерения проводились в четырёх архитектурных мастерских в утреннее время, в полдень и после полудня в мае и июне 2012 г. Эти два месяца были сочтены наиболее неблагоприятными, так как им соответствовало наиболее сильное за весь учебный семестр воздействие солнечного света. При этом моделирование было проведено применительно к 4 мая и 21 июня 2012 г. Здесь будет подробно описана лишь часть важных результатов, относящаяся к 4 мая, когда угол возвышения был меньше, чем 21 июня. Так что в мае световые солнечные пятна можно было наблюдать и в глубине мастерских.

В целом, распределения естественной освещённости в четырёх мастерских были чрезвычайно непостоянными как по дням, так и по часам (рис. 2 и 3). В один и тот же промежуток времени распределения освещённости в разных мастерских существенно отличались друг от друга. Утром естественное освещение выходящих на запад мастерских S03 и S04 было крайне неудовлетворительным по сравнению с требованиями, предъявляемыми к естественному освещению дизайнерских студий учебных зданий.

Например, естественная освещённость в более чем половине мастерской S03 была ниже 300 лк утром и ниже 500 лк в полдень. Только 5% площади пола этой мастерской утром, 22,5% в полдень и 82,5% после полудня освещалось достаточно для удовлетворения нормативных требований (750 лк). Средняя естественная освещённость была равна 266,68 лк в 09:45, 597,24 лк в 13:20 и 1700,52 лк в 16:45.

В выходящих на восток мастерских освещённость была более высокой, но неравномерной. В большинстве то-

² Выше говорилось о двойном остеклении. – Прим. пер.

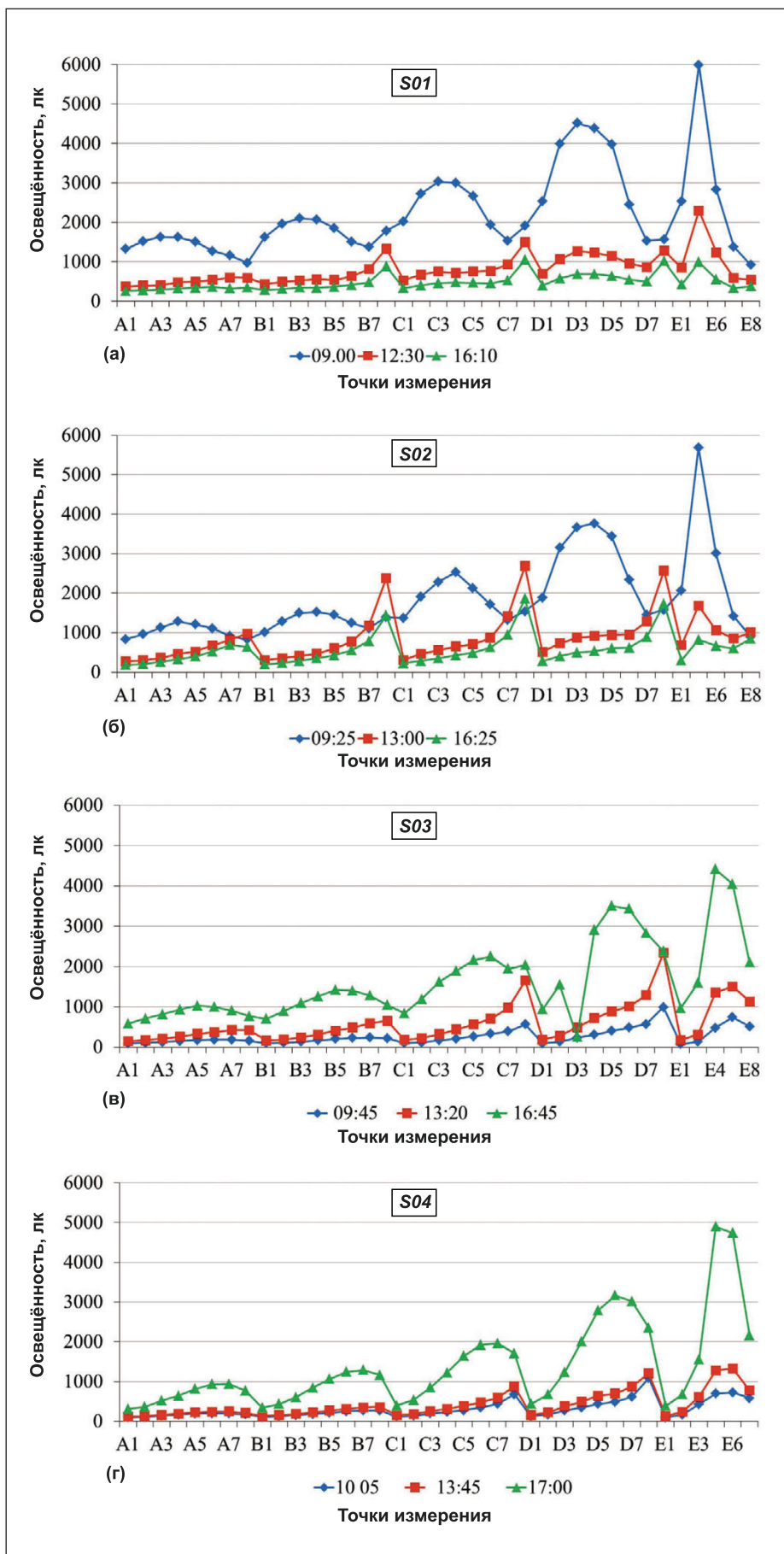


Рис. 3. Естественная освещённость в точках измерения 4 мая в мастерских S01 (а), S02 (б), S03 (е) и S04 (z)

чек измерения освещённость намного превышала требуемую. Коэффициент равномерности D_{min}/D_{max} изменялся от 15 до 24% в S01, от 9 до 15% в S02, от 6 до 8% в S03 и от 9 до 23% в S04, а коэффициент равномерности D_{min}/D_{ave} изменялся от 41 до 53% в S01, от 31 до 45% в S02, от 15 до 29% в S03 и от 23 до 31% в S04. Например, в S01 при переходе от ряда A к смотрящему на восток ряду E средняя освещённость непрерывно увеличивалась в любое время дня. Солнечные пятна наблюдались утром в трёх точках измерения, а именно, в точках E1, E2 и E5 мастерских S01 и S02. Они были очень похожи на источники блёскости, наблюдавшиеся после полудня в точках E4 и E7 мастерских S03 и S04.

В полдень распределения освещённости в мастерских имели схожие черты. В случаях S01 и S02 распределения освещённости были одинаковыми и демонстрировали после полудня более низкие и неподходящие уровни, чем в остальных мастерских. Средняя освещённость в S03 и S04 была выше, чем в S01 и S02, однако она была очень неравномерной и, по большей части, существенно превышала требуемую (рис. 2 и 3).

4.2. Моделирование в программе «Radiance»

Результаты, полученные с помощью программы «Radiance», сравнивались с результатами полевых измерений для подтверждения правильности и окончательной доводки сформированной в программе «Ecotect» модели. Что касается подтверждения правильности, то коэффициент детерминации (R^2) изменялся в пределах от 88 до 98% для всех соответствующих 4 мая моделей и от 78 до 97% для моделей, соответствующих 21 июня, что говорит о высокой точности моделирования. Это означает, что знание полученного моделированием значения освещённости в точке позволяет с вероятностью 78–98% прогнозировать измеряемое значение освещённости. В целом, результаты моделирования очень хорошо согласуются с результатами полевых измерений. А в частности, результаты моделирования превышали результаты полевых испытаний, проведённых во всех мастерских утром 4 мая. Получив подтверждение правильности моделирования, мы предложили и реализо-

вали в «Ecotect»/«Radiance» модели панелей с лазерной насечкой, призматических панелей и световых полок. На рис. 4 приведено сравнение измеренных и полученных с помощью моделирования распределений освещённости в S01 и S02 для 4 мая.

4.3. Применение предложенных систем естественного освещения

Для улучшения уровней и равномерности естественного освещения мастерских было предложено использовать панели с лазерной насечкой, призматические панели и световые полки (рис. 5), которые способны направлять/перенаправлять дневной свет на плохо освещённые участки, которые расположены вдали от окон. Если сравнивать с литературными данными, то конструкции этих систем и использованные в них материалы похожи на описанные в последнее время. Эти системы могут исключить наличествующие в настоящее время солнечные пятна и блёскость в прилегающих к окнам частях помещений [5–8]. В этом исследовании характеристики материалов (цвет, коэффициенты отражения и пропускания) и размеры предложенных систем естественного освещения тщательно выбирались на основе результатов предшествующих исследований [5–8]. На рис. 6 и 7 приведены распределения освещённости после установки этих систем. Равномерность освещённости изменялась от 0,17 до 0,55. В табл. 1–4 приведены сводки результатов и подробные оценки влияния этих систем на освещённость. Для понимания того, освещённость какой части пола соответствует или не соответствует предъявляемым требованиям в разное время дня была установлена связь между уровнем освещённости и площадью соответствующей части пола.

В случае панелей с лазерной насечкой освещённость была ниже во всех точках измерения вне зависимости от времени дня. Однако распределение освещённости не претерпело ощутимых изменений. Панели предотвратили появление солнечных пятен, которые наблюдались в выходящих на восток мастерских в утреннее время и в выходящих на запад в послеполуденное. Средняя естественная освещённость в мастерских всё

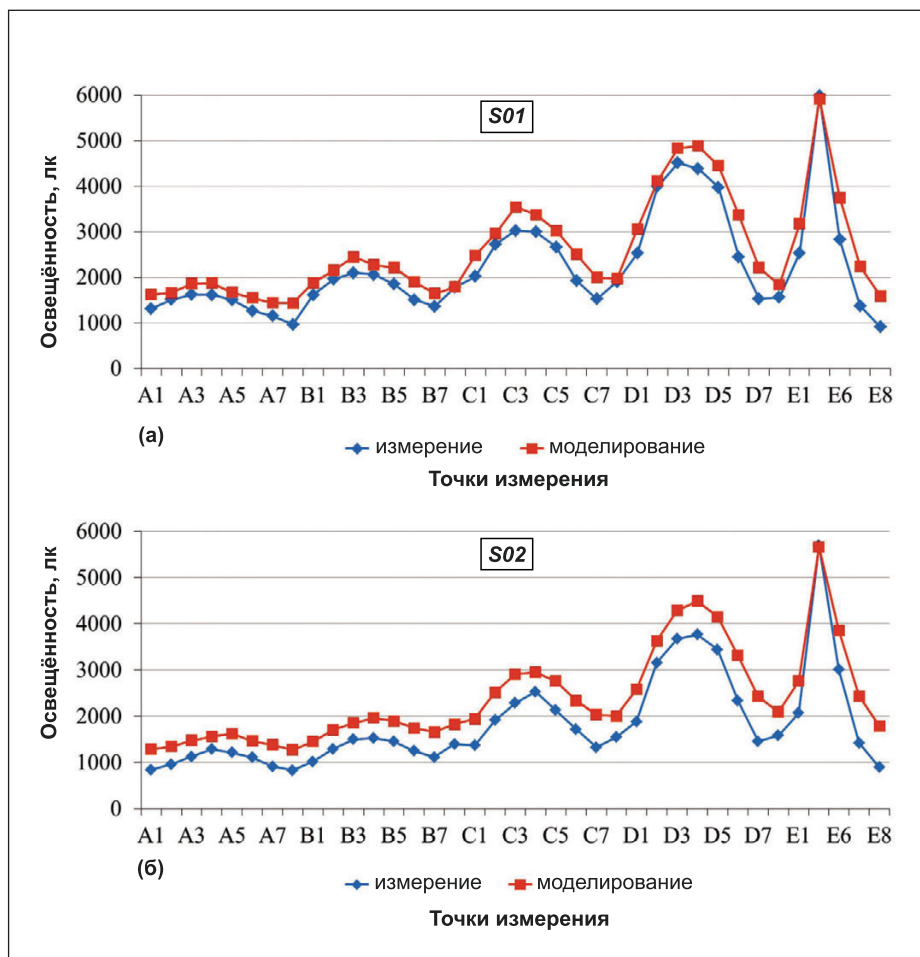


Рис. 4. Измеренные и полученные при помощи моделирования распределения освещённости в мастерских S01 ($R^2=0,96$) (а) и S02 ($R^2=0,96$) (б) для 4 мая

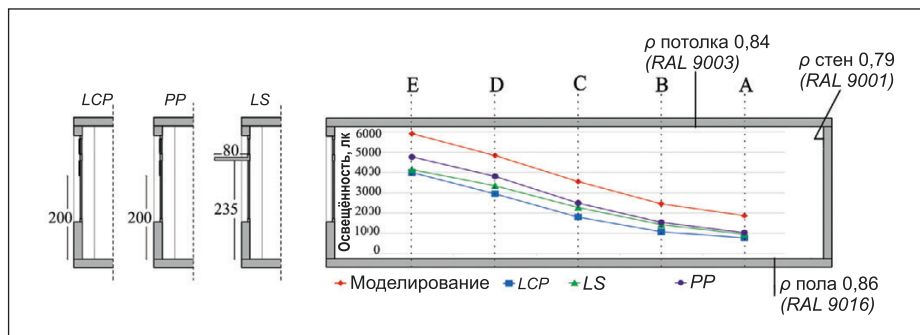


Рис. 5. Распределение освещённости в реальном случае и после установки панелей с лазерной насечкой (LCP), призматических панелей (PP) и световых полок (LS)

так же возрастала по мере перехода от ряда «А» к ряду «F» независимо от времени дня.

Призматические панели, как и панели с лазерной насечкой, располагались в модели выше уровня глаз на высоте 2 м от пола и должны были исключить возможную блёскость посредством перенаправления света, не заслоняя при этом вид из окна. Отражающие поверхности призматических панелей имели наклон в 45°. В случае модели

с призматическими панелями, освещённость была ниже, чем в текущих условиях в большинстве точек измерения. Солнечные пятна всё ещё наблюдались, но имели меньшую площадь. При моделировании естественного освещения использовались также световые полки шириной 80 см, выбранные из-за своих более широких светоотражающих поверхностей. Полученные распределения были аналогичны имевшимся в текущих условиях.

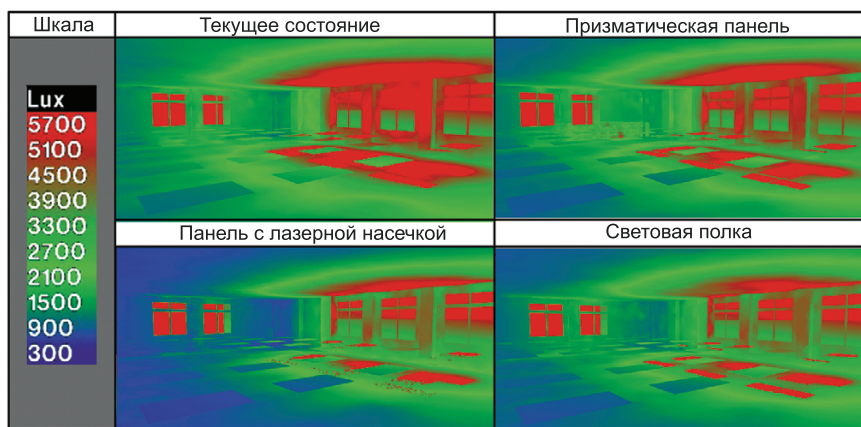


Рис. 6. Псевдоцвета, демонстрирующие распределение естественной освещённости в S01 утром 4 мая

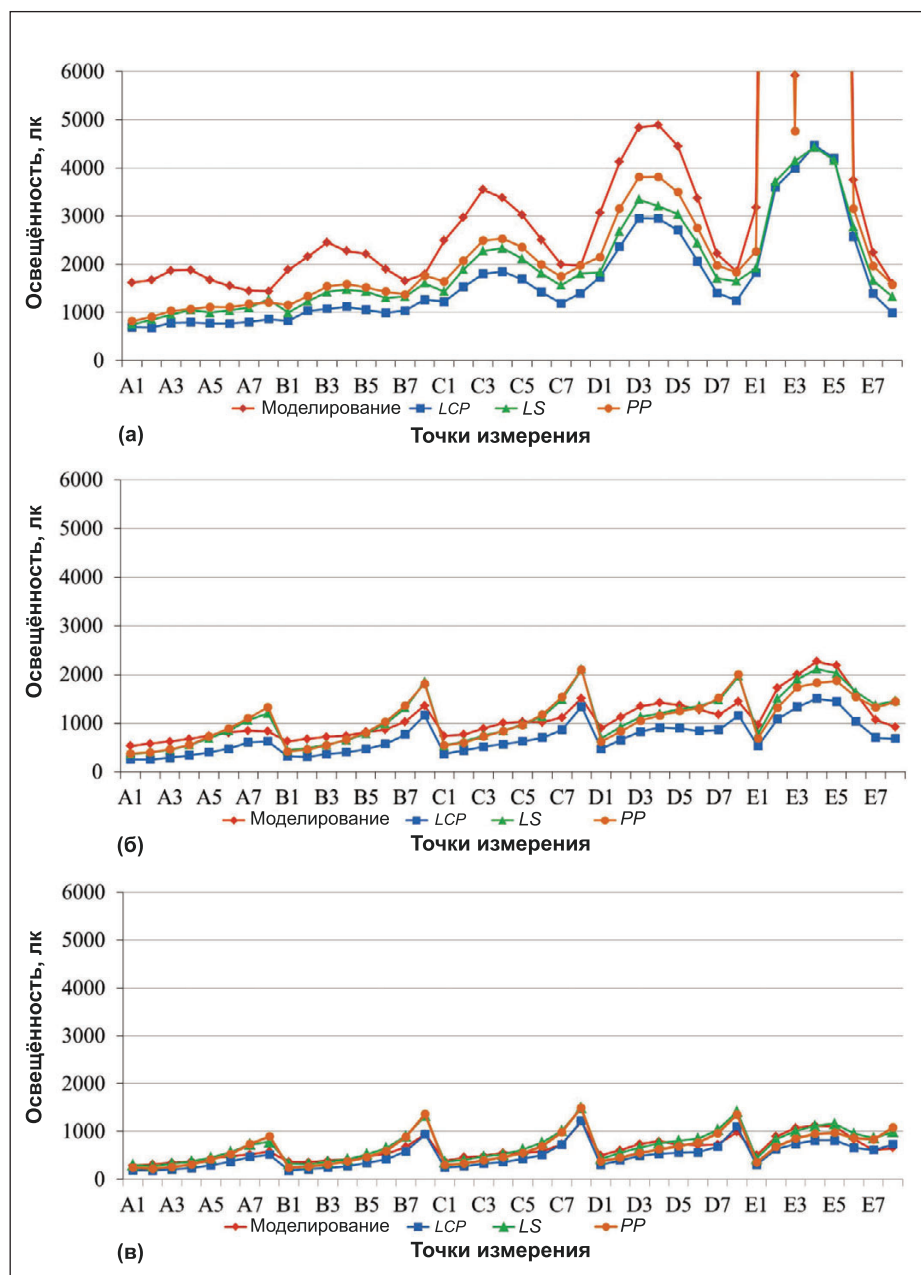


Рис. 7. Результаты моделирования установленных в S01 предложенных систем для 4 мая в: 09:00 (а), 12:30 (б) и 16:10 (в). LCP – панели с лазерной насечкой, PP – призматические панели, LS – световые полки

6. Обсуждение

Целью исследования было выявление оптимальных условий естественного освещения при помощи модели, в которой наряду с результатами полевых исследований использовались панели с лазерной насечкой, призматические панели и световые полки. Результаты моделирования показали, что ни одна из использовавшихся систем естественного освещения не привела к удовлетворительному улучшению уровней и равномерности естественной освещённости в архитектурных мастерских. Показано, что использовавшиеся системы будут освещать прилегающие к стенам участки, что обусловлено их световодными свойствами.

Однако исключившие избыточное освещение панели с лазерной насечкой привели к уменьшению горизонтальной освещённости. Например, они уменьшили горизонтальную освещённость на расположенной около окна рабочей поверхности примерно с 39 до примерно 3 клк. Они успешно исключили солнечные пятна, но не смогли увеличить коэффициент равномерности до рекомендуемого уровня. Призматические панели не обеспечили адекватную защиту от солнца избыточно освещённых участков, тогда как остальные системы, в целом, выступали скорее в роли солнечных экранов, чем – светонаправляющих элементов.

Исследования влияния панелей с лазерной насечкой и призматических панелей на естественное освещение ранее проводились, главным образом, для помещений глубиной 5–6 м [5–8]. Однако глубина исследовавшихся в этой работе архитектурных мастерских составляла 11,5 м. К тому же, коэффициент остеклённости фасадов был недостаточным для подобных помещений, характеризующихся большой площадью пола. Указанные причины могли привести к несостоятельности этих предложенных и смоделированных систем естественного освещения. Кроме того, все рассмотренные условия – следствие не решённых на предварительных этапах проектных задач. Ещё одна причина может быть связана с углами падения солнечных лучей. Эти системы могут оказываться эффективнее в зданиях, расположенных в более высоких широтах, чем Измир.

Сводка результатов моделирования для текущих условий применительно к 4 мая

4 мая	Освещённость, лк	Доля площади пола, %			Оценки
		Моделирование			
		Утро	Полдень	После полудня	
S01	<500	0	0	40	Избыточные уровни освещённости утром. Половина поверхности пола чрезмерно освещена в полдень. Чрезвычайно нестабильное распределение освещённости после полудня.
	500–1000	0	50	50	
	>1000	100	50	10	
S02	<500	0	7,5	25	Распределение освещённости такое же, как и в случае S01. Меньшая часть площади пола соответствует желаемому уровню освещённости в полдень и после полудня.
	500–1000	0	35	35	
	>1000	100	57,5	40	
S03	<500	80	45	2,5	Утром – крайне недостаточная освещённость более чем 3/4 площади пола. В полдень чрезмерно освещены более половины точек, в которых проводились измерения. Нестабильность почасового распределения освещённости
	500–1000	17,5	30	47,5	
	>1000	2,5	25	50	
S04	<500	75	62,5	0	Очень большие почасовые изменения освещённости. Утром слабо освещено 75% площади пола, а после полудня чрезмерно освещено 85% площади пола.
	500–1000	25	25	15	
	>1000	0	12,5	85	

Таблица 2

Сводка результатов моделирования в случае панелей с лазерной насечкой применительно к 4 мая

4 мая	Освещённость, лк	Доля площади пола, %			Оценки
		Панели с лазерной насечкой			
		Утро	Полдень	После полудня	
S01	<500	0	35	55	Утром на 27,5% площади пола была обеспечена требуемая освещённость. В полдень и после полудня уменьшилась площадь чрезмерно освещённых участков пола, а освещённость слабо освещённых участков значительно возросла.
	500–1000	27,5	45	40	
	>1000	72,5	20	5	
S02	<500	0	32,5	45	Распределение опять аналогично S01. В то время как площадь чрезмерно освещённых участков пола уменьшилась, в полдень и после полудня уровни освещённости упали ниже предусмотренных нормами уровней.
	500–1000	27,5	27,5	40	
	>1000	72,5	40	15	
S03	<500	87,5	65	37,5	В то время как после применения панелей площадь чрезмерно освещённых участков пола уменьшилась, одновременно возросла площадь слабо освещённых участков, приводя к существенному ухудшению условий естественного освещения.
	500–1000	12,5	22,5	30	
	>1000	0	12,5	32,5	
S04	<500	82,5	77,5	27,5	Распределение освещённости такое же, как в случае S03. Панели работали как экраны и уменьшили освещённость во всей мастерской.
	500–1000	17,5	22,5	30	
	>1000	0	0	42,5	

По литературным данным, самый точный инструмент может выдавать недостоверные результаты при рассмотрении разнообразных реальных состояний неба и многочисленных значений коэффициентов отражения поверхностей. Несколько несбалансированных колебаний освещённости, полученных при осуществлявшемся

в данной работе моделировании, могут рассматриваться как подтверждение этого довода. Можно ожидать, что развитие техники моделирования будет непрерывно ускоряться. Однако важнейшее значение имеет то, какой инструмент наиболее точен в данный момент и от каких факторов (таких как модель неба, материалы и т.д.) зависит

его точность (или неточность). Ответы на эти вопросы позволят усовершенствовать технику моделирования.

7. Заключение

Результаты данного исследования можно просуммировать следующим образом:

Сводка результатов моделирования в случае призматических панелей применительно к 4 мая

4 мая	Освещённость, лк	Доля площади пола, %			Оценки
		Призматические панели			
		Утро	Полдень	После полудня	
S01	<500	0	12,5	42,5	Утром и после полудня призматические панели не привели к существенным изменениям распределения освещённости. В полдень панели значительно ухудшили условия естественного освещения.
	500–1000	5	35	47,5	
	>1000	95	52,5	10	
S02	<500	0	27,5	45	Утром панели обеспечили хорошее освещение 20% площади пола, тогда как в полдень и после полудня они привели к увеличению площади слабо освещённых участков пола.
	500–1000	20	32,5	37,5	
	>1000	80	40	17,5	
S03	<500	85	60	17,5	Панели привели к увеличению площади слабо освещённых участков, почти не улучшив освещение участков с высокими уровнями освещённости.
	500–1000	15	25	32,5	
	>1000	0	15	50	
S04	<500	62,5	55	7,5	Панели привели к увеличению площади участков пола, удовлетворяющих предъявляемым требованиям, на протяжении всего дня, одновременно увеличив площадь слабо освещённых участков в полдень и после полудня.
	500–1000	35	32,5	30	
	>1000	2,5	12,5	62,5	

Таблица 4

Сводка результатов моделирования в случае световых полок применительно к 4 мая

4 мая	Освещённость, лк	Доля площади пола, %			Оценки
		Световые полки			
		Утро	Полдень	После полудня	
S01	<500	0	12,5	35	Утром было обеспечено хорошее освещение 12,5% площади пола, однако панели с лазерной насечкой работали лучше. В полдень и после полудня распределение освещённости ухудшилось.
	500–1000	12,5	37,5	45	
	>1000	87,5	50	20	
S02	<500	0	17,5	37,5	Утром было обеспечено хорошее освещение 1/4 площади пола, однако панели с лазерной насечкой работали лучше. Распределение освещённости такое же, как в случае S01.
	500–1000	25	32,5	32,5	
	>1000	75	50	30	
S03	<500	77,5	55	25	Утром световые полки работали наилучшим образом. В полдень и после полудня они привели к уменьшению равномерности и уровня освещённости во всей мастерской.
	500–1000	22,5	22,5	37,5	
	>1000	0	22,5	37,5	
S04	<500	62,5	50	15	Световые полки обеспечили увеличение площади пола с хорошими уровнями освещённости на протяжении всего дня, одновременно увеличив площадь чрезмерно освещённых участков утром и в полдень и площадь слабо освещённых участков после полудня.
	500–1000	35	30	35	
	>1000	2,5	20	50	

• В выходящих на восток мастерских 20% площади пола не получало достаточного количества естественного света в утренние часы, а в полдень (днём) 60% помещения была сумрачной. Имевшиеся условия естественного освещения не удовлетворяли требованиям по равномерности освещённости.

• Моделирование с применением панелей с лазерной насечкой, призматических панелей и световых полок показало, что эти устройства не приводят к улучшению равномерности, хотя и обеспечивают резкое уменьшение освещённости около окон.

• Все три системы скорее обеспечивали экранирование солнечного

света, а не играли роль светонаправляющих элементов.

• Попытки улучшить условия естественного освещения существующих зданий путём модернизации систем естественного освещения будут, скорее всего, неэффективны и неэкономичны. Проектировщики и специалисты должны реализовывать требо-

вания к естественному освещению, по стандартам и нормам, уже на стадии проектирования.

- Моделирование с помощью программ «Ecotect»/«Radiance» является подходящим инструментом для оценки и модернизации существующего естественного освещения зданий.

- И наконец, обеспечение естественного освещения должно закладываться в проект здания на ранней стадии его проектирования, поскольку, в частности, проектные решения по коэффициенту остекленности, количеству и расположению светопроёмов оказывают огромное влияние на естественное освещение зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Abdelatia, B., Marenne, C., Semidor, C.* Daylighting Strategy for Sustainable Schools: Case Study of Prototype Classrooms in Libya // *J. of Sustainable Development*. – 2010. – Vol. 3, No. 3. – P. 60–67.
2. *Kischkoweit-Lopin, M.* An overview of daylighting systems // *Solar Energy*. – 2002. – Vol. 73, No. 2. – P. 77–82.
3. *Hansen, G.H.* Innovative daylighting systems for deep-plan commercial buildings (Doctoral Dissertation). – Brisbane: Queensland University of Technology School of Design, 2006.
4. International Energy Agency (IEA). Daylight in Buildings, Project Summary Report. Ed. Johnsen, K., & Watkins, R. United Kingdom: AECOM, 2010.
5. *Blaney, G., Edmonds, I.* A sub tropical building façade combining light redirection, shading and ventilation / St. Paul's School, Brisbane, Australia. Retrieved February 22, 2013. URL: www.solatran.com.au/bald_hills_school.htm.
6. *Sweitzer, G.* Prismatic panel sidelighting systems: Daylighting distribution and electric lighting use patterns in perimeter office workplaces / In Proc. of 1st European Conference on Energy Efficient Lighting "Right Light Bright Light", Stockholm, Sweden, 1991.
7. *Chung, T.M., Kwok, C.M.* Computational and experimental simulation studies on the daylighting performance of a horizontal light pipe in a side-lit room // *Light & Engineering*. – 2008. – Vol. 16, No. 2. – P. 80–87.
8. *Aghemo, C., Pellegrino, A., Lo Verso, V. R. M.* The approach to daylighting by scale models and sun and sky simulators: A case study for different shading systems // *Building and Environment*. – 2008. – Vol. 43. – P. 917–927.
9. *Mistrick, R.G.* Desktop Radiance Overview // Retrieved from: <http://radsite.lbl.gov/deskrad/drad-overview.pdf>, 2000.
10. *Acosta, I., Navarro J., Sendra J. J.* Towards an analysis of daylighting simulation software // *Energies*. – 2011. – Vol. 4. – P. 1010–1024.
11. *Lim, Y., Ahmad, M.H., Ossen, D.R.* Empirical validation of daylight simulation tool with physical model measurement // *American Journal of Applied Sciences*. – 2010. – Vol. 7, No. 10. – P. 1426–1431.
12. *Thanachareonkit, A., Scartezini J.L., Robinson D.* Comparing the accuracy of daylighting physical and virtual models for complex fenestration systems / In Proc. of The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA 2006): Geneva, Switzerland, 2006.
13. *Reinhart, C.F., Andersen, M.* Development and validation of a Radiance model for a translucent panel // *Energy and Buildings*. – 2006. – Vol. 38. – P. 890–904.
14. ASHRAE Handbook-Fundamentals. – Atlanta: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers: Atlanta, 2009.
15. Interior Lighting Code. – London: CIBSE, 1994.
16. *Boubekri, M.* An overview of the current state of daylight legislation // *J. of the Human – Environmental System*. – 2004. – Vol. 7, No. 2. – P. 57–63.
17. *Licht, U.B.* Lighting Design Detail Practice. – Basel: Birkhauser, 2006.



Пелын Фырат Ёрс (Pelin Fırat Örs), M.Sc.
(2013 г.). Окончила в 2009 г. Университет Докуз Эйюль, Измир, Турция. Ассистент кафедры архитектуры

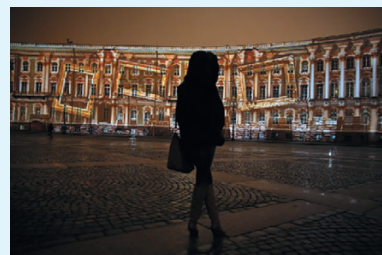
Измирского технического института. Область научных интересов: естественное освещение и компьютерное моделирование



Тууче Казанасмаз (Tuğçe Kazanasmaz), Ph.D. Доцент кафедры архитектуры Измирского технического института. Имеет

14-летний опыт преподавательской работы в области архитектурного освещения, физики зданий и энергоэффективного проектирования

Световое шоу «Эрмитаж. Бал истории»



В рамках празднования 250-летия Государственного Эрмитажа 6 декабря 2014 г. на Дворцовой площади, начиная с 19 ч, фасад здания Главного штаба превратился на один вечер в экран прекрасного фильма-спектакля, посвящённого истории музея в контексте с историей Петербурга и России. Представление повторялось шесть раз, каждый сеанс – через полчаса (с 19:00 до 22:00). Каждая из 12 мин сеанса показывала один из этапов в жизни Эрмитажа. При этом красочную видеопроецию сопровождала музыка П.И. Чайковского, С.С. Прокофьева, М.И. Глинки, Д.Д. Шостаковича и реплики актёров. Зрители услышали отрывок письма Екатерины II Вольтеру, стихи Алексея Толстого, Александра Блока и Анны Ахматовой. На стенах Главного штаба ожили картины балов, пожара в Эрмитаже, штурма Зимнего Дворца в 1917 г. Завершилось представление под песню «Атланты» А. Городницкого, которая считается неофициальным гимном знаменитого музея.

Всего собралось в центре Петербурга около 100 тысяч горожан – вход на Дворцовую площадь был свободным.

Эпиграфом этого восхитительного светомузыкального бала вечернего представления стали слова директора Эрмитажа в 1964–1990 гг. Б.Б. Пиотровского: «Если мы не спасём красоту, то, как же она спасёт мир?».

К юбилейной дате Государственного Эрмитажа и новому 2015 г. было также усилено освещение фасадов зданий музея и Главного штаба.

Е.А. Лесман, инженер, корреспондент журнала «Светотехника» в Санкт-Петербурге, и Ю.М. Погодина, СПб ГУП «Ленсвет»

Перспективы применения автокатодных люминесцентных ламп

Д.С. СТРЕБКОВ, В.З. ТРУБНИКОВ, Н.Н. ЧАДАЕВ¹, Е.П. ШЕШИН

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства ФАНО России»; ФГБОУ ВПО «МФТИ ГУ», Москва

Аннотация

Сообщается о результатах комплексных работ по совершенствованию конструкции, схем питания и подготовке промышленного производства автокатодных люминесцентных ламп. Обсуждается их перспективность как ламп общего и специального назначения.

Ключевые слова: автокатодная лампа, люминесцентная лампа, однопроводная электрическая линия, однопроводная линия, трансформатор Теслы.

Введение

Наряду со всем известными видами высокоэффективных источников света – ЛЛ, КЛЛ, МГЛ, СД-ламп и др., развитие которых продолжается, представляются перспективными источники света, в которых возбуждение люминофора производится автоэмиссионными электронами из катодов на основе наноструктурированного углерода. При этом [1, 2]: автоэмиссия представляет собой «вытягивание» электронов из катода электрическим полем и происходит практически без затрат энергии; электроны, вылетевшие из катода под действием поля модулятора, ускоряются электрическим полем и вызывают свечение люминофора, нанесённого на анод; спектр свечения определяется свойствами используемого люминофора (смеси люминофоров), а слой алюминия на тыльной стороне люминофорного покрытия служит зеркалом для отражения света во вне лампы.

Основными элементами автокатодных люминесцентных ламп (АКЛЛ) любой модификации являются [2]: автокатод (на основе наноструктурированного углерода) и модулятор (из нержавеющей стали), составляющие катодомодуляторный узел (КМУ); анод (из алюминия и люминофора); сте-

клянный корпус. Новизна этих излучателей – в автокатоде и электронном прожекторе, который обеспечивает облучение люминесцентного экрана.

В «МФТИ ГУ» разработаны весьма устойчивые и надёжные автокатоды из наноструктурированных углеродных материалов [2, рис. 4], которые при определённых режимах эксплуатации имеют практически неограничен-

ный эмиссионный ресурс, и различные конструкции КМУ, позволяющие наряду с выбором анодного напряжения обеспечивать равномерность и необходимую интенсивность свечения люминофора на аноде. Эти обстоятельства в основном и определяют крайне высокую долговечность ламп с такими автокатадами. Стабильность работы ряда лабораторных образцов АКЛЛ, созданных в «МФТИ ГУ», сохраняется уже примерно 10 лет. Аналогичных автокатодов и стабильности работы АКЛЛ пока нигде в мире нет, несмотря на интенсивные научные поиски в таких странах как Великобритания, КНР, Республика Корея, США и Япония.

АКЛЛ, прежде всего, позиционируются как экономичные и экологичные



Рис. 1. Лабораторный образец АКЛЛ белого «матового» света (июль 2011 г.)

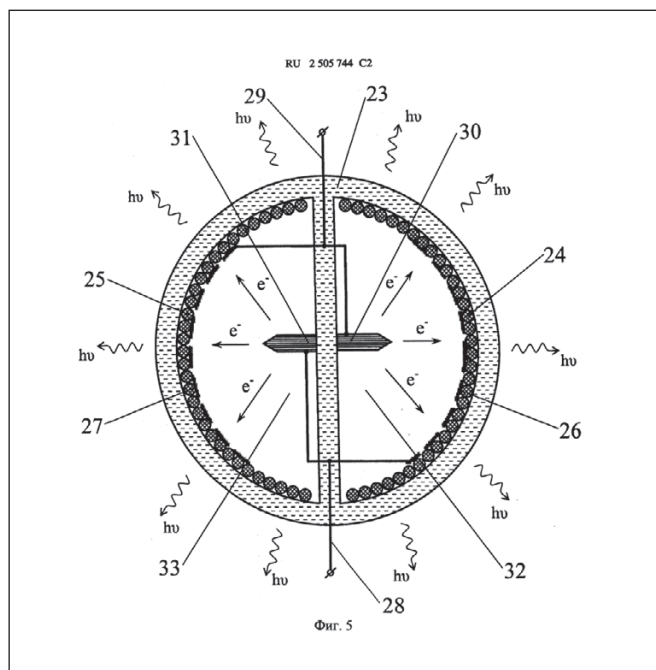


Рис. 2. АКЛЛ в диодном исполнении. Содержит сдвоенный автокатод – для работы на переменном токе

¹ E-mail: chadaev@mail.mipt.ru

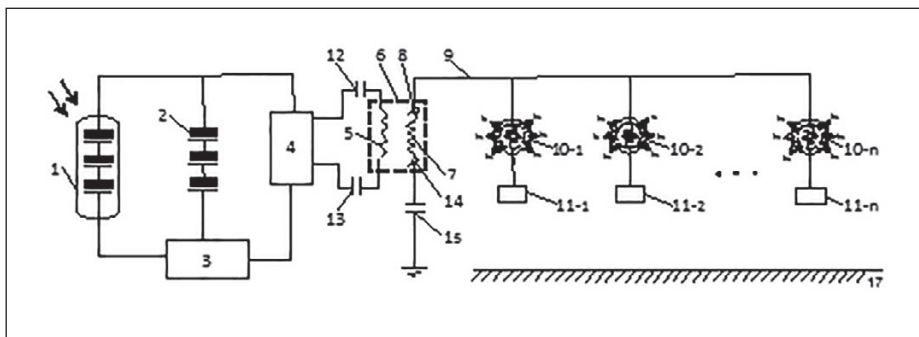


Рис. 3. Групповое подключение АКЛЛ к общему источнику питания. Балластным элементом является ёмкость между корпусом светильника и землёй

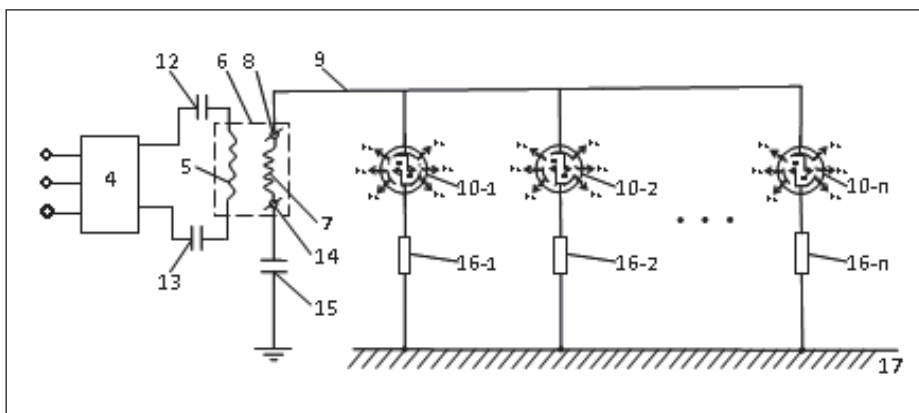


Рис. 4. Групповое подключение АКЛЛ к общему источнику питания. Балластным элементом является резистор, включённый между АКЛЛ и землёй

лампы общего назначения (ЛОН) любого спектрального состава, пригодные как для общего, так и для местного освещения.

К настоящему времени разработано несколько лабораторных образцов АКЛЛ с большим сроком службы, часть из которых описана в статье [2].

В качестве ЛОН можно использовать как плоские АКЛЛ, так и «стилизованные» под ЛЛ или традиционные ЛН (рис. 1), например. АКЛЛ могут использоваться и как лампы специального назначения – для светофоров, семафоров, для заднего освещения видеоэкранов большого размера и т.п.

В АКЛЛ пока использована триодная конструкция [2], которая имеет определённые преимущества, например, позволяя регулировать яркость. Можно использовать и более простую конструкцию – диодную, но, например, предложенный в патенте [3] вариант её (рис. 2) нуждается в более сложной, а следовательно, и дорогой технологии изготовления катода. Сложность – в разработке и освоении технологии, обеспечивающей автокатадам высокую воспроизводимость характеристик и стабильность параметров во времени.

У отечественных АКЛЛ есть ряд стратегических преимуществ: все материалы, технология и разработки – российские, т.е. независимы от внешних поставок. Кроме того, в стране имеются все предпосылки (разработки, действующие производства) к организации массового производства таких ламп.

Далее, для питания АКЛЛ от промышленной электрической сети необходим переходной преобразователь, обеспечивающий высоковольтное маломощное энергообеспечение АКЛЛ. Одним из целесообразных представляется встроенный вариант этого устройства в каждой АКЛЛ, снабжённой тем или иным стандартным цоколем (например, E-27).

Во многих случаях возможно групповое питание АКЛЛ (рис. 3 и 4) [3]. При этом используется один генератор-преобразователь на группу АКЛЛ. Общее количество таких групп определяется конкретными потребностями, а электропроводка должна выполняться с учётом повышенных требований к электрической прочности изоляции и особых требований к фурнитуре для монтажа. При групповом питании АКЛЛ, по-

мимо указанного преобразователя, применяется и один резонансный повышающий трансформатор необходимой мощности. Габариты преобразователя и резонансного трансформатора, учитывая, что питание осуществляется на повышенной частоте по экранированной линии, оказываются эксплуатационно вполне пригодными. Например, при питании 100 ламп мощностью по 20 Вт мощности преобразователя и резонансного трансформатора должны составлять 2,0–2,5 кВт, и габариты такого преобразователя обычно укладываются в $200 \times 150 \times 70$ мм³.

На рис. 3 представлен вариант блок-схемы подключения АКЛЛ к солнечной батарее с помощью однопроводной линии питания через токоограничивающие электрические ёмкости, представляющие собой изолированные проводящие элементы конструкции корпуса светильника с АКЛЛ, а на рис. 4 – вариант блок-схемы питания АКЛЛ от трёхфазной сети по однопроводной линии через токоограничивающие резисторы².

При себестоимости менее 20 руб./шт., отпускной цене АКЛЛ в комплекте со схемой питания (ПРА) 80–120 руб./шт. и объёмах выпуска и сбыта этих ламп не менее 10 млн. шт. в год чистая годовая прибыль может составить не менее 500 млн. руб. Выход на внешние рынки делает проект на порядки более доходным.

² Обозначения на рис. 3 и 4: 1 – солнечная батарея; 2 – аккумулятор с контроллером заряда 3; 4 – преобразователь (генератор тока повышенной частоты); 5 – питающая низковольтная обмотка резонансного передающего трансформатора 6; 7 – повышающая (высоковольтная) резонансная обмотка; 8 – высоковольтный вывод повышающей обмотки; 9 – однопроводная линия передачи электроэнергии; 10-1, 10-2, 10-3, ..., 10-n – светильники; 11-1, 11-2, 11-3, ..., 11-n – естественные ёмкости (на землю), в виде элементов корпуса светильников; 12, 13 – конденсаторы в низковольтном резонансном контуре питания однопроводной линии; 14 – низкочастотный вывод повышающей резонансной обмотки; 15 – конденсатор в заземляющей цепи повышающей резонансной обмотки; 16-1, 16-2, 16-3, ..., 16-n – токоограничивающие резисторы в цепи питания АКЛЛ; 17 – земля.

Данная экономическая оценка произведена при следующих, мягких, допущениях: 1) функционируют четыре карусельные линии (обычно электроламповые заводы имеют не менее десятка линий); 2) двусменный режим работы; 3) коэффициент загрузки производства – около 50%; 4) среднее число смен в году (на одной линии) – 290.

Заключение

Ещё в 2000 г., в статье [4], отмечалось, что в связи с актуализацией проблемы энергосбережения начался всплеск интереса к катодолуминесцентным источникам света на основе катодов с автоэлектронной эмиссией, особенно из материалов нового класса – нанокластерных углеродных структур (в первую очередь, нанотрубок). Их очевидными достоинствами являются: ничтожный разброс по высоте; равномерный токосъём по поверхности; высокая плотность тока автоэмиссии; высокая механическая прочность; возможность в широких пределах варьировать геометрию катода; высокая стойкость к ионной бомбардировке; рекордно низкая работа выхода электронов из материала катода. В результате детального научного анализа авторы статьи [4] в качестве прогноза сформулировали важнейшие проблемы на пути освоения массового производства АКЛЛ, стимулирующие изобретения и оригинальные решения по их преодолению:

- Выбор материала автоэлектронного катода и его геометрии. Разработка и реализация технологии изготовления, технологии тренировки автоэлектронного катода.

- Выбор геометрии лампы в целом и её основных узлов, отвечающий задачам получения заданных светотехнических параметров при оптимальной нагрузке на люминофор.

- Создание оригинальных конструкций эффективных ПРА (схем питания), сопряжённых с соответствующими конструкциями собственно лампы.

С точки зрения сути этих проблем, первая из них узко специфична и под силу только научным коллективам с соответствующей научно-исследовательской направленностью и оснащённостью. Соответственно, к первой проблеме в данной статье отно-

сятся результаты НИОКР соавторов из «МФТИ ГУ». А второй и третьей проблем преимущественно касаются работы соавторов из «Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства», предложивших использовать для генерации необходимых рабочих потенциалов и передачи их к светильникам на базе АКЛЛ однопроводные резонансные технологии, использующие резонансные четвертьволновые трансформаторы Теслы.

Полученные результаты вселяют надежду на скорое появление на рынке первых АКЛЛ и световых приборов с ними.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоров Н.В., Шешин Е.П. Автоэлектронная эмиссия. Принципы и приборы: Учебник-монография. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 704 с.
2. Киреев В.Б., Чадаев Н.Н., Шешин Е.П. Новое поколение автокатодных люминесцентных ламп // Светотехника. – 2012. – № 1. – С. 24–28.
3. Стребков Д.С., Трубников В.З., Пастухов А.В., Шешин Е.П., Чадаев Н.Н. Система электрического освещения (варианты) / Патент России № 2505744. 2014. Бюл. № 3.
4. Гуляев Ю.В., Елесин В.Ф., Синицын Н.А., Суворов А.Л., Тимофеев Ю.П. Катодолуминесцентные источники света на основе автоэлектронной эмиссии: концепция практической реализации // Светотехника. – 2000. – № 1. – С. 10–14.



Стребков Дмитрий Семёнович, доктор техн. наук, профессор. Директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства ФАНО России». Академик РАСХН. Заслуженный деятель науки РФ. Основная область научных интересов: энергетика и электрификация, возобновляемые источники энергии



Трубников Владимир Захарович, инженер. Окончил в 1960 г. МЭИ по специальности «Полупроводники и диэлектрики». Научный сотрудник отдела электроснабжения ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства ФАНО России». Область научных интересов: электродинамика и силовая электроника



Чадаев Николай Николаевич, кандидат физ.-мат. наук, доцент. Окончил в 1977 г. Рязанский радиотехнический институт. Старший научный сотрудник ФГБОУ ВПО «МФТИ ГУ». Область научных интересов: автоэлектронная эмиссия, углеродные материалы, вакуумная техника, электронные приборы



Шешин Евгений Павлович, доктор техн. наук, профессор. Окончил в 1972 г. МФТИ. Зам. заведующего кафедрой «Вакуумная электроника» ФГБОУ ВПО «МФТИ ГУ». Область научных интересов: автоэлектронная эмиссия, углеродные материалы, вакуумная техника, электронные приборы

Мнение о статье

Д.С. Стребкова, В.З. Трубникова, Н.Н. Чадаева, Е.П. Шешина
«Перспективы применения автокатодных люминесцентных ламп»

Статья посвящена актуальной проблеме создания эффективных, экологически чистых ламп – АКЛЛ, интерес к которым значительно вырос в связи с появлением в конце XX – начале XXI века нового для автокатодов класса конструкционных материалов на основе нанокластерных углеродных структур. Это позволяет считать создание АКЛЛ весьма перспективным.

Однако на пути разработки и внедрения АКЛЛ имеется несколько существенных проблем. Так, несмотря на довольно высокую световую отдачу АКЛЛ (свыше 50–60 лм/Вт), достигнутую на лабораторных образцах, она существенно ниже, чем у лучших лабораторных образцов светодиодов (свыше 210–220 лм/Вт). И именно этот факт заставляет многих инвесторов и даже специалистов-светотехников критически относиться к перспективам внедрения АКЛЛ, хотя у последних есть ряд преимуществ. Например АКЛЛ гораздо экологичнее КЛЛ, имеющих примерно такую же световую отдачу, что существенно удешевляет их

утилизацию по окончании жизненного цикла.

Впрочем, экономическое сравнение АКЛЛ с другими источниками света – тема возможной отдельной публикации, тогда как главная тема данной статьи – описание некоторых перспективных конструкций АКЛЛ и ПРА (схем питания) для них.

Наиболее важными техническими проблемами на пути освоения массового производства АКЛЛ являются:

- Выбор материала автоэлектронного катода и его геометрии. Разработка и реализация технологии изготовления, технологии тренировки автоэлектронного катода.

- Выбор геометрии лампы в целом и её основных узлов, отвечающий задачам получения заданных светотехнических параметров при оптимальной нагрузке на люминофор.

- Создание оригинальных конструкций эффективных источников питания – преобразователей и ПРА, сопряжённых с соответствующими конструкциями самих ламп.

Эти проблемы и обсуждаются в рецензируемой статье. В ней приведе-

ны результаты НИОКР специалистов из «МФТИ ГУ» по первой проблеме, в значительной мере повторяющие приведённые в статье [2] (что объяснимо соображениями удобства представления материалов для читателя). Новизна же приведённых в статье решений по второй и третьей проблемам безусловна и защищена патентами авторов статьи.

При этом по второй и третьей проблемам в статье, в частности, освещены достижения возглавляемого Д.С. Стребковым коллектива специалистов из «Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства ФАНО России». Они позволяют при выборе вариантов АКЛЛ в двойном диодном исполнении использовать для питания ламп переменный ток, что в перспективе повышает экономичность ПРА (схем питания) для них, а значит и эффективность световых приборов с АКЛЛ.

Приведённые результаты пока не позволяют «окончательно» оценить экономическую эффективность (перспективность) АКЛЛ, но (как следует согласиться с авторами) выглядят обнадеживающими.

Таким образом, с учётом вышеизложенного можно сделать вывод о целесообразности публикации данной статьи в журнале «Светотехника».

В.Б. Киреев, кандидат физ.-мат. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «МФТИ ГУ», Москва

Поздравляем с юбилеем!

15 января 2015 г. исполнилось 80 лет видному российскому светотехнику, замечательному педагогу и крупному специалисту в области пускорегулирующих аппаратов, кандидату технических наук, доценту

Александр Михайлович Троицкому

Желаем юбиляру здоровья, благополучия и всего самого наилучшего

Редакция и редколлегия журнала, сотрудники кафедры
«Светотехника» НИУ «МЭИ», друзья и ученики

Светодиодные белые излучатели кругового действия для сигнальных огней судов и навигационных знаков водных путей

Н.А. ГАЛЬЧИНА, А.Л. ГОФШТЕЙН-ГАРДТ, Л.М. КОГАН¹, А.А. КОЛЕСНИКОВ, Н.П. СОЩИН, Б.К. ФЛЕГОНТОВ

ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ», ОАО «ОПТРОН» и ФБУ ВПО «Московская государственная академия водного транспорта», Москва; ООО «НПК «Люминофор», Фрязино, Московская область

Аннотация

Разработаны светодиодные белые излучатели кругового действия для сигнальных огней судов и навигационных знаков водных путей. Описано устройство излучателей и приведены их основные параметры: сила света в горизонтальной плоскости – (95–120) кд (без использования линзы Френеля) и угол излучения в вертикальной плоскости – порядка 40°, что обеспечивает видимость огней при качке судов или навигационных знаков до 10 км.

Ключевые слова: светодиод, светодиодный излучатель, сила света, коррелированная цветовая температура, угол излучения, индикатриса излучения, линза.

С целью повышения безопасности судоходства целесообразно оборудование судов и навигационных знаков ограждения водных путей сигнальными огнями повышенной заметности на основе энергосберегающих СД-излучателей.

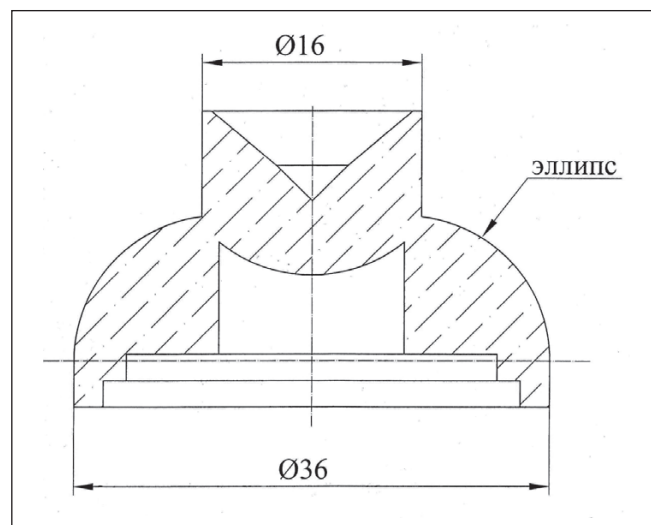
Для световой сигнализации на судах необходимы 3 вида белых огней: топовый, кормовой и круговой².

¹ E-mail: levkogan@mail.ru

² Топовый огонь – белый огонь, расположенный в диаметральной плоскости судна, излучающий непрерывный свет по дуге горизонта в 225° и расположенный так, чтобы этот свет был виден с направления прямо по носу судна до 22,5° позади траверза каждого борта. Кормовой огонь – белый огонь, расположенный в кормовой части судна, излучающий непрерывный свет по дуге горизонта в 135° и расположенный так, чтобы этот свет был виден с направления прямо по корме до 67,5° с каждого борта. Круговой огонь – белый огонь, дающий непрерывный свет по дуге горизонта в 360°.

СД-излучатель для них должен иметь определённую круговую индикатрису излучения. Для её получения авторами разработан специальный прозрачный полимерный корпус (рис. 1) [1]. Его нижняя часть (показатель преломления $n = 1,5–1,6$) выполнена в виде эллипсоида, большая ось которого расположена в горизонтальной плоскости излучателя, проходящей че-

Рис. 1. Полимерный корпус излучателя



рез светящую поверхность люминофора, эксцентриситет эллипсоида равен 0,50–0,55, а центр смещён от центра излучателя на 0,35–0,4 длины его большой полуоси. Данная часть корпуса имеет центральный цилиндрический вырез, заканчивающийся сферической поверхностью, выпуклой в сторону люминофора.

Верхняя часть корпуса выполнена в виде цилиндра со встроенным коническим отражателем. Диаметр цилиндра равен 0,44–0,48 диаметра нижней части корпуса, а диаметр цилиндрического выреза в нижней части корпуса равен 0,8–0,9 диаметра верхней цилиндрической части.

Для создания белого СД использованы голубые кристаллы (из ге-

тероструктуры $InGaAlN$) размером 1,52×1,52 мм производства фирмы *SemiLEDs*.

СД выполнялись на печатной плате с металлической основой и содержали 4 последовательно соединённых кристалла. Светообразующий узел СД содержит керамический отражатель, силикон с $n = 1,53–1,54$ и удалённый от кристаллов люминофор [2]. Люминофор выполнен на основе алюмо-иттриевого граната [3].

СД-излучатель для судовых огней (тип У-217Бл) (рис. 2) содержит радиатор для отвода тепла и характеризуется следующими параметрами:

- прямой ток – 700 мА, входное напряжение – (12,5–13,0) В, потребляемая электрическая мощность – 9 Вт;
- коррелированная цветовая температура (КЦТ) – 4000–5000 К; координаты цветности x и y – 0,37–0,38 и 0,43–0,44 соответственно;



Рис. 2. Внешний вид излучателя типа У-217Бл (для судовых огней)

Рис. 3. Излучатель типа У-217Бл: зависимость силы света I_v и прямого напряжения U_f от прямого тока I_f

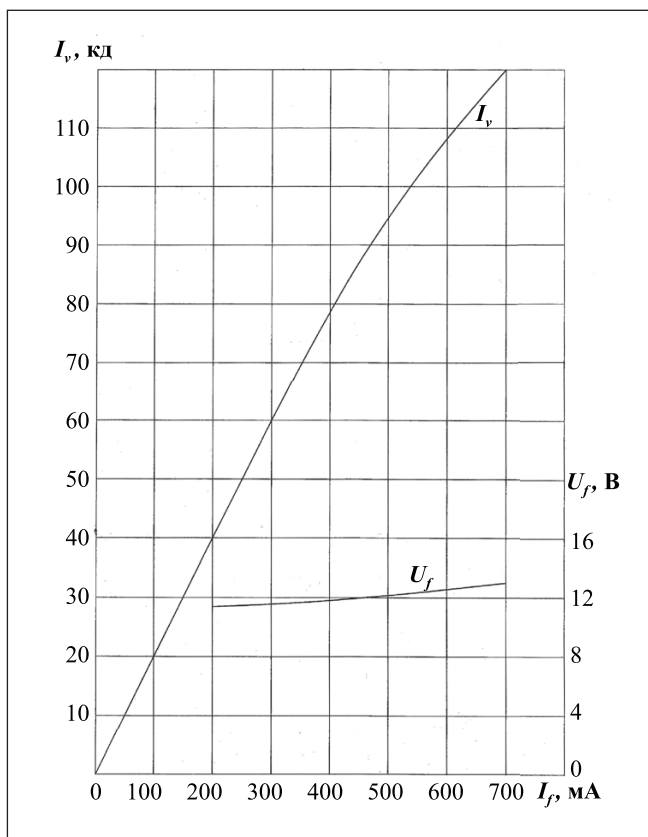
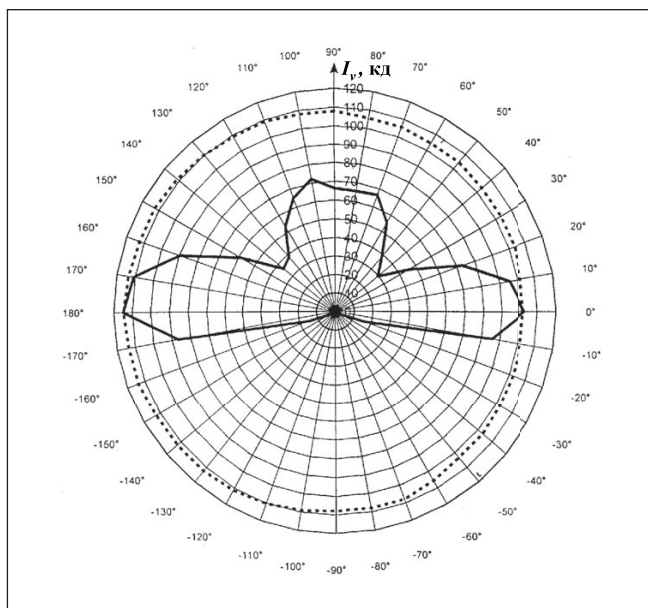


Рис. 4. Индикатриса излучения излучателя типа У-217Бл в горизонтальной плоскости при рабочем прямом токе



– максимальная сила света в горизонтальной плоскости I_v – (95–120) кд (без линзы Френеля);

– углы излучения в горизонтальной и вертикальной плоскостях – 360° и около 40° соответственно.

Излучатель типа У-217Бл используется без дополнительной цилиндрической линзы Френеля и защищён от внешних воздействий светопрозрачным колпаком в конструкции огня.

Зависимость I_v от прямого тока I_f близка к линейной, и обычно достигает 102–115 кд (рис. 3 и 4). При этом вышеуказанный угол излучения в вертикальной плоскости позволяет поддерживать видимость огня при качке судна, и дальность видимости огня при прозрачности атмосферы 0,84 превышает 10 км.

Разработан также белый СД-излучатель кругового действия (тип У-244Бл) для использования в на-



Рис. 5. Внешний вид излучателя типа У-244Бл (для огней навигационных знаков водохранилищ и озёр)

вигационных знаках на водохранилищах и озёрах (рис. 5). Для создания СД также использовались голубые кристаллы (из гетероструктуры $InGaAlN$). СД изготовлялись как и в предыдущем случае, но содержат лишь 2 последовательно соединённых кристалла.

При этом индикатриса излучения качественно аналогична приведённой на рис. 4.

Излучатель используется без дополнительной цилиндрической линзы Френеля, но со светопрозрачным защитным колпаком.

Рабочие параметры излучателя типа У-244Бл: прямое напряжение – 6 В; I_f – 500 мА; I_v – (50–55) кд; КЦТ – (4000–5000) К; дальность видимости огня (при прозрачности атмосферы 0,84) – 8 км; угол излучения в вертикальной плоскости – порядка 40° (что обеспечивает видимость огня на водохранилищах и озёрах при качке навигационных знаков).

Разработаны также красный и зелёный СД-излучатели (типы У-244Б и У-244И).

Авторы выражают благодарность И.Т. Рассохину за помощь в работе.

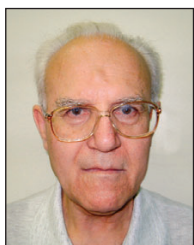
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коган Л.М., Гофштейн-Гардт А.Л., Рассохин И.Т., Флегонтов Б.К. Энергосберегающий светодиодный излучатель для круговых сигнальных огней / Патент России № 100303, 10.12.2010. Бюл. № 34.
2. Коган Л.М., Гальчина Н.А. Конструкция светодиода с люминофором / Патент России № 2416841, 20.04.2011. Бюл. № 11.

З. Гофштейн-Гардт А.Л., Коган Л.М.,
Рассохин И.Т., Социн Н.П., Туркин А.Н.
Мощные белые светодиоды и модули со световым потоком до 1500 лм // Светотехника.— 2014.— № 3. — С. 30–32.



Гальчина Нина Алексеевна,
инженер. Окончила МЭИ в 1971 г.
Инженер-технолог ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ»



Гофштейн-Гардт Алексей Леонидович,
инженер. Окончил в 1965 г. МИЭМ.
Главный технолог ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ»



Коган Лев Моисеевич,
доктор техн. наук. Действительный член Международной академии информатики. Окончил в 1956 г. МЭИ. Научный руководитель ООО «НПЦ ОЭП «ОПТЭЛ»



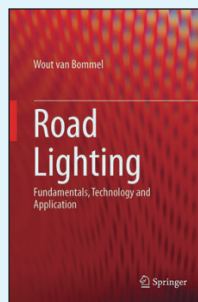
Колесников Александр Алексеевич,
инженер. Окончил в 1971 г. МИФИ.
Главный метролог, начальник отдела ОАО «Оптрон»



Социн Наум Петрович,
кандидат хим. наук. Окончил физико-химический факультет МХТИ им. Д.И. Менделеева. Начальник лаборатории ФГУП «НИИ «Платан»

Флегонтов Борис Кузьмич, инженер. Окончил в 1965 г. Ленинградское высшее инженерное морское училище им. адмирала С.О. Макарова. Зав. лабораторией безопасности судоходства ФБУ ВПО «Московская государственная академия водного транспорта»

НОВЫЕ КНИГИ



Road Lighting Fundamentals, Technology and Application Wout van Bommel

Написанная известным авторитетом в области дорожного освещения, бывшим президентом МКО (2003–2007 гг.) В. Ван Боммелем, книга («Дорожное освещение. Теоретические основы, технические решения и применение»), вышедшая в 2015 г. в издательстве «Шпрингер», излагает основные принципы, на которых базируется современное дорожное освещение, и знакомит читателей с тем, как их следует применять на практике.

Книга предлагает новый подход к предмету, соответствующий прогрессу техники дорожного освещения, с учётом развития осветительного оборудования (в том числе светодиодных источников света), и разделена на три части.

Часть 1 касается освещения дорог общего пользования (содержит 14 глав). Обсуждаются вопросы зрительной работоспособности и комфорта (включая проявления сумеречного зрения и старения), а также международные стандарты и рекомендации по дорожному освещению. Рассматривается осветительное оборудование, а именно лампы и светильники, с точки зрения его практических свойств и особенностей, а также – дорожные покрытия и их характеристики. Глава по проектированию освещения связывает теорию с практикой, давая необходимое знание для проектирования эффек-

тивного дорожного освещения с учётом аспектов устойчивого развития. Последняя глава части 1 посвящена правилам расчёта освещения и вопросам измерений.

Тема части 2 – световое загрязнение (4 главы). Описаны негативные последствия светового загрязнения и рассмотрена тактика его ограничения. Определены соответствующие практические критерии оценки осветительных установок. Рассмотрены международные стандарты и рекомендации по ограничению светового загрязнения.

Часть 3 посвящена тоннельному освещению (4 главы и приложение), с главами по зрительной работоспособности в тоннельной среде, критериям оценки освещения, стандартам и рекомендациям, и завершается главой по тоннельному осветительному оборудованию и проектированию освещения тоннелей и проездов под путями.

Данная книга – ценный источник сведений для проектировщиков и инженеров в области дорожного освещения, студентов-светотехников, градостроителей, инженеров-транспортников, экологов, разработчиков и производителей ламп и светильников.

Книга содержит 334 с. и 193 ил. (включая 59 цветных).

Брутто-цена её электронного варианта (eBook) для РФ – €59,49.

Воспринимаемые цвета фасадов при освещении их разными источниками света

Э.К. ЁЗДЖАН, Р. ЮНВЕР¹

Факультет архитектуры Технического университета Йылдыз, Стамбул, Турция

Аннотация

Цвета фасадов имеют большое значение для жизни города и являются основным фактором, определяющим его общий облик. Цветовые характеристики источников света, применяемых для освещения фасадов, играют важную роль в восприятии цветов фасадов. Цвета и их совокупности у каждого здания свои, и, соответственно, каждое здание нуждается в особом освещении. Поэтому источники света следует выбирать с учётом влияния света на цвет освещаемой поверхности, и при проектировании освещения необходимо иметь информацию об изменениях цвета фасада при использовании разных источников света. Авторами были выявлены различия между истинными и воспринимаемыми цветами конкретной цветовой палитры фасадов при освещении их разными электрическими источниками света (что важно знать в начале проектирования освещения фасадов).

¹ E-mail: renginunver@gmail.com
Перевод с англ. Е.И. Розовского.

Ключевые слова: цвет фасада, источник света, освещение фасадов, воспринимаемый цвет.

1. Введение

Цветовые характеристики источников света (ИС), применяемых для освещения фасадов, играют важную роль. В настоящее время технический прогресс и увеличение номенклатуры электрических ИС позволяют выбирать ИС с любым цветом излучения. Использование цветных ИС может приводить к тому, что фасады будут выглядеть не так, как при естественном свете. Более того, освещение одного и того же фасада разными цветными ИС может давать то, что в течение ночи фасад будет смотреться по-разному. А если фасад имеет несколько цветов, то восприятие совокупности этих цветов может меняться. Поэтому возможность прогнозирования обусловленных освещением изменений цветового облика важна при проектировании освещения и помогает избежать неожиданностей при цветовом восприятии фасадов. Это исследование направлено на определение

восприятия цветов разных фасадных красок, освещаемых электрическими ИС, что поможет прогнозировать цвета фасадов на ранних этапах проектирования освещения фасадов зданий.

2. Истинные цвета, воспринимаемые цвета, совокупность цветов

Истинный цвет – воспринимаемый цвет:

Цветовой облик поверхности зависит от трёх факторов. Первый – это ИС, второй – объект и третий – зрительная система человека. Другими словами, изменения цветового облика поверхности зависят от изменений этих трёх факторов: цветовых характеристик ИС (спектра излучения), цветовых характеристик освещаемой поверхности (спектрального распределения коэффициента отражения) и зрительной системы человека. Цветовое восприятие трёх рецепторов (красного – x , зелёного – y и синего – z) глаза, входящего в состав зрительной системы человека, было определено МКО для стандартного колориметрического наблюдателя [1–4]. Если зрительная система человека остаётся неизменной, то:

– для излучателя с равноэнергетическим спектром фактором, определяющим воспринимаемый цветовой облик поверхности, является «спектральный коэффициент отражения». При этом поверхность воспринимается в своём реальном/истинном цвете;

Таблица 1

Цветовой контраст и образцы цвета системы Манселла

Тип контраста		Значения параметров цвета		
		Тон	Светлота	Насыщенность
Тройственный контраст		Меняется	Меняется	Меняется
Бинарный контраст	Одинаковые цветовые тона (5R-2/2; 5R-5/10)	Не меняется 5R	Меняется 2, 5	Меняется 2, 10
	Одинаковые светлоты (5R-5/2; 10G-5/5)	Меняется 5R, 10G	Не меняется 5	Меняется 2, 5
	Одинаковые насыщенности цвета (5R-2/6; 5YR-9/6)	Меняется 5R, 5YR	Меняется 2, 9	Не меняется 6
Простой контраст	Разные цветовые тона (5R-5/5; 10G-5/5)	Меняется 5R, 10G	Не меняется 5	Не меняется 5
	Разные светлоты (5R-2/6; 5R-8/6)	Не меняется 5R	Меняется 2, 8	Не меняется 6
	Разные насыщенности цвета (5R-5/1; 5R-5/10)	Не меняется 5R	Не меняется 5	Меняется 1, 10

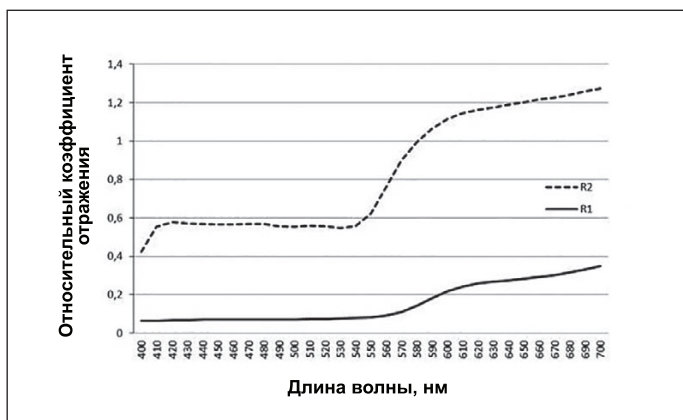


Рис. 1. Спектральные распределения коэффициентов отражения красок R1 и R2



Рис. 2. Спектральные распределения коэффициентов отражения красок R3 и R4

Таблица 2

Характеристики использованных в данном исследовании разрядных ламп

Источник света	Лампа/Серия	Световой поток, лм	$T_{ц}$, К	R_a	Координаты цветности	
					x_{10}	y_{10}
K1	Ртутная лампа ВД/HPLR	12000	3900	37	0,39	0,37
K2	МГЛ/MHN-TD	12100	4200	80	0,38	0,37

Таблица 3

Характеристики использованных в данном исследовании светодиодов (СД)

Источник света	СД	$T_{ц}$, К	R_a	Координаты цветности	
				x_{10}	y_{10}
L1	Синий	34367	39	0,1278	0,0818
L2	Красный	1000	19	0,6957	0,3024
L3	Зелёный	7612	12	0,1921	0,6914
L4	Белый	10134	70	0,2807	0,2860
L5	Белый	9287	71	0,2895	0,2896
L6	Белый	9465	83	0,2873	0,2962

– для излучателя с неравноэнергетическим спектром факторами, определяющими воспринимаемый цветовой облик поверхности, являются «спектральный состав излучения ИС» и «спектральный коэффициент отражения». При этом поверхность воспринимается как имеющая цвет, отличный от её истинного цвета и носящий название «воспринимаемый цвет».

Поверхности имеют воспринимаемые цвета при освещении их любыми ИС с неравноэнергетическим спектром излучения. В настоящее время ни один из ИС не является равноэнергетическим. Поэтому МКО ввела несколько стандарт-

ных излучателей, таких как «А», «В», «С» и «D65», которые следует использовать для определения истинных цветов.

С другой стороны, цветовые характеристики ИС обычно описываются их «цветовой температурой» $T_{ц}$ и «индексом цветопередачи» R_a [1, 4]. $T_{ц}$ и R_a несут основную информацию о цветовом восприятии ИС. Однако, как упомянуто выше, для точного определения воспринимаемого цвета поверхности необходимо знать спектральный состав излучения. В частности, знание $T_{ц}$ и R_a таких ИС, как ртутные лампы ВД с люминофором, МГЛ и т.д., не позволяет судить об их спектрах и о различиях между

истинным и воспринимаемым цветами поверхности.

Совокупность цветов:

В цветовой системе Манселла – одной из прикладных систем описания цветовосприятия – цветовые характеристики поверхности определяются тремя параметрами: цветовым тоном, светлотой и насыщенностью цвета. Эти параметры могут изменяться независимо друг от друга [6, 7]. Цветовой тон отражает то, каким – синим, пурпурным, жёлтым и т.д. – является цвет; светлота говорит, светлый это цвет или тёмный; а насыщенность цвета отражает производимое цветовым тоном воздействие.

Характеристики истинных цветов для совокупностей с одинаковыми (*S.H.*) и разными (*H.C.*) цветовыми тонами

Обозначение совокупности	Цвет			Цветовая система Манселла	Координаты цветности	
	Номер	Код	Описание	Тон-светлота/насыщенность	x_{10}	y_{10}
<i>S.H.</i>	<i>R1</i>	Copper	Оранжево-красный, умеренно тёмный, умеренно насыщенный	8,4R-4,1/5,6	0,4361	0,3479
	<i>R2</i>	Comeo 180	Оранжево-красный, очень светлый, умеренно насыщенный	8,4R-8,4/5	0,3746	0,3438
<i>H.C.</i>	<i>R3</i>	Tundra 80	Зеленовато-жёлтый, светлый, слабонасыщенный	9,5Y-6/3,2	0,3648	0,3943
	<i>R4</i>	Bodrum blue	Пурпурно-синий, светлый, слабонасыщенный	8,9B-6,5/3,5	0,2748	0,3114

Смысловое содержание и воздействие цветных поверхностей, расположенных в поле зрения рядом друг с другом, зависят от контраста между цветами этих поверхностей. В многоцветной картинке разные цветовые облики могут формироваться путём изменения контраста между цветами [8]. В зависимости от различий между цветовыми параметрами возможный цветовой контраст можно разбивать на три группы: «тройственный контраст», «бинарный контраст» и «простой контраст» [7–9] (табл. 1).

При тройственном контрасте все три параметра каждого из входящих в композицию цветов меняются произвольным образом, так что этот контраст часто производит впечатление естественного. В случае бинарного контраста контраст между двумя параметрами цветов возможен, тогда как третий параметр остаётся одинаковым. В случае простого контраста контрастирует только один параметр, а остальные два остаются одинаковыми. Так что в случае бинарных и простых систем, в которых имеет место небольшой контраст, можно получать экстраординарные, гармоничные, значимые и желаемые результаты.

Описанные выше типы контраста могут использоваться при проектировании цветов фасадов. Очевидно, разные эффекты и смысловые содержания можно получать, меняя количество, типы и распределения цветовых контрастов, используемых в проекте цветового облика фасада. С другой стороны, выбор цветов – предпочитаемые цвета – фасада зависит от местных и географических условий, культуры, традиций, религиозных факторов, моды, социальных явлений и т.д. Поэтому при проектировании цвета

Обозначения в цветовой системе Манселла истинных и воспринимаемых при освещении источниками *K1* и *K2* цветов поверхностей в случае совокупностей с одинаковыми цветовыми тонами (*S.H.*)

Обозначение совокупности	Истинный цвет		Воспринимаемый цвет	
			<i>K1</i> (ртутная лампа)	<i>K2</i> (МГЛ)
<i>S.H.</i>	<i>R1</i>	8,4R-4,1/5,6	2,47YR-4,57/12,88	1,42YR-4,31/8,44
		8,4R-8,4/5	2,5R-9,24/2	1,54YR-8,73/10,62
<i>H.C.</i>	<i>R3</i>	9,5Y-6/3,2	5,1YR-6,18/13,85	8,79YR-6,1/7,17
		8,9B-6,5/3,5	3,48YR-6,25/10,52	6,43YR-6,49/2,33

Обозначения в цветовой системе Манселла истинных и воспринимаемых при освещении источниками *K1* и *K2* цветов поверхностей в случае совокупностей с разными цветовыми тонами (*H.C.*)

Обозначение совокупности	Истинный цвет		Воспринимаемый цвет	
			<i>K1</i> (ртутная лампа)	<i>K2</i> (МГЛ)
<i>S.H.</i>	<i>R1</i>	8,4R-4,1/5,6	2,47YR-4,57/12,88	1,42YR-4,31/8,44
		8,4R-8,4/5	2,5R-9,24/2	1,54YR-8,73/10,62
<i>H.C.</i>	<i>R3</i>	9,5Y-6/3,2	5,1YR-6,18/13,85	8,79YR-6,1/7,17
		8,9B-6,5/3,5	3,48YR-6,25/10,52	6,43YR-6,49/2,33

фасада, как и при любом другом проектировании, при выборе цветов и типов цветовых контрастов следует учитывать целый ряд факторов.

Здания обычно освещаются естественным светом в светлое время суток и электрическими ИС в тёмное.

Так что в эти периоды фасады зданий имеют разный цветовой облик. Другими словами, при искусственном освещении совокупность цветов может восприниматься отличной от истинной, и в этом случае она и сами цвета будут отличаться от проектных.

Обозначения в цветовой системе Манселла истинных и воспринимаемых при освещении источниками $L1$, $L2$ и $L3$ цветов поверхностей в случае совокупностей с одинаковыми цветовыми тонами ($S.H.$)

Обозначение совокупности	Истинный цвет		Воспринимаемый цвет		
			$L1$ (синий СД)	$L2$ (красный СД)	$L3$ (зелёный СД)
$S.H.$	$R1$	8,4R-4,1/5,6	1,39PB-3,15/13,94	4,08R-5,7/9,14	9,91GY-3,36/12,26
	$R2$	8,4R-8,4/5	1,41PB-4,2/14,81	4R-9,61/8,9	0,75G-7,66/23,87

Таблица 8

Обозначения в цветовой системе Манселла истинных и воспринимаемых при освещении источниками $L1$, $L2$ и $L3$ цветов поверхностей в случае совокупностей с разными цветовыми тонами ($H.C.$)

Обозначение совокупности	Истинный цвет		Воспринимаемый цвет		
			$L1$ (синий СД)	$L2$ (красный СД)	$L3$ (зелёный СД)
$H.C.$	$R3$	9,5Y-6/3,2	0,29B-5,04/18,71	4,65R-5,97/9,55	0,61G-6/20,63
	$R4$	8,9B-6,5/3,5	2,1PB-5,91/17,56	3,16R-5,87/14,87	1,33G-6,91/24,77

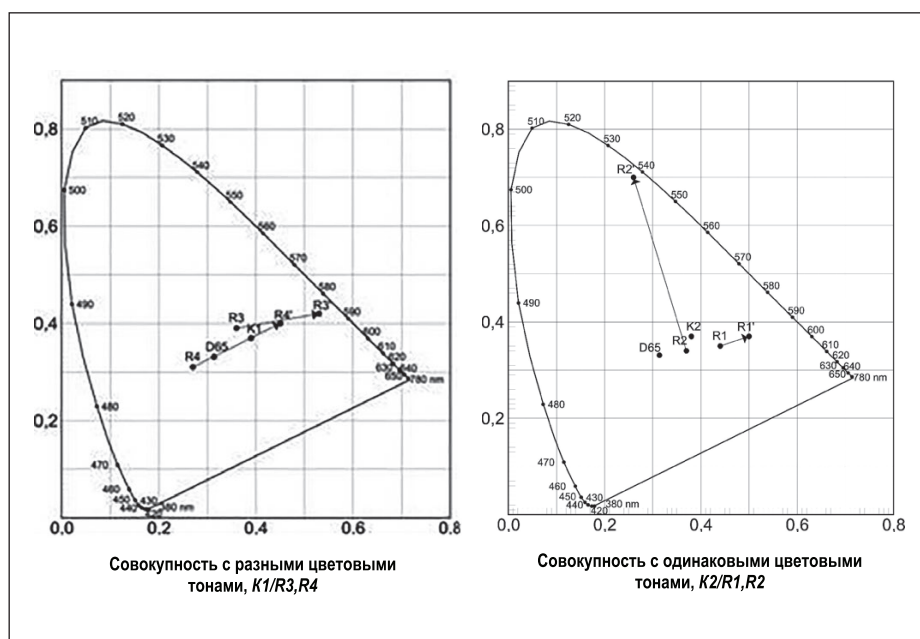


Рис. 3. Примеры сдвига цветов поверхностей на цветовом графике x_{10} , y_{10} : $K1$, $K2$ – источники света; $R1$, $R2$, $R3$, $R4$ – истинные цвета; $R1'$, $R2'$, $R3'$, $R4'$ – воспринимаемые цвета

В связи с этим прогнозирование воспринимаемых цветов фасадов при освещении их электрическими ИС играет важную роль в городском освещении и ночном облике городов и зданий.

3. Методика исследований и принятые допущения

Цель данного исследования – определение различий между истинными и воспринимаемыми цветами поверхностей фасадов, освещаемых электрическими ИС, и выявление изменений в сочетании этих цветов. Основные этапы исследования можно описать следующим образом:

- Идентификация электрических ИС, широко применяемых для освещения фасадов.
- Выбор цветов и типов цветовых контрастов, широко применяемых при отделке фасадов.

Обозначения в цветовой системе Манселла истинных и воспринимаемых при освещении источниками $L4$, $L5$ и $L6$ цветов поверхностей в случае совокупностей с одинаковыми цветовыми тонами ($S.H.$)

Обозначение совокупности	Истинный цвет	Воспринимаемый цвет			
		$L4$ (белый СД)	$L5$ (белый СД)	$L6$ (белый СД)	
$S.H.$	$R1$	$8,4R-4,1/5,6$	$3,82R-3,93/3,71$	$5,71R-3,90/3,64$	$6,90R-3,91/3,68$
	$R2$	$8,4R-8,4/5$	$5,41RP-8,38/4,53$	$9,10RP-8,30/4,18$	$1,99R-8,30/3,67$

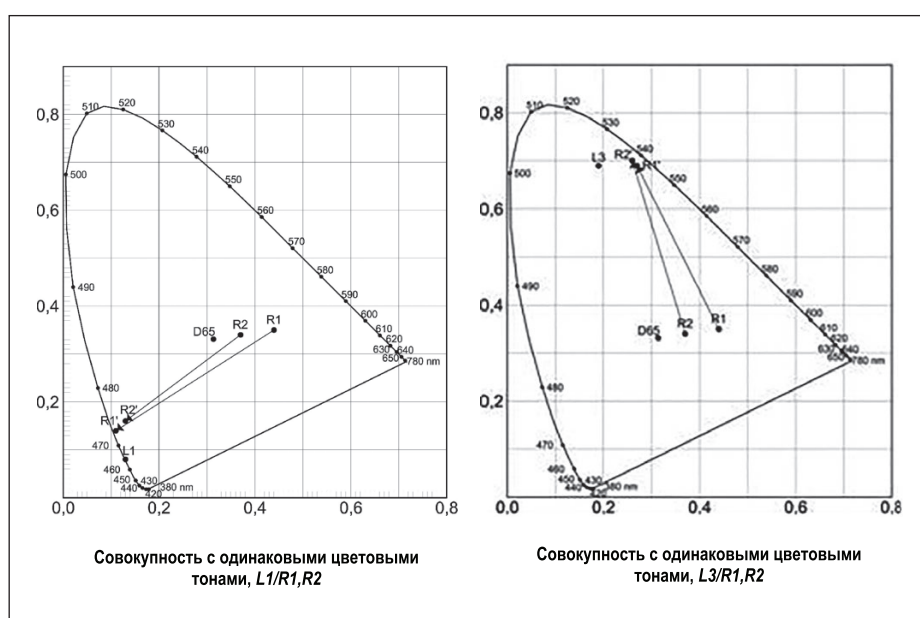


Рис. 4. Примеры сдвига цветов поверхностей на графике цветностей x_{10} , y_{10} : $L1$, $L3$ – источники света; $R1$, $R2$ – истинные цвета; $R1'$, $R2'$ – воспринимаемые цвета

– Измерение спектрального распределения коэффициентов отражения и определение истинных цветов выбранных фасадных красок.

– Расчёт воспринимаемых цветов выбранных красок при освещении их разными ИС с учётом зрительной системы человека.

– Определение различий между истинными и воспринимаемыми цветами для выбранной совокупности красок.

В результате рассмотрения электрических ИС, которые часто используются для освещения фасадов, было выбрано восемь типов ИС, с разными T_u и R_a : две разрядные лампы (ртутная лампа ВД ($K1$) и НЛВД ($K2$)) и шесть СД (синий ($L1$), красный ($L2$), зелёный ($L3$) и три разных белых ($L4$, $L5$

и $L6$)). Мощности, световые потоки и другие технические характеристики этих ИС приведены в табл. 2 и 3 [10, 11]. Мощность СД менялась в пределах 1–3 мВт.

Согласно указанной методике, были выбраны четыре краски разного цвета ($R1$ – $R4$), которые часто используются в отделке фасадов. Кривые спектрального распределения коэффициента отражения красок $R1$ – $R4$, измеренные с использованием стандартного излучателя «D65», приведены на рис. 1 и 2.

В данном исследовании для совокупностей цветов фасадных красок были выбраны упомянутые (в п. 2) показатели – «одинаковость цветового тона» при бинарном контрасте (BCA) и «неодинаковость цветового

тона» при простом контрасте (SCA). Каждая из совокупностей состоит из двух цветов. В связи с этим были сформированы две группы цветов: $S.H.$ ($R1+R2$) и $H.C.$ ($R3+R4$) (табл. 4), и эти совокупности оценивались при выбранных электрических ИС.

Как известно, и уже упоминалось в п. 2, на восприятие и смысловое содержание совокупности цветов влияют многочисленные факторы, такие как количества и типы цветовых контрастов, площади окрашенных поверхностей, распределение окрашенных поверхностей, адаптация зрения и т.д. В рамках данного исследования совокупность цветов фасадов оценивалась, исходя из количества и уровня контрастов.

4. Определение истинных и воспринимаемых цветов

Истинные цвета выбранных красок измерялись с помощью спектрометра *Minolta Spectrophotometer-CM-2600D* при освещении их стандартным излучателем «D65». Результаты измерений были представлены в цветовых системах Манселла, Lab и Lch с помощью программы «*Spectra Magic*» (Ver. 3.6). Образцы красок были матовыми, оценки производились в режиме SCI^2 . Группы и присвоенные производителями коды, обозначения в цветовой системе Манселла и координаты цветности (x_{10} , y_{10}) для истинных цветов приведены в табл. 4.

Согласно п. 2, воспринимаемые цвета поверхностей зависят от спек-

² SCI – *Specular Component Included* («включением зеркальной компоненты»). – Прим. ред.

Обозначения в цветовой системе Манселла истинных и воспринимаемых при освещении источниками $L4$, $L5$ и $L6$ цветов поверхностей в случае совокупностей с разными цветовыми тонами ($H.C.$)

Обозначение совокупности	Истинный цвет		Воспринимаемый цвет		
			$L4$ (белый СД)	$L5$ (белый СД)	$L6$ (белый СД)
$H.C.$	$R3$	$9,5Y-6/3,2$	$2,09GY-6,03/2,19$	$1,76GY/5,97/2,48$	$2,19GY-5,92/2,40$
	$R4$	$8,9B-6,5/3,5$	$5,41PB-6,64/6,6$	$4,57PB/6,57/5,81$	$1,38PB-6,58/5,47$

трального состава излучения, а также от спектральных характеристик поверхности и зрительных рецепторов. Поэтому воспринимаемые цвета поверхностей рассчитывались как координаты цветности (x_{10}, y_{10}, z_{10}) дополнительной стандартной колориметрической системы МКО 1964 г. [X_{10}, Y_{10}, Z_{10}] для стандартного колориметрического наблюдателя МКО 1964 [2–5].

Истинные цвета красок, измеренные при освещении их стандартным излучателем «D65» и обозначения воспринимаемых цветов поверхностей, освещаемых ИС $K1$ и $K2$, соответствующие цветовой системе Манселла, приведены в табл. 5 и 6. Аналогичные результаты, полученные при использовании ИС $L1$ – $L6$, приведены в табл. 7–10.

Некоторые примеры различий между истинными и воспринимаемыми цветами поверхностей показаны на рис. 3–5 для совокупностей с одинаковыми ($S.H.$) и разными ($H.C.$) цветовыми тонами.

4. Оценки

4.1. Совокупность с одинаковыми цветовыми тонами ($S.H.$; цветовые тона одинаковые, светлоты и насыщенности цвета разные; $R1$ и $R2$)

При освещении разрядными лампами ($K1, K2$):

При освещении ИС $K1$ воспринимаемые цветовые тона изменились почти на 7 ступеней. Но сколько-нибудь значительных изменений светлоты цветов не наблюдалось. Насыщенность цвета в случае $R1$ увеличи-

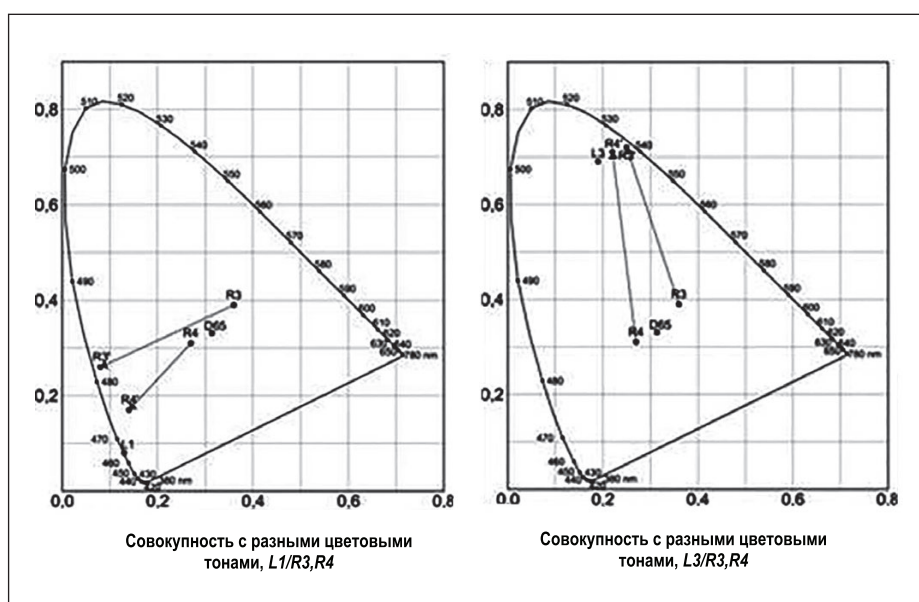


Рис. 5. Примеры сдвига цветов поверхностей на графике цветностей x_{10}, y_{10} : $L1, L3$ – источники света; $R3, R4$ – истинные цвета; $R3', R4'$ – воспринимаемые цвета

лась на 7 ступеней при освещении ИС $K1$ и на 3 ступени – ИС $K2$. В случае $R2$ насыщенность цвета увеличилась на 3 ступени при освещении ИС $K1$ и вдвое больше – ИС $K2$.

При освещении цветными СД ($L1, L2, L3$):

Если при освещении синим ($L1$) и зелёным ($L3$) СД имело место сильное изменение тона цвета $R1$, то при освещении красным СД ($L2$) он изменился в среднем на 2 ступени. Светлота цвета $R1$ при освещении всеми тремя цветными СД изменилась примерно на 1 ступень, а насыщенность цвета заметно увеличилась. При этом цветовой тон и светлота цвета $R2$ при освещении всеми тремя СД изменялись так же, как в случае $R1$. Однако насыщенность цвета $R2$ при освещении его зелёным СД ($L3$) уве-

личилась примерно в 4,5 раза. Совокупность с одинаковыми цветовыми тонами превратилась в подобие совокупности с одинаковыми цветовыми тонами.

При освещении белыми СД ($L4, L5, L6$):

Тон цвета $R1$ сильнее всего (на 4 ступени) изменился при освещении ИС $L4$ и слабее всего (на 1 ступень) – ИС $L6$. Светлота не претерпела сколько-нибудь существенных изменений при освещении всеми тремя белыми СД, но насыщенность цвета $R1$ при этом уменьшилась на 2 ступени. Красный цвет $R2$ превратился в пурпурно-красный при освещении СД $L4$ и $L5$, а при освещении СД $L6$ цветовой тон $R2$ изменился на 7 ступеней. Светлота и насыщенность цвета $R2$ при освещении всеми тремя СД

сколько-нибудь важных изменений не испытали.

4.2. Совокупность с разными цветовыми тонами (H.C.; цветовые тона разные, светлоты и насыщенности цвета одинаковые; R3 и R4)

При освещении разрядными лампами (K1, K2):

При освещении ИС K1 и K2 зеленовато-жёлтый (R3) и пурпурно-синий (R4) цвета превратились в цвет красновато-жёлтый. Светлоты изменились незначительно (на 0,2 ступени). Насыщенность цвета R3 увеличилась примерно на 5 ступеней, а цвета R4 – почти в 3 раза, при освещении источником света K1 и несколько уменьшилась при освещении ИС K2. Поэтому совокупность с разными тонами при освещении её двумя этими разрядными лампами выродилась в совокупность с одинаковыми тонами.

При освещении цветными СД (L1, L2, L3):

Тона цветов R3 и R4 сместились в сторону цветов источников света. Светлоты цветов не претерпели сколько-нибудь значительных изменений при освещении их всеми тремя цветными СД. Однако насыщенность цвета возросла в среднем на 14 ступеней. Совокупность цветов с разными тонами превратилась в совокупность, похожую на совокупность с одинаковыми цветовыми тонами.

При освещении белыми СД (L4, L5, L6):

Тон и светлота цвета краски R3 не претерпели сколько-нибудь значительных изменений при освещении её всеми тремя белыми СД. Насыщенность слегка уменьшилась. Пурпурно-синий цвет R4 при освещении всеми тремя белыми СД превратился в синевато-пурпурный. Светлота не испытала сколько-нибудь значительных изменений, а насыщенность цвета изменилась на 2,5 ступени.

5. Заключение

Совокупность цветов фасадов и освещающие фасады ИС играют важную роль в выделении архитектурных особенностей зданий и придании им эффектного, выразительного и гармоничного облика. Сильнее всего на цветовой облик фасада влияет цвет излучения используемого элек-

трического ИС. Поэтому выбор ИС должен осуществляться с учётом влияния света на цвета фасадов, и при проектировании следует знать, как могут изменяться эти цвета. Цель данной статьи – определение воспринимаемых цветов при разных совокупностях цветов фасадов, освещаемых разными ИС. В соответствии с этим:

- было проведено исследование двух совокупностей цветов фасадов (с одинаковыми (S.H.) и разными (H.C.) цветовыми тонами);

- для обеих совокупностей были выбраны две цветовые группы из двух цветов каждая;

- для каждой из цветовых групп были определены истинные цвета, соответствующие освещению их стандартным излучателем «D65», и цвета, воспринимаемые при освещении восемью разными ИС (разрядными лампами K1 и K2 и СД L1, L2, L3, L4, L5 и L6);

- были оценены различия между истинными и воспринимаемыми цветами рассматриваемых совокупностей.

Оценки показывают, что светлота истинного цвета не зависит от типа ИС, тогда как его цветовой тон и насыщенность при смене типа ИС значительно изменяются.

Описанные в данной работе методология, результаты и оценки будут полезны проектировщикам освещения при прогнозировании воспринимаемых цветов фасадов зданий, освещаемых электрическими ИС. Кроме того, они внесут вклад в формирование ночного облика зданий и городов, обеспечивая реальность создаваемой картины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yavuz, M., Ünver, R. Effect of the artificial lights on the facade colours / 11th European Lighting Conference-Lux Europa 2009, Çatı Grafik Ltd. Şti. – Özgür Matbaacılık, İstanbul, 9–11 September 2009. ISBN: 978-975-561-352-9. – P. 905–912.
2. CIE Technical Report: Colorimetry. 3rd Edition. – Vienna: CIE, 2004.
3. Judd, D., Wyszecki, G. Color in business, science and industry. – N.Y.: John Wiley & Sons, 1975.
4. IESNA (Illuminating Engineering Society of North America). Lighting handbook, 9th Edition. N.Y.: IESNA, 2000.
5. Fairchild, M. Color appearance models. – N.Y.: Addison-Wesley, 1998.
6. Ünver, R. Renk görünüm dizgeleri (in Turkish) 3 / Ulusal Aydınlatma Kongresi, ATMK. İstanbul, 2000. – P.138–143.
7. Sirel, Ş. Kuramsal Renk Bilgisi (in Turkish). İstanbul: Kutulmuş Basımevi, 1974.

8. Ünver, R. Renk kirliliği (in Turkish) // 2000 GAP-Çevre Kongresi, Şanlıurfa, 2000. ISBN 8215–90–6, V2. – P. 991–996.

9. Ünver, R., Öztürk, L. D. Toplu konutlarda yapı yüzü renk tasarımında temel ilkeler ve öneriler. YTÜ Araştırma Fonu, Bitirme Raporu, No:99–03–01–02. Yıldız Technical University, İstanbul, 2002.

10. Philips. Aydınlatma ürün kataloğu (in Turkish). Available on www.lighting.philips.com., 2008.

11. Türkoğlu, K. TÜBİTAK- National Metrology Intitution, İstanbul, TR, 2010.

12. Yavuz, M. Yüksek lisans tezi: Yapı yüzü renklendirilmesi ve aydınlatma ilişkisi (in Turkish) / YTÜ FBE, İstanbul, 2009.

13. The SLL Lighting Handbook. England, 2009. ISBN 978–1–906846–02–2.

14. Ünver, R. The contrast and contrast arrangement in color perception / Oslo International Color Conference, Oslo-Norway, 8–11 Ekim 1998. – P.180–181.

15. Ünver, R., Öztürk, L. An example for facade colour design of mass housing. Color Research and Application, John Wiley&Sons, August 2002. Print ISSN: 0361–2317, Online ISSN: 1520–6378, V27, No. 4. – P.291–299.

16. Ünver, R., Yavuz, M., Özcan, E., K. A study on perceived colours of facades under different light sources / AIC Midterm Meeting 2011-Interaction of Colour & Light in the Arts and Sciences, Zurich, Switzerland, 7–10 June 2011. ISBN: 978–3–033–02929–3. – P. 796–799.



Эсра Кючуккилич Ёзджан (Esra Küçükçilic Özcan), M.Sc.
(2008 г.). Ассистент и докторант (Ph.D.) кафедры строительной физики

архитектурного факультета Технического университета Йылдыз. Основные интересы: архитектурное освещение и разработка цветовых решений в архитектуре



Ренгин Юнвер (Rengin Ünver), Ph.D. Профессор кафедры строительной физики архитектурного факультета Технического университета

Йылдыз. Специалист в области архитектурного освещения и цвета. Одна из основателей и член правления (вице-президент) Турецкого национального комитета МКО. Председатель отделения цвета этого комитета, представитель Турции в Отделении 1 МКО (с 1995 г.)

Влияния синусоидальной и прямоугольной форм тока повышенной частоты на резонансное излучение ртутного разряда НД

Л.М. ВАСИЛЯК, А.М. ВОРОНОВ, С.В. КОСТЮЧЕНКО, Н.Н. КУДРЯВЦЕВ,
В.А. ЛЕВЧЕНКО, Д.А. СОБУР¹, Д.В. СОКОЛОВ, Ю.Е. ШУНКОВ

ОИВТ РАН, ЗАО «ПК «ЛИТ», НИУ «МЭИ», Москва; МФТИ (государственный университет),
Московская обл.; LIT UV Elektro, Иссерода, Германия

Аннотация

Экспериментально показано, что эффективность генерации излучения дугового ртутного разряда НД в резонансных линиях ртути 185 и 254 нм слабо зависит от формы ВЧ разрядного тока (судя по двум рассмотренным формам) при удельной мощности разряда порядка 2 Вт/см.

Ключевые слова: УФ излучение, ртутный разряд, НД, 254 нм, 185 нм, амальгамная лампа, ЭПРА, форма тока, форма напряжения.

Дуговой разряд НД в парах ртути с инертным газом как источник резонансного УФ излучения на длинах волн 254 и 185 нм широко используется в промышленных масштабах для обеззараживания и очистки от вредных веществ воды и воздуха. При этом для генерации УФ излучения большой мощности используются амальгамные лампы (АЛ) мощностью 200–800 Вт с током 2–5 А [1]. Промышленные УФ облучательные системы для водо- и воздухоподготовки могут содержать десятки, сотни и даже тысячи АЛ с общей потребляемой мощностью от десятков кВт до нескольких МВт [1]. Такие системы, обычно, работают непрерывно и часто размещаются на ограниченной площади, поэтому ключевое значение для них имеет эффективность генерации УФ излучения. Это обуславливает непрерывное проведение исследований по оптимизации АЛ, а именно – по повышению энергетического КПД ртутного разряда НД в резонансных линиях ртути (далее – η_e) и полезного срока службы АЛ. Для этого проводят исследования по выбору конструкции АЛ (геометрии, состава и дозировок инертногазового

наполнения и амальгамы), значения и формы разрядного тока и др.

Одним из возможных путей оптимизации является подбор частоты и формы тока лампы. Для бактерицидных АЛ НД мощностью более 100 Вт были созданы специальные ЭПРА. Исследования влияния частоты тока на эффективность генерации резонансного УФ излучения ртути [1–7] показали, что оптимальная частота лежит в интервале 10–100 кГц.

При изменении частоты тока разряда меняется влияние разных физических процессов в ртутном разряде НД [2, 3, 5]:

- Область низких частот, в которой круговая частота тока $\omega \ll 1/t_D$, где t_D – характерное время амбиполярной диффузии ($t_D \approx 5$ мс). В этой области частот разряд полностью эквивалентен разряду постоянного тока с постоянной температурой электронов (кроме короткого интервала времени, когда ток близок к нулю) и не обладает повышенным η_e по сравнению с разрядом постоянного тока.

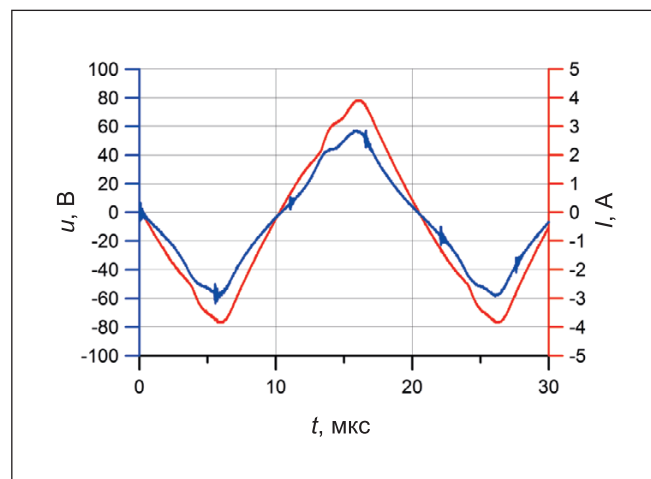
- В области высоких частот: 1) при $\omega \gg 1/t_e$, где t_e – время релаксации энергии электронов ($t_e \approx 2$ мкс), температура электронов и концентра-

ции электронов и возбуждённых атомов со временем не меняются, и генерация УФ излучения аналогична наблюдаемой в режиме постоянного тока; 2) при $1/t_e \gg \omega \gg 1/t_D$ концентрация электронов в течение периода тока меняется мало, а электронная температура колеблется с удвоенной частотой. Если при этом $\omega \ll 1/t_a$, где t_a – характерное время жизни возбуждённых метастабильных атомов ($t_a \approx 25$ мкс), то концентрации возбуждённых атомов также колеблются в течение периода тока, из-за чего уменьшается возбуждение атомов ртути, обуславливая уменьшение η_e . Минимальный η_e по сравнению с режимом постоянного тока наблюдается при частоте около 500 Гц.

- В области промежуточных частот, $1/t_e \gg \omega \gg 1/t_a$, концентрация возбуждённых атомов ртути во времени не меняется и (благодаря нелинейной зависимости скорости возбуждения их от температуры электронов) оказывается соответствующей максимуму температуры электронов за период. Кроме того, из-за сохранения средней электронной температуры ниже уровня, соответствующего постоянному току, потери энергии на упругие становятся меньше. Совместное влияние этих факторов приводит к повышению η_e по сравнению с разрядом постоянного тока. По расчётам [2, 5], максимум η_e достигается при частоте разрядного тока около 60 кГц, причём эта частота зависит от диаметра разрядной трубки, силы тока давления и рода газа.

В ряде мощных АЛ в настоящее время используется ток синусообразной формы с частотой около 50 кГц. На практике частоту следует подбирать для каждого типа ламп.

Рис. 1. Формы тока разряда и напряжения на разряде (источник тока с формой сигнала, близкой к синусоидальной)



¹ E-mail: soburda@gmail.com

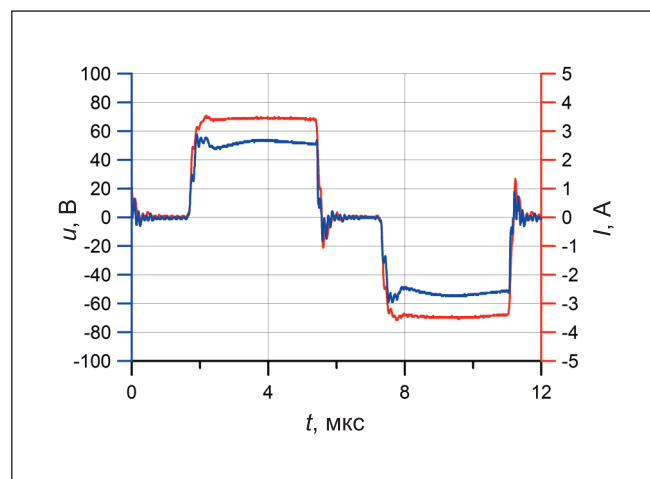
Форма тока	Скважность	Частота, кГц	I , А	U , В	P , Вт	η_e , отн. ед.	
						УФ-С, 254 нм	ВУФ, 185 нм
Синусо-подобная	-	50	2,5	37	92,5	1,02	1,53
Прямо-угольная	1,5	90		41	102,5	1,04	1,60

Современная электроника позволяет создавать компактные и экономичные источники питания для разрядных ламп не только с разной частотой, но и – формой тока. Однако влияние последней на η_e исследовано мало.

В монографии [5] собраны и проанализированы соответствующие данные по использованию для питания ртутного разряда НД прямоугольных импульсов напряжения разной скважности. Известны также аналогичные экспериментальные данные по использованию прямоугольных импульсов тока с крутыми фронтами разной скважности на частоте 10 кГц при средней удельной мощности разряда около 0,2 Вт/см [6]. Было показано, что влияние скважности на η_e наблюдается только для ВУФ излучения (на длине волны 185 нм): при увеличении скважности от 1 до 4 прирост здесь доходит до 30%.

Несмотря на полученные положительные результаты, данный способ питания разряда пока не получил масштабного развития. Во-первых, отсутствуют систематические экспериментальные исследования по используемым токам и дозировкам наполнения ламп, что не позволяет предъявлять должные требования к ЭПРА. Во-вторых, в крупных промышленных установках источник УФ излучения бывает удалён от источника питания на несколько и даже несколько десятков метров. При этом ёмкость и индуктивность соединительных кабелей и активное сопротивление подавляют ВЧ составляющие прямоугольных импульсов, превращая их в синусоподобные. Следовательно, передающая система должна иметь соответствующую резистивных потерь, которые растут с повышением частоты, следует применять специальный дорогостоящий кабель. Возможно также возникновение и радиоизлучения от высокочастотных составляющих прямоугольных импульсов, для подавления которого станут необходимы специальные

Рис. 2. Формы тока разряда и напряжения на разряде (источник прямоугольных импульсов)



кабели и фильтры.

Экспериментальные данные по зависимости η_e от формы разрядного тока при большей удельной мощности, порядка 2 Вт/см, в литературе отсутствуют. Это и явилось причиной проведения нами данного экспериментального исследования. Были использованы источник тока с формой ВЧ сигнала (50 кГц), близкой к синусоидальной (рис. 1), и источник разнополярных прямоугольных ВЧ импульсов (90 кГц) с длительностью переднего фронта около 300 нс и скважностью 1,5 (рис. 2). В обоих случаях действующее значение тока I составляло $(2,5 \pm 0,1)$ А, что (при примерно равных действующих значениях напряжения на разрядном промежутке U) обеспечивало примерно равный энергозатрат в ртутный разряд, осуществляемый при оптимальном давлении паров ртути в кварцевой трубке с внутренним диаметром 16,6 мм, внешним диаметром 19 мм и межэлектродным расстоянием 410 мм. Данные параметры – наиболее характерны для широко распространённых АМ в промышленных УФ установках.

Проводились относительные измерения η_e с учётом опыта ведущих производителей бактерицидных УФ ламп (см., напр., [8, 9]). В качестве приёмника излучения в УФ-С диапазоне использовался радиометр *RM 22*

компании *Dr. Gröbel GmbH*, а в ВУФ диапазоне – специальный детектор компании *Hamamatsu*. При этом (для предотвращения поглощения УФ излучения «наработанным» озоном) приёмники располагались в непосредственной близости от кварцевого стекла (окно приёмника находилось в физическом контакте со стенкой разрядной трубки). Данные измерения позволяют сравнивать получаемые η_e при использовании разных видов источников питания.

Результаты измерений эффективных электрических параметров и соответствующих значений η_e приведены в таблице. Из неё видно, что при удельной мощности около 2 Вт/см отсутствует сколько-нибудь значительное повышение η_e ртутного разряда НД в УФ-С (254 нм) и в ВУФ (185 нм) диапазонах при замене синусообразной формы разрядного тока на прямоугольную.

Итак, при сохранении действующего значения тока 2,5 А форма импульса тока не оказывает существенного влияния на указанные η_e . Причём переход к прямоугольным импульсам тока повышает резистивные потери на высоких частотах в передающих проводах, что ведёт к ухудшению общей энергоэффективности соответствующих УФ облучательных установок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ультрафиолетовые технологии в современном мире: Коллективная монография/ Ф.В. Кармазинов, С.В. Костюченко, Н.Н. Кудрявцев, С.В. Храменков. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2012.– 392 с.

2. Drop P.C., Polman J. Calculation on the effect of supply frequency on the positive column of a low pressure Hg-Ar AC discharge // J. Phys. D: Appl. Phys.– 1972. – Vol. 5. – P. 562–568.

3. Polman J., Werf J.E., Drop P.C. Nonlinear effects in the positive column of a strongly modulated mercury gas discharge // J. Phys. D: Appl. Phys.—1972. – Vol. 5. – P. 266–279.

4. Campbell J.H. New parameters for high frequency lighting systems // Illuminating Engineering.– 1960. – Vol. 55. – P. 247–256.

5. Миленин В.М., Тимофеев Н.А. Плазма газоразрядных источников света низкого давления. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1991.– 240 с.

6. Hardt P., Lange H., Leipold F. Entwicklung geeigneter UV-Strahler. Schlußbericht zum Teilprojekt [Verbundprojekt: Weitergehende Reinigung von Deponiesickerwässer durch chemische Oxidation/UV-Strahlung mit biologischer Vor und Nachbehandlung], Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik, Greifswald, 1997.

7. Клыков М.Е., Меркулова А.П., Медведь В.Р., Тарасенко Н.Г. Исследование параметров стандартных люминесцентных ламп в диапазоне частот до 150 кГц // Светотехника.– 1989.– № 10. – С. 9–11.

8. Lawal O., Dussert B., Howarth C., et al. Proposed method for measurement of the output of monochromatic (254 nm) low pressure UV lamps// IUVA News.– 2008. – Vol. 10, No. 1. – P. 14–17.

9. Василяк Л.М., Дроздов Л.А., Костюченко С.В., Кудрявцев Н.Н., Собур Д.А., Соколов Д.В., Шунков Ю.Е. Методика измерения потока УФ излучения трубчатых бактерицидных ламп НД // Светотехника.– 2011.– № 1. – С. 29–32.



Василяк Леонид Михайлович, доктор физ.-мат. наук, профессор. Окончил МФТИ. Главный научный сотрудник ОИВТ РАН



Левченко Владимир Александрович, физик. Окончил МФТИ. Аспирант МФТИ (ГУ)



Воронov Алексей Михайлович, кандидат физ.-мат. наук Окончил физический факультет ЛГУ им. А.А. Жданова. Руководитель отдела разработок компании LIT UV Elektro GmbH



Собур Денис Анатольевич, кандидат физ.-мат. наук. Окончил МФТИ. Заведующий светотехнической лабораторией ЗАО «ПК «ЛИТ»



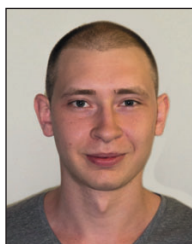
Костюченко Сергей Владимирович, кандидат физ.-мат. наук. Окончил МФТИ. Генеральный директор ЗАО «ПК «ЛИТ»



Соколов Дмитрий Владимирович, кандидат техн. наук. Окончил МЭИ. Начальник службы разработки ЗАО «ПК «ЛИТ»



Кудрявцев Николай Николаевич, доктор физ.-мат. наук, профессор. Окончил МФТИ. Ректор МФТИ (ГУ)



Шунков Юрий Евгеньевич, МЭИ (ГУ), инженер. Окончил МЭИ (ГУ). Аспирант НИУ «МЭИ»

ПИСЬМА ЧИТАТЕЛЕЙ

Глубокоуважаемая редакция!

Искренне рад каждому номеру вашего журнала и желаю в наступающем году новых подписчиков, множество рекламодателей и, что наверное самое главное, талантливых и интересных авторов!

Всему коллективу редакции от НП ПСС и от меня лично самые искренние пожелания здоровья, счастья и успехов!

С уважением,

Е.В. Долин, член-правления – генеральный директор Некоммерческого партнёрства производителей светодиодов и систем на их основе (НП ПСС), Москва

Дорогая редакция!

Здоровья, счастья, большого тиража в новом году!

С уважением,

Д.Д. Юшков, кандидат техн. наук, учёный секретарь ООО «ВНИСИ», Москва

Глубокоуважаемые Юлиан Борисович и члены редакции журнала «Светотехника»!

Разрешите поздравить вас с прошедшими праздниками и пожелать вам здоровья, творческой энергии и сил! А журналу долгих лет жизни, увеличения числа подписчиков и спонсоров!

Вы делаете великое дело, «Светотехника» – один из достойнейших журналов России. Спасибо вам огромное!!!

Н.В. Быстрянцева, руководитель Творческого объединения светодизайнеров «RULD», преподаватель кафедры ТПОЭ Университета ИТМО, С. – Петербург

Анализ светотехнических параметров светорегулируемых аналогов ламп накаливания

П. ТАБАКА¹

Лодзинский технический университет, Лодзь, Польша

Аннотация

Даже до введения в действие запрета на лампы накаливания на рынок поступило большое количество разнообразных ламп их прямой замены и продолжает поступать. В статье представлены результаты лабораторных исследований, демонстрирующие зависимость изменений фотометрических и колориметрических параметров от уровня светорегулирования подходящих для этих целей ламп прямой замены ламп накаливания. Кроме того, была исследована традиционная лампа накаливания, что позволило ответить на вопрос, насколько изменения фотометрических и колориметрических параметров энергосберегающих ламп согласуются с изменениями параметров ламп накаливания.

Ключевые слова: источник света, светорегулятор, спектр излучения, коррелированная цветовая температура, индекс цветопередачи, световой поток.

Введение

Из-за постепенного изъятия с рынка традиционных ламп накаливания (ЛН), потребителям пришлось заменять выходящие из строя ЛН на их энергосберегающие аналоги. Предлагается широкий спектр подобных аналогов, а именно: светодиодные лампы (СДЛ), галогенные лампы накаливания (ГЛН) и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). К сожалению, очень немногие из них (не считая низковольтных ГЛН) годятся для их светорегулирования. Описанию параметров ламп прямой замены посвящено немало публикаций [1–3, 5, 9–16]. Однако если говорить об источниках света (ИС), предназначенных для работы с регуляторами светового потока, то им посвящено довольно небольшое количество

публикаций. Причиной этого может быть то обстоятельство, что такие ИС не нашли широкого распространения в быту, так как их цена в три или даже в четыре раза выше, чем у обычных энергосберегающих аналогов ЛН.

Предмет и область исследований

Исследования проводились применительно к ЛН мощностью 60 Вт и её аналогам: ГЛН, КЛЛ и СДЛ. Общая информация об обследованных ИС (рис. 1) приведена в табл. 1.

По данным производителей, выбранные ГЛН и СДЛ могут считаться прямыми аналогами ЛН мощностью 60 Вт (если учитывать только их световые потоки), а КЛЛ со встроенным ПРА эквивалентна ЛН мощностью 100 Вт. Даже несмотря на то, что ассортимент типичных аналогов ЛН

очень обширен, только некоторые производители предлагают их регулируемые варианты. Следует подчеркнуть, что если говорить о нерегулируемых КЛЛ и СДЛ, то предлагаемый набор этих ИС охватывает практически весь диапазон нормируемых значений мощности. В случае регулируемых ИС аналоги ЛН имеются только для нескольких значений мощности, а именно для 60 и 100 Вт. Ожидается, что регулировка светового потока не предназначенных для этого ИС существенно скажется на других их параметрах. В этой статье анализируются фотометрические и колориметрические параметры регулируемых ИС. Для ответа на вопрос, насколько изменения этих параметров совпадают с изменениями соответствующих параметров ЛН, был проведён целый ряд измерений.

Спектры излучения в диапазоне 380–780 нм измерялись (с интервалом в 1 нм) при пяти уровнях освещённости от ИС, устанавливаемых посредством тиристорного светорегулятора (так называемого тиристорного диммера). На основе результатов этих измерений были рассчитаны координаты цветности, коррелированная цветовая температура T_c и общий индекс цветопередачи R_a . К ним добавились результаты соответствующих измерений силы света.



Рис. 1. Обследованные источники света

Таблица 1

Технические параметры (напряжение питания U , мощность P , световой поток Φ , срок службы τ и класс энергоэффективности КЭ) предоставленные производителями источников света

	U , В	P , Вт	Φ , лм	τ , ч	КЭ	Диапазон светорегулирования, %
ЛН	230	60	710	1000	Е	×
ГЛН	230	42	630	2000	С	×
КЛЛ	220–240	20	1300	16000	А	2–100
СДЛ	220–240	12	810	25000	А	100

× – информация отсутствует

¹ E-mail: przemyslaw.tabaka@wp.pl
Перевод с англ. Е.И. Розовского

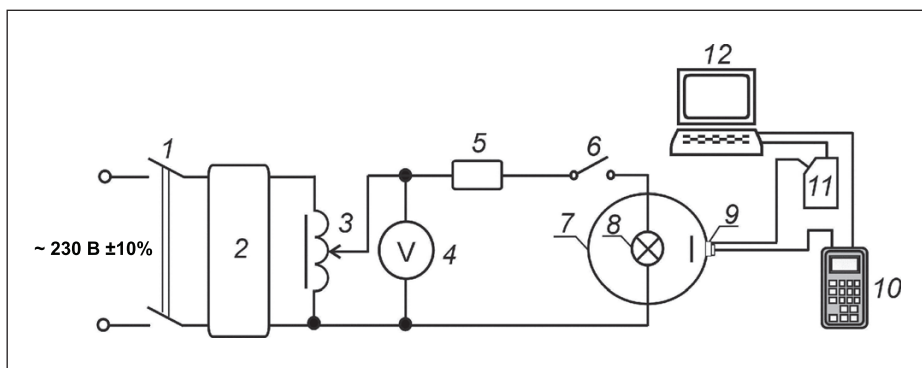


Рис. 2. Схема измерительной установки: 1, 6 – сетевые выключатели; 2 – стабилизатор напряжения; 3 – автотрансформатор; 4 – цифровой вольтметр; 5 – регулятор светового потока; 7 – интегрирующая сфера; 8 – обследуемый источник света; 9 – отверстие; 10 – устройство управления люксметра; 11 – спектрометр; 12 – персональный компьютер

Производители обследуемых КЛЛ и СДЛ утверждали, что они могут работать со светорегуляторами всех типов. Поэтому при измерениях относительных значений светового потока использовались два способа светорегулирования, а именно: с регулированием угла отсечки тока – посредством тиристорного светорегулятора; с изменением амплитуды напряжения – с помощью автотрансформатора.

Измерительная установка и методика измерений

Перед началом измерений ИС, в соответствии с нормами [5], отжигались в течение 100 ч при номинальном напряжении.

Питающее напряжение, $230\text{ В} \pm 10\%$, подавалось через выключатель на стабилизатор напряжения, обеспечивающий постоянство действующего значения напряжения (рис. 2). Затем напряжение регулировалось ав-

тотрансформатором и через регулятор светового потока и выключатель подавалось на обследуемый ИС, помещенный в интегрирующую сферу. В отверстии последней располагались головка люксметра и оптическое волокно (подсоединенное к спектрометру). Все результаты измерений поступали в компьютер, где сохранялись на жестком диске для последующего анализа.

При проведении испытаний все обследуемые ИС устанавливались вертикально цоколем вверх. Лаборатория имела систему кондиционирования воздуха, температура внутри лаборатории поддерживалась равной $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$.

Пространственное светораспределение каждого ИС определялось хорошо известным гониофотометрическим методом.

Силы света обследуемых ИС определялись по закону обратного квадрата расстояния по результатам из-

мерений освещенности на постоянном расстоянии в 8 м. Во время испытаний приёмник излучения оставался фиксированным. ИС (закрепленный на подвижной руке гониофотометра) поворачивался и наклонялся относительно двух перпендикулярных осей. Перед проведением измерений световой центр лампы совмещался с точкой пересечения двух поворотных осей (то есть с центром вращения).

Так как производители не указали рекомендуемые рабочие положения ИС, то считалось, что они не влияют на результаты испытаний.

Относительное изменение светового потока

Измерение параметров ЛН и трёх её аналогов, работающих с регуляторами светового потока, проводилось для выявления влияния уровня светорегулирования на световой поток ИС. Так как разным лампам соответствовали разные значения светового потока, то изменения последних выражались в относительных (безразмерных) единицах, нормализованных относительно значений, полученных при максимальном уровне светорегулирования. Если для регулирования светового потока использовался автотрансформатор, то максимальный уровень света соответствовал напряжению на выходе автотрансформатора 230 В. Результаты измерений, проводившихся с использованием двух способов регулирования светового потока, представлены на рис. 3 и 4.

В случаях КЛЛ и СДЛ изменения светового потока наблюдались сра-

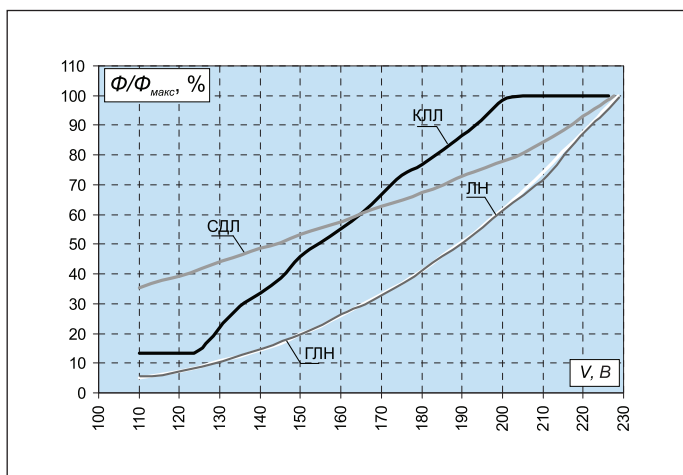


Рис. 3. Относительные изменения светового потока обследуемых источников света при регулировании напряжения с помощью тиристорного светорегулятора

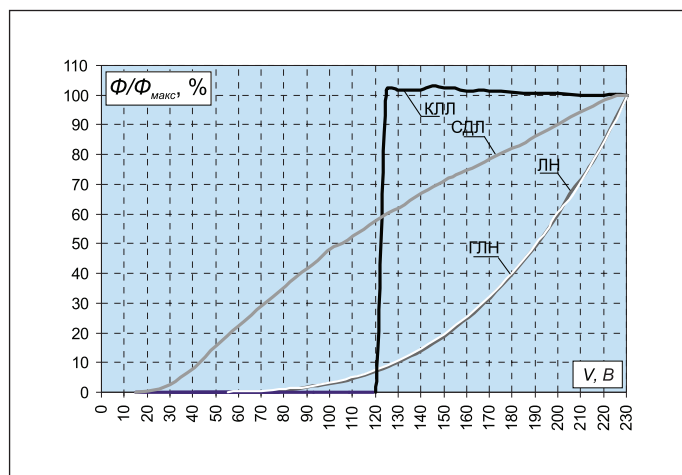


Рис. 4. Относительные изменения светового потока обследуемых источников света при регулировании напряжения с помощью автотрансформатора

зу после их подключения к источнику питания, даже до начала какого-либо регулирования светового потока. Это позволило определить время, требуемое для его стабилизации. Относительные изменения светового потока КЛЛ и СДЛ после подключения их к источнику питания показаны на рис. 5. Исходя из наблюдавшихся изменений световых потоков, время стабилизации было принято равным 1 ч.

Затем напряжение постепенно уменьшали (с шагом $10 \pm 0,2$ В). Было замечено, что (в случаях КЛЛ и СДЛ) после каждого уменьшения напряжения на 10 В световой поток стабилизировался через 6–7 мин. Исходя из этого, 10-минутная задержка была признана достаточной для проведения измерений светового потока.

Пространственное светораспределение

Общеизвестно, что пространственное распределение силы света зависит от излучающей поверхности источника света. В случае ЛН это может быть нить накала, а в случае ЛЛ – разрядная трубка. Если рассматривать полупроводниковые ИС, то на распределение силы света влияет используемая оптическая система. Так как в настоящее время единичные СД – мало мощные ИС, то на практике используют большее количество СД. Обычно их размещают на единой поверхности. И такое решение использовалось в обследованной СДЛ. Кроме того, производитель снабдил этот ИС молочным полусферическим рассеивателем, играющем роль вторичной оптической системы. Более подробно возможности формирования пространственного светораспределения СДЛ описаны в [6].

Разные формы светоизлучающих поверхностей ИС приводят к разному пространственному светораспределению. При этом представленные, на рис. 6, в полярных координатах КСС (измеренные с шагом 5°) были приведены к полному световому потоку 1000 лм и получены при питании исследуемого ИС от сети с номинальным напряжением 230 В. В случае КЛЛ измерения производились ещё один раз после подключения тиристорного светорегулятора. Посредством светорегулятора напряжение на лампе было установлено равным

Рис. 5. Относительные изменения светового потока аналогов ЛН после подключения их к источнику питания с номинальным действующим (среднеквадратичным) напряжением 230 В

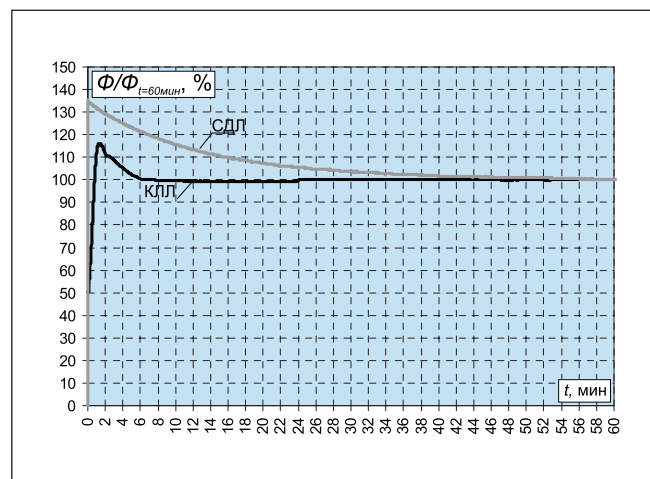
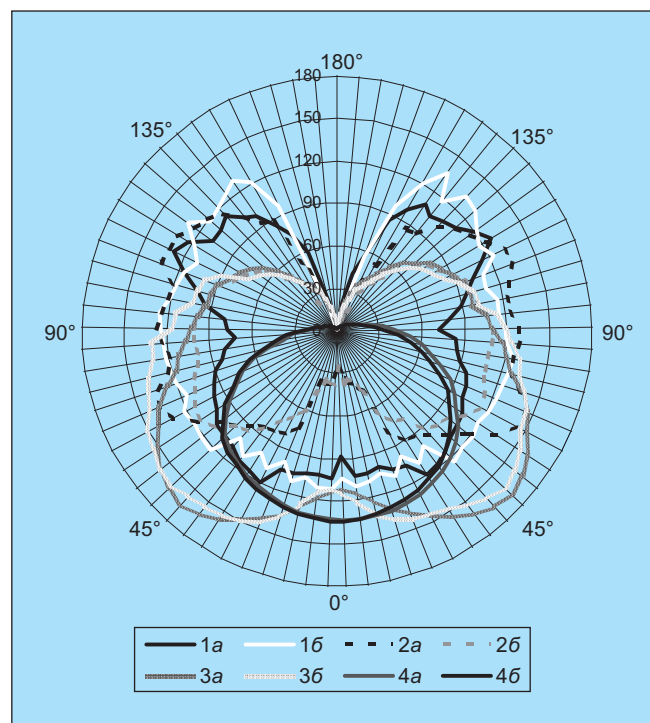


Рис. 6. Кривые силы света обследованных источников света в двух перпендикулярных друг другу плоскостях: а – С0-С180, б – С90-С270: 1 – ЛН, 2 – ГЛН, 3 – КЛЛ, 4 – СДЛ



143 В (что эквивалентно половинному световому потоку). Учитывая, что КСС оставались практически неизменными (за исключением масштаба), подобные измерения остальных ИС не производились.

Изменение спектров излучения

Спектры излучения определялись при следующих значениях светового потока, в %: 100 (максимальное значение), 75, 50, 25 и минимальное значение (разное у разных ИС).

Измеренные спектры излучения обследуемых ИС послужили основой для последующих расчётов значений координат цветности x, y (МКО 1931), T_u и R_a . Результаты приведены в табл. 2.

Для определения того, насколько полученные данные отличаются от имеющих место в случае ЛН, в табл. 2 были добавлены отклонения x, y, T_u и R_a : Δx и $\Delta y, \Delta T_u$ и ΔR_a соответственно.

Так как ЛН и их энергосберегающие аналоги (КЛЛ, СДЛ) генерируют свет по-разному, то их такие параметры, как T_u и R_a , должны быть разными. Однако для оценки степени подобия изменений этих величин (при регулировании светового потока) у ламп-аналогов и ЛН представлялось разумным представить колориметрические параметры в относительных единицах измерения (рис. 7 и 8).

Относительные изменения колориметрических параметров при изменении уровня светорегулирования

Сравнение координат цветности x, y (МКО 1931), коррелированной цветовой температуры T_c и общего индекса цветопередачи R_a при регулировании световых потоков обследованных источников света с помощью тиристорного светорегулятора

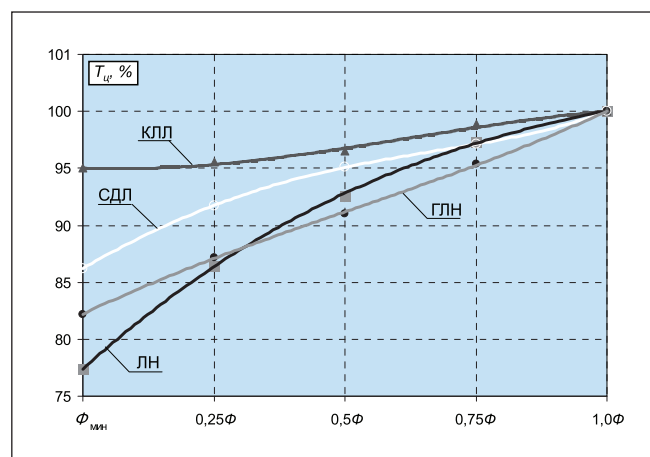
	x	y	Δx	Δy	T_c, K	$\Delta T_c, \%$	R_a	$\Delta R_a, \%$
Максимальное значение светового потока ($1,0 \cdot \Phi$)								
ЛН	0,4533	0,4076	-	-	2770	-	99,9	-
ГЛН	0,4442	0,4044	0,0091	0,0032	2918	5,3	99,3	-0,6
КЛЛ	0,4423	0,3948	0,0110	0,0128	2836	2,4	84,0	-15,5
СДЛ	0,4359	0,4625	0,0174	-0,0549	3437	24,1	74,9	-24,6
75% от максимального значения светового потока ($0,75 \cdot \Phi$)								
ЛН	0,4592	0,4088	-	-	2696	-	99,3	-
ГЛН	0,4521	0,4069	0,0071	0,0019	2783	3,2	98,8	-0,5
КЛЛ	0,4471	0,4001	0,0121	0,0087	2803	4,0	83,7	-15,7
СДЛ	0,4409	0,4596	0,0183	-0,0508	3338	23,8	73,1	-26,4
50% от максимального значения светового потока ($0,5 \cdot \Phi$)								
ЛН	0,4698	0,4105	-	-	2565	-	98,9	-
ГЛН	0,4618	0,4084	0,0080	0,0021	2656	3,5	98,2	-0,7
КЛЛ	0,4542	0,4049	0,0156	0,0056	2736	6,7	82,0	-17,1
СДЛ	0,4453	0,5936	0,0245	-0,1831	3268	27,4	72,0	-27,2
25% от максимального значения светового потока ($0,25 \cdot \Phi$)								
ЛН	0,4843	0,4105	-	-	2396	-	98,1	-
ГЛН	0,4712	0,4099	0,0131	0,0006	2544	6,2	97,9	-0,9
КЛЛ	0,4562	0,3948	0,0281	0,0157	2711	13,1	81,5	-20,3
СДЛ	0,4516	0,4564	0,0324	-0,0459	3153	31,6	71,0	-28,1
Минимальное значение светового потока (Φ_{\min})								
ЛН	0,5053	0,4060	-	-	2142	-	94,1	-
ГЛН	0,4834	0,4101	0,0219	0,0499	2398	10,7	93,8	-1,0
КЛЛ	0,4381	0,3711	0,0672	0,0349	2695	20,5	79,1	-19,0
СДЛ	0,4612	0,4489	0,0441	-0,0429	2964	38,4	70,0	-34,0

от максимального до минимального приведены в табл. 3.

Изменение световой отдачи

Потребности современной осветительной техники не сводятся к одной лишь возможности получения достаточно больших световых потоков ИС. Важную роль играют и экономические показатели, которые зависят от световой отдачи используемого ИС. Световая отдача представляет собой параметр, информирующий нас об эффективности генерации видимого излучения ИС (эффективности преобразования электрической энергии). Очевидно, что обследованные ИС имеют разные световые отдачи. Тем не менее, по мнению автора,

Рис. 7. Зависимости коррелированной цветовой температуры T_c от светового потока Φ



имело смысл проанализировать изменение этого параметра при светорегулировании. Для ответа на вопрос «является ли более тусклый свет бо-

лее экономичным?» к изображённой на рис. 2 системе измерений был добавлен анализатор мощности, и было проведено измерение активной мощ-

Максимальные относительные изменения колориметрических параметров при изменении светового потока обследованных ламп от максимума до минимума

Источник света	ЛН	ГЛН	КЛЛ	СДЛ
$\Delta T_c, \%$	22,7	17,8	4,9	13,8
$\Delta R_a, \%$	5,8	5,5	5,8	6,5

Изменение класса энергоэффективности при изменении уровня светорегулирования

Источник света	ЛН		ГЛН		КЛЛ		СДЛ	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Постановление [4] / [8]								
$1,0 \cdot \Phi$	E	×	C	D	A	A	A	A
$0,75 \cdot \Phi$	F	×	E	×	A	A	A	A
$0,5 \cdot \Phi$	G	×	E	×	A	A	A	A+
$0,25 \cdot \Phi$	G	×	F	×	B	B	A	A+
Φ_{\min}	G	×	G	×	B	B	A	A+

I – Директива 98/WE (уже не действует) [4]
 II – Директива (UE) номер 874/2012 (действует с 01.09.2013) [8]
 × – не удовлетворяет требованиям

ности, потребляемой помещённым в интегрирующую сферу ИС (рис. 9). Измерения производились при работе исследуемого ИС как с тиристорным светорегулятором, так и с автотрансформатором. Учитывая приведённые на рис. 3 и 4 результаты, в случае КЛЛ измерения производились только при работе с тиристорным светорегулятором.

Обычно производители ИС не приводят в техдокументации данных о световой отдаче. Однако, по директивам [4, 8], они обязаны указывать энергетическую эффективность предлагаемых изделий. Чем выше энергетический класс, тем более энергосберегающим является ИС, а к низким классам относятся менее энергоэффективные (потребляющие больше энергии) ИС. По [4], высший класс энергоэффективности – «А», а низший – «G», а по [8], высший класс – «A⁺⁺», а низший – «E».

ИС относят к определённому классу энергоэффективности в соответствии с их показателем энергоэффективности [4, 8]. В табл. 4 для пяти уровней светового потока и всех ИС приведены классы энергоэффективности, определённые в соответствии с прежней [4] и действующей [8] директивами.

Очевидно, класс энергоэффективности следует определять соотношением к определённому количеству ИС (минимум двадцати одного типа и от одного производителя, работающих при номинальном напряжении источника питания).

Так что приведённые в табл. 4 классы энергоэффективности следует рассматривать как примеры, демонстри-

рующие влияние уровня светорегулирования на энергетические классы единичных ИС разных типов. Приведённые в табл. 4 классы энергоэффективности обследованных ИС относятся к лампам, работающим с тиристорным светорегулятором.

Заключение

На основе результатов проведённых измерений можно сделать следующие выводы. ЛН имеют наиболее

широкий диапазон уровней регулирования светового потока независимо от типа используемого светорегулятора. Что касается КЛЛ и СДЛ, то возможности их светорегулирования существенно зависят от типа используемого регулятора светового потока. С помощью тиристорного светорегулятора световой поток КЛЛ может снижаться примерно на 87%, а световой поток СДЛ – примерно на 64%. После замены тиристорного светорегулятора на автотрансформатор с ди-

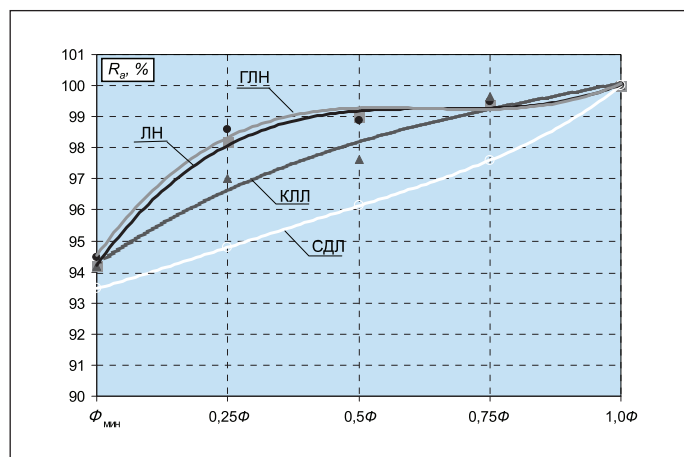


Рис. 8. Зависимости общего индекса цветопередачи R_a от светового потока Φ

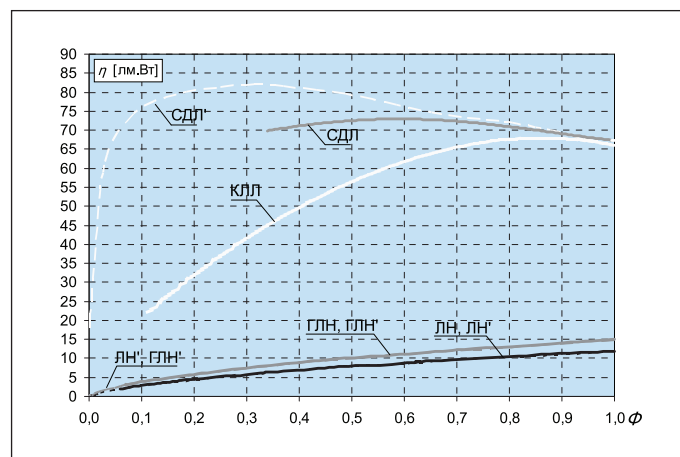


Рис. 9. Изменения световой отдачи при измерениях светового потока источников света. Кривые «ЛН», «ГЛН» и «СДЛ» соответствуют работе с автотрансформатором

апазоном выходного напряжения 125–230 В наблюдалось незначительное (примерно на 2–3%) повышение светового потока КЛЛ. Снижение напряжения питания ниже 125 В приводило к исчезновению излучения. Поэтому можно считать, что автотрансформатор не подходит для регулирования светового потока КЛЛ. Что касается СДЛ, то применение автотрансформатора в качестве светорегулятора приводит к реализации всего возможного диапазона уровней светового потока (от 0 до 100%).

Светораспределения обследованных ламп существенно отличны друг от друга. ГЛН меньше всего излучает в нижнюю полусферу, а СДЛ излучает в основном в полупространство (*half-spatial light*). При анализе светораспределения СДЛ возникает вопрос, можно ли этот ИС отнести к лампам направленного света. Для ответа на него, в соответствии с постановлением Еврокомиссии [7], следует определить долю светового потока в пределах телесного угла π ср, соответствующего конусу с углом при вершине 120° .

Для этого были проведены простые измерения, на основе результатов которых было установлено, что световой поток в пределах вышеуказанного телесного угла составляет 62% от полного светового потока этого ИС. Поэтому, учитывая, что доля полного светового потока в пределах этого телесного угла меньше 80%, получаем, что, в соответствии с документом [7], этот ИС является лампой ненаправленного света. Но несмотря на то, что СДЛ относят к той же категории, что и ЛН (лампы ненаправленного света), эти две лампы светят по-разному.

Ещё одним параметром, описывающим качество излучаемого света, служит R_a . При уменьшении светового потока обследованных ИС наблюдалось некоторое снижение R_a . В первом приближении можно сказать, что это снижение было одного порядка у всех этих ИС.

При уменьшении светового потока снижалась и ордината графика спектра излучения. Так как в пределах видимой области спектра степень этого изменения непостоянна, то происходит и изменение T_u . В случае ЛН максимальный спад T_u составил 20%, тогда как у её энергосберегающих аналогов (то есть у ИС, относящихся

к наивысшему классу энергоэффективности) он был меньше.

Суммируя вышесказанное, можно заключить, что ГЛН можно рассматривать как прямой аналог типичной ЛН, так как у ГЛН такой же диапазон светорегулирования. Сходны и их колориметрические параметры: при регулировании светового потока их изменения были аналогичными.

Говоря о светораспределении каждого из рассмотренных ИС, следует учитывать, что соответствующие данные относятся к лампам, вставленным в патрон при отсутствии каких-либо экранов. На практике такое встречается крайне редко. Обычно ИС, вставленные в патроны, часто окружены, например, рассеивающими экранами. Это меняет светораспределение, что не обязательно плохо.

С потребительской точки зрения наиболее важен предлагаемый диапазон регулирования светового потока. Утверждая, что их изделия допускает 100%-ное светорегулирование, производители подразумевают, что световой поток их лампы может снижаться до нуля (безотносительно к используемому светорегулятору). Однако результаты исследований, хотя и проведённых на одном ИС каждого вида, противоречат этому заявлению. По мнению автора, предоставляемая производителями информация о диапазоне светорегулирования должна сопровождаться примечанием «в зависимости от типа используемого светорегулятора».

Важным представляется и экономический фактор. Уменьшение светового потока как ЛН, так и КЛЛ снижает световую отдачу. В случае СДЛ ситуация совершенно другая: с уменьшением светового потока этого ИС световая отдача его может расти. Стоит обратить внимание на то, что на световую отдачу СДЛ сильно влияет используемый метод светорегулирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bommel, W.* Incandescent replacement lamps and Health // *Light & Engineering*.– 2011. – Vol. 19, No. 1. – P. 8–14.
2. *Czyżewski, D.* Zamienniki LED klasycznych żarówek // *Przegląd Elektrotechniczny*.– 2012. – No. 11a. – P. 123–127.
3. *Dulas, J.* Low energy-consuming compact fluorescent lamps // *Zeszyty Naukowe Elektryka. Politechnika Opolska*.– 2010. – Bulletin 64. – P. 35–36.
4. Dyrektywa Komisji 98/11/WE z dnia 27 stycznia 1998 r. wykonująca dyrektywę Rady 92/75/

EWG w zakresie etykietowania energii lamp gospodarstwa domowego.

5. *Janosik, E., Marzec, S., Łaciak, M., Nowicka, J., Zachara, J.* Porównawcza ocena wpływu światła żarówek i świetlówek kompaktowych na sprawność i komfort widzenia osób z różnych grup wiekowych // *Przegląd Elektrotechniczny*.– 2012. – No. 5a. – P. 177–180.

6. *Kelm, P.* Kształtowanie przestrzennego rozsyłu strumienia świetlnego przez matrycowe oprawy oświetleniowe ze źródłami elektroluminescencyjnymi // *Dissertation, Lodz University of Technology*. Łódź 2012

7. PN-EN 61000-3-2 KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA. part 3-2: Dopuszczalne poziomy emisji harmonicznego prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika ≤ 16 A).

8. Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) nr 874/2012 z dnia 12 lipca 2012 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE w odniesieniu do etykietowania energetycznego lamp elektrycznych i opraw oświetleniowych.

9. *Sosnowski, J.* Niekonwencjonalne źródła promieniowania optycznego // *Prace Instytutu Elektrotechniki*.– 2010. – Bulletin 244. – P. 49–59.

10. *Ślęk, B.* Zmiercz żarówek – i co dalej? // *Przegląd Elektrotechniczny*.– 2009. – R83, No. 9. – P. 372–375.

11. *Tabaka, P.* Badania porównawcze zamienników tradycyjnych żarówek // *Przegląd Elektrotechniczny*.– 2010. – No. 9. – P. 315–321.

12. *Wiśniewski, A.* Świetłówki kompaktowe // *Przegląd Elektrotechniczny*.– 2007. – R83, No. 5. – P. 100–102.

13. *Wiśniewski, A.* Lampy LED – ocena podstawowych parametrów // *Przegląd Elektrotechniczny*.– 2012. – No. 5a. – P. 166–168.

14. *Zalesińska, M.* Analiza porównawcza parametrów fotometrycznych i elektrycznych bezkierunkowych źródeł światła do użytku domowego // *Prace Instytutu Elektrotechniki*.– 2012. – Bulletin 255. – P. 161–173.

15. *Turlej, Z., Żagan, W.* Używanie świetlówek kompaktowych // *Nowa Elektrotechnika*.– 2010. – No. 7–8. – P. 71–72.

16. *Żagan, W.* Warunki wycofywania żarówek z eksploatacji i ich racjonalnej wymiany na energooszczędne źródła światła w pomieszczeniach domowych // *Przegląd Elektrotechniczny*.– 2009. – R85, No. 5. – P. 100–104.



Пржемыслав Табака (Przemysław Tabaka), Ph.D.
Окончил в 2002 г. факультет электротехники, электроники, вычислительной техники и систем

управления Лодзинского технического университета. Доцент Института электроэнергетики этого университета. Специалист по электрическим схемам светотехнических приборов. Член Польской ассоциации инженеров-электриков и Польской комиссии по освещению

Новые материалы для световых механо-оптических панелей

А.П. КОНДРАТОВ¹

ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет печати имени Ивана Фёдорова», Москва

Аннотация

Представлены конструктивные схемы, материалы и результаты испытаний новых многослойных световых панелей из полимеров, предназначенных для изготовления многоцветной динамичной рекламы, витражей и информационных вывесок. При этом путём сочетания механически управляемых поляризаторов света и светоотражающих металлизированных плёнок получают яркие цветовые визуальные эффекты при использовании искусственных источников света и естественного освещения панелей.

Управление цветом многослойных световых панелей основано на сочетании эффектов плеохроизма в анизотропных материалах и жёсткой эластичности полимерных плёнок. Применение световых панелей из полимеров позволяет получать динамичные и яркие цветовые эффекты без использования ядовитых веществ и печатных красок, и потому экологично.

Ключевые слова: световые пане-

ли, плеохроизм, поляризация света, координаты цвета, экология, световая реклама, прозрачность, полипропилен, слоистые материалы.

Введение

Лучший способ быть увиденным – это свет и движение. Сегодня световые панели стали обязательным инструментом продвижения самых разных торговых марок, новых услуг и фирм [1]. В светодизайне кварталов европейских городов появляется все большее разнообразие и большее количество светотехнических устройств излучающих искусственный и отражающих естественный свет, в которых используются новые материалы и современные технологии [2]. При этом наряду с эстетикой на первый план выходят проблемы энергосбережения [3] и экологичности светотехнических средств [4].

Продукция рекламного назначения изготавливается с использованием разных полимерных материалов и интенсивно окрашенных низкомолекулярных веществ – пигментов или органических красителей, которые вносят негативный вклад в загрязнение почвы и воды природных водоёмов.

Многослойные механо-оптические панели из прозрачных полимерных

материалов – это новый вид светотехнических устройств, позволяющих без использования синтетических красителей, ядовитых пигментов и иных токсичных компонентов красок, загрязняющих окружающую среду, получать яркие визуальные эффекты в проходящем и отражённом свете [5]. Физическая основа получения полноцветных изображений и ярких фоновых окрасок, последовательно меняющих цвет в зависимости от угла зрения, – эффект плеохроизма. В производстве панелей используются неядовитые и (или) биоразлагаемые вещества, поляризующие свет, и экологичные в производстве и применении полимеры, такие как полиэтилен или полипропилен в состоянии жёсткого эластика [6]. Полностью обратимая деформация жёсткоэластического полипропилена позволяет изменять фотоупругость плёнки и получать разную окраску экрана слоистой панели, как при искусственном, так и естественном освещении. Возможности варьирования цвета панелей путём подбора полимерных плёнок с разной фотоупругостью и (или) растяжения плёнки жёсткоэластического полипропилена до разной относительной деформации показаны на рис. 1.

Устройство экрана световых механо-оптических панелей

Для оптических измерений собирался макет фасадной части световой панели – трехслойный экран (рис. 2, а), включающий деформируемую плёнку жёсткоэластического полипропилена 3 и два листа материала, поляризующего свет 1 и 2. Плёнку жёсткоэластического полипропилена располагали внутри под углом 30° к направлению поляризации света, которое одинаково во внешних слоях материала. Световая панель без деформации среднего слоя изначально принимает синее или жёлтое окрашивание, в зависимости от ориентации слоёв материала относительно друг друга. Стрелками обозначено направление циклической деформации эластичного слоя 3. В результате эластичного растяжения и сокращения плёнки динамично меняется цвет экрана. Если начальная окраска была синей, то при растяжении плёнки 3 цвет экрана по мере деформирования становится последовательно красным,

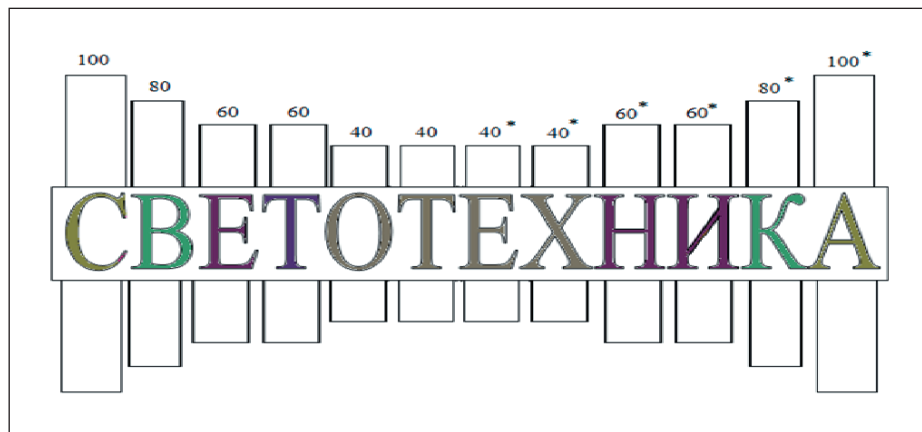




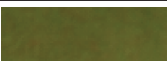

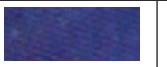










Рис. 1. Экран световой механо-оптической панели с изменяемым цветом букв при циклической деформации плёнки жёсткоэластического полипропилена. Буквы высечены в непрозрачном пластике белого цвета. Числа с 40 по 100 – относительная деформация плёнки при растяжении, а с 40 по 100 – при её сокращении (%)

Результат межслойной печати на жесткоэластическом полипропилене с различной фоновой окраской в поляризованном свете

№	Цвета	Жёлтый			Голубой			Розовый					
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*			
п/п	краски		83	-4	86		35	-4	-50		90	19	-14
1	фона (плёнки)										15	2	-29
	всего экрана		37	10	41		14	29	-59		22	24	-35
2	фона (плёнки)										13	36	-32
	всего экрана		43	23	48		9	28	-53		23	42	-27
3	фона (плёнки)										37	-10	-33
	всего экрана		50	-18	50		24	1	-37		53	-1	-36

оранжевым, зелёным, синим или фиолетовым. При сокращении обратный порядок чередования цветов не сохраняется, а по мере увеличения числа циклов деформации меняется также интенсивность окрашивания экрана в сторону усиления тона.

Дополнительными возможностями для получения многоцветных эффектов обладают отражающие панели с зеркальным слоем металла на тыльной стороне экрана и световые панели, представляющие собой четырёхслойный пакет (рис. 2, б) из прозрачных или прозрачных запечатанных монохромных полимерных плёнок, две из которых выполнены из жесткоэластического полипропилена 3 и 4. Плёнки жесткоэластического полипропилена в форме лент располагают под прямым углом между двумя листами поляризующего свет плёночного материала 1 и 2. С нижней стороны располагают источник света, а наблюдение за цветом панели и его изменением в разных частях при изменении угла зрения ведут сверху. Прозрачные и бесцветные ленты из плёнки жесткоэластического полипропилена при наблюдении под углом 90° сверху сквозь листы поляризующего свет плёночного материала приобретают синий и жёлтый цвета в местах без взаимного перекрытия, а в месте наложения плёнок появляется зелёный цвет. При изменении угла зрения цвет разных участков световой панели меняется.

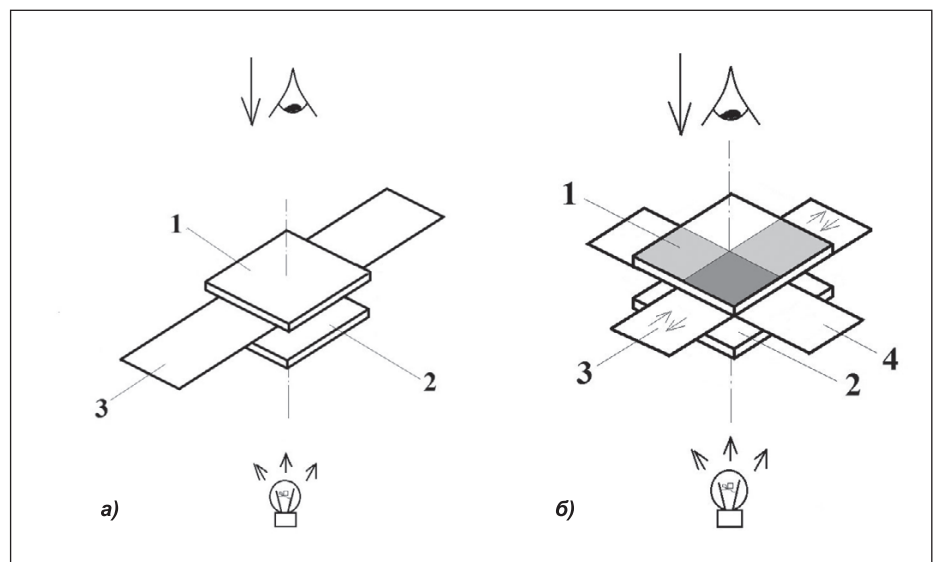


Рис. 2. Схемы наблюдения за изменением цвета многослойных экранов панелей

Палитра цветов механо-оптических панелей

Для количественной оценки цветового охвата, характеризуемого диапазоном изменения цветовых координат окраски, появляющейся и исчезающей при деформации среднего эластичного слоя полипропилена, производилась видеосъёмка панели в проходящем солнечном свете и измерение спектра отражения с помощью спектрофотометра для высокоточных цветовых измерений текстильных материалов, пластиков, покрытий, жидкостей и флуоресцирующих образцов Color i7 фирмы X-Rite. Ре-

зультаты измерений представлены на рис. 3.

Видно, что световые панели обеспечивают получение полноцветных декоративных эффектов и изображений практически во всём оптическом диапазоне длин электромагнитных волн. Оттенки исследуемых макетов световых панелей, изготовленных из трёх прозрачных полимерных плёнок, обладают большой светлотой как в проходящем, так и в отражённом свете. Для получения более тёмных тонов и поиска дополнительных технологических возможностей изменения цвета панелей исследовалась возможность межслойной печат-

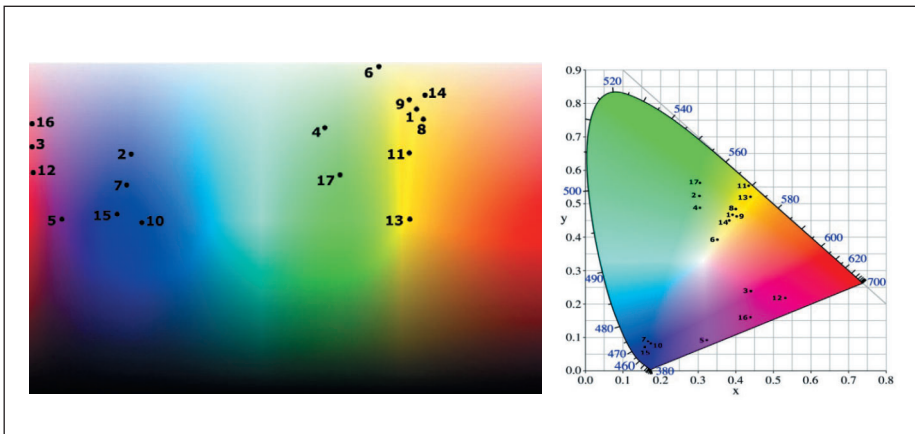


Рис. 3. Цветовые координаты разных участков многослойной плёнки в отражённом (слева) и проходящем (справа) свете

ти. Способами офсетной, флексографской и трафаретной печати наносился сплошной слой краски разного цвета на разные внутренние поверхности слоистого пакета полимерных плёнок. Использовались экологичные водоразбавляемые фольевые краски оксидативного закрепления, имеющие гигиенические сертификаты. При этом межслойная печать водоразбавляемыми красками внутри пакета гидрофобных плёнок обеспечивает яркую окраску и надёжную защиту панели от погодных факторов. Цвета экранов количественно и качественно представлены в таблице

Заключение

1. Применение в световых панелях многослойных пакетов поляризующих свет плёнок позволяет получать яркие цветные визуальные эффекты в проходящем и отражённом свете без использования печатных красок и токсичных материалов.

2. Световые панели с подвижным слоем из жёсткоэластических полимеров с периодически меняющейся фотоупругостью позволяют повышать заметность рекламы и усиливать эстетическое восприятие дизайнерского оформления подвижных объектов за счёт непрерывного изменения цвета панелей при циклическом деформировании внутренних слоёв плёнок и изменении угла наблюдения.

3. Световые панели с управляемым цветом экранов и межслойной печатью могут быть использованы в прозрачных и в отражающих свет конструкциях рекламных панелей и щитов, размещаемых внутри и вне закрытых помещений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sign Media Group – Световые панели. URL: <http://smedia-group.ru> (дата обращения 30.09.2013).
2. Щенцов Н.И. О светодизайне квартета западногерманских городов // Светотехника.– 2010.– № 6. – С. 15–22.
3. Вебер А., Ницше М. Сокращение энергозатрат в уличном освещении // Светотехника.– 2010.– № 6. – С. 10–14.
4. Бедокс Л. Экологичное качественное освещение с помощью программы PEC // Светотехника.– 2009.– № 1. – С. 15–17.
5. Кондратов А.П., Ермакова И.Н. Управление цветом прозрачных полимерных запечатываемых материалов // Известия ТулГУ. Технические науки.– 2013. – Вып. 3. – С. 58–67.
6. Кондратов А.П. Новые полимерные плёнки для печати, защищённой от подделки этикетки и упаковки // Известия вузов. Проблемы полиграфии и издательского дела.– 2011.– № 2. – С. 83–94.



Кондратов Александр Петрович, доктор техн. наук (спец.: «Вооружение и военная техника»), профессор (спец.: «Экологическая безопасность деятельности

вооружённых сил»). Окончил с отличием Военную академию химической защиты. Профессор кафедры «Материаловедение» и главный научный сотрудник Центра научных исследований ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет печати имени Ивана Фёдоров»

ПОПРАВКА

В № 6 журнала «Светотехника» за 2014 г. на с. 70 вместо «СПб НИУ «ИТМО» следует читать «Университет ИТМО».

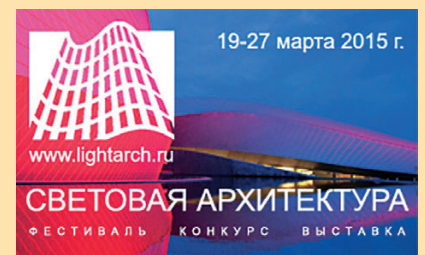


Данный отчёт (публикация CIE 215:2014) знакомит широкий круг пользователей и проектировщиков освещения с применением понятия «стандартное небо МКО», растолковывает это понятие, описываемое в стандартах ISO 15469:2004 / CIE S 011:2003, и рассматривает его упрощённое практическое использование. Документ включает соответствующие библиографию (обширную) и рекомендации по методам прогнозирования, техническим средствам и компьютерным программам.

Публикация написана на английском языке с аннотацией на французском и немецком. Содержит 77 с., 21 ил. и 10 табл. и легко доступна в Национальных комитетах МКО или через интернет-магазин МКО.

Цена публикации – €162 (членам Национальных комитетов МКО скидка на 66,7%).
www.cie.co.at
12.2014

Фестиваль «Световая архитектура»



Союз московских архитекторов, при поддержке Правительства Москвы и Комитета по архитектуре и градостроительству Москвы, в рамках «Международного года света и световых технологий-2015», представляет новый фестиваль и смотр-конкурс «Световая архитектура» (19–27.03.2015, Центральный дом архитектора, Гранатный переулок, 7).

График проведения конкурса и Фестиваля: 28.01–05.03 Приём заявок на участие в смотре-конкурсе; 19.03 Церемония открытия выставки и Фестиваля; 19–27.03 Программа фестиваля; 27.03 Подведение итогов смотра-конкурса.

Программа Фестиваля: Открытые лекции ведущих зарубежных и российских экспертов и архитекторов; Воркшопы для студентов, молодых светодизайнеров, архитекторов и видеоартистов; Исследовательские и обучающие семинары для специалистов и проектировщиков; Конференция «Световая среда города»; Смотр-конкурс «Световая архитектура»; выставка технологий и материалов.

Руководитель оргкомитета:
Елена Петухова, epetuhova@gmail.com,
+7 (495) 410 00 76.

Расширение области применения устройств дифференциального тока

В данном сообщении приводятся данные из нормативных документов о применении устройств дифференциального тока с комментариями автора.

Из ГОСТ [1]

1.1 Настоящий стандарт распространяется на распределительные щитки, применяемые в жилых зданиях для поквартирного и внутриквартирного распределения электроэнергии и учёта её потребления, а также для защиты групповых и распределительных линий цепей при перегрузках и коротких замыканиях.

1.2 Стандарт устанавливает требования к щиткам, присоединяемым к цепям напряжением 220 и 380/220 В трёхфазного переменного тока частотой 50–60 Гц в электроустановках с системами заземления TN-S, TN-C-S, TN-C по ГОСТ 30331.2 / ГОСТ Р 50571.2 (схемы щитков приведены в приложении А).

1.3 Стандарт устанавливает требования к щиткам, применяемых в многоквартирных жилых зданиях массового строительства (далее – здания массового строительства), в многоквартирных жилых зданиях, строящихся по индивидуальным проектам (далее – индивидуальные здания), а также в коттеджах, индивидуальных сельских домах и садовых домиках (далее – многоквартирные жилые дома).

1.5 Щитки могут устанавливаться в местах, доступных при эксплуатации неквалифицированному персоналу для выполнения коммутационных операций.

6.6 Комплектуемая аппаратура

6.6.4 Для комплектации щитков следует применять преимущественно защитные аппараты и приборы, имеющие единый размерный модуль и крепление которых предусмотрено на рейках по ГОСТ Р МЭК 60715.

6.6.5 Автоматические выключатели и автоматические выключатели, управляемые дифференциальным током (АВДТ) по 6.6.3, должны иметь расцепители перегрузки (тепловые)

и расцепители токов короткого замыкания (электромагнитные типов В, С). Номинальная наибольшая отключающая способность аппаратов – не менее 3000 А при напряжении по таблице 2.

Примечания

1. Допускается применять автоматические выключатели, управляемые дифференциальным током (ВДТ) по ГОСТ Р 51326.1 без встроенной защиты от сверхтока при наличии в цепи защитного аппарата от сверхтока, скоординированного по стойкости к токам короткого замыкания с автоматическим выключателем ВДТ.

2. Допускается в многоквартирных жилых домах, кроме коттеджей, применять защитные аппараты с отключающей способностью менее указанной в 6.6.5, но не ниже 1500 А, если ожидаемый ток короткого замыкания в месте установки выключателей не превышает этого значения, что должно быть обосновано потребителем расчётными данными.

3. На вводе щитков, устанавливаемых в деревянных домах, следует применять автоматические выключатели дифференциального тока АВДТ.

Из ПУЭ [2]

7.1.84 Для повышения уровня защиты от возгорания при замыканиях на заземлённые части, когда величина тока недостаточна для срабатывания максимальной токовой защиты, на вводе в квартиру, индивидуальный дом и т.п. рекомендуется установка УЗО с током срабатывания до 300 мА.

Из ГОСТ [3]

411.3.3... В системах переменного тока дополнительная защита посредством защитного устройства дифференциального тока (УДТ) в соответствии с 415.1 должна быть предусмо-

трена для штепсельных розеток, предназначенных для общего применения, с номинальным током, не превышающим 20 А, которые используют обычные лица,

415.1 Дополнительная защита: защитные устройства дифференциального тока (УДТ)

415.1.1 Применение УДТ с номинальным отключающим дифференциальным током, не превышающим 30 мА, в системах переменного тока считают дополнительной защитой в случае отказа одной из мер основной защиты (защиты при прямом прикосновении) и (или) защиты при повреждении (защиты при косвенном прикосновении) или неосторожности пользователей.

Из ГОСТ [4]

В таблице 51А приведены помещения с наличием пожароопасных обрабатываемых или складированных материалов (Таблица 51А).

Из ГОСТ [5]

422.3 Помещения с наличием пожароопасных обрабатываемых или складированных материалов

Код класса внешних воздействий – **ВЕ 2**, таблица 51А (ГОСТ [5]).

422.3.9 Групповые конечные цепи и использующее электрический ток оборудование должны быть защищены от повреждения изоляции следующим образом:

а) в TN и TT системах должны использоваться устройства защиты по дифференциальному току с расчётным дифференциальным током срабатывания менее 300 мА. Там, где резистивные отказы могут вызвать пожар, например, для нагревателей с использованием плёночных элементов, расчётный дифференциальный ток срабатывания должен быть менее 30 мА;

б) в IT системах должны быть установлены устройства контроля изоляции, контролирующие установку в целом, или устройства защиты по дифференциальному току в групповых (конечных) цепях, со звуковой и световой сигнализацией. Альтернативно могут использоваться устройства

Код класса внешних воздействий	Внешнее воздействие	Характеристика по выбору и монтажу электрооборудования	Ссылка
ВЕ 2	пожароопасность	Производства по переработке и хранению горючих материалов, в том числе с наличием пыли. Амбары, деревообрабатывающие цеха, бумажные фабрики. Оборудование, изготовленное из материала, не распространяющего горение. Должны быть приняты такие меры, что значительное повышение температуры или искрение в электрооборудовании не могут вызвать возгорание	[5, 6]

защиты по дифференциальному току с расчётным дифференциальным током срабатывания как определено в перечислении а). При втором отказе максимальное время отключения следует выбирать по ГОСТ [5], таблица 41.1 (ГОСТ [3]).

Кабели с минеральной изоляцией и магистральные шинопроводы не считаются вероятными источниками пожара при повреждении изоляции и не требуют защиты.

Комментарии

1. Из требований пунктов 411.3.3 и 415.1.1 ГОСТ [3] следует, что для штепсельных розеток с номинальным током, не превышающим 20 А, должны быть предусмотрены устройства дифференциального тока АДТ и (или) ВДТ с номинальным отключающим дифференциальным током 30 мА: в квартирах многоквартирных жилых зданий массового строительства и многоквартирных жилых зданий, строящихся по индивидуальным проектам; в коттеджах; в индивидуальных сельских домах; в садовых домиках.

2. В соответствии с требованием пункта 6.6.5 ГОСТ [1], на вводе в щиток, устанавливаемый в деревянных коттеджах, следует предусматривать селективный автоматический выключатель дифференциального тока АДТ с номинальным отключающим дифференциальным током 300 мА. При этом сохраняется требование об установке в щитках коттеджей выключателей АДТ и (или) ВДТ с номинальным отключающим дифферен-

циальным током 30 мА, к которым подключаются штепсельные розетки с номинальным током, не превышающим 20 А. Такое решение, по согласованию с владельцем, возможно и для индивидуальных деревянных сельских домов.

На вводе в щиток, устанавливаемый в индивидуальных деревянных сельских домах и деревянных садовых домиках, от которого питается все электрооборудование (дома, домика), целесообразна установка автоматического выключателя дифференциального тока АДТ с номинальным отключающим дифференциальным током 30 мА. При этом в вводном щитке исключается дополнительная установка выключателей АДТ и (или) ВДТ, к которым подключаются штепсельные розетки с номинальным током, не превышающим 20 А.

3. В соответствии с пунктами 7.1.64 и 7.1.84 ПУЭ [2], в квартирных щитках жилых зданий вводной селективный выключатель дифференциального тока ВДТ необходимо устанавливать после расчётного счётчика. При этом следует выполнять требования пунктов 411.3.3 и 415.1 стандарта [3] в части, касающейся штепсельных розеток.

4. В соответствии с требованием пункта 6.1.14 ПУЭ [2], установку устройств дифференциального тока АДТ или ВДТ с номинальным отключающим дифференциальным током 30 мА следует предусматривать в щитках жилых зданий, к которым подключаются групповые сети освещения шахт лифтов, питающие светильники класса защиты I.

5. При проектировании электрооборудования помещений с наличием пожароопасных обрабатываемых или складированных материалов следует руководствоваться требованиями пункта 422.3 ГОСТ [5] по применению устройств дифференциального тока, дополняющими требования пункта 482.2.10 ГОСТ [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ Р 51628–2000 «Щитки распределительные для жилых зданий. Общие технические условия» (с изменением № 1, утверждённым в марте 2004 г.).
- Правила устройства электроустановок. 7-изд. – СПб.: Деан, 2010.
- ГОСТ Р 50571.3–2009 (МЭК 60364–4–41:2005) «Электроустановки низковольтные. Часть 4–41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током».
- ГОСТ Р 50571.5.51–2013 / МЭК–60364–5–51:2005 «Электроустановки низковольтные. Часть 5–51. Выбор и монтаж электрооборудования. Общие требования». Ввод в действие – с 01.01.2015.
- ГОСТ Р 50571.4.42–2012 (МЭК 60364–4–42:2010) «Электроустановки низковольтные. Часть 4–42. Требования по обеспечению безопасности. Защита от тепловых воздействий».
- ГОСТ Р 50571.5.52–2011 (МЭК–60364–5–52:2009) «Электроустановки низковольтные. Часть 5–52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки».
- ГОСТ Р 50571.17–2000 (МЭК 60363–4–482–82) «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Глава 48. Выбор мер защиты в зависимости от внешних условий. Раздел 482. Защита от пожара».

*Р.И. Паиковский, инженер,
корреспондент журнала
«Светотехника» в Санкт-Петербурге*

О комфортном промышленном освещении

К. МАЦЦОЛА¹

Компания *Gewiss S.p.A.*, Ченато-Сотто, Италия

Аннотация

Одна из наиболее перспективных областей внедрения светодиодов (СД) – промышленное освещение. Но внедрение новой техники невозможно без проведения соответствующей разъяснительной кампании и квалифицированного описания преимуществ этой техники на доступном для потребителей уровне. В статье приводятся некоторые основанные на опыте практические советы, способные облегчить правильное восприятие достоинств СД и их принятие.

Ключевые слова: промышленное освещение, освещение светодиодами, энергосбережение, внедрение.

Программа развития европейских стран предполагает непрерывное сокращение выбросов CO_2 , первый этап которого может завершиться к 2020 г., а второй, гораздо более претенциозный, предусматривающий колоссальное (на 80%) сокращение выбросов по сравнению с 1990 г. – к 2050 г. [1]. Эта цель может быть достигнута благодаря крупномасштабному применению возобновляемых источников энергии, системы улавливания CO_2 и осуществляемой в мировом масштабе экономии энергии.

Промышленное освещение представляется наиболее привлекательным для достижения последней цели по следующим причинам:

1. Внедрение в него СД всё ещё на низком уровне.
2. Рабочее время в нём обычно гораздо продолжительнее, чем везде.
3. В нём большие возможности для увеличения коэффициента использования мощности.
4. Существует возможность модернизации производственных предприятий всего лишь улучшением освещения.

Все эти причины объясняют прогноз развития (итальянского) рынка промышленного освещения [2], приведённый на рис. 1.

Постарайтесь не сводить открывающиеся возможности к простому сравнению технических характеристик старых и новых источников света, не учитывая при этом остальные многочисленные достоинства последних, которые будут понятны и реальны только для тех, кто сможет воспользоваться всеми преимуществами, предоставляемыми процессом модернизации.

Очевидно, что люди – основная составляющая этого процесса, кото-

рый не может не зависеть от восприятия его результатов конечными потребителями (имеется в виду решение зрительных задач). С этой точки зрения необходимо обращать внимание на следующее:

1. Новая техника обычно воспринимается как менее удобная, чем старая. К тому же, всё ещё не разработаны новые стандарты, которые позволяли бы оценивать эффективный уровень блёскости (дискомфорта) (UGR), знание которого необходимо для обеспечения хорошего освещения промышленных предприятий.

2. Существующие промышленные предприятия освещены, в основном, недостаточно, и не только из-за плохого проектирования освещения, но и из-за того, что реальный темп спада светового потока намного больше использовавшегося в расчётах: в ряде случаев световой поток спадает до 35–40% от начального.

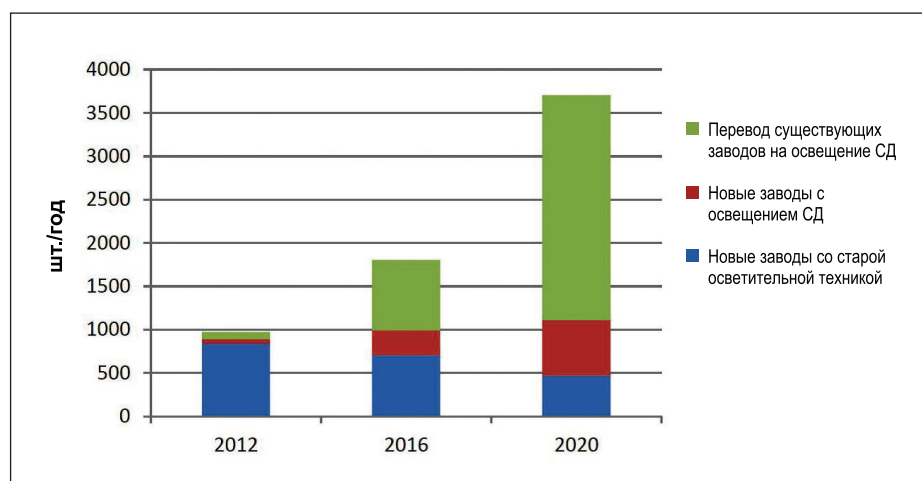


Рис. 1. Прогноз развития промышленного освещения светодиодами

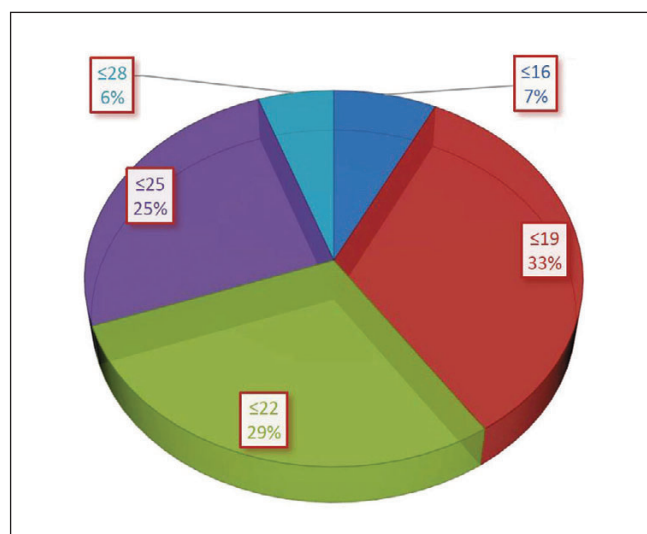


Рис. 2. Требования к уровню блёскости (UGR) согласно EN 12464-1 (виды работ объединены в соответствии с требованиями к UGR)

¹ E-mail: christian.mazzola@gewiss.com
Перевод с англ. Е.И. Розовского

3. С технической точки зрения стремление к экономии затрат и энергии способствует ухудшению качества освещения.

Поэтому жизненно важно, чтобы процесс убеждения был разбит на части, с учётом времени, требующегося на проведение оценок и стереотипизацию нового завода.

Ниже приведены некоторые основанные на опыте практические советы, способные облегчить правильное восприятие достоинств новой техники и её принятие.

1. Убеждая тех, кто принимает окончательное решение, следует учитывать их потребности: сосредоточиться на экономии энергии, качестве освещения, управлении освещением, гибкости, наилучшей эффективности и т.д. Говоря о качестве, следует иметь в виду его улучшение по сравнению с минимальным уровнем по стандарту *EN 12464-1* для конкретной сферы деятельности собеседника. Минимальный уровень должен рассматриваться не в качестве рабочей характеристики, а – требования.

2. Хотя действующий стандарт и не может считаться подходящим для правильной оценки *UGR* в соответствии с *EN 12464-1*, тем не менее верно, что светильники с меньшими *UGR* (рассчитанными согласно *CIE 177-1995*) воспринимаются как более комфортные. Уменьшение *UGR* улучшает связанные с потребностями людей характеристики освещения.

3. Изделия с СД гораздо дороже ранее использовавшихся в осветительной технике. Однако одна единственная ОУ ещё недостаточно объективно презентует и может компрометировать новое решение, достоинство которого следует оценивать при одновременном рассмотрении результатов эксплуатационных испытаний разных ОУ, обеспечивающих выполнение одних и тех же зрительных задач. Полезным для выбора площадки для проведения испытаний может оказаться раздел 4.3 стандарта *EN 12464-1*.

4. Испытания полезно проводить на протяжении достаточно продолжительного времени. Это позволит избежать первого неблагоприятного впечатления, которое возникает при непрерывном наблюдении светиль-

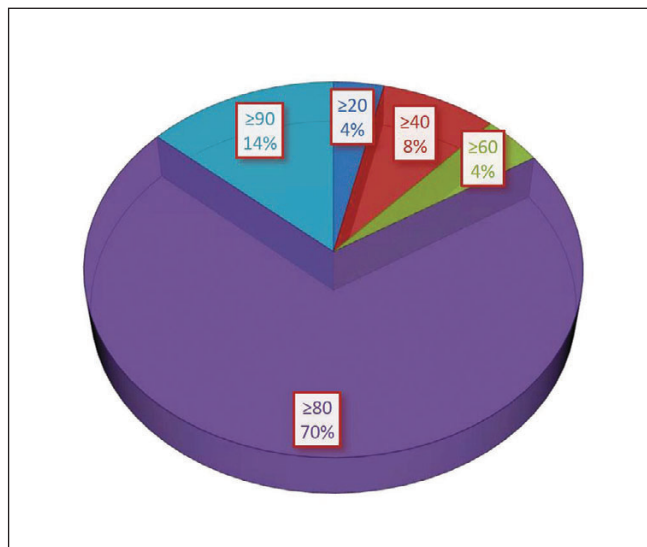


Рис. 3. Требования к R_a согласно *EN 12464-1* (виды работ объединены в соответствии с требованиями к R_a)

ника и может считаться нормальным для первых дней его работы. Для того, чтобы сфокусировать внимание на улучшении освещения применительно к выполняемой зрительной задаче, обычно достаточно двух недель.

Если посмотреть на виды работ по разделу 5 стандарта *EN 12464-1*, то можно заметить сильное стремление к низким значениям *UGR*, для внутреннего освещения в целом, а не только в промышленном освещении (рис. 2).

Сосредоточенность на качестве света хорошо заметна при рассмотрении видов деятельности, объединённых в соответствии с требованиями, предъявляемыми к общему индексу цветопередачи R_a (рис. 3).

К сожалению, по коррелированной цветовой температуре подобный целенаправленный подход отсутствует, и требования к её значениям предъявляются только для несколько видов работ, обычно превышая при этом 4000 К, и никак не связаны с влиянием освещения на циркадные процессы [3].

Если даже в случае уличного освещения, с его гораздо меньшей продолжительностью воздействия на людей, уже начата разъяснительная работа по качеству освещения, то это можно распространить и на промышленное освещение для облегчения проведения его модернизации.

В ином случае существует вероятность того, что вышеуказанные грандиозные возможности не скажутся на теории и практике проектирова-

ния освещения из-за чрезмерной сосредоточенности на вопросах энергосбережения, которое хотя и лежит во главе угла, но не должно являться камнем преткновения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Verso un'Italia low carbon: Sistema energetico, occupazione ed investimenti. Executive summary// Rapporto Energia e Ambiente, Scenari e Strategie, ENEA, 2013.
2. Lighting the way: Perspectives on the global lighting market, second edition, McKinsey&Company, 2012.
3. Bellia, L., M. Seraceni, M. A proposal of a simplified model to evaluate circadian effects of light sources // Lighting Research and Technology. – Published online 13.06. 2013. URL: <http://lrt.sagepub.com/content/early/2013/05/22/1477153513490715>.



Кристиан Маццола (Christian Mazzola),
инженер.
Руководитель светотехнического звена
в Светотехническом

отделе компании *Gewiss*. Активно участвует в продвижении новой продукции *Gewiss* как докладчик на конференциях и технический консультант в коммерческих переговорах с наиболее важными клиентами компании. С 2008 г. представляет *Gewiss* в ASSIL (Ассоциация итальянских производителей светотехнических изделий) по техническим и коммерческим вопросам

Контрафактное стекло → контрафактное окно → контрафактное здание

А.В. СПИРИДОНОВ¹, И.Л. ШУБИН

НИИ строительной физики РААСН, Москва

Аннотация

В статье, с опорой на собственный опыт авторов, показывается невозможность реализации программ энергосбережения и обеспечения комплексной безопасности в отечественном строительстве без искоренения практики массового использования контрафактной продукции.

Ключевые слова: контрафакт, контрафактный, оконный, стекло, светопрозрачная конструкция, фасадная конструкция

Всезнающая Википедия даёт следующее определение понятию, трижды повторенному в названии настоящей статьи:

Контрафáкт (англ. *counterfeit* – подделка) – *новый продукт, созданный на основе существующего оригинала с нарушением интеллектуальных прав.*

Основные виды контрафакта:

1. *Использование чужого логотипа или настолько похожего, что их легко перепутать. Например, вместо «Gucci» – «Guchi». В таком случае, производители подделок имеют возможность отрицать факт контрафакта тем, что оригинальное имя не использовалось, при этом рядовой покупатель часто не знает, как точно выглядит искомый логотип, и опирается при покупке на смутно знакомую картинку.*

2. *Подделка внешнего вида товара, его дизайнерских решений. Это актуально для таких вещей как предметы декора, мебель, одежда и т.д.*

3. *Незаконное использование мультимедиа-продукции, книг и компьютерных программ – т.н. «пиратство».*

4. *Незаконное использование запатентованных технических решений.*

В области строительства очень часто встречаются случаи подделки известных (и популярных среди заказчиков) торговых марок, а также неза-

конного использования запатентованных технических решений.

В частности, в 1990–2000-х гг. наблюдалось копирование ПВХ- и алюминиевых профилей для изготовления оконных и фасадных конструкций, первоначально разработанных западными профильными компаниями. Такое массовое, скажем прямо, воровство технических решений было связано как с резким ростом объёмов оконного рынка и довольно большой рентабельностью производства светопрозрачных конструкций в те годы, так и с нежеланием отечественных фирм тратить очень серьёзные время и деньги на разработку собственных оригинальных вариантов оконных и фасадных профилей. Несмотря на кажущуюся простоту, современные оконные и, особенно, фасадные конструкции являются достаточно сложными инженерными решениями, на разработку которых ведущие западные производители тратили и тратят годы и годы, а также миллионы евро.

Доходило до того, что отечественные «копиисты» использовали в своих профилях те же номенклатурные артикулы, что и у западных оригиналов, что позволяло им производить поначалу ограниченный ассортимент основных, наиболее используемых профилей, убеждая своих заказчиков, что дополнительные профили они смогут купить у западной фирмы. Любая серьёзная западная компания, специализирующаяся на соответствующих профилях, имеет в своём «портфеле» десятки (ПВХ-профили) и сотни (алюминиевые профили) изделий, которые обеспечивают возможность создания достаточно сложных по архитектурному решению фасадов зданий.

Конечно, масштаб копирования в нашей стране был существенно меньшим, чем в КНР, где подобное пиратское производство поддерживалось на государственном уровне до самого последнего времени. Однако и у нас были судебные процес-

сы по искам западных компаний (или их российских представительств) против отечественных производителей профиля. При этом из-за объективных сложностей защиты интеллектуальной собственности, каковой, несомненно, являются профильные оконные и фасадные системы, и отсутствия российских патентов на них, нам не известны случаи положительных судебных решений для российских «пиратов».

Известно и об уникальных случаях, которые могли произойти, по нашему мнению, только в России. Так, несколько лет назад один из авторов в качестве эксперта участвовал в заседаниях всем известного Стокгольмского арбитражного суда, где рассматривался иск знаменитого зарубежного архитектора к российской строительной компании, которая, по мнению истца, «украла» идею внешнего вида одного из знаковых московских зданий. Архитектор при этом выиграл.

Такие случаи, конечно, интересны. Однако, учитывая значительный опыт авторов в российском строительстве (особенно, в оконной и фасадной отрасли), они считают необходимым дополнить определение понятия «контрафакт» по Википедии (см. выше) ещё двумя позициями, а именно:

1. *Сознательное или неумышленное изменение проектных решений, приводящее к ухудшению технических характеристик, в частности строительных материалов и конструкций.*

2. *Предоставление ложных (или заведомо ложных) данных/сертификатов/протоколов испытаний материалов и конструкций, приводящих к снижению проектных характеристик материалов, конструкций, инженерных систем и зданий.*

По нашему мнению, действия, подпадающие под эти два дополнительных определения, являются несомненным нарушением авторского права архитекторов и проектировщиков (что имеет своё отражение и в последней редакции Гражданского кодекса РФ) и, несомненно, контрафактом. Более того, умышленными и криминальными деяниями ответственных за строительство лиц, подпадающими под действие Уголовного кодекса РФ и соответствующую уголовную ответственность. Такие действия приводят и к серьёзным нарушениям заранее объявленных в проектах характери-

¹ E-mail: spiridonov@aprok.org

стик зданий, ухудшают заявленные эксплуатационные характеристики, способствуют значительным экономическим и энергетическим потерям собственников зданий/помещений и управляющих компаний, ответственных за эксплуатацию зданий.

Именно о таких случаях контрафакта и пойдёт речь ниже. Будем говорить о том, что авторам максимально известно – о светопрозрачных и фасадных конструкциях и об энергосбережении в строительстве. Однако их выводы, по-видимому, будут достаточно близки и к ситуации с другими строительными материалами и конструкциями.

Для начала – как пример – информация о «неумышленном» нарушении проектных решений. Многие знают об одном из действительно интересных зданий в Минске – Национальной библиотеке Республики Беларусь (рис. 1). Однако большинство, наверняка, не догадывается, что согласно нашему дополнению № 1 к определению понятия «контрафакт» это здание является контрафактным. Дело в том, что вместо предусмотренных проектом специальных наружных солнцезащитных стёкол в большей части здания библиотеки использованы другие, прозрачные стекла. Что, несомненно, приводит к значительным проблемам при эксплуатации этого интересного здания.

Причём надо сразу сказать, что это было неумышленным ухудшением характеристик фасадных конструкций. Просто (такое объяснение дают авторы проекта) кто-то ошибся при заказе партии стекла. А когда оно пришло на стройку (и обнаружилась ошибка), критически приблизилась дата торжественного открытия библиотеки. И никто не смог взять на себя ответственность за задержку этого события на 3–6 мес. А теперь и подавно – кто же будет платить за замену стёкол в уже функционирующем здании?

После принятия в России двух важнейших Федеральных законов [1, 2], касающихся безопасности зданий и сооружений и повышения энергоэффективности (в том числе, и в строительстве), значительно изменилась и ситуация с проектированием, практикой строительства и эксплуатацией зданий. При этом в последние годы было принято множество федеральных и региональных указов и постановлений, детализирующих тре-



Рис. 1. Здание Национальной Библиотеки Республики Беларусь (г. Минск)

бования этих законов. В частности, в плане безопасности, необходимо использовать безопасные (закалённые, многослойные и др.) стекла на верхних этажах высотных зданий, в атриумах и балконных ограждениях.

Кроме того, например, в московской городской программе [3], основные задания которой были в 2011 г. включены в Программу градостроительной политики Москвы, предусмотрено использование в зданиях, проектируемых для столицы и её новых территорий, окон и балконных дверей с приведённым сопротивлением теплопередаче $0,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (с 2012 г.) и $1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ (с 2016 г.).

Что же происходит в реальности?

Действительно, в большинстве проектов предусмотрены светопрозрачные конструкции с указанными характеристиками (отечественные компании могут их производить без особых проблем), проекты проходят необходимые согласования в Мосгосэкспертизе, получают нужные разрешения на строительство. Причём при проектировании систем отопления, естественно, учитываются именно установленные действующими московскими требованиями характеристики светопрозрачных конструкций. И проект поступает на реализацию. А что происходит дальше?

Объявляется тендер (конкурс) на выполнение разных работ, в том числе и на изготовление и монтаж светопрозрачных и фасадных конструкций. До 1 января 2014 г. в соответствии с Федеральным законом № 94-ФЗ [4] выбирались обычно, несмотря на любые проектные решения и характеристики изделий, самые дешёвые материалы и конструкции, согласованные госэкспертизой. В Федеральном законе № 44-ФЗ [5] сделана

попытка уйти от столь безнадёжной ситуации – значительно большее внимание уделено показателям качества работ, услуг и материалов. Однако, по сведениям авторов, в части поставки на строительные объекты светопрозрачных и фасадных конструкций, к сожалению, мало что изменилось.

Известно [6], что светопрозрачные конструкции с повышенным сопротивлением теплопередаче несколько дороже, чем наиболее распространённые. Однако не настолько, чтобы от них отказываться (табл. 1). Притом энергосберегающие окна окупаются за 4–11 лет, в зависимости от региона и фирмы-производителя [7].

А применяют всё равно обычно самые дешёвые светопрозрачные и фасадные конструкции. Из таблицы видно, что при увеличении цены окна на 8,6% (сравниваются варианты 1 и 2) сопротивление теплопередаче конструкции повышается на 37,6% (в таблице приведены данные за 2012 г.)!

Не зря говорят, что в России главная техническая характеристика любой конструкции – цена. К чему приводит подобная «политика» и практика в отечественной строительной отрасли подробно обсудим чуть позже.

Теперь же вернёмся к дополнению № 2 к определению понятия «контрафакт». Авторы позволили себе «поправить» Википедию потому, что, по их мнению, действующая в нашей стране система сертификации (как бы она сейчас ни называлась) продукции, в том числе и строительной, давно себя изжила: любому специалисту известен тот печальный факт, что получить сертификат/протокол испытаний с любыми «характеристиками» можно буквально за 5 коп. ... и без всяких испытаний. Если кто не верит, зай-

Сравнительные технические характеристики и стоимость оконных блоков типа ОП 15–15 по данным ООО «ПИК профиль» (на январь 2012 г.)

Состав конструкции	Формула стеклопакета	Приведённое сопротивление теплопередаче, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	Стоимость, руб./\$ на м^2	Стоимость окна, руб./\$
Рама (127/70), створка (77/70), стеклопакет энергосберегающий	4–14-И4–14-И4	0,95	5119/159.0	10904/338.6
Рама (127/70), створка (77/70), стеклопакет	4–20-И4	0,69	4713/146.4	10038/311.7
Рама (63/70), створка (77/70), стеклопакет энергосберегающий	4–14-И4–14-И4	0,75	4664/144.8	9934/308.5

дите в Интернет с соответствующим запросом.

Вот реальный пример из одного недавнего разбирательства в Федеральной антимонопольной службе, в котором один из авторов непосредственно участвовал в качестве независимого эксперта. Суть дела была в следующем. Некая оконная фирма (назовём её *ABC*) в рекламных материалах написала примерно так: «У нас самое тёплое окно на российском рынке!». Конкуренты, естественно, сначала изумились, а затем возмутились и попросили провести экспертное исследование как самой светопрозрачной конструкции, так и представленных *ABC* подтверждающих её заявление документов.

Эксперту были предоставлены:

– Протокол «испытаний» в Испытательном центре (ИЦ) *XXX* (г. Н-ск) от 2011 г., где указано сопротивление теплопередаче конструкции в $1,724 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

– Протокол «испытаний» ИЦ *YYY* (г. М-ск) от 2014 г., где указано сопротивление теплопередаче конструкции в $1,724 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$;

– Результаты испытаний конструкции (как потом выяснилось, в **совершенно** иной комплектации – с дополнительным теплозащитным окладом), проведённые в ИЦ *ZZZ* (одна из стран Евросоюза), где указан коэффициент теплопередачи конструкции, равный $0,58 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Мы не случайно приводим столько цифр, почему – будет ясно ниже.

У эксперта, который получил вышеуказанные материалы, сразу возник ряд вопросов, в том числе следующих:

– Заявленное сопротивление теплопередаче ($1,724 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$) очень высокое: выше, чем у большинства оконных конструкций, которые довелось видеть эксперту. (Да, лет 10 назад мы видели стеклопакет (и держали его в руках), созданный в Национальной лаборатории им. Лоуренса в Беркли (США) специально для дома в поместье Билла Гейтса. Сопротивление теплопередаче этого стеклопакета было $2,97 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, но и стоил он больше \$1000 за 1 м^2).

– Ни в российских испытательных лабораториях, ни за рубежом невозможно с высокой достоверностью получить данные по сопротивлению теплопередаче светопрозрачной конструкции с точностью до тысячных. Именно поэтому все известные авторам результаты таких испытаний ограничиваются двумя знаками после запятой.

– Учитывая погрешности отечественного испытательного оборудования (в лучшем случае $\pm 10\%$), невозможно получить в двух разных испытательных центрах с разницей в 3 года результаты по испытаниям сопротивления теплопередаче оконной конструкции с совпадением с точностью до трёх знаков после запятой.

Приведённые выше вопросы заставили эксперта внимательнее изучить представленные документы. И что же выяснилось?

Рассмотрев результаты испытаний в уважаемой европейской лаборатории, эксперт установил, что в этой организации испытывалась совершенно другая конструкция, где были дополнительно использованы специальные теплозащитные оклады.

Дальше – больше. Взяв обычный калькулятор, эксперт провёл несложную операцию: $1:0,58 = 1,724137$.

БИНГО! Мы получили с точностью до третьего знака после запятой «результаты испытаний» в отечественных ИЦ *XXX* и *YYY*!

А всё потому, что, скорее всего, сотрудники этих ИЦ искренне верят в то, что соотношение сопротивления теплопередаче R и коэффициента теплопередачи U (показатели, принятые, соответственно, в России и за рубежом для характеристики теплоплотности строительных конструкций) определяется как $R=1/U$. Это действительно так, но лишь при одних и тех же граничных условиях. Но абсолютно неверно при сравнении испытаний, проведённых в России и за рубежом. При испытаниях в разных странах граничные условия кардинально отличаются. По сведениям эксперта, ошибка при использовании вышеприведённого выражения при попытке «прямого перевода» может достигать 30%.

Для дополнительной проверки по просьбе эксперта был проведён расчёт представленной конструкции в соответствии с сертифицированным программным комплексом «*WINDOW-ТЕСТ*». Результаты расчёта показали, что сопротивление теплопередаче составляет $0,88 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$. «ОШИБКА» – в 100%!!! И эксперт сделал однозначный вывод – представленные материалы необъективны, утверждение фирмы *ABC* основано на недостоверной информации и не соответствует действительности.

Вывод из приведённого достаточно развёрнутого описания экспертно-

го исследования, на наш взгляд, одно-значен: нельзя, к сожалению, верить **очень многим** «сертификатам/протоколам испытаний». Авторы это утверждают, основываясь не только на описанном случае – таких ситуаций очень много. Именно поэтому, на взгляд авторов, абсолютно обосновано причисление таких «документов» к контрафакту – применение в практике строительства материалов с «липовыми» сертификатами и завышенными характеристиками приводит к нарушению предусмотренных в проекте характеристик здания.

И следует беречь и всячески **поддерживать** немногочисленные российские лаборатории и ИЦ, которые **честно** проводят исследования и испытания.

А теперь о том, к чему такая ситуация приводит в отечественном строительстве.

В конце мая 2014 г. было проведено специальное заседание секции «Энергоэффективное домостроение» Объединённого научно-технического совета по вопросам градостроительной политики и строительства Москвы на удивительную (на первый взгляд) тему: «Причины несоответствия требованиям энергетической эффективности и повышенного энергопотребления введённых в эксплуатацию жилых зданий».

Правительство Москвы (а аналогичные проблемы практически во всех регионах страны) вкладывает огромные деньги в осуществление программы энергосбережения в строительстве [3]. Однако, как выяснилось в процессе оценки энергоэффективности жилых зданий, построенных в столице, начиная с введения в действие СНиП 23–02–2003 «Тепловая защита зданий» [8], установившего максимальное значение расходов на отопление и вентиляцию в жилых многоквартирных зданиях в $95 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год, этот норматив не соблюдается практически нигде.

В 2013–2014 гг. были проведены обследования значительного числа зданий массовых серий застройки, введённых в строй, начиная с 2000 г. (обследования проводили как ГУП «НИИМосстрой» и специальные службы строительного контроля и надзора, так и недавно созданное в Москве ГБУ «ЦЭИИС»), которые выявили значительное превышение максимально установленных норма-

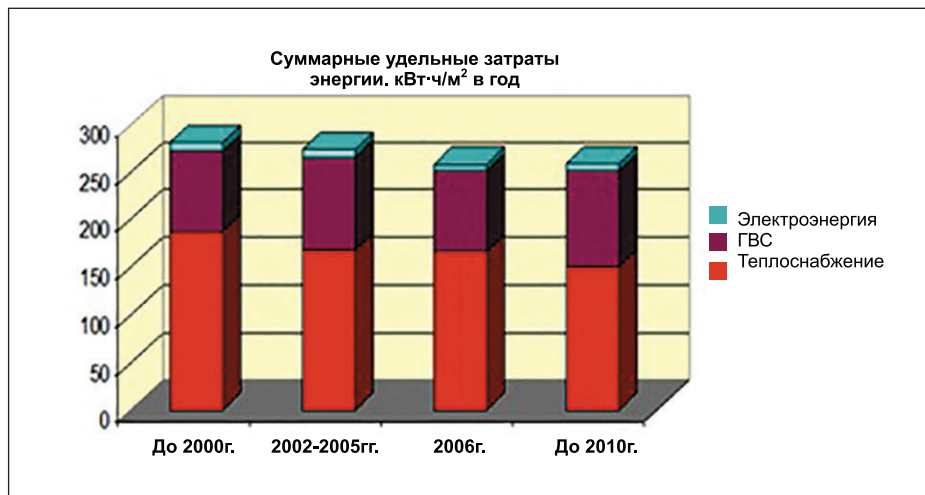


Рис. 2. Суммарные удельные затраты энергии в жилых зданиях, введённых в строй в различных годах, кВт·ч/м² в год

Рис. 3. Удельные затраты электроэнергии в жилых зданиях, введённых в строй в различных годах, кВт·ч/м² в год

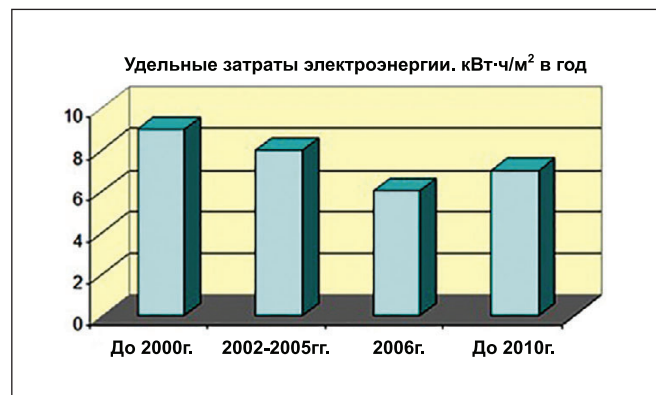
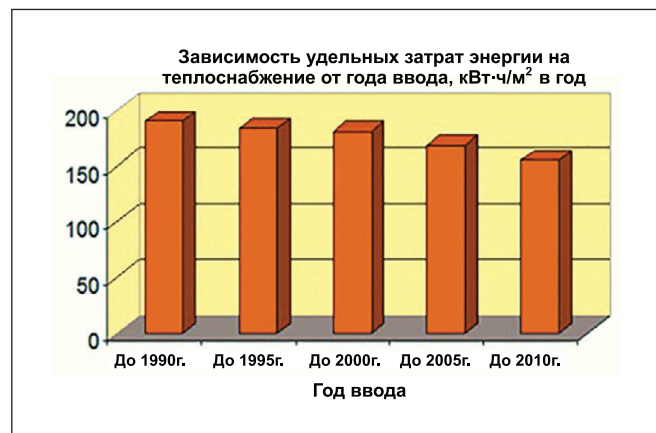


Рис. 4. Удельные затраты энергии на теплоснабжение в жилых зданиях, введённых в строй в различных годах, кВт·ч/м² в год



тивов. При этом затраты на отопление и вентиляцию во **всех** обследованных зданиях в 1,5–2 раза превышают нормируемые (рис. 2–4 [9]).

В качестве основных причин несоответствия заявленным требованиям по энергопотреблению (а также, соответственно, нерациональному расходованию средств на программу энергосбережения в строительстве) было предложено считать следующее:

1. Несовершенство приёмки и процесса ввода в эксплуатацию и выво-

да инженерных систем дома на проектные показатели. Отсутствие механизмов перехода «ответственности» от застройщика к ТСЖ.

2. Несовершенство нормативных документов и сводов правил.

3. Нарушение технологии строительства и дефекты качества теплозащитной оболочки.

Нам же представляется, что основная причина подобного безобразия вынесена в заголовок настоящей статьи. И это – использование контра-

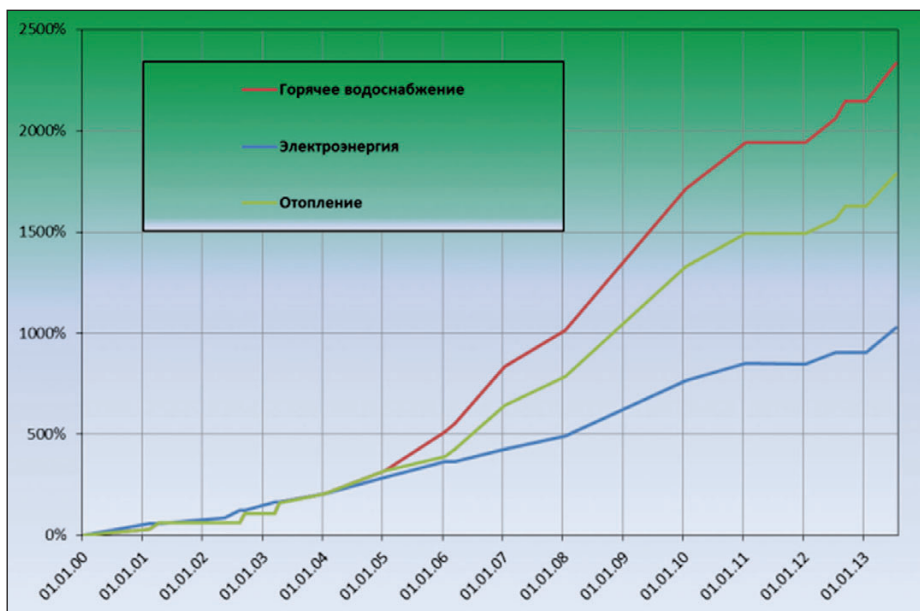


Рис. 5. Изменение тарифов на коммунальные услуги в г. Москве, начиная с 01.01.2000

фактных (в широком смысле этого понятия, т.е. не соответствующих проектным решениям) строительных материалов и конструкций в массовом отечественном строительстве.

Это приводит к совершенно необоснованным расходам граждан, проживающих в подобных зданиях, на оплату эксплуатационных услуг. Авторы знают, что за последние годы тарифы на коммунальные услуги выросли. Но, получив последнюю информацию (рис. 5 [9]), были потрясены – тариф, например, на горячее водоснабжение вырос с 01.01.2000 на 2300%!

Основной вывод настоящей статьи следующий:

Невозможна реализация программы энергосбережения в отечественном строительстве и обеспечения комплексной безопасности без искоренения практики массового использования контрафактной продукции.

Следует отметить, что не все специалисты, с которыми авторы обсуждали настоящую статью, согласились с отнесением случаев, описанных в дополнениях 1 и 2, к «контрафакту». По их мнению, эти случаи больше подходят под определение «мошенничество». И советовали ссылаться на Гражданский кодекс РФ, а не на Википедию.

Быть может, коллеги и правы, а авторы – чисто юридически – ошибаются. Однако они исходили из того, что контрафакт – это подделка, нарушение авторских прав тех, кто создал

оригинальный продукт. Авторы абсолютно уверены в том, что замена в процессе строительства заложенных в проект материалов и конструкций (и прочего) на худшие, но более дешёвые, – это нарушение авторских прав архитекторов и проектировщиков. А следовательно, можно говорить и о «контрафактных зданиях». Однако авторы будут рады обсудить с коллегами свой подход к проблеме. Быть может, найдется определение данного распространённого явления, удовлетворяющие всех заинтересованных лиц (естественно, кроме тех, кто занимается использованием контрафактной продукции).

Авторы благодарят проф. Г.П. Васильева за предоставленные им рис. 2–5.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный Закон от 02 июля 2013 г. № 185-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (с изменениями на 2 июля 2013 года).
2. Федеральный Закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
3. Постановление Правительства г. Москвы от 9 июня 2009 г. N 536-ПП «О городской программе «Энергосберегающее домостроение в городе Москве на 2010–2014 гг. и на перспективу до 2020 года».
4. Федеральный закон от 21 июля 2005 г. № 94-ФЗ «О размещении заказов на постав-

ки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд».

5. Федеральный закон от 05 апреля 2013 N 44-ФЗ (ред. от 04.06.2014) «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд».

6. Спиридонов А.В. Выгодно ли устанавливать энергосберегающие окна? // Энергосбережение. – 2013. – № 3. – С. 62–67.

7. Абдурафиков Р.М., Спиридонов А.В. Как оценивать энергоэффективные окна // Энергосбережение. – 2013. – № 7. – С. 68–75; № 8. – С. 28–31.

8. Свод правил СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (Актуализированная редакция СНиП 23–02–2003).

9. Васильев Г.П. Анализ возможных причин несоответствия эксплуатационных характеристик зданий, введённых в эксплуатацию // Доклад на заседании секции «Энергоэффективное домостроение» Объединённого научно-технического совета по вопросам градостроительной политики и строительства Москвы на тему «Причины несоответствия требованиям энергетической эффективности и повышенного энергопотребления введённых в эксплуатацию жилых зданий», 22 мая 2014 г., Москва.



Спиридонов Александр Владимирович,
кандидат техн. наук.
Окончил в 1975 г.
МЭИ (специальность «Светотехника и источники света»).
Зав. лабораторией

«Энергосберегающие технологии в строительстве» НИИСФ РААСН. Президент Ассоциации производителей энергоэффективных окон (АПРОК). Лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники



Шубин Игорь Любимович,
доктор техн. наук,
профессор.
Окончил в 1980 г.
МИСИ им. В.В.
Куйбышева.
Директор НИИСФ
РААСН. Советник

РААСН. Заслуженный строитель РФ. Лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники

СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА «СВЕТОТЕХНИКА» ЗА 6 ЛЕТ (2009–2014 гг.)

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Абрамова Л.В. Становление вузовской светотехники в Мордовии. 2010. № 6. С. 36–39.

Айзенберг Ю.Б. 40 лет как один день. 2009. № 2. С. 57.

Айзенберг Ю.Б. 77-й год работы журнала «Светотехника». 2009. № 1. С. 4–5.

Айзенберг Ю.Б. Журнал ищет новые пути развития. 2012. № 1. С. 4–5.

Айзенберг Ю.Б. Интересный и противоречивый для журнала 2013 год. 2014. № 3. С. 4–5.

Айзенберг Ю.Б. Переломный 2010 год в жизни журнала. 2011. № 1. С. 4–5.

Альперт В.А. Двадцатилетний опыт производства и эксплуатации вакуумного термомеркуризаторного оборудования УРЛ-2. 2010. № 3. С. 40–42.

Амелунг Й., Кирхгоф К., Эритт М. Освещение на базе органических светодиодов. 2011. № 1. С. 16–20.

Бартенбах К. Свет и здоровье. Концепция внедрения естественного освещения. 2009. № 3. С. 4–8.

Браатц К., Миннеруп Й. Законодательство по энергопотребляющим продуктам и экономическая эффективность осветительных установок. 2011. № 1. С. 33–38.

Ван Боммель В. Светотехника завтра: что самое «жгучее»? 2010. № 4. С. 35–39.

Гарднер К. Борьба с нежелательным светом: международная практика. 2012. № 1. С. 6–18.

Главное событие года в светотехнической отрасли России, СНГ и Восточной Европы. Долин Е.В. 2013. № 5–6. С. 6.

Главному редактору журналов «Светотехника» и «Light & Engineering» Ю.Б. Айзенбергу – 80 лет. 2011. № 2. С. 4–5.

Деловая программа выставки. 2013. № 5–6. С. 17.

Дергунова Н.Н., Рожкова Т.А., Терёшкин А.И. Саранскому сертификационному центру («НТЦ «ЭЛСИ») – 20 лет. 2012. № 6. С. 32–37.

Дорогие коллеги – читатели и читательницы журнала! 2014. № 5. С. 1.

Живописцев И.Ф., Коробко А.А., Черняк А.Ш. Проблемы нормирования и контроля освещения российских автодорог и пути их решения. 2011. № 6. С. 12–15

Журавлёва И.Е., Щепетков Н.И. О светотехническом образовании архитекторов (из истории кафедры «Архитектурная физика» МАрхИ). 2010. № 3. С. 45–50.

Журнал «Светотехника» в 2012 году. Айзенберг Ю.Б. 2013. № 1. С. 4–5.

Ильина Е.И., Частухина Т.Н. Проблемы аттестации рабочих мест в части освещения. 2011. № 4. С. 56–61.

Кондрашин А.А., Лямин А.Н., Слепцов В.В. Применение органических светодиодных структур в дисплейных матрицах. 2011. № 3. С. 44–47.

Кочуров А.В., Тимошин В.Н. О решении проблем утилизации энергосберегающих ртутьсодержащих ламп. 2010. № 3. С. 43–45.

Михайлов О.М., Томский К.А. Светотехника и коммерциализация технологий. 2013. № 5–6. С. 40–42.

Обращение журнала. 2014. № 4. С. 1.

От редакции. 2012. № 3. С. 17; № 4. С. 78; № 6. С. 62.

Поздравление с Новым годом! 2014. № 6. С. 1.

Поликарпов С.С. Инициатива «Российской корпорации нанотехнологий» (РОСНАНО) по развитию светодиодной индустрии. 2009. № 3. С. 9–14.

Поляков В.И., Стребков Д.С. Матричные солнечные элементы для преобразования концентрированного излучения. 2010. № 2. С. 4–7.

Постановление Правительства Москвы. 2012. № 6. С. 62

Приветствие директора «Мессе Франкфурт РУС» Аллеса О. 2013. № 5/6. С. 4.

Приветствие от экспертного совета выставки: Выставка и развитие светотехнического рынка. Айзенберг Ю.Б., Шахпарунянц А.Г. 2013. № 5/6. С. 5.

Приветствие президента Messe Frankfurt Марцина В. 2013. № 5/6. С. 4.

Список участников выставки. 2013. № 5–6. С. 7–16.

Стребков Д.С. Перспективы использования технологий Николы Теслы в энергетике и светотехнике. 2014. № 4. С. 12–17.

Схема экспозиции выставки. 2013. № 5–6. С. 6.

Усов Н.Н. Перспективы применения органических светодиодов для отображения информации и освещения. 2011. № 5. С. 4–9, 11–14.

БИЗНЕС И ИННОВАЦИИ

2012. № № 4–6. С. 4–11.

2013. № № 1, 3. С. 10–17; № 2. С. 4–11; № 4. С. 8–15.

2014. № 3. С. 6–17; № 4. С. 4–11; № 5. С. 8–13; № 6. С. 4–9.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Айзенберг Ю.Б. «Новый свет» – государственная политика. 2010. № 1. С. 4–6.

Амогнаи А., Тетри Э., Халонен Л. Проблемы энергоэффективного освещения в передовых и развивающихся странах. 2009. № 1. С. 6–10.

Аннзли Б. Управление энергопотреблением в коммерческих зданиях. Всесторонний подход. 2009. № 5. С. 44–49

Атанасиу Б., Бертольди П. Тенденции и политика по сокращению расхода энергии на освещение в ЕС. 2010. № 4. С. 25–30.

Бабанова Ю.Б., Лунчев В.А. Потенциал энергосбережения при использовании системы управления внутренним освещением. 2011. № 5. С. 35–40.

Бертольди П. Оценка роли белых сертификатов в улучшении энергоэффективности жилых помещений. 2009. № 6. С. 37–39.

Билунд Л. Освещение светодиодами приходит в центр Стокгольма. 2009. № 6. С. 64–66.

Бодарт М., Делтур Д., Денейер А., Д’Хердт П. Влияние модернизации освещения на энергопотребление и зрительный комфорт применительно к жилью социального найма. 2011. № 3. С. 48–57.

Бонати А. Энергосбережение посредством интеллектуальных систем светорегулирования. 2009. № 4. С. 41–44.

Ван Боммель В. Качество освещения и энергоэффективность: критический обзор. 2011. № 1. С. 6–11.

Вулфман Г. Министерство энергетики США: программа разработки стандартов на светодиодные лампы и светильники со светодиодами и программа испытаний ламп и светильников «CALiPER». 2010. № 4. С. 30–34.

Вэйде П. О энергоэффективности бытовых приборов и освещения жилых помещений. 2009. № 6. С. 40–41.

Гранда К. Компактные люминесцентные лампы в США – обзор рынка и технического уровня. 2009. № 6. С. 49–58.

Гюлер Ё., Явуз С., Яникоглу Е. Определение реальных потенциальных возможностей экономии энергии в случае совмещённых осветительных установок – взгляд из Турции. 2010. № 3. С. 51–56.

Дехофф П. Качество освещения и энергоэффективность не противоречат друг другу? 2012. № 3. С. 64–68.

Жаме Б. О программе «en.lighten» и совместном проекте Программы развития ООН/Глобального экологического фонда в России. 2011. № 5. С. 54–56.

Корниенко С.В. Расчёт теплоступлений от солнечного излучения для оценки энергоэффективности зданий. 2013. № 2. С. 64–65.

Краус Ф. Международное сотрудничество – потенциал, стратегия и политические средства. 2009. № 6. С. 59–60.

Лафранс П.М. О новом в подходе США к созданию более «рентабельного и энергоэффективного» будущего. 2009. № 6. С. 61–63.

Людвиг А. Проблема равновесия – взгляд со стороны светотехнической промышленности на энергоэффективность и качество освещения. 2010. № 3. С. 4–7.

Онайгил С. Освещение и исследования по энергосбережению в Турции. 2009. № 1. С. 11–15.

План мероприятий по ограничению оборота ламп накаливания и системе действий, направленных на стимулирование спроса на энергоэффективные источники. 2014. № 1. С. 110.

Протокол заседания Национальной платформы освещения. 2013. № 5–6. С. 100.

Стокмар А. Меры энергоэффективности наружного освещения. 2010. № 5. С. 32–36.

Сэтер М. Реакция потребителей на светодиоды как руководство по применению энергоэффективного освещения в быту. 2010. № 5. С. 17–23.

Тетри Э., Халонен Л. Экономия электроэнергии благодаря энергосберегающему освещению. 2009. № 5. С. 58–64.

ИСТОЧНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ

Абалов А.Н., Ключник А.Т., Кондратьев А.В., Лебедев И.С., Смирнов В.А. Особенности применения новых светодиодных матриц серии «СХА» компании Cree. 2014. № 5. С. 46–51.

- Абрашкина М.Л., Рожкова Т.А., Терёшкин А.И.** Стандартизация – один из путей прогресса в области светодиодных источников света. 2012. № 4. С. 19–22.
- Абрашкина М.Л., Рожкова Т.А., Терёшкин А.И.** Стандартизация светодиодных источников света. 2010. № 2. С. 40–42.
- Аладов А.В., Васильева Е.Д., Закгейм А.Л., Иткинсон Г.В., Лундин В.В., Мизеров М.Н., Устинов В.М., Цацульников А.Ф.** О современных мощных светодиодах и их светотехническом применении. 2010. № 3. С. 8–16.
- Алфёров В.Ю., Митрохин Ю.В.** Внедрение полупроводниковых инноваций в ОАО «РЖД». 2009. № 5. С. 9–12.
- Арекис Л., Китсинелис С., Циссис Ж.** О пульсациях выпускаемых ламп. 2012. № 3. С. 58–64.
- Ашрятов А.А.** Исследование характеристик компактных люминесцентных ламп со встроенным электронным ПРА. 2009. № 2. С. 41–42.
- Ашрятов А.А., Микаева С.А., Федоренко А.С.** О возможности дальнейшего повышения световой отдачи люминесцентных ламп низкого давления. 2011. № 5. С. 15–19.
- Бакин Н.Н.** О работах НИИПП по светодиодам. 2009. № 3. С. 24–27.
- Бауман Д.А., Маслова Е.В.** Технологические решения при серийном производстве светодиодов. 2013. № 5–6. С. 24–30.
- Богданов А.А., Феопёнтов А.В.** Эффективность каплевидного люминофорного слоя в мощном белом светодиоде. 2009. № 4. С. 10–12.
- Бодарт М., Денейер А., Кеппенс А., Рикарт У.Р., Ройзин Б., Ханселаер П., Д’Хердт П.** Характеристики компактных люминесцентных ламп с встроенными ПРА и их сравнение с лампами накаливания. 2010. № 2. С. 13–21.
- Большухин В.А., Гальчина Н.А., Коган Л.М., Портнягин Ю.А., Сощин Н.П.** Цветные светодиоды на основе люминофоров, возбуждаемых фиолетовым излучением р–n-гетероструктуры InGaAlN. 2012. № 5. С. 12–15.
- Боос В.Г., Георгобиани С.А., Клыков М.Е., Лобанов М.В., Меркулова А.П., Прикупец Л.Б., Софронов Н.Н.** Динамика параметров натриевых ламп ВД в процессе эксплуатации в уличных ОУ. 2013. № 3. С. 18–23.
- Брискина Ч.М., Румянцев С.И., Рыжков М.В., Сощин Н.П., Спасский Д.А.** Поиск оптимальных составов гранатовых люминофоров с Ce^{3+} для белых светодиодов. 2012. № 5. С. 37–39.
- Ван В., Гэ А., Цю П.** Конструирование основанных на овале Декарта линз произвольной формы для светодиодов. 2013. № 3. С. 33–37.
- Ван Гилс М., Дюринк Г., Оденат Я., Рикаерт У.Р., Роеландц И.А.А., Формент С., Ханселаер П.** Характеристики линейных светодиодных ламп прямой замены. 2012. № 1. С. 37–45.
- Вдовин В.Г., Вдовина Н.А.** Софитные металлогалогенные лампы мощностью 70, 100, 150 Вт для цветного декоративного и архитектурного освещения. 2009. № 3. С. 37–40.
- Гавриш С.В.** О квазистационарной стадии Cs-Hg-Xe импульсного разряда высокого давления. 2009. № 1. С. 27–31.
- Гавриш С.В.** О возможности получения импульсного коаксиального Cs-Hg-Xe разряда ВД. 2012. № 1. С. 59–61.
- Гальчина Н.А., Гофштейн-Гардт А.Л., Коган Л.М., Сощин Н.П.** Мощные белые светодиоды со световой отдачей до 120 лм/Вт и изделия на их основе. 2010. № 4. С. 51–78.
- Гальчина Н.А., Гутцайт Э.М., Дворников Е.А., Коган Л.М., Рассохин И.Т., Сощин Н.П., Туркин А.Н., Юнович А.Э.** Светодиодное устройство с улучшенной цветопередачей. 2013. № 1. С. 32–34.
- Гальчина Н.А., Коган Л.М., Колесников А.А., Портнягин Ю.А., Рассохин И.Т.** Мощные ультрафиолетовые излучающие диоды. 2010. № 3. С. 35–39.
- Гальчина Н.А., Коган Л.М., Портнягин Ю.А., Сощин Н.П.** Зелёный светодиод на основе люминофора, возбуждаемого фиолетовым излучением р–n-гетероструктуры InGaAlN. 2010. № 1. С. 13–16.
- Гао Ю., Деконинк Г., Кеппенс А., Лу Й., Ханселаер П., Чен Ж., Чен Х.** Определение температуры р–n-перехода и мощности светодиода по его прямому току. 2011. № 2. С. 44–52.
- Горбунов А.А., Карасёв Е.А., Федоренко А.С.** О повышении экологичности производства и применения люминесцентных ламп. 2009. № 6. С. 17–20.
- Гофштейн-Гардт А.Л., Коган Л.М., Рассохин И.Т., Сощин Н.П., Туркин А.Н.** Мощные белые светодиоды и модули со световым потоком до 1500 лм. 2014. № 3. С. 30–32.
- Гутцайт Э.М.** Светодиодные модули на основе электродинамических систем с квантовыми нитями и точками. 2009. № 3. С. 28–31.
- Гутцайт Э.М., Закгейм А.Л., Коган Л.М., Маслов В.Э., Сощин Н.П.** К моделированию стандартных источников света светодиодными модулями. 2013. № 4. С. 61–65.

Гутцайт Э.М., Курушин А.А., Маслов В.Э. Квантовые колечки в светодиодах с объёмными резонаторами. 2011. № 3. С. 67–68.

Гюлер Ё., Манав Б., Онайгил С., Эркин Е. Экспериментальное сравнение энергетических характеристик и зрительной комфортности люминесцентных и светодиодных трубчатых ламп. 2014. № 3. С. 18–23.

Диденко А.Н., Прокопенко А.В., Щукин А.Ю. Высокоэффективная серная лампа малой мощности. 2009. № 5. С. 22–24.

Дэй С.С., Чань Ц.М. Исследование кривых силы света светодиодов, предназначенных для общего освещения. 2009. № 5. С. 30–36.

Елисеев Н.П., Решёнов С.П. О предельных световых и цветовых характеристиках белых светодиодов. 2012. № 4. С. 12–18.

Закгейм А.Л. Светодиодные системы освещения: энергоэффективность, зрительное восприятие, безопасность для здоровья человека (обзор). 2012. № 6. С. 12–21.

Зонг Ю., Хьюлетт Д. Разработка полностью автоматизированной установки для испытаний светодиодов на срок службы. 2013. № 3. С. 24–28.

Зюзин А.М., Салкин Д.А. Перспективы применения явления электронного парамагнитного резонанса при контроле качества люминофоров. 2010. № 5. С. 6–9.

Киреев В.Б., Чадаев Н.Н., Шешин Е.П. Новое поколение автокатодных люминесцентных ламп. 2012. № 1. С. 24–28.

Китсинелис С., Ли Ц.Ю., Лю М.Ч., Циссис Ж., Чжан Ю., Чэнь Ш.П. Новая плоская лампа тёмного разряда с катодолуминофором для заднего освещения. 2013. № 2. С. 41–44.

Крымов А.В., Никитин В.Д. Анализ экономических показателей полупроводниковых и традиционных источников света. 2012. № 2. С. 64–65.

Левченко В.А., Попов О.А., Свитнев С.А., Старшинов П.В. Экспериментальные исследования электрических и оптических характеристик безэлектродной УФ лампы трансформаторного типа. 2014. № 6. С. 39–43.

Лишик С.И., Паутино А.А., Поседько В.С., Трофимов Ю.В., Цвирко В.И. О светодиодных лампах прямой замены. 2010. № 1. С. 48–54.

Лишик С.И., Паутино А.А., Поседько В.С., Трофимов Ю.В., Цвирко В.И. Конструктивно-технологические решения ламп прямой замены. 2010. № 2. С. 7–12.

Лишик С.И., Поседько В.С., Трофимов Ю.В., Цвирко В.И. Критические точки современного этапа развития светодиодной техники. 2014. № 1–2. С. 126–132.

Мира О., Ковпак В. Светодиоды *Seoul Semiconductor* для систем освещения. 2009. № 5. С. 26–29.

Моисеев Л.В., Одноблюдов М.А. Обзор современных светодиодных технологий источников света для общего освещения. 2014. № 1–2. С. 119–125.

Накамура Хаджиму. Новейшие достижения в области создания и применения белых светодиодов. 2009. № 4. С. 62–65.

Охонская Е.В., Пантелеев А.В., Самородов В.К. Исследования характеристик люминесцентных ламп с трубками малого диаметра. 2011. № 2. С. 25–28.

Попов О.А. Безэлектродная индукционная лампа НД мощностью 300–450 Вт с двумя симметричными индукторами, работающая на частотах 130–400 кГц. 2009. № 6. С. 68–69.

Попов О.А., Свитнев С.А. Пространственное распределение параметров плазмы индукционного разряда, возбуждаемого катушкой индуктивности, расположенной по периметру продольного сечения разрядной трубки. 2010. № 3. С. 63–65.

Рабинович О.И. О квантовом выходе светодиодов на основе *InGaN/GaN* – структур на кремниевых подложках. 2013. № 1. С. 26–28.

Рабинович О.И., Романов Н.В., Сизов С.С. Светодиоды: некоторые факторы, влияющие на деградацию. 2009. № 4. С. 14–16.

Решёнов С.П. Мощный источник УФ-С излучения на основе разряда в парах йодида цинка. 2011. № 3. С. 29–33.

Рыжков М.В. О деградации и отказах белых светодиодов. 2010. № 3. С. 25–28.

Тамаки Йаджи, Сунсуке Мицума, Фумио Огани, Хидекацу Учиды, Ю. Харада, Юки Хасегава. Разработка эталонного инфракрасного излучателя с планарной структурой. 2009. № 4. С. 47–51.

Шанла Я., Шуги П. Улучшенное описание метамерного излучения светодиодных кластеров. 2009. № 6. С. 8–12.

Эргиноз Б.Т., Явуз С. Анализ качества энергии и совершенствование люминесцентных и светодиодных источников света. 2014. № 4. С. 28–32.

СВЕТ И ЗДОРОВЬЕ

Аладов А.В., Закгейм А.Л., Мизеров М.Н., Черняков А.Е. О биологическом эквиваленте излучения све-

тодиодных и традиционных источников света с цветовой температурой 1800–10000 К. 2012. № 3. С. 7–10.

Бартенбах К. Свет и здоровье. 2009. № 2. С. 4–10.

Бартенбах К. Свет и здоровье. Концепция внедрения естественного освещения. 2009. № 3. С. 4–8.

Бижак Г., Кобав М.Б. Спектры излучения светодиодов и спектр действия для подавления секреции мелатонина. 2012. № 3. С. 11–16.

Бизяк Г., Кланичек-Гунде М., Кобав М.Б., Маловр-Ребек К. Спектры излучения и фотобиологическое действие светодиодов. 2013. № 2. С. 20–24.

Брэйнард Д.К., Ханифин Д.П. Использование энергии света: от фотонов к здоровью человека. 2014. № 4. С. 18–22.

Ван Боммель В. Лампы для прямой замены ламп накаливания и здоровье. 2011. № 2. С. 20–24.

Войтысяк А., Лю Ц. Биологическое действие освещения – традиционного и светодиодами. 2013. № 2. С. 17–19.

Дуе Д. Освещение светодиодами: благоприятные возможности или опасность для здоровья? 2012. № 4. С. 23–25.

Зак П.П., Островский М.А. Потенциальная опасность освещения светодиодами для глаз детей и подростков. 2012. № 3. С. 4–6.

Зак П.П., Трофимова Н.Н. О спектральной зависимости зрительных функций в сопоставлении с характеристиками белых светодиодов. 2013. № 5–6. С. 31–33.

Йордан В., Халбриттер В., Хорак В. Упрощённый подход к классификации потенциальной фотобиологической опасности светодиодов в соответствии со стандартом CIE S009. 2011. № 6. С. 50–56.

Ли Ц. (Ч.), Пань Ц., Чэнь Ц. Основные аспекты определения фотобиологической безопасности. 2014. № 6. С. 20–26.

Ошурков И.А., Поляков В.Д., Ремизевич Т.В. О нормативных и гигиенических аспектах питания светодиодов. 2013. № 2. С. 12–16.

Скен Д. Оценка влияния синего света на сон и бодрствование пожилых людей. 2009. № 4. С. 70–72.

Слайни Д.Х. Влияние новых светотехнических приборов на здоровье и безопасность людей. 2010. № 4. С. 49–50.

Слайни Д.Х. Почти все лампы безопасны, но безопасность новых ламп подвергают сомнению. 2014. № 4. С. 23–27.

Текшева Л.М. Сравнительная гигиеническая оценка условий освещения люминесцентными лампами

и светодиодными источниками света в школах. 2012. № 5. С. 16–22.

СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Алфёров В.Ю., Митрохин Ю.В. Внедрение полупроводниковых инноваций в ОАО «РЖД». 2009. № 5. С. 9–12.

Бедокс Л. Экологичное качественное освещение с помощью программы P.E.C. 2009. № 1. С. 16–22.

Билунд Л. Проект «Светодиоды для общего освещения». 2010. № 5. С. 4–5.

Билунд Л., Лунд М., Сиреваг Л. Освещение светодиодами штаб-квартиры информационно-издательского дома. 2009. № 1. С. 58–60.

Богданов А.А. Практика применения систем управления освещением светодиодам. 2012. № 3. С. 20–28.

Боровков С.А. Опыт *Philips Lighting* в применении светодиодов для освещения объектов различного назначения. 2011. № 3. С. 18–22.

Будак В.П., Желтов В.С. Моделирование осветительных установок локальными оценками метода Монте-Карло. 2009. № 1. С. 52–56.

Будак В.П., Мешкова Т.В. *DIALux 4.10* и *DIALux EVO*. Главные различия. 2013. № 3. С. 38–42.

Вебер А. Системы управления внутренним и наружным освещением компании *Vossloh-Schwabe*. 2012. № 3. С. 45–46.

Вей М., Ге А., Сонь К. Разработка системы для измерения характеристик указателей траектории точного захода на посадку на светодиодах. 2009. № 5. С. 41–43.

Гаспаровски Д., Жанига П., Мача М., Смола А. Новый подход к определению кривых спада светового потока ОУ в различных условиях. 2012. № 1. С. 51–58.

Гвоздев-Карелин С.В., Свиридов М.С. Системы и компоненты компании *Osram* для управления освещением и энергосбережения. 2012. № 3. С. 30–34.

Головин А.А. Системы автоматизации зданий и роль управления освещением в них. 2012. № 3. С. 17–19.

Дадаев В.И., Доценко С.М., Киричок А.И., Сибриков А.В. Комплексная автоматизированная система управления архитектурным освещением. 2012. № 3. С. 35–42.

Ди Лечче П. Управление освещением автодорожных туннелей. 2009. № 2. С. 20–27.

Долинский Я.А. Опыт внедрения энергосберегающего освещения на федеральных дорогах Алтая. 2011. № 5. С. 32–34.

Еванжелиста П., Якубов Ш. Опыт проектирования осветительных установок с тяжёлыми условиями сре-

ды и эксплуатации в них светильников фирмы *i-VALO*. 2009. № 4. С. 17–19.

Жиляева Т.Н., Икоева Е.П., Якимова Л.В. Освещение нового выставочного павильона на ВВЦ. 2010. № 2. С. 33–36.

За интегрированным светорегулированием – будущее. 2009. № 6. С. 70–71.

Илинен А., Пуолакка М., Халонен Л. Отражательные характеристики дорожных покрытий и применимость *g*-таблиц к современным материалам дорожных покрытий в Финляндии. 2010. № 2. С. 43–49.

Ильина Е.И., Частухина Т.Н. Новые подходы к оценке освещения рабочих мест. 2014. № 5. С. 14–19.

Калиниченко А.М. Системы управления освещением PHILIPS: от простого к сложному. 2012. № 3. С. 28–30.

Киптик М.И. Светодиоды в наружном освещении. 2009. № 3. С. 32.

Кляйн М., Хойзер К. Освещение органическими светодиодами – свет, где его никогда ещё не было. 2009. № 3. С. 15–22.

Кнооп М. Качество освещения светодиодами. 2014. № 5. С. 20–22.

Кобозев С.А. Реконструкция освещения на станциях Московского метрополитена. 2010. № 2. С. 21–23.

Коробко А.А. Аналитическая модель показателя яркости дорожного покрытия. 2013. № 4. С. 38–41.

Коробко А.А., Ливинский П.А., Черняк А.Ш., Шахпарунянц А.Г. О нормировании и проверке освещения автомобильных дорог. 2014. № 1/2. С. 107–109.

Кук Д.К. Освещение для людей с ослабленным зрением в Великобритании. 2009. № 1. С. 32–35.

Кхан Т.К. Качество освещения, создаваемого автомобилями. 2014. № 6. С. 10–13.

Латушкин А.А., Ли М.Е., Мартынов О.В. Некоторые аспекты применения светодиодов в гидрооптической аппаратуре. 2013. № 2. С. 45–46.

Лебедкова С.М., Пантелеева Н.С. Метод количественной оценки оптимальных цветовых решений офисного пространства. 2013. № 3. С. 48–52.

Лунчев В.А. Современные традиционные и светодиодные технологии для уличного освещения: «за» и «против». 2013. № 5/6. С. 18–23.

Лякишева И.В. Первое в России музейное динамичное освещение светодиодами. 2010. № 3. С. 57–58.

Образцов С.А., Панфилов Д.И. Децентрализованная беспроводная система управления наружным освещением. 2012. № 1. С. 32–36.

Отт Г., Рупп А. Модульные системы для общего освещения на базе светодиодов. 2011. № 1. С. 27–28.

Ошурков И.А., Ошуркова Е.С. Управление светильниками со светодиодами в уличном освещении. 2014. № 5. С. 32–36.

Ракутько С.А. Оптимизация технологического процесса облучения в АПК по минимуму энергоёмкости. 2009. № 4. С. 57–60.

Рамасут Т., Фотайос С. Освещение классных комнат будущего – новая проблема методологии школьного освещения. 2009. № 2. С. 28–34.

Сабхасис Неоджи, Саджой Пал, Бисванат Рой. Имитация и анализ работы системы смешанного освещения. 2009. № 4. С. 21–27.

Сётер М. Методика проектирования экологичного освещения. 2014. № 5. С. 28–31.

Сик-Ланьи С., Фекете Дж., Шанда Я. Спектральная чувствительность к дискомфортной блёскости. 2009. № 5. С. 4–8.

Тюкин С.В. Опыт разработки и применения систем управления освещением компании *Zumtobel*. 2012. № 3. С. 42–44.

Фотиз С., Чил К. Уличное освещение для пешеходов в жилых районах: выбор оптимальных цветовых характеристик ламп. 2009. № 6. С. 28–36.

Хайато Ито, Сейджи Кобаяси, Масакацу Нагаи, Акио Окада, Юнджи Ямамото. Измерения и расчёт яркости адаптации в подъездной зоне туннелей. 2009. № 4. С. 66–69.

Халонен Л., Экриас А., Элохолма М. Влияние цветового контраста и типа заполнителя дорожных покрытий на характеристики дорожного освещения. 2009. № 3. С. 42–53.

Хаметова В.В. Совершенствование систем освещения тоннелей. 2010. № 1. С. 44–47.

Шварц П. Экономические и экологические недостатки дорожного освещения светильниками с плоским защитным стеклом. 2009. № 4. С. 28–31.

Щепетков Н.И. Свет и город – что первично для зодчего и для зодчества? 2009. № 5. С. 13–17.

СВЕТОВЫЕ ПРИБОРЫ

Аладов А.В., Закгейм А.Л., Мизеров М.Н., Черняков А.Е. Полихромные спектрально-перестраиваемые осветительные приборы со светодиодами: опыт разработки и применения. 2013. № 5–6. С. 34–39.

Александрова О.Ю., Бондаренко С.М., Гутцайт Э.М., Жидков Р.А. Современное состояние, перспек-

тивы развития и применения осветительных устройств на основе СВЧ разряда. 2013. № 2. С. 37–40.

Анохин Ю.А., Перегудов А.Ф. Шаровой диффузный осветитель. 2009. № 5. С. 18–21.

Барцев А.А., Беляев Р.И., Столяревская Р.И. Особенности программы испытаний осветительных приборов со светодиодами в ООО «ВНИСИ». 2013. № 4. С. 27–29.

Богданов А.А., Мохнаткин А.Э. Инновационные решения со светодиодами. 2011. № 3. С. 12–17.

Буторин В.А., Вовденко К.П., Царёв И.Б. Прогнозирование ресурса светильников со светодиодами, определяемого спадом светового потока. 2014. № 6. С. 57–58.

Варфоломеев Л.П. О конструировании осветительных приборов со светодиодами и целесообразных областях их применения. 2011. № 3. С. 4–11.

Гавриш С.В., Кобзарь А.И., Кугушев Д.Н., Лёвкин М.А., Образцов Р.М. Оптические системы проекторного типа на основе комбинации источников излучения. 2011. № 1. С. 12–15.

Гвоздев С.М., Митрофанов А.В., Сафонов С.А., Холодилов В.И. Об использовании тепловых труб в проектировании мощных светильников со светодиодами. 2012. № 2. С. 19–21.

Дюэ Д. Светильники со светодиодами с пониженным уровнем блёскости для эргономичного офисного освещения. 2013. № 1. С. 23–25.

Евангелиста П., Якубов Ш. Опыт проектирования осветительных установок с тяжёлыми условиями среды и эксплуатации в них светильников фирмы *i-VALO*. 2009. № 4. С. 17–19.

Жань В., Хуа Ш. О рабочих характеристиках светильников со светодиодами в КНР. 2010. № 3. С. 29–31.

Кончи Икеда. Расчёт компактного светильника с учётом многократных отражений между лампой и отражателем. 2009. № 4. С. 52–56.

Коробко А.А. Расчёт освещения в ближней зоне. 2010. № 1. С. 19–24.

Коробко А.А., Черняк А.Ш. О новом стандарте на осветительные приборы. 2011. № 3. С. 41–43.

Летушко В.Н., Низовцев М.И., Стерлягов А.Н. Исследование тепловых режимов работы уличного светильника со светодиодами методом ИК термографии. 2014. № 5. С. 53–57.

Лон Т., Лю М., Шэнь Х. Компьютерное исследование влияния конструктивных параметров на КПД светильников со светодиодами и отражателем. 2013. № 3. С. 43–47.

Мариничев Д.В., Низовский Л.В., Орловский В.Н., Холодилов В.И. Об особенностях конструкции и параметрах системы охлаждения мощного осветительного прибора со светодиодами. 2013. № 3. С. 29–32.

Мещеряков Д.Н., Мовшук В.В., Никифоров Б.В., Шумилов Н.Е. Светильники подводного освещения. 2010. № 2. С. 50–52.

Новаковский Л.Г. Адаптивные системы освещения. 2010. № 5. С. 23–31.

Реунов М.В. Светотехническое оборудование со светодиодами от «Церс» для уличного, промышленного и архитектурного освещения. 2011. № 3. С. 30–33.

Шварц П. Экономические и экологические недостатки дорожного освещения светильниками с плоским защитным стеклом. 2009. № 4. С. 28–30.

ОБЛУЧАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Василяк Л.М. Современные передвижные открытые бактерицидные облучатели. 2011. № 5. С. 48–50.

Василяк Л.М., Дроздов Л.А., Костюченко С.В., Кудрявцев Н.Н., Собур Д.А., Соколов Д.В., Шунков Ю.Е. Методика измерения потока УФ излучения трубчатых бактерицидных ламп НД. 2011. № 1. С. 29–32.

Вассерман А.Л. УФ обеззараживание воздушной среды и поверхностей. 2010. № 3. С. 59–62.

Вассерман А.Л. Сравнительные характеристики бактерицидных облучателей с ксеноновыми импульсными лампами и с ртутными лампами НД. 2011. № 5. С. 51–52.

Вассерман А.Л. Экспериментальная оценка бактерицидной производительности бактерицидных облучателей. 2013. № 3. С. 68.

Гришин К.М., Лямцов А.К., Малышев В.В. Экономическое обоснование эффективности применения компактных люминесцентных ламп и светодиодов в птицеводстве. 2012. № 2. С. 62–63.

Изюмов С.В., Коган О.З., Маркин Н.П., Померанцев М.А., Соснин Э.А., Тарасенко В.Ф., Щёкотов Е.Ю., Щёкотов Д.Е. Разработка облучающих систем на основе эксилламп ультрафиолетового и вакуумного ультрафиолетового диапазонов: опыт сотрудничества российских научных и промышленных организаций. 2010. № 2. С. 61–64.

Костюченко С.В. Современное состояние и перспективы УФ технологии обработки воды и воздуха. 2009. № 6. С. 4–7.

Кузьмичёв А.В., Малышев В.В., Тихомиров Д.А. Эффективность комбинированной пастеризации молока ИК и УФ облучением. 2010. № 5. С. 6–9.

Миллз Э., Трейси Дж. Освещение на неэлектрифицированных птицефермах: демонстрация энергосберегающих возможностей освещения светодиодами в птицеводстве. 2011. № 5. С. 35–41.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Айкал Ф.Д., Гюмюс Б., Мурт Ё., Юнвер Р. Оценка естественного освещения исторических зданий при изменении их функционального назначения. 2011. № 2. С. 53–59.

Бубекри М., Вэнь Н. Проектирование естественного освещения с учётом поведения Человека. 2009. № 1. С. 44–50.

Будак В.П., Смирнов П.А. Физическая модель небосвода для расчётов естественного освещения. 2013. № 2. С. 59–63.

Гёргулу С., Дурсун Б., Кочабей С., Туна М., Юксек И. Оценка естественного освещения аудиторий в Университете Кыркларели. 2014. № 6. С. 32–38.

Дарула С., Киттлер Р. Классификация естественного освещения в условиях облачности. 2014. № 5. С. 37–45.

Дарула С., Киттлер Р. Новые предложения по нормированию естественного освещения. 2012. № 6. С. 26–31.

Кузнецов А.А., Оселедец Е.Ю., Соловьёв А.К., Столяров М.В. Опыт применения полых трубчатых световодов для естественного освещения в России. 2011. № 6. С. 4–11.

Кунисима М., Миямото М. Влияние естественного освещения помещений в ранние вечерние часы на поведенческие оценки и оценки световой среды. 2010. № 1. С. 38–43.

Навваб М. Аспекты естественного освещения интерьерных растений. 2009. № 3. С. 54–60.

Римшин В.И., Сёмин С.А., Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Практика нормирования солнцезащитных устройств. 2014. № 6. С. 27–31.

Юнвер Р. Прогноз возможности естественного освещения помещений при наличии наружных препятствий (в условиях Стамбула). 2009. № 2. С. 35–40.

ОСВЕЩЕНИЕ ГОРОДОВ

«Амира» вернула Санкт-Петербургу газовые фонари. 2010. № 5. С. 39

Айзенберг Ю.Б., Матвеева Е.Ю., Юшков Д.Д. О состоянии наружного освещения городов страны. 2012. № 6. С. 42–43.

Аллаш Е.Х., Варга Д.С., Новаковский Л.Г. Модернизация световых приборов подвижного состава метрополитена (опыт внедрения). 2014. № 4. С. 56–63.

Берген А. Практический метод сравнения пространственных распределений силы света. 2012. № 3. С. 52–57.

Бизяк Г., Илинен А.М., Кобав М.Б., Пуолакка М., Халонен Л. Энергоэффективность дорожного освещения в Словении. 2012. № 5. С. 40–44.

Бизяк Г., Илинен А.М., Пуолакка М., Халонен Л. Дорожное освещение в Финляндии: движение к большей энергоэффективности. 2012. № 4. С. 34–38.

Билунд Л. Как светодиодами теннисный корт осветили. 2011. № 6. С. 21.

Бодрог П., Вольф Н., Кхан Т.К. Спектральная чувствительность к дискомфортной блёкости, создаваемой уличным освещением и фарами автомобилей, и её аддитивность. 2012. № 2. С. 22–26.

Будак В.П., Ильина Е.И. Выбор показателей эффективности светильников утилитарного наружного освещения на этапе разработки. 2012. № 5. С. 45–50.

Будак В.П., Мешкова Т.В. Об освещении Петербургского метрополитена им. В.И. Ленина. 2013. № 4. С. 69–73.

Букатов А.С., Киричок А.И. Функциональное энергоэффективное освещение наружных пространств столицы: состояние и тенденции развития. 2012. № 6. С. 38–41.

Быстрынцева Н.В. Развитие теории световой среды вечернего города. 2012. № 5. С. 60–62.

Быстрынцева Н.В. Современное состояние проектирования световой среды городов. 2011. № 1. С. 43–47.

Быстрынцева Н.В., Матвеев Н.В. Выявление системы восприятия человеком освещённых пространств и объектов в городской среде. 2014. № 4. С. 52–55.

Вебер А., Ницше М. Сокращение энергозатрат в уличном освещении. 2010. № 6. С. 11–14.

Виикари М., Илинен А.М., Куфеоглу С., Луо В., Пуолакка М., Халонен Л. Светотехнические критерии оценки дорожного освещения (обзор). 2012. № 5. С. 51–59.

Виллегас Х.Т. Регулируемые стабилизаторы напряжения и светорегуляторы для уличного освещения. 2010. № 5. С. 37–38.

Винкельс К. Разработка и реализация мастер-плана освещения Дрездена. 2013. № 1. С. 35–40.

Гардин А.И., Шарыгин М.В., Шевченко А.С. О расчёте электрической сети личного освещения

с осветительными приборами, работающими в режиме поддержания заданного энергопотребления. 2011. № 4. С. 22–25.

Гюлер Ё., Явуз С., Яникоглу Е. Оценка систем управления совмещённым освещением на основе результатов долгосрочных экспериментов. 2013. № 1. С. 41–50.

Гюль Ё., Шэн Ё. Техническая и экономическая оценки дорожного освещения светодиодами в Турции. 2010. № 4. С. 16–22.

Ден Ш., Хейндерикс И., Чжан М., Чжу С., Чэн В. Изучение восприятия дискомфорта блёскости при дорожном освещении светодиодами. 2013. № 2. С. 51–56.

Кинг Б. Разработка метода комплексной оценки дорожного и городского освещения. 2012. № 2. С. 27–30.

Козлов И.М. Автоматизированное освещение квартиры. 2011. № 6. С. 16–19.

Ларсен П. Применение светодиодов в дорожном освещении. 2011. № 5. С. 20–24, 26–31.

Ларсен П., Мьёс Т. Внутреннее освещение – энергоэкономичные установки. 2012. № 2. С. 40–46.

Ларсен П.Й. Сравнение качества уличного и дорожного освещения в Норвегии и Швеции. 2010. № 4. С. 11–15.

Ли В., Хейндерикс И., Чжу С., Чэн В. Изучение восприятия водителями мельканий низко подвешенных светильников со светодиодами. 2013. № 3. С. 53–56.

Матвеева Е.Ю. Эффективность выбора энергосервисного контракта как способа финансирования энергосервисных мероприятий. 2012. № 2. С. 47–48.

Мителёв С.В., Цветков В.А. Освещение светодиодами сквера у Санкт-Петербургского государственного театра «Буфф». 2011. № 2. С. 6–7.

Мун Г.С., Шумаков Н.И., Шурыгина Н.В. Об освещении метростанции «Сретенский бульвар». 2011. № 4. С. 4–7.

Назаров Ю.В. Свет в городе – проблемы и перспективы. 2013. № 2. С. 57–58.

Немет-Видовски А., Шанда Я. Дорожное освещение и фотометрия в условиях сумеречного зрения. 2012. № 6. С. 44–48.

Немет-Видовски А., Шанда Я. Об уличном освещении белыми светодиодами в Венгрии. 2010. № 6. С. 4–10.

Новаковский Л.Г. Освещение подвижного состава – ключевая задача формирования световой среды метрополитена. 2011. № 4. С. 8–14, 16–21.

Оншина А.С., Чикота С.И. Оценка световой среды торговых залов самообслуживания. 2012. № 4. С. 39–42.

Пааккинен М., Тэтри Э., Халонен Л. Оценка освещения пешеходных дорожек. 2014. № 5. С. 65–70.

Панфилов Д.И., Шевченко А.С. Опыт реализации проектов модернизации уличного освещения. 2010. № 4. С. 7–10.

Перспективный подход к уличному освещению светодиодами. 2010. № 5. С. 40.

Прохоренко А.В., Соловьёв А.К. Энергоэффективные технологии на службе ЖКХ (на примере экономии энергии на освещение подъездов жилого дома). 2014. № 4. С. 46–51.

Росси Д., Соардо П., Якомусси П. Дорожное освещение: экономия энергии и совместимость с окружающей средой. 2012. № 2. С. 32–39.

Рустемли С., Сенгиз М.С. Оптимизация освещения тоннелей. 2014. № 4. С. 64–69.

Свет – всему голова (интервью). 2011. № 2. С. 8–12.

Системы дистанционного централизованного контроля и управления для уличного освещения – обзор технических средств. 2010. № 4. С. 23–24.

Соловьёв А.К. Полые трубчатые световоды: их применение для естественного освещения зданий и экономия энергии. 2011. № 5. С. 41–47.

Федорищев А.Ю. Состояние и перспективы развития системы наружного освещения в России. 2010. № 4. С. 4–6.

Щепетков Н.И. Искусство освещения Берлина. 2011. № 2. С. 13–19.

Щепетков Н.И. Освещение в городах Турции. 2009. № 6. С. 72–77.

Щепетков Н.И. Свет и город – что первично для зодчего и для зодчества? 2009. № 5. С. 13–17.

Энергоэкономичные регулируемые осветительные установки большой мощности с разрядными лампами высокой интенсивности. 2010. № 5. С. 51–52.

Подписывайтесь на журнал

СВЕТОТЕХНИКА
На 1-е полугодие 2015 года

Индекс журнала 70808
в каталоге «Пресса России»,
отдел «АРЗИ».
Редакция также оформляет
подписку на журнал

Адрес: 129626, г. Москва,
проспект Мира, 106,
ВНИСИ, оф. 327, 334
Тел/факс: 8 (495) 682-58-46
E-mail:
journal.svetotekhnika@mail.ru

ПАРТНЁРЫ ЖУРНАЛА

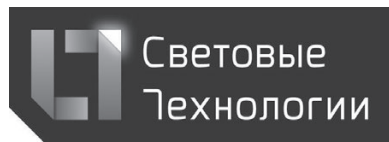
Редколлегия и редакция с большим удовлетворением отмечают организацию сообщества «Партнёры журнала «Светотехника» и выражают благодарность нашим партнёрам, поверившим во взаимную эффективность такого сотрудничества.

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЁР ЖУРНАЛА



Холдинг BL Group

БРИЛЛИАНТОВЫЕ



ПЛАТИНОВЫЕ



**ГЛОБАЛ
ЛАЙТИНГ**

ЗОЛОТЫЕ

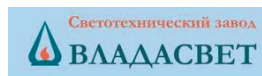


ZUMTOBEL



**GE
Lighting**

СЕРЕБРЯНЫЕ



БРОНЗОВЫЕ

