

# interlight

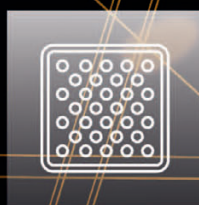
MOSCOW

powered by light + building

Международная выставка декоративного  
и технического освещения, электротехники  
и автоматизации зданий

10–13 ноября 2015

ЦВК «Экспоцентр», Москва



messe frankfurt



[www.interlight-moscow.ru](http://www.interlight-moscow.ru)

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. Будак**, 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-tekhnika.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 20.03.2015.

Подписано в печать 16.04.2015.

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

### Бизнес и инновации

4

### ОСВЕЩЕНИЕ ГОРОДОВ

**Матовников Г.С., Щепетков Н.И.** Освещение новых пешеходных улиц Москвы

11

**Чувикин С.В.** Ландшафтное освещение Александровского сада, г. Москва

18

**Силкина М.А.** Световые ориентиры в среде ночного города

21

**Быстрянцева Н.В.** Критерии комплексной оценки качества искусственной световой среды города

26

**Онаигил С., Эркин Э.** Новый подход к расчёту экономии энергии для освещения офисных зданий

30

**Табака П.** Влияние температуры окружающего воздуха на цветовые характеристики люминесцентных ламп

39

**Гаврилкина Г.Н., Ильина Е.И., Сарычев Г.С.**

Вновь о профилактическом УФ-облучении с целью ликвидации «солнечного голодания»

45

**Николаенко Т.Ю., Николаенко Ю.Е.** Новые схемно-технические решения для теплового конструирования люстр со светодиодами

48

**Ахмяров Т.А., Спиридонов А.В., Шубин И.Л.** Новые решения для светопрозрачных конструкций

51

**Документ** Международного энергетического агентства (4E-SSL Annex Task 1) «Итоговый отчёт «Potential Health Issues of SSL», 24 сентября 2014 г.: резюме

57

### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

**Егорченков В.А., Конопацкий Е.В.** Принципы построения модели светового поля помещения с криволинейным четырёхугольным светопроёмом с использованием точечного исчисления

59

### ДИСКУССИИ

**Михайлов О.М.** Проблемные вопросы спектрометрических измерений

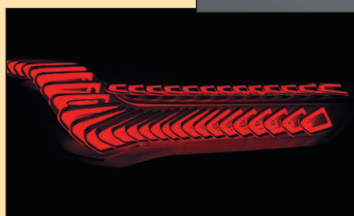
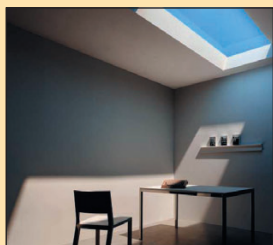
61

# 2 • 2015

## МАРТ • АПРЕЛЬ

# СВЕТО ТЕХНИКА

## (LIGHT & ENGINEERING)



### СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Пашковский Р.И.** Требования нормативных документов, касающихся проектирования электроустановок зданий, сооружений и наружных установок

65

### ХРОНИКА

**Выставка «Interlight Moscow powered by Light + Building» 2015** включена в список официальных мероприятий Международного года света и световых технологий

68

**Международные конференции и выставки в 2015 году (II полугодие)**

69

**Памяти Яноша Шанды**

40

**Подведены итоги первого фестиваля и смотра-конкурса «Световая архитектура».** Петухова Е.Г.

25

**Поздравляем С.А. Георгобиани**

70

### КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ. НОВЫЕ КНИГИ

**Подписывайтесь** на журнал «Светотехника»

79

**Содержание** журнала за 6 лет (продолжение)

71

### ЖУРНАЛ ОБРАЩАЕТСЯ

**Письмо мэру Москвы**

38

### ОТВЕТ МИНИСТЕРСТВ И ВЕДОМСТВ

**Ответ** на письмо мэру Москвы

58

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Инновации** в уличном освещении (холдинг *BL Group*)

2 с. обл.

**Реализация** концепции городского освещения любого уровня сложности (холдинг *BL Group*)

3 с. обл.

**ПРОЕКТ СВЕТ** (кураторский спецпроект по проблемам светового дизайна)

70

**Interlight Moscow powered by Light+Building**

1

**LUGA C** – светодиодные модули (COB)  
(компания *Vossloh-Schwabe*)

4 с. обл.

## Крым осветят петербургские светодиодные лампы

Торговый дом (ТД) «Содружество компаний «Крым», официальный оператор представительской деятельности Администрации г. Симферополя Республики Крым (РК), и ТД «ИРСЭТ-Центр», официальный представитель петербургского производителя светодиодных источников света «Светлана-Оптоэлектроника», заключили соглашение о сотрудничестве.



Торжественное подписание документа состоялось во время посещения делегацией отраслевых министерств РК (Министерства имущественных и земельных отношений, Министерства экономической политики, Министерства промышленной политики, Республиканского объединения промышленников и предпринимателей) производственной площадки завода «Светлана-Оптоэлектроника».

В рамках соглашения ТД «Содружество компаний «Крым»» будет выполнять функции официального представителя по продвижению российских светодиодных ламп торговых марок *SvetaLED®* и *IRLED* на территории РК. Взаимная поддержка открывает для компаний новые горизонты.

Гендиректор ТД «ИРСЭТ-Центр» Владислав Половников уверен, что сотрудничество с Крымом не только существенно расширит географию продаж отечественной инновационной осветительной техники, но и станет первым шагом в реализации социально-значимых проектов по освещению городских улиц и промышленных предприятий РК.

Руководитель ТД «Содружество компаний «Крым»» Михаил Красенков сказал: «Для жителей Крыма очень важно иметь возможность устанавливать в своих квартирах и домах энергоэффективные лампы, которые потребляют в разы меньше электроэнергии, чем их аналоги, а также не требуют специальной утилизации. Для экономики Крыма в целом первостепенной задачей является оптимизация затрат в сфере энергопотребления».

Заместитель главы Администрации Симферополя Татьяна Сиваченко заявила: «Применение отечественной энергоэффективной осветительной продукции актуально, как с точки зрения энергосбережения, так и в рамках реализации политики импортозамещения и развития отечественной промышленности».

«Продукция петербургских предприятий востребована в Крыму, и у нас уже существует опыт успешных поставок. Данное соглашение только подтверждает наши намерения по расширению и укреплению кооперационных связей между предприятиями наших регионов», – отметил председатель Комитета по промышленной политике и инновациям Санкт-Петербурга Максим Мейксин.

www.rusnor.org  
02.03.2015

## Революционный светильник дневного света имитирует окно, через которое виднеется настоящее небо

«Солнечный свет», проникающий через «окно в потолке» в виде светодиодной (СД) панели, кажется абсолютно настоящим и способен обмануть не то, что человека, но и профессиональную технику. Те-



перь «солнце» может светить 7 дней в неделю по 24 ч в сутки в любом помещении.

Светильник «CoeLux» – это революционный прибор, представляющий собой высокотехнологичную потолочную СД-панель, имитирующую окно, в которое видно голубое небо в ясную погоду. Сквозь эту прямоугольную панель в помещения, отрезанные от настоящих лучей солнца, проникает дневной свет. Люди, которые заходили в комнату с установленным «CoeLux», были абсолютно уверены в том, что они находятся в помещении с настоящим окном в потолке, откуда внутрь попадают солнечные лучи и освещают пространство.

Установка уникального устройства освещения будет особенно актуальной в помещениях, которым необходим настоящий солнечный свет: в больницах, офисах, спортивных залах, подземных парковках, подвальных помещениях.

Единственный минус светильника «CoeLux» – цена. За него компания просит около \$60 тыс., плюс \$7–8 тыс. за его установку.

На сегодня устройство пассивно, то есть не меняет свой свет в течение дня. Но разработчики не собираются останавливаться на достигнутом и планируют придать «CoeLux» функцию динамичности. В таком случае «солнце» будет менять своё положение по времени суток. Пока же существует только три варианта освещения: «солнце северного полушария», «тропическое» и «средиземноморское».

Солнечный свет необходим для правильного развития организма и хорошего настроения, поэтому искусственное солнце «CoeLux» – очень полезное изобретение в области осветительных приборов. А для тех, кому может надоедать солнечная погода, создана домашняя грозозащитная лампа с акустической системой.

www.novate.ru  
20.03.2015

## Причина возникновения близорукости – нехватка дневного света

Миопия, или близорукость, вызывается удлинением глазного яблока и фокусированием изображения перед сетчаткой глаза, а не на ней. В последние десятилетия близорукость приобрела характер эпидемии: в Европе и США число близоруких людей за последнее столетие более чем удвоилось, а в азиатских странах ситуация ещё хуже. Так, если 60 лет назад от близорукости страдали 10–20% китайцев, то сейчас их уже 90%, а в Сеуле 95,6% 19-летних молодых людей близоруки.



На протяжении многих лет врачи исследовали причины возникновения миопии. В процессе работы выяснилось, что ни генетика, ни привычка современных людей проводить много времени за чтением и перед мониторами электронных устройств не являются решающими причинами возникновения болезни. Длительная работа привела учёных к неожиданным результатам, которые подверглись тщательной проверке и были обнародованы в журнале «Nature» (<http://www.nature.com/news/the-myopia-boom-1.17120>).

Учёные заявили, что близорукость вызывается нехваткой дневного света. Современные люди стали проводить гораздо меньше времени на улице, и именно это провоцирует возникновение миопии, так как под воздействием яркого дневного света сетчатка глаза вырабатывает дофамин, а его нехватка и вызывает удлинение глазного яблока. Врачи посчитали, что для сохранения хорошего зрения человеку необходимо минимум три часа в день проводить при освещении в 10 тыс. лк, тогда как самое мощное освещение, достижимое внутри помещения, обычно не превышает 5 тыс. лк.

www.gazeta.ru  
23.03.2015

## Philips переосветила 10 лайнеров Costa Cruises



Philips завершила проект по обновлению освещения 10 судов ведущей европейской круизной компании *Costa Cruises*. Установка более 300 тысяч светодиодных источников света позволила добиться 60%-ной экономии электроэнергии на освещение на каждом корабле. Кроме того, новое освещение обеспечивает качественный комфортный свет, воспринимаемый близким к естественному, и создаёт максимально приятную и гостеприимную атмосферу для пассажиров лайнера.

Обновление системы освещения на 10 судах позволит снизить выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу ежегодно на 30 тысяч тонн. Переход на энергоэффективные светодиодные технологии стал завершающим шагом *Costa Cruises* к сокращению выбросов CO<sub>2</sub> в соответствии с отчётом об устойчивом развитии, опубликованном компанией в 2014 г.

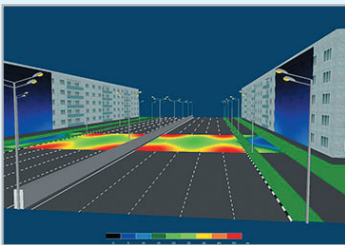
Светильники «*MasterLEDspot*» и «*CorePro LEDtube*», установленные на круизных лайнерах, дают качественный белый свет, который не утомляет и не раздражает глаза, и позволяют существенно снизить расходы на техническое обслуживание.

«Индустрия гостеприимства – одно из приоритетных направлений нашего бизнеса. Мы обладаем глубокой экспертизой в этой области и разрабатываем световые решения, обеспечивающие устойчивое развитие компаний данного сегмента, – говорит директор по устойчивому развитию Philips «Световые решения». – Круизные корабли – это маленькие самодостаточные города, которые располагают своей собственной энергетической системой. Переход с ламп мощностью 50 Вт на эквивалентные по световому потоку светодиодные лампы мощностью 7 Вт позволит снизить общее энергопотребление одного корабля практически в половину».

Доходы мирового круизного туристического бизнеса за 2014 г. оцениваются примерно в \$37 млрд. (€33 млрд). Число пассажиров, выбирающих данный вид путешествий, растёт с каждым годом; ожидается, что к 2018 г. оно составит 24 миллиона.

www.svetozone.ru  
04.03.2015

## Вышли обновления программ «*Light-in-Night Road*» и «*GALAD Office Light*»



Холдинг **BL GROUP** выпустил новую версию программы «*Light-in-Night Road*» (релиз 5.1.0).

В новой версии существенно расширена база типовых осветительных опор и кронштейнов «*OPORA engineering*», производимых Холдингом. Впервые в базу введены многорожковые кронштейны. База включает значительную часть всей номенклатуры металлоизделий, производимых компанией, и предназначена для автомобильных дорог любых категорий и других объектов утилитарного наружного освещения.

Использование типовых опор и кронштейнов облегчает работу в программе и способствует принятию наиболее эффективных решений при проектировании дорожного и уличного освещения.

Новая версия доступна на сайте [www.galad.ru](http://www.galad.ru).

В марте этого же года появилось обновление для программы «*GALAD Office Light*», предназначенной для быстрых расчётов освещения помещений.

Обновлённая версия обеспечивает автоматическую расстановку светильников. (Размещать светильники на экране вручную больше не обязательно – можно выбрать нужную освещённость (например, 500 лк), и программа всё просчитает сама.)

Результат сохраняется в виде протокола в формате *PDF*, который отправляется на почту.

Загрузить софт можно через *App Store* и *Google Play*.

www.bl-g.ru  
16.03.2015

## Philips дополнила свою номенклатуру интеллектуальных светотехнических изделий сериями «*Hue Phoenix*»



Светильники «*Hue Phoenix*» компании *Royal Philips* являются первыми в новом ряду светильников белого света, позволяющих получать в быту нужное на данный момент освещение. «*Hue Phoenix*» предоставляет возможность одним движением пальца реализовывать любой оттенок белого света, от способствующего интимной атмосфере вечером, до взбадривающего перед посещением тренажёрного зала.

Директор по маркетингу этих изделий: «Мы использовали наши знания в области биологического действия света на людей, такого как регулирование циркадных ритмов и физиологических процессов, например сна, и реализовали их в «*Hue Phoenix*». Апробированные составы света помогут вам бодро чувствовать себя утром, сосредоточиться на работе днём и расслабиться в ночное время».

При помощи «*Hue Phoenix*» можно мгновенно менять свет с тёпло-белого, позволяющего создавать спокойную домашнюю атмосферу, на бодрящий белый, помогающий сосредотачиваться на выполняемой работе. Реализация всего многообразия оттенков белого света делает серию «*Hue Phoenix*» идеальной для любых точек в доме. Стильный настольный светильник идеален для кабинета, настенный светильник лучше подходит для нежного пробуждения утром, светильники направленного вниз света хороши для прихожих, подвесные будут на месте над обеденным столом, а потолочные прекрасно работают в больших гостиных.

Необычный вид этих светильников придаёт дому дизайнерский облик. Небольшие шестигранные ячейки, заставляющие внешнюю оболочку сверкать и отражать свет, легко распределяют свет по всей комнате. Кроме того, они меняют свой внешний вид при наблюдении с разных направлений.

Светильники «*Hue Phoenix*» обеспечивают не только получение высококачественного белого света. Будучи включёнными, они могут охранять дом в отсутствие хозяев, что достигается программированием светильников таким образом, чтобы они включались вечером и выключались, когда принято отходить ко сну. Можно даже настраивать их на подачу ненавязчивых сигналов о поступлении сообщений по электронной почте или об изменении погоды в виде мягкого «светового предупреждения» со стороны всех подключённых светильников.

Светильники Philips «Hue Phoenix» начнут продаваться с апреля в Европе и с мая в Северной Америке.

Рекомендуемые розничные цены: светильник направленного вниз света: €49; настенный светильник: €129; настольный светильник: €179; потолочный светильник: €349; подвесной светильник: €349.

www.ledinside.com  
03.03.2015

## Lighting Science Group запускает новаторскую светодиодную лампу «Sleepy Baby»



Компания Lighting Science Group Corporation с удовольствием сообщила о выпуске новой СД-лампы Sleepy Baby™. Она представляет собой запатентованную «биологически подправленную» лампу, предназначенную для использования при приготовлении ребёнка ко сну, улучшающую сон ребёнка и его самочувствие.

В большинстве случаев традиционное внутреннее освещение слишком сильно, особенно в сине-голубой части спектра излучения, ночью и слишком слабо днём, что может мешать полноценному ночному отдыху маленьких детей (и их родителей). Установка лампы Sleepy Baby™ около кровати ребёнка исключает голубой свет, который наказывает телу бодрствовать. При отсутствии же этого света тело ребёнка начинает вырабатывать мелатонин – крайне необходимый для сна естественный гормон.

«Для меня, как учёного и отца маленького ребёнка, важно было разработать биологически правильную СД-лампу, полезную для моей семьи, – сказал руководитель светотехнических исследований компании Lighting Science Group. – Применив в нашей СД-лампе Sleepy Baby™ результаты новаторских исследований, которые проводились нами совместно с НАСА, мы сделали её биологически пригодной для обеспечения у маленьких детей здоровых циркадных ритмов и циклов сна. Теперь ребёнок может при освещении нашей лампой быстрее засыпать, дольше спать и быстрее повторно засыпать после пробуждения для ночного кормления или переодевания. В этом изделии применены все достижения Lighting Science Group, что позволило обеспечить здоровое освещение светодиодами и внедрить биологически правильное освещение в глобальную окружающую среду».

Генеральный директор компании добавляет: «...Что бы это ни было – помощь маленьким детям в выработке правильных циркадных ритмов, способствование их правильному развитию и росту или обеспечение уставшим родителям хорошего ночного сна, – наша команда учёных и исследователей всегда ищет пути развития научных основ биологически правильного освещения. «Sleepy Baby» – это естественный для нас шаг по расширению нашего ассортимента биологически правильных светотехнических изделий, и мы с радостью выводим эти выдающиеся изделия на мировой рынок».

www.ledinside.com  
09.03.2015

## Мордовские студенты примут участие в «LightFight 2015»

Студенты Мордовского госуниверситета разрабатывают светильники с использованием перспективных технологий гибкой и печатной электроники.

Как сообщают в пресс-службе вуза, дизайн-конкурс гибких светильников «LightFight 2015», объявленный Центром нанотехнологий и наноматериалов Республики Мордовия (ЦНН) стартовал 19 марта.

«Участники смогут изучить новейшие технологии в «гибком свете», научиться проводить дизайн-исследование, примут участие в конструировании, расчёте и испытании своих прототипов», – рассказали в пресс-службе.

На каждом этапе конкурсантам будут помогать лидеры промышленного дизайна, центры прототипирования и институты развития.

Победители конкурса будут награждены 29 мая на Всероссийском светотехническом форуме. Они получат право на заключение инвестиционного соглашения с ЦНН на сумму до 1 млн руб.

По словам гендиректора ЦНН Дмитрия Крахина, ЦНН начал активно вести работы по производству «плёночных источников света на базе светодиодов».

«Плёночные источники света – своего рода «полуфабрикат». Конкурс «LightFight 2015» направлен на создание из них конечного продукта для потребителей», – сказал он.

### Справка о конкурсе «LightFight 2015»:

ЦНН учреждает новый конкурс «LightFight 2015» (период проведения – с 19.03 по 29.05.2015) – на лучший дизайн светильников с использованием перспективных технологий гибкой и печатной электроники.

Номинации конкурса: 1) лучший дизайн гибкого светильника; 2) лучший эко-дизайн; 3) лучшая форма.

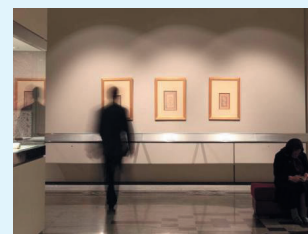
3 команды получают право на заключение инвестиционного соглашения с наноцентром Республики Мордовия на сумму до 1 млн руб.

Подробнее: <http://lightfight2015.truvisibility.com>.

www.lightrussia.ru  
23.03.2015



## Зал искусств в музее исламской культуры в Тегеране: экспозицию освещают светильники со светодиодами



Большой частный музей в центре столицы Ирана («Malek Museum») назван в честь его основателя – филантропа Hajj Hossein Malek (1873–1973).

В музее, вместе с библиотекой, содержится более 19000 манускриптов и множество других ценнейших экспонатов. Они отражают развитие исламской культуры за 13 столетий (с VII по XX вв.), в том числе – лаковые и эмалевые миниатюры, картины, ковры, гобелены, головные уборы, предметы одежды и быта.

В мае 2012 г. в реставрированном «Зале искусств», была открыта выставка раритетов, подаренных музею Ezat Malek – дочерью основателя. Среди них уникальные каллиграфические манускрипты, книги и др.

Эффективное, энергоэкономичное и безопасное освещение экспозиции обеспечил концерн iGuzzini Illuminazione s.r.l. (Италия), применив светильники со светодиодами.

Высокие уровни вертикальной освещённости на стенах, и, соответственно, благоприятные условия адаптации и восприятия экспонатов, достигнуты благодаря установленным на шинопроводах светильникам акцентированного света модели «Sydecar» мощностью 55 Вт.

Дополнительный отражённый свет в зале создают гибкие светодиодные модули «Underscore Ledstrip», скрытно размещённые по периметру декоративных ниш подвесного решётчатого потолка.

Экспонаты, расположенные в витрине (центр зала), освещаются встроенными в верхнюю панель светильниками «Express Evo» мощностью 19 Вт.

Вся система освещения зала подключена к светорегулирующей установке (протокол управления DALI).

www.k-to.ru  
03.03.2015

## RayVio объявилась как производитель УФ диодов на форуме инвесторов

На \$500-миллиардном рынке обеззараживания руководитель стартап-компании RayVio Р. Уолкер видит более чем \$10-миллиардные возможности для эффективных УФ диодов (УФД) в таких областях применения, как обеззараживание и стерилизация.

На прошедшем аналитической компанией Strategies Unlimited форуме инвесторов стартап-компания RayVio сообщила о своих планах по участию в производстве УФД. Её директор-распорядитель Р. Уолкер сказал, что компания уже имеет образцы УФД, серийное производство которых будет налажено в течение двух последующих кварталов.

УФД имеют большой потенциал в области стерилизации и обеззараживания. На форуме «Strategies in Light» 2014 это было убедительно обосновано. Ранее писалось о применении УФД, например, для фотоотверждения воздействием относительно длинноволнового УФ излучения, которое бывает очень выгодным. Однако первая компания, которая сможет решить проблему недостаточной эффективности УФД в коротковолновых УФ-В и УФ-С диапазонах, может выиграть очень многое – и именно на это нацелена компания RayVio.

Уолкер сказал: «Мы считаем, что полупроводниковые источники УФ излучения – это следующая революция». По его словам, компания считает, что может «реализовать закон Хейтца применительно к УФД». Закон Хейтца (2000 г.) первоначально касался СД (видимого света) и утверждал, что стоимость одного люмена светового потока СД десятикратно снижается каждые десять лет, а световой поток одной СД-сборки за это время возрастает в 20 раз.

В области обеззараживания УФД открывают большие возможности. Уолкер сказал: «Внутрибольничные инфекции убивают больше людей, чем огнестрельное оружие и дорожные происшествия». По его словам, эффективные УФД могут с лёгкостью стерилизовать больничные палаты и использоваться во многих других областях применения, включая обеззараживание водопроводной питьевой воды.

Проблема, конечно, заключается в создании эффективных УФД с большим сроком службы. Уолкер не дал подробного описания технологической цепочки, используемой RayVio в производстве УФД, но заявил о прорывах в научном плане и в плане материалов, которые позволят достичь компании таких же успехов, как и в области видимого света после появления синих СД.

Уолкер заявил, что RayVio уже сегодня может поставлять УФД мощностью 10 мВт, и у неё есть лабораторные образцы мощностью 45 мВт. И хотя пока что RayVio ничего не может сказать о сроках службы, она, по словам Уолкера, предполагает «обеспечить надёжность в пределах 1000 ч работы», тогда как многие современные УФД «скасают» за несколько десятков часов.

www.ledsmagazine.com  
25.02.2015

## GALAD и OPORA ENGINEERING: освещение развязки в Перми

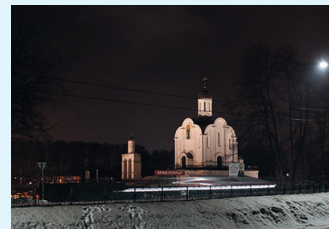
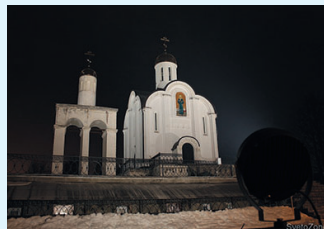


Развязка – сложный объект транспортной инфраструктуры для проектирования и монтажа освещения. В январе 2015 г. были завершены работы по освещению развязки Пермской объездной дороги, которая находится в восточной части города. Для

реализации проекта было использовано оборудование холдинга BL Group: высококачественные опоры OPORA ENGINEERING™ «МГФ» и мощные прожекторы GALAD™ «ГО42 Квант» (с металлогалогенной лампой). По мнению специалистов, такое решение этой задачи стало наиболее оптимальным.

www.bl-g.ru  
06.03.2015

## Храм на берегу Клязьмы в свете прожекторов «XLight»



Компания «Икслайт» завершила первый этап проекта архитектурного освещения храма Святой Блаженной Матроны Московской в г. Ногинске Московской области.

Православный храм, возведённый на пожертвования верующих в 2012 г., находится в живописном месте на берегу реки Клязьмы, рядом с новым жилым районом. Для создания впечатляющего светового образа проектом предусмотрено архитектурное освещение всех объектов на территории храма.

На первом этапе реализовано общее заливающее освещение основного здания храма по временной схеме с использованием прожекторов со светодиодами модельного ряда «XLight» серии «XLD-FL36». Для решения этой задачи оказалось достаточно всего четырёх прожекторов «XLight» с большими световой отдачей и общим индексом цветопередачи. Тёпло-белый свет и специально подобранная оптическая система прожекторов дополнительно усилили акцент на куполе и кресте храма. Установленная мощность осветительной установки с прожекторами «XLD-FL36» составила всего 320 Вт.

Прожекторы «XLD-FL36» отличает высокая энергоэффективность, повышенная надёжность, низкие эксплуатационные затраты, экологичность и безопасность. Повышенная надёжность этих приборов обеспечивается прочностью конструкции вандалостойкого корпуса, пылевлагозащищённостью (IP65), системой защиты от перегрева электронного ПРА и широким диапазоном рабочих температур (от –40 до +50 °С).

www.svetozone.ru  
24.03.2015

## Тенденции в области маломощных (≤ 20 Вт) средств освещения светодиодами

Согласно последнему ежегодному отчёту компании Strategies Unlimited по СД («The Worldwide Market for LEDs: Market Review and Forecast 2014»), в 2013 г. мировой объём продаж осветительных СД составил \$4,4 млрд. При прогнозируемом на период с 2013 по 2018 г. годовом темпе роста в 27,5% к 2018 г. объём продаж возрастёт до \$14,9 млрд. Потенциальные возможности рынка велики и непрерывно растут, но ПРА для СД сталкиваются с проблемами в части улучшения световой отдачи, уменьшения стоимости и повышения эксплуатационного срока службы.

Минэнерго США (DOE) прогнозирует увеличение возможностей мощных СД. Уровень мощности и эффективность подвода энергии к цепочке СД зависят от конструкции ПРА. Одна единственная топология ПРА не может быть оптимальной для СД разной мощности, однако существует минимальный набор топологий, которые будут соответствовать всем требованиям к ПРА для СД.

Ещё одна общая проблема ПРА для СД – их стоимость. Оценки DOE текущих цен показывают, что на ПРА приходится 10–20% полной себестоимости светильников с СД. Конечный потребитель сталкивается с пол-

ной стоимостью, которая служит главным препятствием на пути внедрения освещения светодиодами, независимо от улучшения его рабочих характеристик. В докладе на проводившемся DOE воркшопе «Solid-State Lighting Market Introduction» (в 2011 г.) говорилось о необходимости постановки и решения задачи почти 50%-ного уменьшения стоимости изделий каждые 4 года.

Эксплуатационный срок службы связан с надёжностью ПРА для СД. На надёжность влияют количество деталей, типы используемых деталей и температура или мощность, рассеиваемая ПРА. Кроме того, на надёжность влияет рабочая температура, так что при несомненной важности теплоотвода не менее важно и уменьшение потерь мощности в деталях ПРА и метод управления топологией. Тенденция состоит, в частности, в исключении таких деталей, как электролитические конденсаторы и оптоизоляторы.

[www.ledinside.com](http://www.ledinside.com)  
03.03.2015

## Новые антикризисные световые решения от компании «Световые Технологии»

Новая серия бюджетных светильников специально разработана как экономически эффективное решение в условиях кризиса. Благодаря простоте конструкции и инновационному производственному процессу светильники сочетают в себе две основные характеристики: цена/качество и высокая надёжность.



Ассортимент линейки «COST EFFECTIVE» представляет решения для таких сегментов, как офисное, торговое, ЖКХ- и промышленное освещение. Помимо доступной цены, обеспечены серьёзные конкурентные преимущества в технических характеристиках и дизайне.

Во-первых, это соответствие всем российским нормативным требованиям по таким показателям, как энергоэффективность, уровень пульсации светового потока, коэффициент мощности, электромагнитная совместимость и цветовая температура.

Во-вторых, все светильники детально продуманы с точки зрения конструкции и дизайна. Например, светильники «OPTIMA.PRS ECO LED 595» производятся с универсальным корпусом, пригодном как для встраивания в подвесные потолки, так и для монтажа на опорную поверхность. Типичный для такого типа конкурентных светильников дефект – видимость ПРА и проводов сквозь рассеиватель – решена эффективным образом: ПРА скрыт внутри корпуса за ламелями, которые выполняют функцию дополнительного отражателя. За счёт этого светильник, с учётом потерь в рассеивателе, обладает световой отдачей свыше 100 лм/Вт.

Светильники для промышленного освещения «SLICK.PRS ECO LED» не имеют аналогов на российском рынке как по характеристикам, так и по цене. Компактный корпус прибора выполнен из литого под давлением алюминия, что гарантирует уровень защиты IP65 и длительный ресурс. Минимальные трудозатраты на монтаж и подключение обеспечиваются специальными монтажными скобами, идущими в комплекте с гермовводом (для подключения к сети 220 В светильник не нужно разбирать).

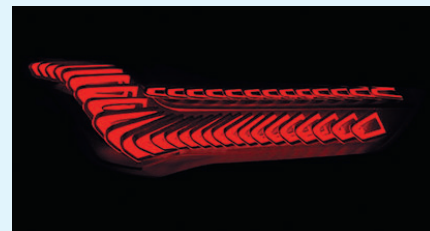
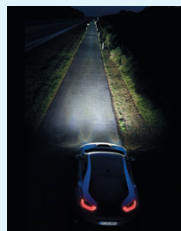
Все светильники доступны на складе.

[www.elec.ru](http://www.elec.ru)  
20.03.2015

## OSRAM вновь подтверждает своё положение лидера в области инноваций и технологий в автомобильном секторе

Переворот в автомобильном освещении: продукция OSRAM для легендарных фар BMW M4 Concept Iconic Lights представлена не только лазерным светом фар головного света, но и – впервые – органическими светодиодами (ОСД) задних фонарей.

Эти пространственные источники света позволяют изготавливать осветительные приборы любой формы, открывая тем самым совершенно новые возможности с точки зрения дизайна.



Компания OSRAM вновь подтверждает своё положение лидера в области инноваций и технологий в автомобильном секторе. Новый концепт автомобиля BMW оборудован инновационными осветительными приборами OSRAM и спереди, и сзади. Уже знакомые двойные круглые фары BMW теперь предстанут в новом свете благодаря лазерной технологии от OSRAM. Но наибольший интерес вызывают задние фонари. Они снабжены ОСД, способными генерировать свет в очень тонких слоях органических материалов.

Свободная форма и расширенные функции ОСД, такие как гибкость, означают, что теперь дизайнеры никак не ограничены источником света. Например, трёхмерные эффекты можно создавать сегментацией или, другими словами, близким расположением переключаемых световых поверхностей.

ОСД-сегменты концепта автомобиля BMW M4 могут излучать свет разного цвета в зависимости от включённого режима: «габаритный огонь», «стоп-сигнал» и «поворотник». Кроме того, энергии расходуется мало, поскольку для работы ОСД требуется совсем слабый ток.

[www.osram.ru](http://www.osram.ru)  
03.03.2015

## Toshiba выпускает в продажу светодиодную лампу с мощной GaN ГИС

Компания Toshiba Lighting & Technology Corp разработала под свою схему питания с мощной GaN ГИС (гигантская интегральная схема) СД-лампу в форм-факторе одноцокольной ГЛН с отражателем.



Эта лампа только что поступила в продажу. Благодаря мощной GaN ГИС она может работать на частоте 700 кГц, что примерно в 10 раз выше рабочей частоты предыдущего изделия этой компании с мощной Si ГИС. В результате площадь схемы питания новой СД-лампы примерно в 2,5 раза меньше, чем у схемы питания предшествующей лампы.

Освободившееся пространство использовано для размещения блока светорегулирования. Входящее в новую лампу устройство «Premium Dimming Technology», основанное на использовании кристалла для фазового светорегулирования и программного обеспечения для управления светорегулированием, применимо в светорегуляторах не только для СД-ламп, но и для ламп накаливания. Это устройство снижает световые пульсации, из-за колебаний напряжения питания, и амплитудные искажения. Кроме того, оно позволяет плавно регулировать световой поток в пределах от 0 (выключение) до 100%.

Toshiba Lighting & Technology выпустила две модели лампы: со световыми потоками 200 и 250 лм. Предлагаемая производителем розничная цена обеих составляет ¥ 7500 (\$62,2, без налога). Предполагается продать в общей сложности 60000 таких ламп.

<http://techon.nikkeibp.co.jp/english/NEWS>  
03.03.2015



## Пржекторы «СДО»: самый мощный свет



Группа компаний *IEK* сообщает о расширении ассортимента прожекторов со светодиодами «СДО». Их ряд пополнили мощные модели серии «СДО04», с SMD-светодиодами.

Пржекторы «СДО04» предназначены для наружного и ландшафтного освещения: зданий, рекламных стендов, складских объектов, автостоянок, скульптурных композиций, стадионов, площадей и парков.

Ассортимент прожекторов *IEK* серии «СДО04» включает модели трёх мощностей: 100, 150 и 200 Вт. Это оптимальная замена для прожекторов с лампами «ДРЛ», «ДНаТ» и МГЛ мощностью до 400 Вт.

Основные достоинства прожекторов *IEK* «СДО04»:

- Высокое качество освещения: отсутствие пульсаций, воспринимаемый естественным «дневной свет» (6500 К), высокий общий индекс цветопередачи (>80).
- Высококачественный ПРА, обеспечивающий коэффициент мощности не менее 0,95.
- Высокий КПД SMD-светодиодов обеспечивает низкое энергопотребление и незначительное тепловыделение.
- Высокая световая отдача – не менее 90 лм/Вт.
- Гарантированное включение при отрицательных температурах.
- Срок службы светодиодов до 50000 ч.
- Надёжный корпус из алюминия.
- Степень защиты IP65.

www.ruscable.ru  
18.03.2015

## Южнокорейские дизайнеры презентовали лампу-песочные часы



Потенциальный успех любого дизайнерского решения кроется в совмещении технологий прошлого и инновационного решения. Когда создателям гаджета удаётся соединить интересный дизайн и функциональное применение, то успех гарантирован. Именно так произошло в случае с лампой-«пятнадцатиминуткой».

Суть необычной лампы состоит в том, что она не только осветительный прибор, но и своеобразный песочный таймер, отмеряющий 15 минут. По утверждению южнокорейских дизайнеров, которые представляли лампу на конкурсе «2013 IDEA Awards», где, кстати, концепт стал победителем, их лампа является идеальным решением для тех, кто не любит засыпать в крошечной тьме. Кроме того, лампа позволит экономить электроэнергию – больше не придётся тревожиться о том, что заснул и не выключил в комнате свет.

Суть работы необычной лампы, получившей название «15-минутка», заключается в том, что кроме своей основной функции, связанной с освещением, она позволяет отмерять 15 минут времени, как это делают песочные часы. Когда человек включает лампу, она даёт яркий свет. Но достаточно её перевернуть, как пространство лампы заполняется песком, а свет от неё становится всё более тусклым. Когда песок заполняет ёмкость полностью, лампа автоматически выключается.

Необычную лампу планируют запустить в массовое производство. Поэтому не исключено, что «15-минутка» вскоре появится в магазинах, где продаются электротовары, в Москве. Менеджеры столичных магазинов

рассказывают, что креативные лампы пользуются у покупателей повышенным спросом и продаются очень быстро. Покупатели обращают внимание на интересный дизайн и на функциональность светильников. Таким образом, у лампы «15-минутки» есть все шансы, выйдя на рынок, стать хитом продаж.

www.novate.ru  
21.03.2015

## Освещение Терренкура «Тропа здоровья»



ООО «Светосервис-Сочи», принадлежащее холдингу *BL Group*, недавно завершило проект по ремонту освещения одного из городских прогулочных мест в лесопарковой зоне. Жители и гости города с удовольствием занимаются пешей ходьбой в данном месте под названием «Тропа здо-

ровья». Эта городская пешеходная тропа проходит почти через весь город – от Мацесты до Центрального стадиона и далее, мимо прежнего центра курорта Сочи – парка «Дендрарий», по приморской набережной до самого Морского вокзала.

На участке в 5 км специалистами ООО «Светосервис-Сочи» совместно с администрацией Хостинского района города-курорта Сочи была проложена новая кабельная линия в 3,5 км, восстановлена и подключена остальная часть участка, также были заменены лампы, патроны и автоматы, были покрашены торшеры и выполнены многие другие монтажно-технические работы.

Теперь жители и гости Сочи, прогуливаясь по Терренкуру «Тропа здоровья» в вечернее время, могут наслаждаться эстетичным видом красивого наружного освещения, которого до ремонта не было в полной мере (капитальный ремонт освещения здесь был 5 лет назад), комфортностью и благоустроенностью участка, где можно поправлять здоровье.

www.bl-g.ru  
25.03.2015

## К 2022 г. почти половина светильников будет содержать встроенные светодиоды

По прогнозам компании *IHS*, к 2022 г. почти половину (42%) поставок ламп для ЖКХ составят СД-лампы прямой замены (СДЛПЗ). (Для сравнения, в 2014 г. их доля составляла 4%.)

СДЛПЗ предназначены для замены «традиционных» ламп, с тем чтобы арматура светильников, в которых устанавливаются эти лампы практически не менялась. Но, хотя это удобно для потребителей и способствует уменьшению начальных затрат, с технической точки зрения такая ситуация не идеальна: ЭПРА приходится втискивать в цоколь ламп, а небольшие размеры ламп приводят к проблемам с теплоотводом.

Один из альтернативных вариантов заключается во встраивании в светильник СД-источника света и ЭПРА.

В целом, по прогнозу *IHS*, в 2022 г. примерно 44% объёма поставок светильников будут составлять светильники со встроенными СД (ВСД) (ВСД – интегрированный комплекс, состоящий из СД-сборок или СД-матриц (модулей)). И даже в ЖКХ, куда СД внедряются медленнее всего, они, по прогнозу, займут более 1/3 рынка.

СДЛПЗ пока что вряд ли исчезнут из магазинов, однако будущее, в котором источники света заменяются только при модернизации зданий, представляется всё более реальным.

Встраивание СД и ЭПРА в светильники имеет несколько преимуществ: оно обеспечивает большую гибкость в части конструирования и отвода тепла и вероятная стоимость светильника с ВСД окажется ниже общей стоимости традиционного светильника с СДЛПЗ.

Потребуется некоторое время, прежде чем светильники с ВСД проложат себе путь в те здания, в которых светильники с СДЛПЗ уже установлены, но они явно привлекательны для новых зданий.

Некоторые типы светильников лучше других подходят для встраивания в них СД. В прошлом году 39% всех отгруженных уличных светильников были с ВСД, а в 2022 г. их доля возрастёт до 82%. С экономической точки зрения, модернизация уличных светильников с помощью СДЛПЗ имеет мало смысла, так как эти светильники чаще всего заменяются интеллектуальными светильниками, в любом случае нуждающимися в новых электропроводке и арматуре.

www.compoundsemiconductor.net  
05.03.2015

## «Световые Технологии» повышает качество бизнес-процессов склада

Внедрение компанией «Световые Технологии» автоматизированной системы управления складом (АСУС) сокращает время сборки заказов более чем на 40%, что в свою очередь позволяет более оперативно реагировать на спрос покупателей.

Среди других важных улучшений в результате внедрения системы:

– Оптимизация процесса товародвижения на складах: АСУС автоматически подбирает места хранения для принятых товаров и формирует задания для работников склада. Задания поступают в виде элементарных поэтапных команд индивидуально для каждого работника.

– Оптимизация действий складского персонала. На практике это означает сокращение времени на набор заказа и воздействия человеческого фактора на все операции и процессы.

– Прозрачность всех операций: в АСУС мгновенно обновляется вся информация о местоположении товара, наличии товара на складе, действиях работников и произведённых операциях.

Конечно же, не обойдено вниманием и качество клиентского сервиса:

– Внедрён процесс контроля собранного заказа при помощи терминала сбора данных. Это позволяет минимизировать пересортицы и недостачи.

– Улучшена маркировка товаров, выходящих со склада. Введён упаковочный лист на все отгружаемые паллеты. Это упрощает процесс приёма клиентам.

– Удалось сократить время на набор заказов и тем самым увеличить максимальное количество отгружаемых заказов.

www.svetozone.ru  
05.03.2015

## Великобритания выпустит в продажу лампочки с графеном



Лампы, содержащие графен, поступают в продажу в Великобритании в этом году, что, по словам разработчиков, станет первым коммерческим применением этой сверхпрочной формы углерода, передаёт «Би-би-си».

Лампочка с регулируемой мощностью будет содержать нитевидный светодиод, покрытый графеном.

Лампа разработана в Манчестерском университете, где в 2004 г. открыли графен двое физиков российского происхождения – Андрей Гейм и Константин Новосёлов. (Графен – двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом; обладает большой механической жёсткостью и рекордно высокой теплопрово-

дностью.) За это открытие в 2010 г. Новоселову и Гейму была присуждена Нобелевская премия по физике, а в 2011 г. королева Великобритании пожаловала их рыцарским званием.

Благодаря особым свойствам графена новая лампа, по словам создателей, будет намного дольше служить и расходовать на 10% меньше электроэнергии (чем, вероятно, заменяемая ею лампа накаливания. – Ред.).

Как ожидается, стоить она будет дешевле (\$18) существующих светодиодных ламп, цена которых в Британии доходит до £15 (\$22,3)

Лампу разработала компания *Graphene Lighting* на средства канадских инвесторов. Одним из директоров компании является проректор Манчестерского университета профессор Колин Бейли.

Правительство Великобритании вложило £38 млн в Национальный институт графена, открытый 20 марта при Манчестерском университете.

Министр финансов страны заявил, что Британия стремится удержать мировое лидерство в освоении графеновых технологий в условиях серьёзной конкуренции со стороны КНР и Республики Корея.

www.interfax.ru  
30.03.2015

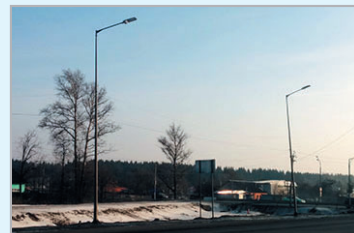
## Освещение дороги с высокой интенсивностью движения

На Киевском шоссе произведена модернизация освещения одного из участков автотрассы.

Теперь он освещается с использованием новейших светодиодных решений холдинга *BL Group* – энергоэффективных светильников *GALAD™*.

В результате использования светильников «Волна LED»

удалось достичь максимально комфортного освещения этого участка в ночное время вне зависимости от погодных условий и снизить расход электроэнергии.



www.galad.ru  
24.02.2015

## В Перми театральную площадь осветили светильниками со светодиодами

Площадь перед пермским Драмтеатром преобразилась: здесь установлен 81 новый уличный светильник.

Светильники аналогичны тем, что украшают главную площадь французского Руана.

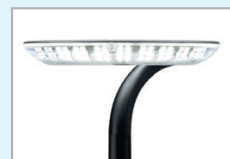
Специалисты пермского муниципального унитарного предприятия «Горсвет» установили на театральной площади бельгийские светильники со светодиодами, изготовленные компанией *Schreder*. Эта модель под названием «*Perla*» сейчас очень популярна в Европе.

В «Горсвете» отметили, что «*Perla*», по сравнению с обычными светильниками (с натриевыми или ртутными лампами), экономят до 75% электроэнергии. Они устанавливаются на высоте 4–6 м и представляют собой инновационные приборы на базе светодиодов большой мощности.

Эти светильники отличаются превосходной равномерностью освещения и создают оптимальный визуальный комфорт. В каждом из них программируются 4 временных диапазона и соответствующая регулировка уровня мощности.

Кроме светильников «*Perla*», которые освещают прогулочные дорожки, перед театром «Горсвет» также установил 12 высоких опор с прожекторами, функция которых – сделать всё пространство площади ярко освещённым в вечернее время.

www.lightrussia.ru  
16.03.2015



## Освещение новых пешеходных улиц Москвы

Г.С. МАТОВНИКОВ, Н.И. ЩЕПЕТКОВ<sup>1</sup>

МАрхИ (ГА), Москва

### Аннотация

Статья касается проведённой в 2012–2014 гг. оценки уровней освещения и благоустройства новых пешеходных улиц Москвы. Объектами являлись пешеходные зоны «Тверской район», «Замоскворечье» и «Крымская набережная», а также некоторые примыкающие к ним зоны. На основании проведённых натурных измерений светотехнических параметров и оценки качества световой среды сделаны выводы о результатах реализации городской программы по развитию пешеходных пространств Москвы.

**Ключевые слова:** световая среда, пешеходные пространства, светотехнические характеристики.

В 2011 г. новое правительство Москвы приняло программу по развитию инвестиционной и туристической привлекательности города, созданию в нём комфортной среды на 2012–2016 гг. [1]. В числе приоритетных задач в ней было предусмотрено развитие системы пешеходных пространств: благоустройство и переоборудование улиц в историческом центре города, набережных; создание новых пешеходных и велосипедных маршрутов и улучшение комфорта пешеходных прогулок по выбранным улицам. Среди важных условий комфорта и эстетической привлекательности среды – создание качественного уличного освещения, гармонирующего с архитектурным освещением фасадов и рекламно-световой информацией, как то провозглашается в принятой в 2008 г. концепции [2]. При этом следует вспомнить, что ещё в 1982 г. появилась первая в столице пешеходная улица Арбат, многолетняя эпопея которой, родившая метафору «Арбат офанарел», так и не была закончена в соответствии с комплексным проектом [3].

Реализация новых программ в 2011–2014 гг. проходила на волне очевидного подъёма интереса профессионального сообщества и горожан к вопросу качества городской среды как к базовому условию жизни и развития города. Это внимание, к сожалению, довольно примитивно выразилось в решениях искусственного освещения. Качество созданной архитектурно-световой среды этих улиц в подавляющем большинстве случаев не более чем посредственное, и нет оснований полагать, что без кардинального пересмотра проектных методик и практики реализации проектов оно может измениться к лучшему.

Нами проведено обследование более чем 12 км из фактически реализованных 15 км «новых пешеходных зон» в разные сезоны года с визуальной оценкой и фотофиксацией, замерами светотехнических параметров вечерней световой среды (освещённостей  $E_{\sigma}$ ,  $E_{\nu}$ ,  $E_{\text{лиц}}$  и  $E_{4\pi}$ <sup>2</sup> и, с по-

мощью яркомера «*LMK Mobile Advanced*», яркость её элементов). Обследованные участки входили в 3 крупные пешеходные зоны: 1) «Тверской район» – созданная в 2011–2013 гг., её расширение и реконструкция продолжаются до сих пор; 2) «Замоскворечье» (2012–2014 гг.); 3) набережные Москвы-реки от «Воробьёвых гор» до «Крымской набережной» – работы начались с ребрендинга и реконструкции ЦПКО им. М. Горького в 2009 г., Крымская набережная была превращена в пешеходную зону в 2013 г., а работы по набережной в районе Воробьёвых гор продолжаются.

Несмотря на программную идею создания единой системы пешеходных маршрутов в центре Москвы, характер обследованных зон следует оценить как фрагментарный, недостаточно связанный. Очевидно, представления о них как о единой урбанистической системе не существовало ещё на уровне концепций, выполненных разными проектными коллективами без единого профессионального и чёткого руководства. Вместо продуманного иерархического зонирования пешеходных маршрутов с учётом концептуальной специфики каждого были автономно выделены более 50 участков, предлагаемых к реконструкции, общей протяжённостью около 27 км [4]. В заявленной программе участки оформлены как самостоятельные пешеходные зоны, при этом ни одна из них, за исключением набережной Москвы-реки, не способна функционировать как полноценная пешеходная улица с взаимодополняющими функциями: место рекреации, проведения досуга горожан, в т.ч. в тёмное время суток; очаг туристического притяжения и особой концентрации специфической городской уличной жизни.

Общая оценка качества работ по переоборудованию бывших транспортно-пешеходных улиц, площадей и зон в Москве в монофункциональные пешеходные выявляет много системно-концептуальных проектных ошибок, умноженных неутешительными результатами тендерной организационно-строительной реализации проектов. В традиционной области материально-предметного благоустройства (мощение, озеленение, «меблировка» и т.п.) осуществлённые решения просты до примитивности, но далеко не дешёвы: гранитные плиты мощения, бордюры и лотки, цветочницы и тумбы, чугунные, одинаковые, индифферентно расставленные ретро-фонари с устаревшей, неэффективной и слепящей оптикой, не реагирующие на контекстуальные детали окружения и нигде не поддерживаемые одностильными бра на фасадах и т.д. Практически отсутствуют индивидуализированные малые архитектурные формы, не говоря уж об авторских скульптурах, монументах и светоформах, придающие особый шарм и «дух места» (если он угадан) каждому средовому микроансамблю, особенно в сложной многослойной среде древнего центра Москвы. Во многих случаях не сде-

<sup>1</sup> E-mail: n\_shchepetkov@inbox.ru

<sup>2</sup> Здесь «г» – «горизонтальная», «в» – «вертикальная», «пц» – «полуцилиндрическая» и «4π» – «сферическая».  $E_{\text{лиц}}$  и  $E_{4\pi}$  определялись, соответственно, как усреднённые  $E_{\sigma}$  и

( $E_{\sigma} + E_{\nu}$ ) во взаимно перпендикулярных плоскостях на уровне глаз человека, измеренные люксметром ТКА-ПКМ 31

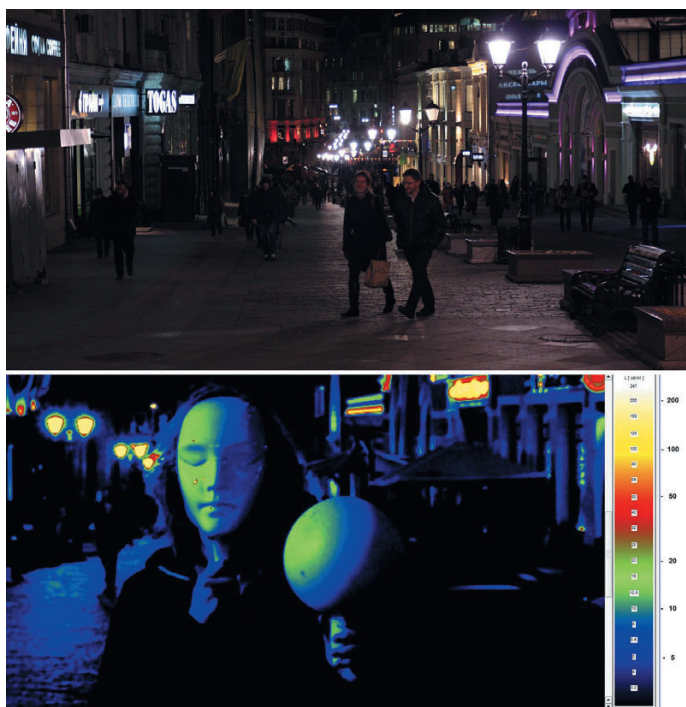


Рис. 1. Улица Кузнецкий мост, вид вниз от Рождественки. Фонари спяют, т.к. при тёмных, в основном, фасадах и большой ширине улицы их света недостаточно и мало витрин. Свет фонарей имеет определённый светомоделирующий (боковой свет) эффект, оцениваемый на белой маске и шаре

лано необходимых попыток структурировать и направить весьма интенсивный в некоторые часы пешеходный транзитный поток, хаотично распределяющийся по всей ширине улицы. Наибольших успехов в привлечении горожан и организации неформального досуга в тёплое время года достигают выставленные на улицу столики и летние веранды ресторанов и кафе, особенно массовые в Камергерском переулке и на Рождественке. Более того, не вызывает сомнения, что внутри каждого проекта была узкая и разобщённая специализация: мощение делали одни, фонари – другие, фасадами как целостной (но не автономной, а связанной с другими) системой, похоже, никто не занимался, в т.ч. в части их освещения, так же как и визуальной информацией. И результат не очень «вкусный». Архитектурно световая среда обследованных улиц, соответственно, сформирована как «кто во что горазд». Абсурдный пример: прогуливаясь от Гоголевского бульвара до пешеходной зоны «Замоскворечье», можно насчитать 9 различных форм и типов решений уличного освещения разной степени помпезности и исторической аутентичности. Приятным исключением служит Крымская набережная, где удалось добиться некоторой согласованности архитектурного и светового решений.

Творческое применение рождающейся сегодня теории светодизайна городской среды по насущной необходимости привлекает внимание проектировщиков (и не только их), поскольку для городской среды, особенно в пешеходных пространствах, искусственное освещение – одно из самых мощных и гибких средств её позитивного преобразования. Это актуальная социальная проблема во всех городах мира и ей уделяется всё большее внимание в развитых странах. Исследование малоизученных качеств этой среды – актуальная научная проблема. В ходе натурных

обследований определялись следующие показатели: 1) соответствие принятым нормам освещения (по показаниям люксметра); 2) субъективная оценка светонасыщенности пространства; 3) светомоделирующий эффект освещения на примере модели человеческого лица и шара; 4) оценка яркостной композиции (по показаниям яркомера).

Зона «Тверской район» от Тверской улицы по Камергерскому переулку и Кузнецкому мосту до Рождественки освещена по приёмам и средствам однообразно – торшерными высотой 3,5 м, притом  $E_z$  на дорожном покрытии составляет от 4 до 11лк,  $E_{ни}$  на уровне лица человека – от 11 до 53 лк, а контрастность освещения ( $E_z/E_{ни}$ ) составляет 0,21–0,36 (в среднем 0,28), а должно бы быть 0,8–1,3 [5]. Эти показания и зрительные впечатления характеризуют освещение в пространстве улицы как достаточно интенсивное возле осветительной опоры, но произвольно неравномерное, со слабым светомоделирующим эффектом, что не обеспечивает качественного визуального восприятия. Направление светового потока – боковое (от уличных фонарей), поскольку периферический свет витрин и фасадов слаб и неорганизован; на лице человека его можно охарактеризовать как «однонаправленное боковое». Оно создаёт в некоторых зонах значительные яркостные контрасты (20:1), при средней яркости лица в 4 кд/м<sup>2</sup>. В целом в пространстве улицы при доминирующем уличном освещении фонарями не сформировано гармонично модулированное, выразительное, «одушевлённое» архитектурно-световое пространство (рис. 1)<sup>3</sup>. Его создают лишь островки «домашнего» света уличных фрагментов кафе и ресторанов в летнее время в Камергерском и на Рождественке. Световую среду дискредитирует некачественное освещение случайно выбранных фасадов, что свидетельствует об отсутствии единой концепции светового ансамбля или о неспособности его сформировать. Осуществлённое светодизайнерское решение вообще не позволяет говорить о воспринимаемом пространстве улицы: достаточно ярко освещено менее 30% поверхности дорожного покрытия, по большей части отсутствует архитектурное освещение фасадов зданий, уличное же освещение до них просто «не дотягивается». Безусловно, даже такая световая среда этих, ранее загруженных транспортом и примитивно освещённых улиц лучше, чем была, но стоила ли гонка за сроками реализации и красивой отчётностью применения таких затратных решений?

В различных точках созданного светопространства улиц Кузнецкий мост–Рождественка проведены измерения яркости белой маски с коэффициентом отражения  $\rho=0,8$  (модель человеческого лица, имеющего  $\rho=0,45-0,6$ ), как важнейшего объекта различения в пешеходной зоне. Её усреднённые значения лежат в пределах 5,5–13 кд/м<sup>2</sup> в зависимости от близости к уличному фонарю, т.е. лицо живого человека имеет среднюю яркость в диапазоне 3–10 кд/м<sup>2</sup>. Такие значения говорят о том, что система искусственного освещения даже в историческом центре столичного города обеспечивает пешеходам лишь сумеречный режим зрения с искажением (по сравнению с дневным) восприятия цветов (меняются цвета кожи, волос, макияжа, одежды) [6]. Если учесть ещё неидеальный спектральный состав используемых в среде источников света, а так-

<sup>3</sup> Рис. 1–7 – снимки Г.С. Матовникова, а рис. 8 –Н.И. Щепеткова.

же слабый светомоделирующий эффект систем освещения (лица кажутся плоскими), возникает вопрос для будущих исследований и нормирования освещения в оживлённых пешеходных зонах города – хороши ли эти условия для зрительного восприятия? Таким образом, следы «комплексного создания единой светоцветовой среды» в центре столицы обнаружить трудно.

В задачу нашего обследования в зонах «Тверской район» и других не входила оценка качества светодизайнерских проектных решений, поскольку познакомиться с ними не удалось. Но, по некоторым сведениям от проектировщиков, реализация проектов имеет мало общего с их первоначальным замыслом. Невозможность отстоять свои творческие идеи и скованность действий внешними ограничениями явились одной из причин ряда неудачных светодизайнерских решений. Сегодня невозможно определить, какие из обнаруженных при обследовании недочётов являются результатами деятельности проектировщиков, какие – электромонтажников, поставщиков оборудования или заказчика. Горечь невысокого по качеству результата при имеющихся потенциальных возможностях ощущают не только авторы проектов, но и многочисленные потребители, возможно, сами того не осознавая.

К зоне «Тверской район» почти примыкает реконструированная в интересах пешеходов улица Маросейка. Главным результатом, как и на Большой Дмитровке, явилось расширение тротуаров и сужение проезжей части с 4 до 2 полос автомобильного движения, что характеризует эти улицы как преимущественно пешеходные, с ограниченной возможностью движения автотранспорта. Данный тип улиц имеет ширину тротуаров, большую или равную ширине проезжей части; кроме того, освещение и благоустройство создаются так, чтобы сделать пешеходное движение по ним максимально комфортным и привлекательным. По улице Маросейка общее (утилитарное) освещение решено с помощью уличных ретро-фонарей высотой более 6 м, расположенных в 0,5 м от проезжей части на тротуарах с шагом 22 м. Данное решение не соответствует человеческому масштабу и масштабу улицы, а примитивная фонарная оптика вкупе с мощными светодиодными источниками света приводит к слепящему эффекту. Вряд ли это по нраву жителям (ныне, правда, немногочисленным) домов на Маросейке. Пространство улицы достаточно насыщено светом,  $E_{нц}$  на зрачке наблюдателя в среднем равна 24 лк. Световой композиции фронта застройки не создано: некоторые здания освещаются архитектурно, а некоторые неопытно освещаются лишь уличными фонарями; при этом средняя яркость фасадов зданий составляет 4–50 кд/м<sup>2</sup>, а яркость лица человека в среднем – 6 кд/м<sup>2</sup> (рис. 2).

Парадоксальным образом качество создаваемой архитектурно-световой среды Маросейки настолько же низко, как и в описанных выше примерах, но по другим причинам. Складывается ощущение, что заказчик (мэрия) отдаёт себе отчёт в неудовлетворительном результате проведённых работ и пытается это как-то исправить: то «поставить фонари пониже (как же их иначе обслуживать будут)», то «поставить фонари до окон второго этажа (лампочки будем менять с помощью спецтехники)». Остаётся ещё очень много улиц, которые можно реконструировать «методом тыка» и найти устраивающую всех высоту уличного фонаря. Это ли не «инновационный» метод



Рис. 2. Улица Маросейка. Доминирующий свет фонарей сверху обеспечивает соответствующее тенеобразование, однако оцущения мажорного светового ансамбля не создаётся

проектирования уличного освещения в новом типе городских пространств?

В пешеходной зоне «Замоскворечье» некоторые улицы и переулки дают возможность въезда автотранспорта, возможно поэтому фонарные столбы расположены не по центральной оси улиц. Кроме того, улицы имеют разный характер застройки: с одной стороны, например, находятся здания с кафе и ресторанами на первом этаже, с другой – ограда участка церкви и озеленённый двор, поэтому решения по освещению обыкновенно носят несимметричный характер. В Климентовском переулке «двуплафонные» фонари с НЛВД установлены в шахматном порядке по разным сторонам переуллка и ориентированы вдоль него, что визуалью благоприятно для проходящего там мощного пешеходно-транзитного потока по направлению к метро. Благодаря высоте расположения ( $\approx 6$  м) значения  $E_в$  отличаются хорошей равномерностью распределения – от 20 лк непосредственно около фонаря до 10 лк на противоположной от него стороне переуллка. Такое распределение характерно и для  $E_з$ , её среднее значение и отношение  $E_в/E_з$  ( $\approx 0,3$ ) – в пределах нормы [7]. Значения  $E_{нц}$  несколько ниже, в среднем 6–18 лк, во многом из-за монотонного характера светораспределения уличных фонарей, не поддержанного архитектурным и витринным освещением (рис. 3). Измерения яркости на белой маске показали – она зависит незначительно от расположения в световом поле: средняя яркость около фонаря – 6 кд/м<sup>2</sup>, а между фонарями – 4 кд/м<sup>2</sup>. К недостаткам данной световой среды можно отнести характерные проблемы освещения приборами с НЛВД – невысокое качество цветопередачи и не лучшие показатели моделирующего эффекта освещения (0,35–0,7). Тем не менее, благодаря высоко расположенным светильникам и кое-где витринному освещению, визуальная среда образует единое архитектурно-световое пространство. Оно не отличается разнообра-

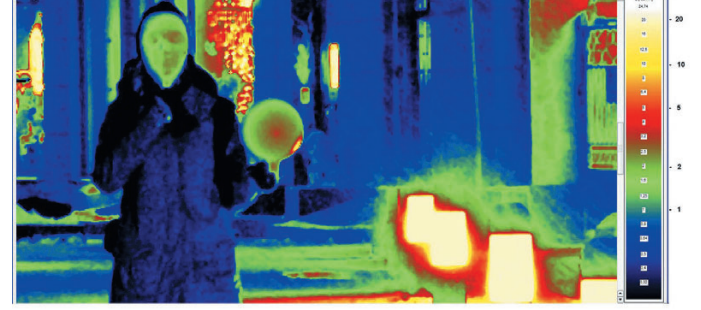
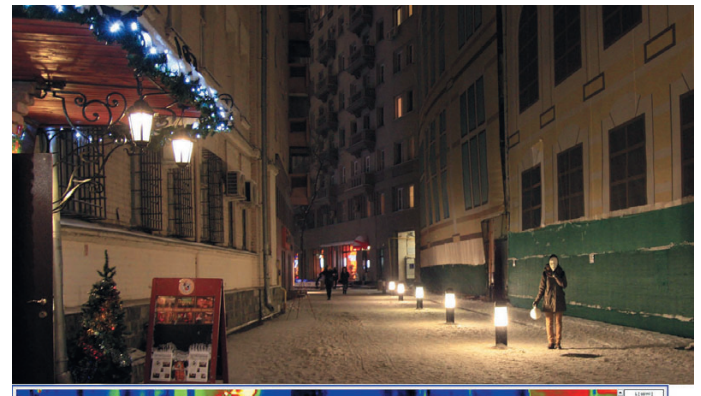


Рис. 3. Климентовский переулок. Тенеобразование в зимний период

зим или выраженными доминантами, и скорее его можно охарактеризовать как нейтральное. Как и уличная мебель, оно выполняет свою функцию, обеспечивая приемлемый уровень комфорта, но не обладает образной индивидуальностью. С расположенными на участке примечательными объектами – сквером и церковью – благоустройство и освещение не взаимодействуют. Барочная церковь Св. Климента практически не освещена, за исключением нескольких прожекторов около входной группы, а сквер рядом чрезмерно переосвещён, по его периметру установлено 10 уличных фонарей отражённого света с МГЛ. Из-за периметрального расположения светильников создается «стадионное» восприятие пространства, не свойственное переулку. Благоустройство и освещение площади перед наземным павильоном метростанции «Третьяковская» страдает теми же проблемами. Установленные напротив выхода мачты с прожекторами слепят выходящего из метро человека, если он поднимет взгляд от тротуара. Согласно проектному предложению, эти 5 опор (мачт) с 4-мя прожекторами с МГЛ на каждой должны были освещать фасады зданий, расположенных на противоположной стороне, но после установки они были направлены на площадь под ними. Благодаря столь «щедрому» решению  $E_2$  на скамьях под опорой достигает 824 лк. Закономерно, как об этом писал Р. Нарбони, что такой яркий свет будет отпугивать людей – за время проведения измерений и фотофиксаций сесть на эти места никто не решился [8].

Кроме Климентовского, Б. Толмачёвского и Лаврушинского переулков, освещаемых по описанной выше схеме несимметричного расположения фонарей, в пешеходную зону «Замоскворечье» входит также Ордынский тупик, освещаемый по-особенному. Здесь проектные решения, которые предусматривали использование световых боллардов для освещения дорожек и светильников для освещения зелени и цветников в сквере около храма во имя иконы «Всех скорбящих Радость», были также искажены. Установлены только болларды, светящие на тротуар

Рис. 4. Ордынский тупик. Нестандартное светораспределение, «рамповый эффект» с участием снега, плохое тенеобразование и тревожная атмосфера

и кустарник за ним, в результате света от них явно недостаточно. Проблемой освещения тупика является и участок перед Б. Толмачёвским и Лаврушинским переулками – с обеих сторон его обрамляет фронт застройки, но из-за несогласованности действий департаментов правительства Москвы проектировщики освещения были поставлены в крайне затруднительные условия. Адекватные в случае такой узкой улочки бра на фасадах или подвесные светильники использовать было почему-то запрещено. Установка уличных фонарей с фундаментами была невозможна из-за расположенной внизу станции метро, что в итоге привело к крайне неудачному решению – освещать этот участок высокими боллардами. В результате тупик превратился в настоящее «ущелье» с едва освещённым дорожным покрытием и тёмными, нависающими стенами домов (рис. 4). Измерения подтвердили несоответствие такого решения задачам освещения пешеходной улицы. Неравномерность распределения  $E_2$  почти вдвое выше минимально приемлемой, а моделирующий эффект освещения при значениях контраста от 0,18 до 0,33 практически отсутствует.  $E_{ни}$  меняется в неприемлемо широких пределах: от 18 лк по центру улицы до 4 лк в зоне максимально интенсивного пешеходного движения неподалёку от фасада здания. Яркость указанной маски около источника света в среднем составляет 3 кд/м<sup>2</sup>, а между двумя источниками – 1 кд/м<sup>2</sup>, т.е. фактически лица человека, находящегося между двумя боллардами, не видно. Из-за низкого расположения источника света возникает «драматическое» освещение с обратным направлением теней, которое приводит к сложностям в узнавании и считывании эмоций с лиц пешеходов. В целом можно охарактеризовать светодизайнерское решение тупика как крайне неудачное. При выпадении снега визуальная ситуация несколько улучшается.

В 2014 г. в состав пешеходной зоны «Замоскворечье» вошла Пятницкая улица. Её освещение решено с помо-

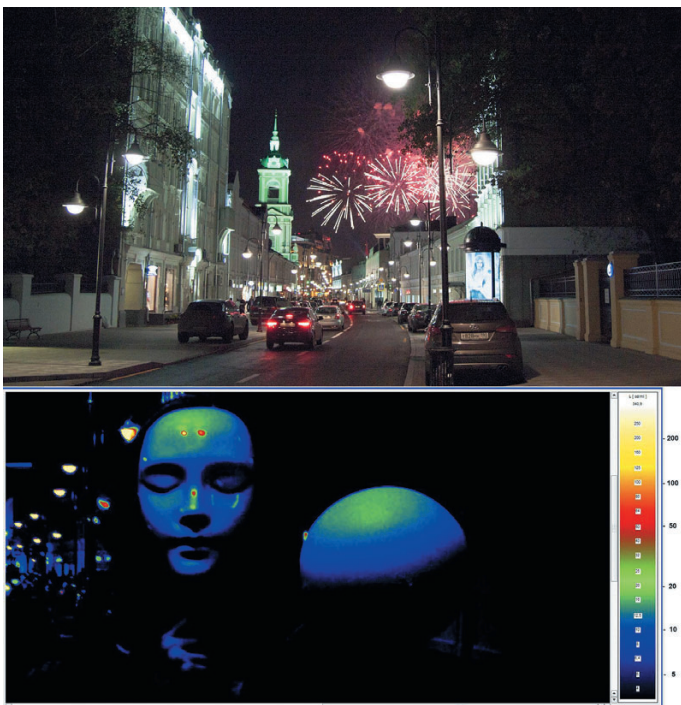


Рис. 5. Пятницкая улица. Световой ансамбль пока не состоялся, но есть доминанта. Освещение недостаточное, светомоделирующий эффект слабый (иллюминация не в счёт)

стью двусторонних фонарей с несимметричным по высоте расположением светильников: дорогу освещает один с высоты 4,5 м, а тротуар – другой с высоты 3 м. Фонари (со светодиодными источниками) установлены с шагом 21 м по шахматной схеме (для большей равномерности освещения). Они не обеспечивают достаточного освещения:  $E_{лиц}$  в среднем составляет 9 лк, а  $E_z$  – 8 лк. Яркость лица человека, как и на Маросейке, – около 6 кд/м<sup>2</sup>. Архитектурное освещение и уличное также не согласованы, фронт застройки составляют случайным образом освещённые здания (рис. 5).

Крымская набережная представляет другой тип пешеходного пространства, совмещающего в себе свойства улицы и парка. По замыслу правительства Москвы, Крымская набережная будет продолжать рекреационную зону по южному берегу Москвы-реки, протянувшуюся от Воробьёвых гор до Болотного острова. В настоящее время эту зону делят на 4 участка, границы которых отмечены мостами: «Воробьёвы горы», «Нескучный сад», «Парк Горького» и «Крымская набережная». Участок Крымской набережной в 2013 г. был присоединён к этой рекреационной зоне, освобождён от автомобильного движения и расширил зону ЦДХ и парка «Музеон», образовав единое пешеходное пространство. Благодаря заинтересованности АО «Музеон» в высоком качестве создаваемого пространства, отсутствию ограничений с точки зрения охраны архитектурного наследия или пожарной безопасности и общему «имиджевому» характеру проекта был достигнут высокий уровень согласованности проектных решений между генпроектировщиком (МАХПИ им. академика Полянского), проектировщиком (бюро *Wowhouse*) и смежниками, в том числе светодизайнерами (бюро *V-art*). Материалы благоустройства и установленное оборудование подчёркивают «показательный» характер проекта: разнообразное гранитное мощение, элементы благоустрой-

ства, выполненные по индивидуальным проектам, осветительные приборы ведущих европейских производителей – *iGuzzini* и *Traddel*.

Пространство набережной организовано для соответствия основным функциям: спортивно-транзитной (по набережной проходит самый протяжённый в Москве веломаршрут), рекреационной (набережная объединена с внутренним двором ЦДХ, парком «Музеон» и ЦПКО им. М. Горького) и общественной (летние трибуны для собраний и выступлений). Зонирование пространства выполнено как с помощью разнообразных фактур и материалов мощения, визуальными и тактильно отделяющих зону медленных прогулок от зоны транзитного перемещения, зон активного отдыха или велодорожек, так и с помощью создания островков озеленения различного характера, геопластических форм на рельефе (пандусы, подпорные стенки, лестницы), разнообразных тематических павильонов и малых архитектурных форм. Напротив здания ЦДХ-ГТГ высажен строгий регулярный парк, хоть и весьма миниатюрный, ближе к «Музеону» формы цветников и зелёных участков приобретают более свободную форму. Отражены зонирование и масштабирование среды и в светодизайне: прогулочные и транзитные зоны освещены современными фонарями с «двуплафонными» светильниками со светодиодами, установленными на разной высоте: около 6 м для велодорожек и около 4,5 м для пешеходов. Зона набережной, примыкающая к прогулочной и транзитной зонам, решена более камерно: её освещают болларды, примыкающие к гранитному ограждению набережной, и светильники, встроенные в подпорные и декоративные стенки. Они создают более уютное, «микромасштабное» светопространство. Проектные решения и применяемое оборудование позволили создать достаточно качественную световую среду. Например, средняя яркость маски почти не изменяется от того, находится ли она около фонаря или между фонарями, и составляет 6–7 кд/м<sup>2</sup>. Освещение обладает хорошим моделирующим действием:  $E_{лиц}$ , контраст  $E_z/E_{лиц}$  и уровни равномерности распределения  $E_z$  в большинстве случаев находятся в рекомендуемых пределах. Освещение зелёных и рекреационных зон носит более свободный, игровой характер, широко применяется декоративная подсветка деревьев и цветников грунтовыми и наземными светильниками, скамьи и лежаки освещаются фонарями, создающими мягкое тенеобразование.

Благодаря разнообразным и изобретательным решениям благоустройства, дизайна и светодизайна в зоне «Крымская набережная» создана интересная архитектурно-световая среда, обладающая запоминающимся характером и индивидуальностью. Впервые в Москве сконструированы парковые скамьи со «встроенным светом» (общественное пространство под Крымским мостом), к сожалению, уже страдающие от вандалов. Достигнут определённый «имиджевый» эффект, демонстрирующий, что московские заказчики, проектировщики и исполнители способны создавать привлекательную для пешеходов и современную по эстетике городскую среду, соответствующую мировым стандартам качества (рис. 6). Подтверждением этого служит растущая популярность Крымской набережной и рекреационной зоны южного берега Москвы-реки в целом как места массового отдыха москвичей в дневное и вечернее время, зимой и летом.

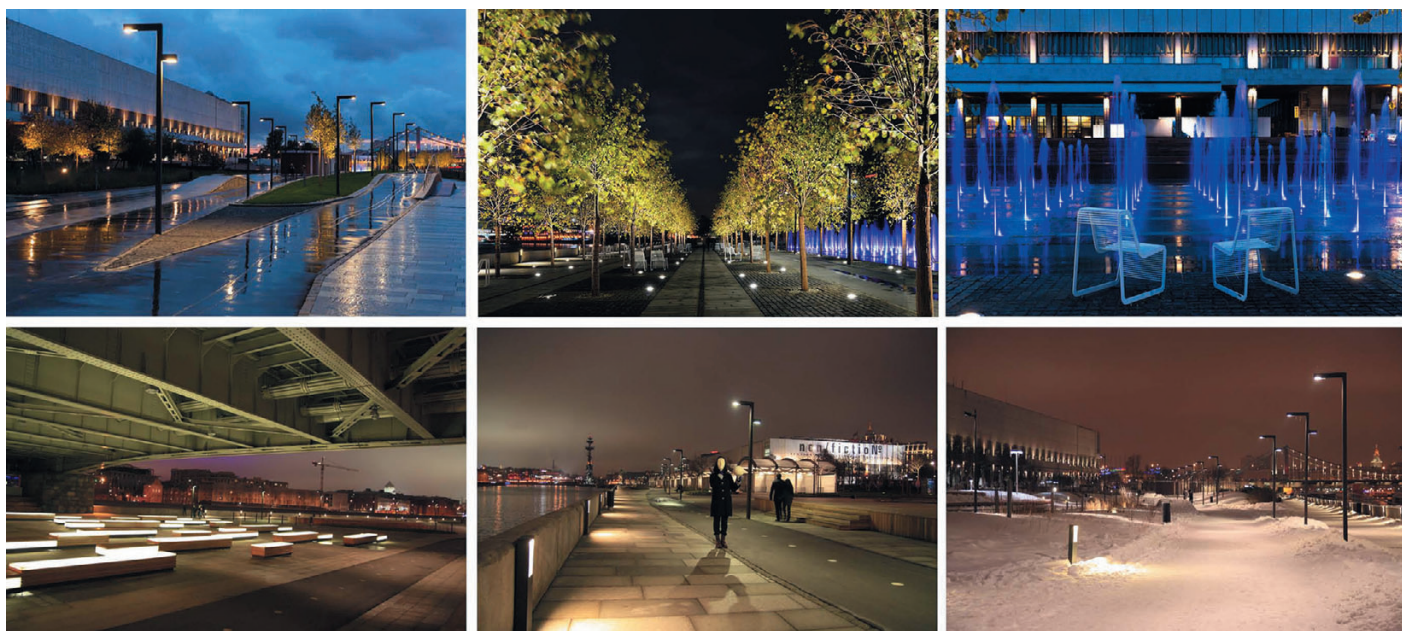


Рис. 6. «Крымская набережная». Светодизайн в разные сезоны в разных точках

В настоящее время продолжают работы по освещению завершающего фрагмента ансамбля набережных Москвы-реки – «Воробьёвы горы». Пока что объект официально не завершён, но с осени 2014 г. фактически функционирует в новом облике. В первую очередь, при обследовании мы отметили повсеместную замену морально устаревших («жёлтых») уличных фонарей с НЛВД на фонари со светодиодами белого света. Кроме отложенного экономического эффекта произошло заметное сразу улучшение качества световой среды. Местами можно встретить сомнительные светодизайнерские решения (отсутствие персонализированного освещения некоторых пешеходных участков набережной, отрезанных от параллельной освещённой проезжей трассы плотной полосой озеленения), местами ещё рано начинать анализ. Хотелось бы, чтобы возникшие ещё в 2012 г. светоформы лестниц (спусков к воде) обрели постоянную «прописку» и стиливую поддержку в прочих светоформах и уличной мебели парка (рис. 7).

По всем обследованным зонам можно сделать вывод, что, несмотря на декларативно заявленный в правительственных постановлениях единый подход, каждая пешеходная зона решается изолированно, существует автономно и может быть отнесена к некоему единому комплексу лишь по функциональному признаку. Уровень проектных, строительных и светодизайнерских решений и, соответственно, качество среды днём и вечером в каждой из этих зон различны. Однако есть свойственные всем им негативные характеристики (например, их урбанистическая локальность): ни одна из этих зон не может предложить целостного по образу и содержанию прогулочного маршрута, хотя бы между несколькими примечательными объектами, поскольку этот маршрут прерывается транспортной магистралью и не обеспечен ансамблевой атмосферой, «духом места» [9]. Даже в случае «Крымской набережной» происходит перерезание маршрута широкой автострадой, и требуется хорошее знание местности, чтобы понять, как найти быстрый путь к пешеходной зоне «Замоскворечье», расположенной менее чем в километре



Рис. 7. «Воробьёвы горы». Элементы светодизайна пешеходной набережной

от неё. Реконструкция существующей пешеходной инфраструктуры, оборудование современными средствами вертикальных коммуникаций для маломобильных групп населения (надземные и подземные переходы с лифтами, эскалаторами, пандусами и т.д.) и современная система визуальной, в т.ч. световой навигации, были бы большим шагом в повышении связности сети пешеходных зон, особенно в вечернее время. Ещё одним фундаментальным проблемным местом пешеходных зон, расположенных в исторической застройке, является комплексность решения всех вопросов реконструкции, благоустройства, освещения и т.д. Задача светодизайна среды города – работа не только с «полом» и «стенами» городских улиц, но и формирование необходимых светопространственных характеристик для зрительного комфорта и оптимальной структуры светового поля для пешеходов. Сейчас же про-





Рис. 8. Санкт – Петербург. Пешеходная зона (бульвар) на Малой Конюшенной улице

исходят организационное, финансовое и проектное разделения вопросов уличного, архитектурного и рекламного освещения, благоустройства и реконструкции, из-за чего творческие попытки даже квалифицированных светодизайнеров наталкиваются на непреодолимые бюрократические барьеры, и на свет появляются далеко не самые удачные решения.

Похоже, наши светодизайнеры в этой области по незнанию или по нужде всякий раз «изобретают велосипед», постоянно «наступая на грабли». В мире накоплен немалый и разнообразный опыт освещения городских пешеходных зон. Исторические центры многих городов Европы, особенно по результатам послевоенной реконструкции (Вена, Кёльн, Бонн, Аахен, Иерусалим и др.), в значительной части пешеходны, в других (Лондон, Берлин, Париж, Лион) у пешехода полный приоритет даже на проезжих, со светофорами, улицах [10]. У нас же «свой менталитет» – «крутые» владельцы роскошных магазинов за просто курсируют на своих габаритных авто по брусчатке пешеходного Столешникова переулка или гранитным плитам Кузнецкого моста. Вероятно, этот же менталитет не позволяет чиновникам принимать в проектах те или иные рациональные приёмы освещения (например, бра на фасадах зданий). Относительно узкие улицы в исторической застройке вышеуказанных городов освещаются во многих случаях интенсивным светом витрин и интерьеров магазинов и ресторанов (на первых этажах застройки) и светящимися вывесками этих заведений. Утилитарные уличные светильники в виде бра или торшеров как обязательные элементы городской инженерной инфраструктуры на этих улицах есть, но они не играют преобладающей роли в насыщении уличных пространств светом, зачастую лишь компенсируя локальные провалы уровня освещённости. В центре Рима и Парижа встречаются светильники на опорах, особенно на проезжих улицах, но распространены они наравне с консольными на фасадах или, несколько реже, подвесными на тросах.

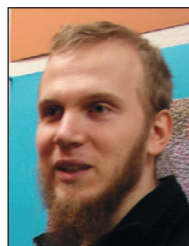
Вообще это исторический архетип – настенные светильники, бра, исчезнувшие в XX в. из отечественной культуры. На рубеже веков мы (мастерская архитектурного освещения «Моспроект-3») по мере возможности внедряли их в московскую практику архитектурного освещения. Однако эта тенденция, к сожалению, не получает развития даже в очевидно необходимых случаях, например,

в Ордынском тупике или на Рождественке, Маросейке, Большой Дмитровке и других относительно узких и плотно застроенных улицах, где ограниченное свободное пространство загромождается опорами уличных фонарей.

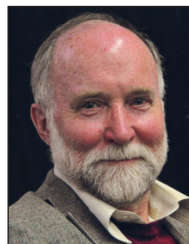
В отечественной практике, тем не менее, есть удачные примеры светодизайна пешеходных пространств, в т.ч. и в сложной исторической среде. Речь идёт, в частности, о Петербурге, где без привлечения внешних специалистов и исполнителей удалось создать привлекательные примеры уличного освещения и благоустройства нескольких пешеходных улиц в историческом центре (рис. 8). Не соревнуясь с Москвой в масштабе проводимых программ, эти примеры значительно выигрывают по проектным решениям и уровню реализации. Так что по качеству городской среды С.-Петербург, как и 300 лет назад, остаётся самым европейским городом России.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная программа города Москвы «Градостроительная политика» на 2012–2016 гг. URL: <http://stroimsk.ru/> (дата обращения: 01.02.2015).
2. Постановление Правительства Москвы «О Концепции единой светоцвetoвой среды города Москвы (с изменениями на 9 августа 2011 года)», от 11 ноября 2008 г. № 1037-ПП.
3. Доклад «Основные положения (концепции) развития исторического ядра центра, формирования системы пешеходных улиц и зон» на 6-й сессии Московского Городского Совета Народных Депутатов 20-го созыва, 1988 г.
4. Постановление Правительства Москвы «О пешеходных зонах общегородского значения города Москвы», от 13.09.2013 г. № 606-ПП
5. Щепетков Н.И. Светодизайн города. – М.: Архитектура-С, 2006. – 320 с.
6. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд., перераб и доп. – М.: Знак, 2006. – 972 с.
7. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23–05–95\*. Дата введения 20 мая 2011 г.
8. Narboni R. La lumière urbaine: éclairer les espaces publics. – Paris: Le Moniteur, 1995.
9. Глазычев В.Л., Егоров М.М., Ильина Т.В. и др. Городская среда. Технология развития: Настольная книга / Под. ред. В.Л. Глазычева. – М.: Лада, 1995. – 240 с.
10. Гейл Я. Города для людей. – М.: Альпина Паблишер. – 2012. – 277 с.



**Матовников Григорий Сергеевич**, архитектор. Окончил в 2012 году МАрХИ (ГА). Аспирант кафедры «Архитектурная физика» МАрХИ (ГА)



**Щепетков Николай Иванович**, доктор архитектуры, профессор. Окончил в 1965 г. МАрХИ. Зав. кафедрой «Архитектурная физика» МАрХИ (ГА). Лауреат Государственной премии РФ за архитектурное освещение Москвы. Член редколлегии журнала «Светотехника»

# Ландшафтное освещение Александровского сада, г. Москва

С.В. ЧУВИКИН<sup>1</sup>

GRIVEN Russia, Москва

## Аннотация

Приведена краткая информация об истории создания Александровского сада в Москве и плане его недавнего масштабного переустройства. В частности, основное внимание уделено переустройству установки ландшафтного освещения его частей – Верхнего и Среднего Александровских садов, реализованному в рамках строительно-монтажных работ по архитектурно-художественному освещению зданий и сооружений, расположенных на объекте «Охранная зона вокруг Кремля». Освещение малых природных форм выполнено с использованием самых современных технологий на базе разработок компании GRIVEN. Отдельное внимание уделено оригинальности концепции освещения, предложенной специалистами компании «Светопроект».

**Ключевые слова:** светодиоды, МПЛ, колорчэнджеры, оптика, световая точка, система управления, свет, RGBW, мощность.

## Краткая историческая справка

Александровский сад расположен за Иверскими воротами на склоне Боровицкого холма и тянется вдоль западной стены Кремля от площади Революции до Кремлёвской набережной. Раньше здесь протекала река Неглинка, а со стороны Красной площади был предусмотрен ров, соединявший Неглинку с Москвой-рекой. Таким образом, Кремль был со всех сторон окружён водой, что в древности превращало его в неприступную крепость. Однако со временем побережье стало обваливаться и зарастать, появились бытовые постройки, и всё это очень портило вид. Поэтому, когда после Отечественной войны 1812 г. стали восстанавливать Москву, ров было решено засыпать, а Неглинку заключить в трубу. На этом месте

в 1820 г. по приказу императора Александра I разбили сады. Руководил восстановительными работами выдающийся российский архитектор Осип Иванович Бове, назначенный главным архитектором Комиссии по восстановлению Москвы после пожара 1812 г.

Кремлёвский сад Бове был задуман как парк, в котором строгая осевая планировка сочеталась с извилистыми дорожками, живописно сгруппированными клумбами и кустарниками, роман-

тическими руинами и архитектурой малых форм. Местность была выровнена и покрыта дёрном, для устройства сада были приглашены лучшие садовники, посажены разнообразные сорта деревьев и кустарников.

Главный вход в сад Бове запроектировал со стороны Воскресенской площади, благодаря чему Кремлёв-

ский сад был связан с Театральной площадью.

Динамичное пространство сада, идущего вдоль кремлёвской стены, не было замкнутом: с противоположной стороны, за Боровицкими воротами он имел выход в сторону проезда у Москвы-реки и связывался с зеленой бульваров, опоясывающих стены Кремля.

Сад имел большое значение в создании ансамбля центра Москвы. Являясь частью зелёного пояса бульваров, возникших в начале 1820-х гг. вокруг кремлёвских стен, он способ-



ствовал пространственному объединению территории вокруг Кремля и его связи с окружающим городом.

Своё имя Александровский сад получил не сразу. Первоначально это были Кремлёвские сады, которые Александровскими стали только с 1856 г., после коронации Александра II. Причём раньше говорили именно «сады», потому что Александровский сад состоит из трёх садов, задуманных в едином ландшафтно-планировочном стиле. Верхний сад, длиной 350 м, тянется от площади Революции до Троицких ворот и был открыт самым первым, в 1821 г. Средний сад имеет длину 382 м и пролегает от Троицких до Боровицких ворот. Самый короткий – Нижний сад, длиной 132 м, открыт последним, в 1823 г., и пролегает от Боровицких ворот до Кремлёвской набережной. В Верхнем и Среднем садах параллельно Кремлёвской стене и Манежной площади проложены три аллеи.

В настоящее время Александровский сад – одно из самых популярных мест на карте города, которое посещает едва ли не каждый, кто приезжает в Москву. И конечно же, Александровский сад – излюбленное место отдыха москвичей. Кроме того, он на-

<sup>1</sup> E-mail: sergey@griven-russia.com  
Рисунки – снимки Е. Кирюшиной.



го сада стала пятнадцатилетняя ель, которую разместили в центре розария. Согласно новому проекту оформления, также высажено почти 3000 кустарников (боярышник, можжевельник, сирень, гортензия), и около 78 тысяч цветов – канны, бархатцы, петунии, кохии, бегонии, бальзамины, цинерарии. Подбирали их с учётом не только цветовой гаммы и размеров бутонов, но и запахов.

Для поддержания растений в максимально благоприятных условиях установлен автоматический поливной водопровод, общая длина которого 14 км, позволяющий орошать территорию площадью 7,5 гектаров.

### Концепция освещения и осветительная установка

поминает о ряде важнейших событий русской истории – победах над Наполеоном, в Великой Отечественной войне и др.

### Реконструкция

Частью проекта грандиозной реконструкции Александровского сада стала модернизация ландшафтного облика и обновление всей парковой территории у стен Кремля. В процессе работы лучшие архитекторы и ведущие дизайнеры изучили исторические фотографии и архивные материалы, лёгшие в основу для реализации идеи воссоздания дореволюционного облика сада.

Вместо старых деревьев и кустарников высажено более двухсот новых саженцев, в числе которых представлены отборные сорта элитных каштанов, рябины, берёзы, липы и клёнов. Парк пополнился и хвойными деревьями – голубыми и зелёными елями, сибирскими пихтами, лиственницами. Изюминкой зимнего Александровско-

Переустройство установки ландшафтного освещения Верхнего и Среднего Александровских садов реализовано в рамках выполнения строительно-монтажных работ по архитектурно-художественному освещению зданий и сооружений, расположенных на объекте «Охранная зона вокруг Кремля».

Схема расстановки световых приборов разработана в соответствии с планом размещения зелёных насаждений, а также с учётом расположения и особенностей малых архитектурных форм и памятников. Тип и количество световых точек определены исходя из главных световых акцентов, задуманных разработчиками концепции освещения. Так, объёмные кроны больших деревьев освещаются архитектурными прожекторами с МГЛ мощностью 150 Вт (МГЛ-колорченджеры<sup>2</sup>) GRIVEN «TRIDENT

<sup>2</sup> Воссоздают неограниченное количество цветов и оттенков с плавными переходами (по принципу линейного наложения



СИМ 150», установленными на уровне земли. Используемая в них оптика специально подобрана для достижения максимального визуального эффекта, заключающегося в широком охвате листвы и ветвей, и позволяет обходиться минимальным количеством прожекторов.

Кустарники и невысокие насаждения освещаются грунтовыми прожекторами со светодиодами GRIVEN «DUNE MC RGBW». Приборы искусно вмонтированы в газон и предназначены для цветодинамичного освещения, и их вторичная оптика обеспечивает широкое, равномерное и мягкое «световое покрытие».

Прожекторы и светильник, используемые в проекте ландшафтного освещения Александровского сада, выбраны с учётом необходимых функциональных возможностей и модифицированы согласно индивидуальным техническим требованиям, сформу-

дихроичных светофильтров – субстративная система смещения).





лированным специалистами проектной организации в процессе скрупулёзного изучения современных возможностей, предлагаемых ведущими производителями светотехнических изделий. В процессе проектирования неоднократно проводились натурные испытания, по результатам пробного макетирования на объекте оценивалось качество воспроизводимого визуального эффекта, показатели светораспределения и тип необходимой оптики. Несколько итераций, связанных с доработкой оптической части прожекторов, позволили достичь оптимального решения в подборе пары светодиод/вторичная оптика для задачи освещения крон деревьев и кустарников.

Особое внимание было уделено выбору белой компоненты, «включённой» в состав полноцветного (RGBW) светодиода. Коррелированная цветовая температура ( $T_u$ ) и общий индекс цветопередачи ( $R_a$ ) – основные параметры, которые необходимо при-

нимать во внимание при освещении растений. В летнее время, в основном, приходится работать с зелёным цветом, осенью – с жёлтым, красным и оттенками золотистого, а зимой ветви часто покрываются изумительной красоты и белизны снегом. И всю эту работу выполняет один и тот же световой прибор. При этом необходимы высокие значения  $R_a$  и подходящие  $T_u$  (порядка 4000 К), и, конечно же, требуется продуманная работа художника, программирующего светоцветовые сценарии.

В процессе проектирования учтено взаимодействие декоративной осветительной установки с многочисленными приборами общего функционального освещения. Форма корпуса прожекторов с МГЛ прекрасно сочетается с архитектурным стилем опор освещения, а воспроизводимые световые сценарии не противоречат и вполне логично дополняют свет классических фонарных столбов, установленных на территории парка.

Уровни освещённости, создаваемые осветительной установкой, гармонично коррелируют со значениями общей диаграммы освещённости сада.

Все световые приборы, используемые в проекте ландшафтного освещения Александровского сада, объединены общей системой управления, способной создавать задуманные световые сценарии и управлять каждой световой точкой независимо в режиме реального времени.

Согласно техническому заданию, работа осветительной установки предусмотрена в двух режимах – повседневном и праздничном. По замыслу, Александровский сад в большей степени освещается белым светом, но оттенки белого и иных цветов могут меняться от краёв ландшафтной зоны к центру.

Результатом творческого преобразования Александровского сада стало абсолютно новое восприятие одной из главных московских достопримечательностей. Посетителям и гуляющим у стен Кремля предоставлена уникальная возможность очутиться одновременно в современном ботаническом саду и в старинном парке. С наступлением темноты самые красивые элементы природной композиции приобретают необыкновенные цвета и оттенки, оживая в переливах листвы и красочно выделенных цветочных композиций.

Новое световое оформление Александровского сада отличается своей индивидуальностью и вносит неповторимое настроение в ночную жизнь самого сердца столицы.

Разработка концепции освещения, комплекс работ по проектированию, поставка оборудования, монтажные работы и программирование системы управления выполнены группой компаний «Светосервис».

В статье использованы материалы с ресурсов <http://www.pastvu.com>, <http://kudago.com>, <http://arch-grafika.ru>, <http://moscow.ru>.



**Чувикин Сергей Витальевич,**

инженер  
и маркетолог.  
В 1998 г. окончил  
Московский  
государственный  
институт  
электронной техники

(по специальности «Электронное машиностроение») и в 2004 г. – Московский институт экономики, управления и права. Руководитель проектов компании GRIVEN Russia

# Световые ориентиры в среде ночного города

М.А. СИЛКИНА<sup>1</sup>

МАрхИ (ГА), Москва

## Аннотация

Рассматриваются вопросы пространственного ориентирования посредством световых навигационных визуально-коммуникативных систем и структуризации светоинформационного, утилитарного, архитектурного и ландшафтного освещения, а также влияние визуальных коммуникаций как важного композиционного средства комплексного проектирования всех видов освещения на формирование светоцветовой среды ночного города.

**Ключевые слова:** городская среда, светоцветовая среда, визуальные коммуникации, светоинформационное освещение, световая реклама, ориентирование, навигационные визуально-коммуникативные системы.

Искусственное освещение проявляет устройство города в тёмное время суток, помогая ориентированию в пространстве. Информативность световой среды многослойна: её основой является световой каркас города, сформированный утилитарным освещением, которое дополняется светоинформационным, архитектурным и ландшафтными освещением. Совокупность этих видов освещения формирует светоцветовую среду современного города, которая призвана обеспечивать функциональные и художественно-эстетические потребности населения.

Казалось бы, визуально-коммуникативные составляющие имеют отношение только к световой информации, но это не совсем так. Информативность световой среды, так же как и предметно-пространственной, обеспечивается рядом взаимосвязанных компонентов. Визуальные коммуникации включают три основных направления: «коммерческие системы (витрины, вывески, светорекламные установки различных видов, медиаэкраны и т.п.); навигационные системы (адресные знаки, системы указате-

лей, светоинформационные установки – карты, схемы, идентификаторы остановок общественного транспорта, входов в метро); социальные системы (светоинформационные установки)» [1]. Помимо информирующей функции они выполняют функцию ориентирующую, позволяющую понимать своё местоположение в пространстве. Эти системы во многом влияют на архитектурную среду днём и участвуют в формировании светового пространства в тёмное время суток. При этом взаимное влияние основных групп городского освещения – утилитарного, архитектурного, светоинформационного [2, с. 167] и ландшафтного – обеспечивает как формирование визуального образа ночного города, так и ориентирование в среде.

Исторически, вечернее освещение города формировалось на основе взаимодействия утилитарного (масляные, газовые фонари) и информационного освещения (номерные фонари появились в России во второй половине 19 века) освещения, которое в конце 19 века дополнились коммерческим, рекламным освещением и лишь в первой половине 20 века – архитектурным и ландшафтными. Таким образом, в плане формирования информативной среды можно говорить о главенствующей роли утилитарного и навигационного освещения и подчинённой – архитектурного, ландшафтного и рекламного освещения.

Архитектурная среда современного города наполнена в основном рекламными составляющими визуально-коммуникативных систем, такими как витрины, вывески, рекламные установки (рекламные щиты, афишные тумбы, крышные установки, медиаэкраны). Навигационные визуально-коммуникативные системы в мировой практике «специальной подсветкой оснащаются крайне редко – адресные знаки с внутренней подсветкой, характерные для современной Москвы, скорее исключение из правил, а указатели направления подсвечиваются лишь в некоторых городах – Москве, Париже, Ереване и др.» [1] (рис.1). В ос-

новной массе городов мира указатели дополнительно не освещаются и распознаются благодаря общему освещению. Собственно навигационные визуально-коммуникативные системы оказываются практически незаметными в общем светоцветовом и рекламно-информационном поле. Их влияние на светоцветовую среду минимально [1], за исключением активно применяемых в Москве указателей направления (с названиями улиц), совмещённых с рекламой. В мировой практике подобные проектные решения не применяются – реклама и городская информация всегда разделяются [1].

Отдельный слой в городской навигации формируется средствами ландшафтного освещения, проектируемого как световые направляющие. Также намечается тенденция использования световых проекций как средства вербальной навигации. Этот способ подачи информации, вероятно, основан на опыте проекционных световых инсталляций.

Архитектурное освещение зданий, как правило, воспринимается на расстоянии – чтобы стать видимым, ему необходимо пространство. В европейских городах оно распространено минимально, свет как бы выхватывает из темноты общественно значимые пространства города – улицы и площади, не проникая в остальную его ткань (Париж, Ереван, Салоники). Московская практика светодизайна, к сожалению, стремится к «тотальному» освещению всех главных улиц города путём освещения зданий и сооружений. Такой подход чреват декоративными излишествами, общей переосвещённостью, несогласованностью со средовым контекстом, и, как следствие, возникновением визуального хаоса. А ведь именно архитектурное освещение могло бы стать тем композиционным средством, которое способно структурировать световую среду. Влияние коммерческих визуально-коммуникативных систем на световую среду любого города колоссально, они «существуют вне зависимости от утилитарного и архитектурного освещения» [1]. Как правило, располагаясь на уровне человеческого взгляда, освещаемые объекты визуальных коммуникаций формируют основное светоцветовое поле города [1]. «Вне зависимости от городского освещения, витрины и вывески соз-

<sup>1</sup> E-mail: smakmv@mail.ru

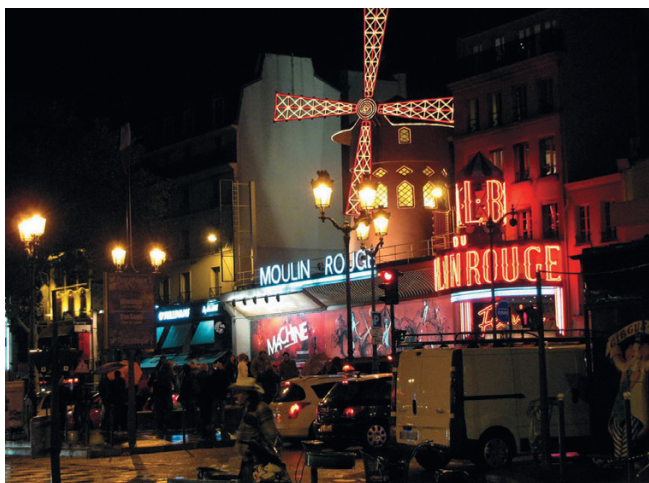
Рис. 1. Указатель направления. Ереван, Армения. Фото: © 2011, М. Силкина



Рис. 2. Таймс-сквер, Нью-Йорк, США. 2000-е гг. Источник: [7]



Рис. 3. «Мулен Руж», на Бульваре Клиши. Париж, Франция. Фото: © 2012, М. Силкина



дают естественный световой «пояс» на уровне 1–2-го этажей зданий и сооружений, и, дополненные рекламными установками различных видов и яркостей, формируют визуальную среду» [1], малопригодную для комфортной и безопасной жизнедеятельности. В таком визуальном поле освещаемых рекламоносителей навигационные системы оказываются практически нераспознаваемыми, т.к. либо не освещены, либо не выдерживают конкуренции с более активными информационными объектами.

Мировая общественность столкнулась с негативным влиянием переизбытка рекламы в городе на рубеже 19–20 веков, хотя первые предпосылки хаоса возникли и раньше. В качестве регулирующих механизмов всегда применялось нормирование. Сегодня механизмы регулирования не изменились, они касаются высоты размещения, размеров, колористики и яркости рекламных элементов. Демонтаж крышных рекламных установок в Москве и Санкт-Петербурге существенно улучшил визуаль-

ное качество городской среды обеих столиц. Предпринятое нормирование высоты размещения, размеров и яркости вывесок, с одной стороны, упорядочит светоцветовое влияние вывесок и витрин на ночной город, а с другой – сделает световой «пояс» в нижней части зданий ещё активней, что в первую очередь необходимо учитывать при проектировании архитектурного освещения. Рекламное освещение «нельзя рассматривать вне связи со световым решением среды всего города, в отрыве от его общей светоцветовой композиции» [3]. Несмотря на то, что со световой рекламой принято связывать основной массив негативного влияния на эстетику и восприятие городской среды, она «часто является единственным используемым источником света, решая, в том числе, и проблемы утилитарного освещения, например, остановочных павильонов общественного транспорта» [1]. Есть в городской структуре и отдельные фрагменты, в которых рекламное освещение является определяющим, например, Таймс-сквер в Нью-Йорке (рис. 2) и бульвар Клиши в Париже (рис. 3), которые с точки зрения визуально-коммуникативного наполнения являются нетипичными городскими территориями. В таких зонах активная работа вывесок и рекламы является средоформирующей. Однако этот опыт, перенесённый на среду с иными функциональными задачами, спровоцирует визуальный хаос [4].

Таким образом, наибольшее (требующее жёсткого нормирования) влияние на световую среду города оказывают коммерческие визуально-коммуникативные системы (рис. 4). Они создают «визуальный шум», мешающий восприятию остальных компонентов среды и ориентированию в пространстве. Структурировать же пространство, наполненное визуальными коммуникациями, способно архитектурное освещение, принимающее существование пояса витрин и вывесок как данность (на уровне восприятия средовых «кадров» и фасадных «картин»). Сколь бы ни были влиятельны коммерческие визуально-коммуникативные системы «навигационные системы должны иметь приоритет в восприятии, т.к. их основная задача – обеспечение безопасности, доступности и комфортности среды



а)



б)

Рис. 4. Световой визуально-коммуникативный пояс: а) Северный вокзал, Париж. Фото: © 2013, Е. Гришина; б) Столешников переулок, Москва. Фото: © 2013, М. Силкина

посредством осмысления пространственного устройства города» [1].

Вопросы ориентирования в пространстве города, безусловно, первостепенны для комфортной и безопасной жизнедеятельности как в тёмное, так и в светлое время суток. Любой город имеет определённую функционально-планировочную структуру, которая проявляется системой транспортных магистралей и общественных центров, формирующих функционально-пространственный «каркас» и заполненных «тканью» межмагистральных территорий [5]. На уровне визуального восприятия структура города выявляется системой средовых доминант архитектурного и природного характера. Это те опорные точки, которые позволяют ориентироваться в пространстве города: исторически, это вертикаль колокольни, плоскость центральной площади, горизонтали крепостных укреплений и акведуков или гора, море и т.п. Современный город столь велик и сложноорганизован, что средовых (природных и архитектурных) ориентиров оказалось недостаточно, что и спровоцировало появление внеархитектурных средств – навигационных визуально-коммуникативных систем, которые способствовали структуризации визуальной информации об устройстве среды.

В конце 19 – начале 20 веков искусственное освещение выявляло лишь сеть улиц и площадей, «планшет» [2, с. 159, 202] и рисунок города прочитывались благодаря этим световым «путеводам». Здания, сооружения и средовые фрагменты освещались

лишь во время крупных праздников. Световая реклама лишь усилила степень «свечения» городских улиц в местах общественного притяжения (торговые и пешеходные зоны), естественным образом сформировав средовые световые «магниты». Позднее, при развитии городского освещения, этот принцип сохранился. В городской среде появились «световые лакуны» общественных пространств, которые дифференцировались цветом – транспортные зоны освещались жёлтым светом, пешеходные общественные – белым, «дополненным архитектурным освещением фасадов зданий» (Франция, Испания, США) [2, с. 148–150]. Но это на уровне восприятия города, а для средового фрагмента «витринный пояс» – композиционный элемент, «световой фундамент» улицы – зачастую становится более вычлненным и определённым, чем ритм (линия), задаваемый утилитарным освещением [1].

На этом уровне наслаиваются друг на друга два основных вида городского освещения, проявляя структуру города и одновременно задавая световую композицию средового фрагмента. Архитектурное освещение лежит в следующем слое и как бы «проявляет» пространство, обладая способностью создания средовых ориентиров как посредством освещения архитектурных объёмов, так и в качестве самостоятельного визуального средства. Такой вид освещения, распространённый не на весь город или его центр, а только на основные градообразующие структуры (площади, набережные, проспекты), позволяет

организовывать эффективное ориентирование в пространстве ночного города без дополнительных «световых» усилий, где всё соподчинено, а освещение уже существующих средовых доминант и формирование новых собственно световых доминант является способом создания «маяков» в «море» тьмы; это «путеводная нить» света, с «нанизанными» на неё ориентирами (рис. 5).

Такой свет притягивает, он не рассредоточен по городу, а выполняет роль средового «магнита», выявляя зоны социальной активности. Н.И. Щепетков подразделяет световые доминанты на реальные (освещение существующих ландшафтных и архитектурных доминант) и «виртуальные» – созданные исключительно посредством света (лазерные лучи, пучки света прожекторов) [2, с. 168]. Безусловно, чем больше город, тем сложнее устроена система, в которой задействовано больше экономических и социальных факторов, но для эффективного ориентирования в среде не нужно освещать всё. Архитектурное освещение, основывающееся, прежде всего, на целесообразности, способно проявлять градостроительную композицию, удовлетворяя так утилитарные и эстетические потребности, и становиться «обобщающим» для утилитарного и светового информационного освещения на уровнях города, «интерьера» и средового фрагмента [1]. При проектировании архитектурного освещения зданий необходимо учитывать наличие естественного светового пояса на уровне 1–2 этажей [1], который задаёт композиционный ритм



а)



в)



б)

Рис. 5. Выявление средовых (архитектурных) доминант освещением:

- а) Крепость. Салоники, Греция. Источник: [8];
- б) Базилика Сакре-Кёр. Париж, Франция. Фото: © 2012, М. Силкина;
- в) Эйфелева башня, Дом инвалидов, Триумфальная арка (световые ориентиры) и сеть городских улиц (световой каркас). Париж, Франция. Источник: [9]

локального, фрагментарного освещения архитектурных деталей (световых «мазков» [2, с. 256]) и обеспечивает целостность восприятия фасада. При применении заливающего света обобщающее влияние архитектурного освещения проявляется наиболее полно, так как при этом снижается «дробность» световой среды и увеличивается эффективность ориентирования в городе.

Различные компоненты городского освещения регулируются на уровне светопланировочной структуры города. Светоцветовое зонирование в основе своей трёхчленно: макрозонирование (на уровне генплана), мезозонирование (внутри функциональной зоны) и микрозонирование (уровень небольших планировочных образований: микрорайон, квартал и т.п.). В организации пространственного

ориентирования участвуют все масштабы светоцветового зонирования. Например, комплексная схема, разработанная для Москвы Н. И. Щепетковым (1999 г.), включает следующие слои городского освещения: «урбанизированный каркас» с дифференциацией на утилитарное освещение транспортных зон и пешеходных общественных зон; утилитарное освещение «природного каркаса»; «ткань» с дифференциацией на утилитарное освещение территории в жилых районах и производственных зонах; архитектурное освещение фасадов и декоративное освещение элементов ландшафта. Москва («ткань») при этом подразделяется на три зоны – исторический центр, «буферная» зона, современная застройка. Отдельно рассматриваются освещение промышленных зон и световые доминанты. Зонирование территорий, в данном случае светом, – основа организации ориентирования в городе. Так, схема цветового зонирования исторического

центра, предложенная Н. И. Щепетковым (2000–2001 гг.), основана на следующей градации: Кремль, Китай-город – двухчастное ядро, окружённое кварталами Белого города, кварталы Земляного города, застройка буферной зоны за Садовым кольцом – элементы «ткани»; Бульварное кольцо, Садовое кольцо, радиальные транспортные магистрали, набережные, общественно-пешеходные пространства – элементы «каркаса» [2, с. 179–192]. Выбор для каждой зоны объединяющего светоцветового решения не только структурирует центр градостроительно, но и позволяет создавать разные светоцветовые образы, способствующие ориентированию в пространстве.

Таким образом реализуется композиционная организация среды и ориентирования в пространстве. И если для светлого времени суток наиболее актуально зонирование «ткани», то в тёмное время суток на ориентирование гораздо эффективнее «работает» «каркас» как наиболее проявленная светоносная структура, в т.ч. за счёт наполнения визуальными коммуникациями.

«Воспринимать – это значит отбрасывать...» [6, с. 111]: один из основных аспектов, способствующих восприятию информации, – решение проблемы «распознавания формы на фоне шума» [6, с. 140]. Осмысление визуально-коммуникативных систем «как неотъемлемого и значительного композиционного средства формирования светового образа города» [1] позволит решать вопросы комплексного проектирования городской среды. Лишь на основе взаимодействия всех слоёв искусственного освещения возможно



эффективное ориентирование человека в среде ночного города.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Силкина М. А. Световые визуальные коммуникации в городской среде / Тезисы докладов научно-практической конференции «Световой дизайн – 2014». – Санкт-Петербург: ИТМО, 2014. – С. 20–21.

2. Щепетков Н. И. Световой дизайн города. – М.: Архитектура-С, 2006. – 320 с.

3. Быстрянцева Н. В., Ван дер Хейде Р. Формула света: исследование световой среды района Волхонки / Территория культуры. Кварталы Волхонки. – М.: ООО «Проект Белый Город», 2014. – С. 50–57.

4. Силкина М. А. Влияние высоты размещения визуально-коммуникативных систем на образ архитектурной среды // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies» «Архитектура и современные информационные технологии» (AMIT) № 2 (27) [Сетевой ресурс]. URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2014/2kvart14/silkina/silkina2.pdf> (дата обращения: 18.07.2014).

5. Гутнов А. Э. Эволюция градостроительства. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.

6. Моль А. Теория информации и эстетическое восприятие / Пер. с франц. Б. А. Власюка, Ю. Ф. Кичатова, А. И. Теймана; под ред. с послеслов. и прим. Р. Х. Зарипова, В. В. Иванова; вступ. статья Б. В. Бирюкова, С. Н. Плотнокова. – М.: Мир, 1966. – 352 с.

7. URL: <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2217113/Times-Square-Amazing-images-capture-Crossroads-World-1904-modern-days.html> (дата обращения: 18.07.2014).

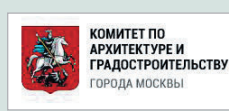
8. URL: <http://traveladventureeverywhere.blogspot.ru/2013/02/thessaloniki-voyage-to-thessaloniki.html> (дата обращения: 18.07.2014).

9. URL: <http://hdwallphotos.com/photoswall/paris-city-night-wallpaper-hd.html> (дата обращения: 18.07.2014).



**Силкина Марина Александровна,** дизайнер. Окончила в 2002 г. Пятигорский государственный технологический университет по специальности

«Дизайн». Старший преподаватель кафедры «Дизайн архитектурной среды» МАрХИ (ГА)



## Подведены итоги первого фестиваля и смотроконкурса «Световая архитектура»

В Москве впервые прошёл фестиваль «Световая архитектура», организованный Союзом московских архитекторов при поддержке Правительства Москвы и Комитета по архитектуре и градостроительству г. Москвы. На торжественной церемонии, состоявшейся 27 марта 2015 г. в Центральном доме архитектора, были подведены итоги фестиваля и объявлены победители и лауреаты смотроконкурса «Световая архитектура».

Фестиваль приурочен к объявленному ЮНЕСКО Международному «Году света и световых технологий» и получил статус официального мероприятия, включённого в российскую программу «Года света».

Фестивальный формат позволил с 19 по 27 марта 2015 г. превратить Центральный дом архитектора в площадку для встреч и дискуссий профессионалов различных специальностей, участвующих в разработке и реализации проектов архитектурного и интерьерного освещения, а также представителей городских властей и девелоперских компаний. В общей сложности программа фестиваля включила в себя почти 20 мероприятий, в подготовке и проведении которых приняли участие ведущие экспертные организации и компании отрасли, такие как: Управление архитектурно-художественного облика г. Москвы, Департамент культурного наследия г. Москвы, ГУП «Моссвет», ООО «ВНИСИ», ГК «Светосервис», Ассоциация ландшафтных архитекторов России, Ассоциация *MCFO*, Школа светодизайна *LiDS*, компании «САРОС», *Disano Illuminazione* и *ARCHI STUDIO*.

Одним из ключевых мероприятий программы фестиваля стал смотроконкурс «Световая архитектура», проводимый в открытом формате. В рамках него реализованные объекты и проектные решения соревновались в нескольких номинациях, охватывающих основные типы архитектурного, интерьерного, ландшафтного и городского освещения. В состав жюри смотроконкурса вошли авторитетные российские и зарубежные эксперты, дизайнеры и архитекторы: Н. И. Щепетков, зав. кафедрой «Архитектурная физика» МАрХИ (ГА), председатель жюри; Ю. Б. Айзенберг главный редактор журнала «Светотехника»; Д. Амбрози, руководитель ключевых проектов компании *Disano Illuminazione* (Италия); А. В. Ефимов, заведующий кафе-

дрой «Дизайн Архитектурной среды» МАрХИ (ГА); А. М. Пилосов, начальник Управления архитектурно-художественного облика г. Москвы; Н. И. Шумаков, Президент Союза московских архитекторов, член Архитектурного совета Москвы, академик Российской академии художеств; И. Г. Цветкова, главный специалист ГУП «ГлавАПУ».

**Победителями конкурса и обладателями приза «Световая архитектура» стали:**

- в разделе «Проект» – «Многофункциональный центр во Владивостоке», Бюро *ABD architects*;

- в разделе «Реализация. Здание» – «Реконструкция с приспособлением под Центр современного искусства здания Арсенала в Нижегородском Кремле», Бюро «архитекторы асс»;

- в разделе «Реализация. Общественный интерьер» – Станция Московского метрополитена «Лермонтовский проспект» и «Жулебино», ОАО «Метрогипротранс».

- **Лауреатами смотроконкурса «Световая архитектура» стали:**

- в разделе «Проект» – Проект «Измайловский ПКЮ, г. Москва. Площадь Мужества», светодизайнер Д. Николаев (в номинации «Освещение общественного пространства»);

- в разделе «Реализация» – «Благоустройство парка «Музеон» и Крымской набережной в Москве», Бюро «архитекторы асс» (в номинации «Освещение общественного пространства»); «Представительский офис», «Ассоциация городских архитекторов – А.ГОР.А» (в номинации «Световой дизайн интерьера. Общественный интерьер»); «Гармония стихий» Вестибюли и общественные зоны ЖК «Доминион», Бюро *IQ Studio* (в номинации «Световой дизайн интерьера. Общественный интерьер»); «Офис компании НТВ», Бюро *Proektor* (в номинации «Световой дизайн интерьера. Общественный интерьер»);

- в номинации «Портфолио» – Светотехническая компания «МТ Электро»;

- в номинации «Премьера на российском рынке» – «Подвесной светодиодный светильник «*NIMB*», дизайнер Э. Жегалин, производитель «МДМ-Лайт»;

Руководитель оргкомитета  
Елена Петухова, [epetuhova@gmail.com](mailto:epetuhova@gmail.com)  
+7 (495) 410 0076

# Критерии комплексной оценки качества искусственной световой среды города

Н.В. БЫСТРЯНЦЕВА<sup>1</sup>

Творческое объединение светодизайнеров «RULD» и Университет ИТМО, Санкт-Петербург

## Аннотация

Одно из направлений профессиональной творческой деятельности светодизайнера – создание световой среды города, соответствующей определённым художественным и функциональным качествам. Автор рассматривает критерии комплексной оценки визуального качества искусственной световой среды города и выдвигает новый критерий – «дизайн-свойства световой среды города».

**Ключевые слова:** световая среда, среда города, светодизайн, художественные качества, функциональные качества, комплексная оценка, критерии, новый критерий.

Городская среда – будь то жилой район, площадь или улица – обладает своими характерными чертами, связанными с градостроительной ситуацией, архитектурно-композиционными особенностями, то есть с тем предметно-пространственным наполнением, которое формируется в зависимости от специфики ландшафта и процессов общественной и личной деятельности человека [1].

При проектировании освещения городской среды светодизайнеры сталкиваются с разными факторами, среди которых наиболее существенными являются *характеристики и функциональные признаки городских пространств* [2].

*Первый фактор* складывается из представлений о городе, районе, фрагменте городской среды, их типе, масштабе, структуре, объёмно-пространственной организации, стилистических характеристиках архитектурного окружения и многоцветности. Иначе говоря, характеристики городских пространств обусловлены масштабно-пространственными представлениями, которые кристаллизуются в обществе.

*Второй фактор* предполагает (ещё не получивший широкого применения в России) анализ функциональной деятельности человека в городском интерьере и самой общественно-пространственной организации, что, собственно, и определяет

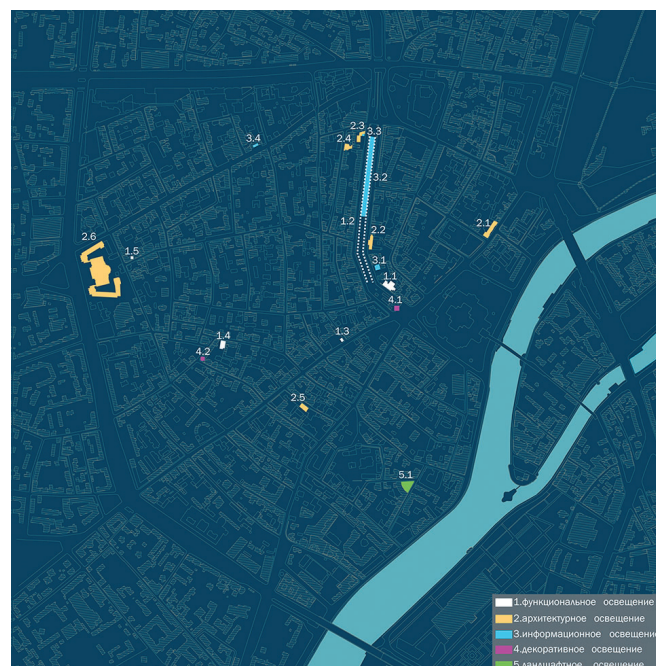
качество и наполнение создаваемой световой среды.

При этом довольно трудно провести чёткую грань между множеством общественных процессов, протекающих на одном фрагменте территории; между различными пространственными соотношениями улиц и площадей, дворовых пространств, зелёных зон и т.д. Каждый городской интерьер складывается в результате разных функциональных взаимосвязей: пространства отдыха и досуга, коммуникации и общения, передвижения людей. Поэтому **формирование световой среды фрагмента города**

Рис. 1. Схема «Существующая световая среда района Волхонки» [4]



Рис. 2. Схема «Исследование качества световой среды района Волхонки» [4]



<sup>1</sup> E-mail: sv.s.lighting@gmail.com

должно начинаться с комплексной оценки его функциональных задач и пространственной организации, являющихся основой и первопричиной светового композиционного решения.

Одной из особенностей теории и практики городского освещения в России является то, что понятия «художественность» и «эстетичность» используются применительно к архитектуре, а не к городской среде в целом. Поэтому художественность светового решения городской среды зависит в основном от архитектурного освещения.

Однако организация световой среды города с опорой на архитектурном освещении часто приводит к её перенасыщению светом: размываются грани между индивидуальной пластикой зданий, особым характером улиц, их функциональными особенностями, из-за чего возникает ряд неотличимых друг от друга общественных пространств. В итоге теряется главное – качество комплексного светового окружения вечернего города, исчезает самобытность города в целом. [3].

Изучение мирового практического опыта показывает разные световые решения, в которых освещение, отражая функциональные характеристики среды, приобретает индивидуальность. Это делается возможным правильным построением иерархии всех видов освещения в поле зрения человека, а вовсе не завышением яркости или увеличением числа освещённых объектов.

Как известно архитектура и городская среда имеют разные функционально-художественные установки и требования при проектировании, а следовательно, их решения средствами искусственного освещения также формируются с учётом разных критериев их оценки.

В 2011–2012 гг. был осуществлён проект-исследование городской среды Москвы «Территория культуры. Кварталы Волхонки», в котором автору статьи довелось исследовать световую среду района [4]. При работе с добровольцами и участниками проекта ставилась задача оценить не только *техническое качество* освещения, но и его *художественное качество* в отношении «контекста и комплексной организации световой среды».

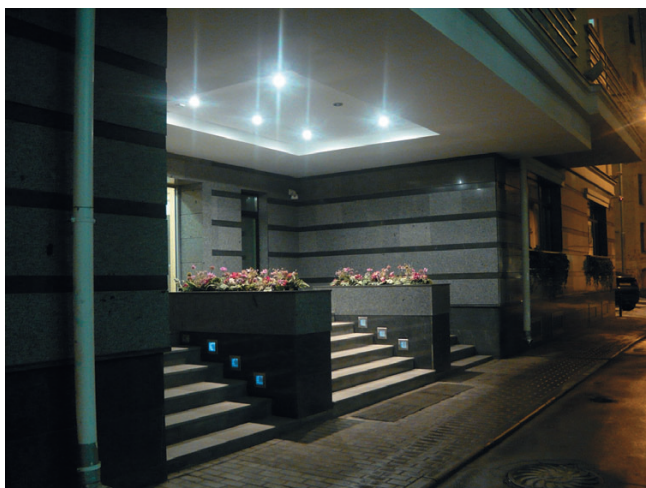


Рис. 3. Освещение входной зоны (на ул. Пречистенка), 2012 г.  
© Д. Подгурский



Рис. 4. Информационные стенды на Гоголевском бульваре, 2012 г.  
© Н. Быстрянцева



Рис. 5. Борисоглебская церковь (на фоне административного здания), 2012 г.  
© Н. Быстрянцева

Как известно, для большинства видов освещения разработаны нормы, где критерии оценки качества разные и зависят от задач, выполняемых искусственным светом. Например, в витринном освещении норми-

руется освещённость, а в архитектурном освещении – комфортность восприятия, а точнее, отсутствие зрительного дискомфорта [5]. При этом учитывается восприятие как с точки зрения водителя, так и – пешехода,

Рис. 6. Арбатская пл.  
(перенасыщенность  
информационными  
носителями), 2012 г.  
© Н. Быстрияева



Рис. 7. Ул. Арбат (слепящее действие приборов наружного освещения), 2012 г.  
© К. Каратаева

Рис. 8. На ул.  
Остоженка  
(неосвещённые  
дворовые  
территории), 2012 г.  
© С. Порохня



у которых совершенно разные условия восприятия освещённых фасадов. Водителю важно, чтобы на периферии его зрения не было слишком ярких объектов, мешающих следить за проезжей частью, а у пешехода взгляд направлен не вдоль дороги,

как у водителя, а поперёк, перпендикулярно фасадам зданий. Также комфортность восприятия зависит от: распределения яркости в поле зрения; неравномерности освещения поверхности объектов и пространства; насыщенности пространств све-

том; уровнем ослеплённости и дискомфорта блёскости; направления световых пучков; спектра излучения и качества цветопередачи источников света; динамики освещения [6].

Для оценки и прогнозирования светоконпозиционных параметров вечерней среды города Н.И. Щепетковым была выдвинута система критериев, включающая в себя: уровни освещения, определяющие светлоту и насыщенность пространства (количественный критерий); доминирующую цветность; кинетику освещения и структуру светового поля, от которых зависят качество и масштаб создаваемого светопространства (критерии качества) [7]. Этот ряд светотехнических показателей может служить основой для выбора светоконпозиционных параметров, с помощью которых обеспечиваются комфортные условия зрительного восприятия, режимы и цветность освещения, необходимая масштабность светопространств. Однако, по мнению автора статьи, данных критериев недостаточно для **комплексной оценки** световой среды, поскольку ими не учитывается одно из её основных качеств – **содержательность**.

Специалисты признают, что оценка содержательности световой среды – дело субъективное, поэтому было особенно важно не только исследовать объекты и фрагменты световой среды с точки зрения комфорта и безопасности, но и определить систему критериев художественного качества световых решений:

В проекте-исследовании городской среды Москвы было предложено рассматривать в комплексе такие факторы как комфорт, обеспечение безопасности и эстетические свойства световой среды в отношении человека [4]. Следует отметить, что термин «эстетические свойства», который использовался автором во время доклада о результатах исследования на конференции в МАРХИ (ГА) [3], получил неоднозначную оценку, т.к. понятие «эстетика» весьма многозначно [8]. Поэтому здесь уместнее другая терминология, более соответствующая специфике рассматриваемой проблемы.

При этом, учитывая, что световая среда города формируется на основе функционально-художественных установок, автором предлагается но-

вый критерий – «дизайн-свойства световой среды города» (ДСССГ), который, на его взгляд, полнее отражает специфику визуального качества светового окружения.

Если «комфортность» и «безопасность» являются общепринятыми светотехническими понятиями, учтены в нормах и правилах и описаны в системе критериев Н.И. Щепеткова, Н.В. Оболенского, Г.В. Каменской, В. Келера и В. Лукхардта [5–7, 9–11], то термин «ДСССГ» требует разъяснения.

По мнению автора, «ДСССГ» включает в себя: *информативную эффективность, образную выразительность, целостность световой композиции, рациональность светового решения* [12].

*Информативная эффективность* – это создание с помощью средств искусственного освещения системы акцентов и ориентиров в световой среде города, исходя из функциональной наполненности, знаковости, характерных черт и способов организации городского пространства. Информационная эффективность отвечает за соответствие смыслового содержания светового решения городскому окружению, его функциональным пространственным характеристикам и особенностям архитектурной среды.

*Образная выразительность* – отражение в светокомпозиционных решениях стиля городской жизни, современных вкусов и специфики природного ландшафта, которые формируют единый контекст восприятия города, его социокультурный код. Всё это позволяет говорить о световом решении фрагмента городской среды как о целостной образной системе, хотя и слабо структурированной, но обладающей выраженными эстетическими связями и отношениями элементов, что даёт возможность не только распознать образ, но и анализировать его в плане художественной композиции. При решении образной выразительности учитываются: световая культура города, региона; значимость идей, заложенных в световом решении и убедительность их выражения.

*Целостность световой композиции* – организованность градостроительной структуры, характеризующаяся взаимосвязью светопространств

внутри одного фрагмента города или ансамбля, а также соответствие светового решения, основанного на иерархической соподчинённости элементов, архитектурно-планировочной организации городской среды, динамики полихромии.

*Рациональность светового решения* – обоснованный выбор средств и приёмов освещения соответственно идее или замыслу; соответствие светового решения утилитарно-практическим задачам и оценка его энергоэффективности.

На основе указанных критериев комплексной оценки было проведено исследование освещения района Волхонки, в результате которого из всего многообразия световых решений, представленных на рис.1, были выявлены примеры качественной организации световой среды (рис. 2–5).

Также использование критериев комплексной оценки световой среды позволило выявить наиболее проблематичные участки в освещении городских пространств (примеры – на рис. 6–8) и определить способы оптимального решения.

В результате этого стало возможным, в первую очередь, сформулировать рекомендации по снятию проблем существующей световой среды и на их основе разработать дальнейшие предложения по комплексному освещению общественных территорий.

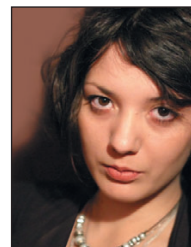
Это позволяет заключить, что формирование светового решения фрагмента города, основанное на **комплексной оценке** его функциональных задач и пространственных характеристик, соответствует специфике средового проектирования городского освещения.

Указанные критерии оценки световой среды позволяют во многом определять степень адекватности световой среды информативному, социальному и средовому контексту и создавать **комплексные световые решения** с интеграцией всех компонентов (видов освещения) в единое художественное целое.

При реконструкции или создании световых решений, на основе указанных критериев, главной целью станет не увеличение числа освещённых объектов, а, в первую очередь, улучшение визуального качества световой среды города.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
2. Шимко В.Т., Гаврилина А.А. Типологические основы художественного проектирования архитектурной среды. – М.: Архитектура-С, 2004. – 101 с.
3. Быстрянцева Н. В. Эстетика световой среды. Труды МАРХИ. Тезисы докладов научно-практической конференции «Наука, образование и экспериментальное проектирование». 11–15 апреля 2013.
4. Быстрянцева Н.В., Ван дер Хейде Р. Формула света: исследование световой среды района Волхонки / Территория культуры. Кварталы Волхонки. – М.: ООО «Проект Белый Город», 2014. – С. 50–57.
5. Свод правил СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23–05–95\*».
6. Архитектурная физика: Учебник для вузов: Спец. «Архитектура» / В.К. Лицкевич, Л.И. Макриненко, И.В. Мигалина, Н.В. Оболенский, А.Г. Осипов, Н.И. Щепетков; Под ред. Н.В. Оболенского. – М.: Архитектура-С, 2007. – 448 с.
7. Щепетков Н.И. Световой дизайн города. – М.: Архитектура-С, 2006. – 320 с.
8. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. – М.: ИТИ ТЕХНОЛОГИИ, 2003.
9. Исследования, разработка рекомендации и технические решения комплексного светового оформления основных памятников архитектуры, площадей и улиц города Новгорода: Отчёт по НИР / Сост. Каменская Г.В., Зобов В.П., Подгорных Л.А., Петрова Л.И., Курнов А.Ю., 1989.
10. Келер В., Лукхардт В. Свет в архитектуре. Свет и цвет, как средства архитектурной выразительности / Пер. с нем. В.Г. Калиша. – М.: Госстройиздат, 1961. – 184 с.
11. Матвеев А.Б. Изобразительное искусство, световой дизайн и эстетика // Светотехника. – 1999. – № 3. – С. 21–24.
12. Быстрянцева Н.В. Критерии оценки визуального качества искусственной световой среды города / Тезисы докладов Научно-практической конференции «Световой дизайн». – СПб: Университет ИТМО, 2014.



**Быстрянцева Наталья Владимировна,** архитектор-дизайнер. Окончила в 2004 г. Саратовский государственный технический университет.

Преподаватель кафедры ТПОЭ Университета ИТМО. Руководитель Творческого объединения светодизайнеров «RULD». Соискатель кафедры «Дизайн архитектурной среды» МАРХИ (ГА)

# Новый подход к расчёту экономии энергии для освещения офисных зданий

С. ОНАЙГИЛ<sup>1</sup>, Э. ЭРКИН

Стамбульский технический университет, Стамбул, Турция

## Аннотация

Энергоэффективность систем освещения рассмотрена в соответствующем европейском стандарте *EN 15193* в плане оценки количества энергии, расходуемого на внутреннее освещение зданий. Оценки осуществляются при помощи очень полезного показателя энергоэффективности освещения *LENI*. Хотя для расчёта *LENI* используется очень сложная совокупность данных о здании, этот показатель не даёт ясного представления о возможностях энергосбережения и о системах освещения, которые могут использоваться для экономии энергии. Данное исследование посвящено созданию нового подхода к расчётной оценке возможностей энергосбережения на основе данных для расчёта *LENI*. Модифицировав метод коэффициента использования светового потока, который прост в применении и пригоден для расчёта внутреннего освещения, можно представить установленную мощность в виде аналитической зависимости от коэффициента использования светового потока светильников в помещении и световой отдачи светильника, тогда как остальные нужные сведения, типа размеров помещений и их назначений, могут браться из базы данных для расчёта *LENI*. В итоге предложены новый показатель экономии энергозатрат на освещение, *LESI*, и компьютерное программное обеспечение «*bep/ETA*».

**Ключевые слова:** освещение, энергоэффективность, энергосбережение, *LENI*, *LESI*, офисные здания.

## 1. Введение

Здания содержат энергосистемы для обогрева, кондиционирования, освещения и горячего водоснабжения. Энергия для их работы обычно обеспечивается ископаемым топливом. Значительный расход электроэнергии

на освещение, в первую очередь, наблюдается в коммерческих зданиях. Было много исследований по определению вклада систем освещения в общее энергопотребление. Они показывают, что этот вклад составляет (10–50)% [1–4]. Очевидно, что в этой области можно экономить значительное количество энергии, так как большинство современных систем освещения коммерческих зданий старше 20 лет [5]. В настоящее время улучшение энергоэффективности систем освещения зависит от использования эффективных источников света, эффективных электрокомпонентов и светильников с высокими КПД. Кроме того, внедрение датчиков присутствия и естественной освещённости, равно как и адекватное проектирование освещения, несомненно, обеспечат дополнительную экономию энергии.

Европарламент и Совет Европы 16.12.2002 приняли директиву об энергоэффективности зданий [6], направленную на улучшение энергоэффективности и обеспечение достижения намеченных в Киото целей [7]. Энергоэффективность систем освещения рассмотрена в вышедшем в 2007 г. евроstandarte [8], в котором оговорена методика проведения расчётной оценки количества энергии, расходуемой на внутреннее освещение зданий, и введён учитывающий как естественное, так и искусственное освещение показатель энергоэффективности освещения (*LENI* – *lighting energy numeric indicator*), измеряемый в кВт·ч/(м<sup>2</sup>·год) и используемый в сертификационных целях [8]. Эта методика в основном учитывает сведения о полной установленной мощности системы освещения, геометрии и физических характеристиках помещений, характеристиках естественного освещения и системах управления. Однако, хотя для расчёта *LENI* используется очень сложная совокупность информации о здании и системе его освещения, этот показатель не даёт ясного представления об энергосберегающем потенциале систем

освещения. Так, здание, не удовлетворяющее требованиям по стандарту [9], может иметь меньшее значение *LENI*, свидетельствующее о большей энергоэффективности по сравнению с имеющей место при удовлетворении требований к освещению. С другой стороны, старомодная система освещения с системой контроля присутствия также может давать небольшое значение *LENI*, в то время как модернизация светильников может обеспечивать дополнительную экономию энергии. Так что реальная экономия энергии может рассчитываться путём сравнения установленных мощностей существующей системы и применимой, доступной и реализуемой энергоэффективной системы, удовлетворяющей требованиям к освещению по стандарту [9].

В данном исследовании рассмотрены существующие офисные здания, чтобы разработать методику расчётного поиска возможностей энергосбережения на основе данных, требуемых для расчёта *LENI*. Для этого проведена модификация метода коэффициента использования для получения зависимости установленной мощности от коэффициента использования светового потока светильников в помещении *U* (*room utilization*) (далее – коэффициент использования  $U^2$ ) и световой отдачи светильника  $e_{lum}$  (*luminaire efficacy factor*), и для различных типов офисных помещений определены значения искомым коэффициентов использования. Кроме того, был предложен новый показатель *LESI* (*Lighting Energy Saving Indicator*) – показатель экономии энергии, расходуемой на освещение), отражающий возможности энергосбережения, и разработано компьютерное программное обеспечение (ПО) «*bep/ETA*» для расчёта на основе данных для расчёта *LENI* значений *LENI* и *LESI*.

## 2. Расчёт энергоэффективности и возможной экономии энергии

Энергоэффективность системы может рассчитываться на основе разности энергий, потребляемых существующей и предлагаемой система-

<sup>1</sup> E-mail: onaygil@itu.edu.tr  
Перевод с англ. Е.И. Розовского.

<sup>2</sup> Авторы используют ещё и коэффициент использования светового потока ламп, что в переводе оговаривается особо. – Прим. пер.

ми. Энергия, потребляемая существующей системой офисного помещения,  $W_L$  может рассчитываться по уравнению из методики расчёта *LENI*:

$$W_L = P_n \cdot [F_C \cdot F_O \cdot (t_D \cdot F_D + t_N)] \quad (1)$$

[кВт·ч],

где  $P_n$  – установленная мощность существующей системы освещения,  $F_C$  – показатель постоянства освещённости (*illumination factor*),  $F_O$  – показатель занятости помещения,  $F_D$  – показатель зависимости от естественного освещения,  $t_D$  – продолжительность работы искусственного освещения при наличии естественного освещения,  $t_N$  – продолжительность работы искусственного освещения при отсутствии естественного освещения.

Согласно уравнению (1), экономия расходуемой на освещение энергии  $W_{LS}$  может определяться на основе  $P_n$  и установленной мощности предлагаемой системы  $P'_n$ . При этом в соответствии с методикой расчёта энергоэффективности освещения экономия энергии, расходуемой на освещение в офисном здании, может быть записана в виде:

$$W_{LS} = (P_n - P'_n) \cdot [F_C \cdot n \cdot F_O \cdot n \cdot (t_D \cdot F_{D,n} + t_N)] \quad (2)$$

[кВт·ч].

*LESI*, аналогично определению *LENI*, может определяться как экономия энергии, расходуемой на освещение единицы площади всего здания  $A$ :

$$LESI = W_{LS}/A \quad [\text{кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})]. \quad (3)$$

Основная цель данного исследования – рассчитать искомые значения установленной мощности для разных типов помещений, классифицированных в соответствии с их функциональным предназначением. Для расчёта искомой установленной мощности предлагается воспользоваться методом коэффициента использования, который прост в применении и пригоден для расчётов внутреннего освещения.

### 3. Метод расчёта установленной мощности системы освещения

В методе коэффициента использования светового потока ламп (*UF*) индекс помещения и коэффициенты отражения поверхностей помеще-

ния применяются для определения доли генерируемого светового потока  $\Phi_0$ , попадающего на рабочую плоскость с учётом как потерь в светильнике и помещении, так и коэффициента эксплуатации *MF*, определённого в публикации МКО [10]. Потери рассчитываются исходя из табулированных эмпирических коэффициентов. При помощи *UF* средняя освещённость в помещении заданной площади  $A$  может рассчитываться по формуле

$$E_{ave} = \Phi_0 \cdot UF \cdot MF/A \quad [\text{лк}]. \quad (4)$$

*UF* представляет собой произведение КПД светильника (*LOR*) на коэффициент использования светового потока светильников в помещении  $U$  (далее – просто коэффициент использования), рассчитанный на основе коэффициентов отражения поверхностей помещения, высоты установки светильника и распределения силы света светильников. В то же время  $\Phi_0$  может выражаться как произведение светового потока лампы  $\Phi_L$  на количество ламп в светильнике  $n$  и количество светильников  $N$ . При этом уравнение (4) принимает вид:

$$E_{ave} = N \cdot n \cdot \Phi_L \cdot LOR \cdot U \cdot MF/A \quad [\text{лк}]. \quad (5)$$

Значения  $U$  могут быть представлены в виде табличной зависимости от коэффициентов отражения поверхностей помещения и индекса помещения  $k$ , который можно определить как отношение полной площади горизонтальных поверхностей помещения к полной площади его вертикальных поверхностей. В литературе описано несколько способов табулирования и представления  $U$ , из которых наиболее широко распространён метод МКО.

Для расчёта установленной мощности системы освещения метод коэффициента использования может быть преобразован таким образом, чтобы он позволял получать значение установленной мощности. В принципе, полная установленная мощность системы освещения помещения представляет собой произведение количества светильников  $N$  на мощность одного светильника  $P_{lum}$ , что может записываться как

$$P_n = N \cdot P_{lum} = [\Phi_0 / (n \cdot \Phi_L)] \cdot P_{lum} \quad [\text{Вт}]. \quad (6)$$

С другой стороны,  $e_{lum}$  определяется как частное от деления полного светового потока светильника на его мощность. Так как световой поток светильника равен произведению количества ламп  $n$  на световой поток одной лампы  $\Phi_L$  и на КПД светильника *LOR*, то

$$e_{lum} = n \cdot \Phi_L \cdot LOR/P_{lum} \quad [\text{лм}/\text{Вт}]. \quad (7)$$

Так что

$$P_{lum} = n \cdot \Phi_L \cdot LOR/e_{lum} \quad [\text{Вт}]. \quad (8)$$

Совместив уравнения (4), (6) и (8), получаем выражение для расчёта полной установленной мощности системы освещения заданного помещения:

$$P_n = (E_{ave} \cdot A) / (MF \cdot U \cdot e_{lum}) \quad [\text{Вт}]. \quad (9)$$

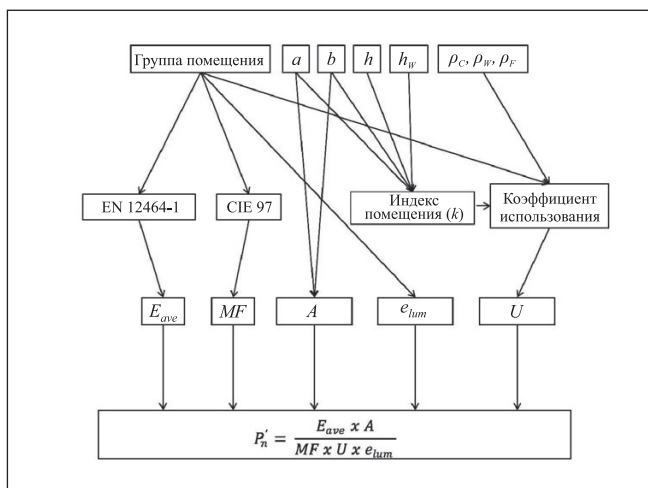
Согласно уравнению (9),  $P_n$  может представляться как функция  $U$  и  $e_{lum}$ , а остальные требуемые сведения (например, размеры и назначение помещения, требуемые уровни освещённости) могут браться из базы данных для расчёта показателя *LENI*. Подобным образом можно рассчитать нормализованную плотность мощности (*NPD*), представляющую собой установленную мощность, приходящуюся на единицу площади и на 100 лк ( $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot 100 \text{ лк})$ ), которая описывается уравнением (10), первоначально записанным для расчёта потребляемой в офисах энергии:

$$NPD = 100 / (MF \cdot U \cdot e_{lum}) \quad [\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot 100 \text{ лк})]. \quad (10)$$

Из вышеприведённых уравнений следует, что определяющими членами являются  $U$  и  $e_{lum}$ . Литературные данные позволяют определять полную установленную мощность системы освещения заданного помещения. Например,  $U$  были теоретически определены [18, 19] для случая, когда общий световой поток нескольких светильников распределён так, чтобы удовлетворять основным требованиям стандарта [9] при, соответственно, равных 0,70; 0,50 и 0,20 коэффициентах отражения потолка, стен и пола. Путём такого теоретического подхода  $U$  может представляться полиномом четвёртой степени от индекса помещения  $k$ .

Теоретические графики  $U$ , несомненно, полезны для расчёта искомых значений этого коэффициента и мини-

Рис. 1. Схема подхода к определению искомой установленной мощности



мальной установленной мощности. Подобный подход позволяет определять плотность мощности, которую можно использовать в светотехнических расчётах, осуществляемых посредством теоретических значений  $U$ . Однако на практике эти теоретические значения недостижимы, так как конструкция светильников призвана ограничивать блёскость и обеспечивать требуемую равномерность. Для достижения практически возможной искомой плотности мощности в помещениях различного назначения их следует группировать по функциональному признаку, и значения  $U$  должны получаться с помощью КСС подходящих типов светильников, выбранных для каждой из групп. Подходящие типы светильников для каждой из групп должны ограничивать блёскость, обеспечивать требуемую равномерность освещения и быть легкодоступными и экономически приемлемыми. Подобным образом можно рассчитать соответствующие установленные мощности систем освещения для всех помещений здания, удовлетворяя при этом критериям по стандарту [9]. Соответственно, на рис. 1 представлена схема подхода к определению искомой установленной мощности для расчётного поиска возможной экономии энергии.

Как следует из рис. 1, основными входными параметрами для расчёта искомой установленной мощности являются: типы помещений, сгруппированные в соответствии с их назначением; геометрические характеристики, такие как длина ( $a$ ), ширина ( $b$ ) и высота рабочей плоскости ( $h$ ), а также коэффициенты отражения потолка ( $\rho_c$ ), стен ( $\rho_{st}$ ) и пола ( $\rho_p$ ). С другой стороны, необходимо отметить, что

форма помещения считается прямоугольной и что применительно к освещению в качестве рабочей плоскости выступает всё помещение, а не некая целевая зона. Для получения эффективных решений светильники считаются встроенными или установленными на потолки и имеющими прямое светораспределение.

#### 4. Определение искомых значений коэффициента использования

В данном исследовании предполагалось определить реальные искомые значения  $U$  для помещений, которые имеют одинаковое назначение и могут освещаться светильниками сходных типов. Поэтому предполагается группировать помещения зданий в соответствии с их назначением для выбора подходящего типа светильника для каждой из групп. Типы светильников для разных групп должны иметь распределения силы света, позволяющие обеспечивать требуемые уровень и равномерность освещения и ограничивать блёскость, а также иметь необходимые технические характеристики типа степени защиты  $IP$ . Кроме того, эти светильники должны быть доступными и экономически приемлемыми. С учётом этих ограничений были рассмотрены каталоги нескольких производителей светильников, с тем чтобы выбрать подходящие светильники, причём было установлено, что современные светильники с ЛЛ больше подходят для отнесения их к упомянутым группам, так как производство светильников с СД для внутреннего освещения всё ещё не стандартизировано. Светильники с СД всё ещё имеют проблемы

с ограничением блёскости [20] и неприемлемы экономически, тогда как современные светильники с ЛЛ предлагают большое разнообразие оптических характеристик по приемлемым ценам. Поэтому для определения искомых значений  $U$  были выбраны подходящие по светораспределению светильники с ЛЛ. После выбора подходящих светильников для каждой из групп проводятся светотехнические расчёты для обеспечения подходящего светораспределения, в результате чего по методу коэффициента использования определяются значения этого коэффициента.

#### 4.1. Разделение помещений здания на группы

В офисном здании имеется много помещений разного назначения, которым соответствуют разные требования к освещению. Офисные пространства по большей части представляют собой классические офисные помещения, участки движения, такие как коридоры или холлы, и ряд других помещений, таких как технические помещения. В свете этого, помещения офисного здания могут быть разделены в соответствии с их назначением на четыре основные группы:  $G1-G4$ . Эти помещения и нормируемые для них светотехнические параметры представлены в табл. 1.

#### 4.2. Светотехнические расчёты по выбору подходящих светильников

Как следует из табл. 1, помещения каждой из указанных групп могут освещаться одинаковыми светильниками, предназначенными для соответствующей группы. Светильники для каждой из групп должны обеспечивать достаточный уровень освещения и выполнение таких требований к освещению, как равномерность, ограничение блёскости и энергоэффективность. Для выбора соответствующих светильников были проанализированы более 50 каталогов производителей, и в результате для проведения светотехнических расчётов с использованием разных  $k$  и разных уровней освещения были отобраны светильники, позиционируемые как энергоэффективные.

Для проведения светотехнических расчётов по выбору наилучшего для



Классификация офисных помещений по их назначению

Группа	Определение	Функция/Назначение	$E_m$ , лк	UGR	$R_a$
G1	Классическое офисное помещение, в рабочих зонах требуется высокий уровень зрительного комфорта	Помещения для совещаний, классные комнаты, архив, копирование	300	19	80
		Чтение, письмо, обработка данных, помещения для конференций и заседаний, телекс, почта, коммутационный узел	500	19	80
		Здравпункт	500	16	80
		Чертёжная	750	16	80
G2	Участки движения, вестибюли, холлы или пространства, в которых выполняется грубая работа	Входные холлы, комнаты отдыха	100	22	80
		Аварийные выходы или холлы		28	
		Коридоры, приёмные, буфеты	200	22	80
		Лестницы, эскалаторы, раздевалки, ванны комнаты и туалеты, аппаратные, помещения архивов		25	
		Приёмная, справочная, помещения для физических упражнений, демонстрационные помещения, кафетерии	300	22	80
G3	Помещения с высокими требованиями к IP и гигиене	Прачечные	200	25	80
		Кухни	500	28	80
G4	Технические помещения	Гаражи, автостоянки	75	28	40
		Погрузочные эстакады/платформы	150	25	40
		Технические и коммутаторные помещения, кладовые	200	25	60

$E_m$  – нормируемый уровень освещённости; UGR – обобщённый показатель дискомфорта;  $R_a$  – индекс цветопередачи

каждой из групп решения были отобраны следующие светильники: для помещений группы G1 – классические офисные светильники с ЛЛ T8 или T5 и параболическими рассеивателями, которые очень сильно ограничивают блёскость; для помещений группы G2 – светильники направленного вниз света с КЛЛ и зеркальными отражателями; для помещений группы G3 – светильники с ЛЛ T8 или T5 и повышенной степенью защиты, IP 54 или IP 65; для помещений группы G4 – пылезащищённые светильники с ЛЛ и степенью защиты IP 65. Кроме того, учитывалось, что все эти светильники должны быть прямого света и иметь самую современную и стандартизированную конструкцию.

Для того, чтобы охватить все встречающиеся в зданиях геометрические размеры помещений, последние были поделены на малые, средние и большие в соответствии с их  $k$  [21, 22]. В результате  $k$  были приняты равными 0,6–1,0 для малых помещений, 2,0–2,4 для средних и 4,8–5,0 для больших помещений; при этом высо-

та потолка считалась равной 3 м, что типично для офисных зданий. С другой стороны, предполагалось принимать во внимание требуемые уровни освещения помещений разных групп (табл. 1). Так, уровни освещения в 300–500 и 750 лк рассматриваются для помещений группы G1 при малых, средних и больших значениях  $k$ . В результате были рассмотрены 32 разные ситуации, требующие проведения 742 светотехнических расчётов применительно к 16 помещениям и 91 светильнику. В табл. 2 содержится информация о количестве светотехнических расчётов, выполненных для каждой из групп помещений.

Светотехнические расчёты производились с использованием ПО для светотехнических расчётов «Dialux» [23] для разных уровней освещения и геометрий помещений каждой из групп; коэффициенты отражения поверхностей помещений при этом считались равными 0,70; 0,50 и 0,20. Так как светильники с разным светораспределением обеспечивают разные уровни и равномерности освещения и раз-

ные значения обобщённого показателя дискомфорта UGR, то для обеспечения сопоставимости результатов в части оценки энергоэффективности были рассчитаны значения NPD. В результате для каждой из групп были выявлены светильники, способные обеспечивать «среднюю равномерность освещённости» более 0,7 при выполнении требований к ограничению значений UGR. Последние рассчитывались в соответствии с публикациями МКО [24, 25] для наихудшего случая, такого как наиболее неблагоприятное положение наблюдателя и минимальные коэффициенты отражения поверхностей. В результате были отобраны 10 из 30 для G1, 8 из 22 для G2, 6 из 22 для G3 и 4 из 17 светильников для G4 из числа тех, которые могут удовлетворять требованиям к освещению [9] при разных уровнях освещённости и  $k$ .

#### 4.3. Искомые кривые коэффициента использования

Для получения кривых  $U(k, G)$  для выбранных светильников был

Количества светотехнических расчётов, которые следовало произвести для разных групп

Группа, к которой относится помещение	Исследовавшиеся светильники, шт.	Светильники, использовавшиеся при расчётах, шт.	Помещения-примеры, шт.	Общее количество светотехнических расчётов, шт.
G1	58	30	3	270
G2	98	22	6	264
G3	38	22	3	110
G4	33	17	4	98
Всего	227	91	16	742

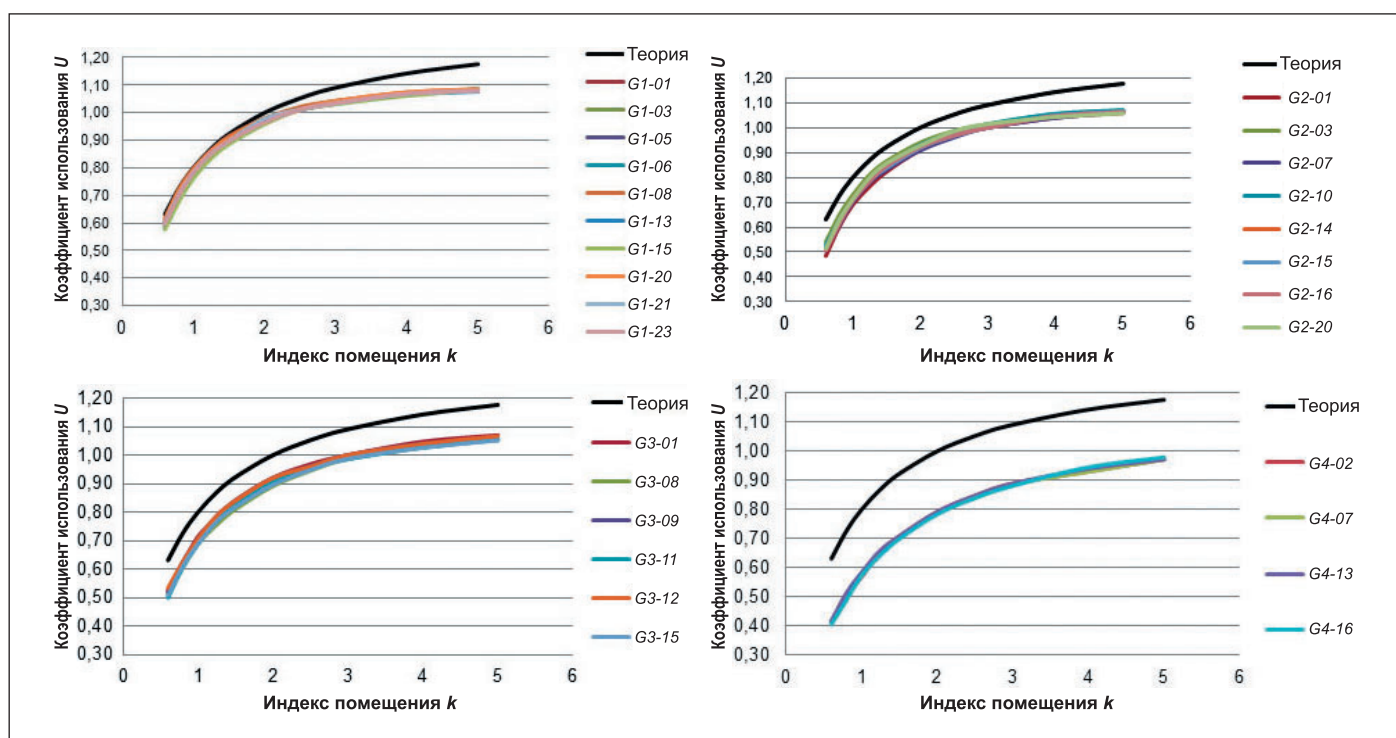
применён метод коэффициента использования МКО. При этом значения  $U$  для каждого из светильников рассчитывались посредством умножения значений  $UF$  на КПД светильника. Полученные значения  $U$  соответствуют такому светораспределению светильника, которое способно удовлетворять требованиям к освещению для всех рассмотренных ситуаций. В результате были получены кривые  $U$  для всех групп, которые могут быть представлены в виде полиномов четвёртой степени от  $k$ . На рис. 2 приведены кривые  $U(k, G)$  при коэффициентах отражения поверхностей помещений 0,70; 0,50 и 0,20; там же представлены и соответствующие теоретические кривые [18].

Как следует из рис. 2, полученные на основе характеристик светильников значения  $U$  очень схожи друг с другом, чего и следовало ожидать, так как входящие в одну и ту же группу светильники имеют светораспределения, способные обеспечивать выполнение требований к освещению. Другой вывод на основе этих кривых – наличие возможности построения одной кривой, которая бы совмещала в себе все остальные, что может быть получено арифметическим усреднением значений  $U$ , полученных для каждой из групп помещений при заданных коэффициентах отражения поверхностей. При этом усреднённые кривые  $U(k)$  представлены в виде зависимости полиномов четвёртой степени от  $k$ . В данном исследовании описы-

вающие  $U$  полиномы были определены для каждой из групп и различных коэффициентах отражения поверхностей. В качестве примера в табл. 3 представлены полиномы четвёртой степени для коэффициентов отражения 0,70; 0,50 и 0,20; при этом коэффициент детерминации  $R^2$  превышает 99,9%. Эти полиномы позволяют получать значения  $U$  при значениях  $k$ , рассчитываемых на основе размеров любых помещений офисного здания.

#### 4.4. Световые отдачи светильников ( $e_{lum}$ )

С учётом полученных в данном исследовании полиномов значение  $U$ , требуемое для расчёта по уравнению (9) установленной мощности, может

Рис. 2. Коэффициенты использования для четырёх групп помещений ( $\rho_C/\rho_W/\rho_F = 0,70/0,50/0,20$ )

**Полиномы, описывающие зависимость коэффициента использования от индекса помещения  $k$  ( $\rho_C/\rho_W/\rho_F=0,70/0,50/0,20$ )**

Группа	Полиномы, описывающие зависимость коэффициента использования $U$ от индекса помещения $k$ ( $y = U$ )	$R^2$
G1	$y = -0,0055 \cdot k^4 + 0,0760 \cdot k^3 - 0,3886 \cdot k^2 + 0,9162 \cdot k + 0,1787$	$R^2 = 0,9993$
G2	$y = -0,0058 \cdot k^4 + 0,0791 \cdot k^3 - 0,4065 \cdot k^2 + 0,9756 \cdot k + 0,0619$	$R^2 = 0,9996$
G3	$y = -0,0048 \cdot k^4 + 0,0670 \cdot k^3 - 0,3537 \cdot k^2 + 0,8817 \cdot k + 0,1038$	$R^2 = 0,9997$
G4	$y = -0,0036 \cdot k^4 + 0,0519 \cdot k^3 - 0,2850 \cdot k^2 + 0,7639 \cdot k + 0,0464$	$R^2 = 0,9998$

Таблица 4

**Относительные погрешности (результаты расчётов в сравнении с результатами по «Dialux»)**

Группа	Индекс помещения	Относительная погрешность, %		
		300 лк	500 лк	750 лк
	$k$	300 лк	500 лк	750 лк
G1	1	0,13	0,82	1,21
	2	3,10	1,39	1,30
	5	4,52*	4,04	1,78
	$k$	100 лк	200 лк	300 лк
G2	0,6	2,72	0,86	-
	0,6	0,10	1,69	6,81*
	1,2	2,19	2,75	2,86
	2,4	-	5,86	3,53
	2	-	-	4,12
	4	-	-	3,61
	$k$	200 лк	500 лк	-
G3	1	0,28	0,88	-
	2	0,39	2,40*	-
	4	-	0,16	-
	$k$	75 лк	150 лк	200 лк
G4	0,6	-	-	1,21
	1,2	-	0,40	2,05
	2,4	2,86*	0,30	1,78
	4,8	2,35	-	-

\* Максимальная погрешность для данной группы

легко определяться по полиному четвёртой степени, соответствующему рассматриваемому помещению и заданным коэффициентам отражения его поверхностей. После получения значения  $U$  требуется только определить входящую в это уравнение  $e_{lum}$ . При этом значения составляют 78,8 лм/Вт для группы G1, 51,3 лм/Вт для группы G2, 62,4 лм/Вт для группы G3 и 66,1 лм/Вт для группы G4. Конечно, эти значения  $e_{lum}$  можно обновлять по мере совершенствования светильников, а также в случае светильников с СД, так как они могут иметь такие же светораспределения как и светильники, использовавшиеся для построения полученных здесь кривых  $U(k, G)$ .

#### 4.5. Подтверждение пригодности

Пригодность уравнений для расчёта установленной мощности проверялась применительно к помещениям, характерным для офисных зданий. Были рассчитаны значения  $NPD$  для всех групп помещений при разных значениях  $k$  и коэффициентах отражения поверхностей 0,70; 0,50 и 0,20. Одновременно значения  $NPD$  были получены посредством ПО «Dialux» для тех же самых условий и 32 разных ситуаций. Относительные погрешности, которые рассчитывались как разности результатов расчётов и моделирования для 32 случаев, представлены в табл. 4.

В результате относительная погрешность превышала 5% лишь в двух случаях (6,8 и 5,9%), составляла 3–5% в четырёх и была ниже 3% в остальных случаях. Можно утверждать, что в связи с приемлемостью относительной погрешности полученные в этом исследовании уравнения позволяют получать разумные результаты.

#### 5. Совмещение со стандартом EN 15193: программное обеспечение «ber/ETA»

Предложенный подход к расчёту возможной экономии энергозатрат на освещение может быть совмещён с приведённой в стандарте [8] методикой расчёта энергозатрат на освещение, так как при расчёте  $LENI$  используется большое количество необходимых данных. Потребность в новом программном обеспечении, позволя-

ющем рассчитывать как энергетические характеристики, так и возможную экономию энергии в конкретном здании, привела к разработке программного обеспечения «ber/ETA», позволяющего рассчитывать значения  $LENI$  и  $LESI$  для существующих зданий.

Для подтверждения правильности как подхода, так и программного обе-

спечения, в «ber/ETA» была заложена информация о реальном здании. Для получения данных для расчёта  $LENI$  и  $LESI$  было выбрано и проанализировано здание муниципалитета района Кадыкёй Стамбула, имеющего 291 помещение общей площадью более 14000 м<sup>2</sup>. Система освещения офисных помещений и коридоров состояла из светильников с четырьмя ЛЛ Т8

## Сводка результатов, полученных с помощью программного обеспечения «bep/ETA»

	Существующая ситуация	Сценарий энергосбережения (без управления)	Сценарий энергосбережения (с управлением)
Паразитная мощность, Вт	0	0	5153
Паразитная энергия, кВт·ч	0	0	45138
Установленная мощность освещения, Вт	240959	107180	107180
Расходуемая на освещение энергия, кВт·ч/год	505407	225891	113889
Полное количество электроэнергии, кВт·ч/год	505407	225891	159026
<i>LENI</i> , кВт·ч/(м <sup>2</sup> ·год)	41,5	18,6	13,1
Потенциальное количество сэкономленной энергии, кВт·ч/год	-	271069	345536
Показатель энергосбережения, %	-	53,6	68,4
<i>LESI</i> , кВт·ч/(м <sup>2</sup> ·год)	-	22,3	28,4
Расчётные капитальные затраты, €	-	87600	152566
Расчётный период окупаемости, лет	-	2,9	3,9

мощностью 36 Вт каждая, имеющих призматический рассеиватель и ПРА класса «D».

Значения *LENI* при существующей системе освещения рассчитывались по стандарту [8] посредством ПО «bep/ETA», и одновременно в соответствии с изложенным в данной работе подходом производился расчёт значений *LESI*. В табл. 5 представлены сводные результаты анализа, проведённого для всего здания в целом.

«bep/ETA» позволяет расчётно определять возможности энергосбережения за счёт применения систем управления. Соответственно, существуют два подхода к обеспечению энергосбережения. Первый состоит в уменьшении установленной мощности, а второй – в применении систем управления везде, где они нужны и реализуемы. Для расчёта количества энергии, сэкономленной благодаря использованию соответствующей системы управления, предполагается на основе базы данных для расчёта *LENI* рассчитывать искомые значения коэффициентов  $F_D$  и  $F_O$ , соответствующие максимальному использованию системы управления. Помимо прочего, «bep/ETA» позволяет для предполагаемых значений экономических параметров анализировать ожидаемые капитальные затраты и период окупаемости. Как следует из табл. 5, экономия энергии, которая может достигать-

ся одним лишь снижением установленной мощности, составляет 53,6%, тогда как при наличии дополнительной системы управления освещением она равна 68,4%. В то же время *LENI* может снижаться с 41,5 до 18,6 и 13,1 кВт·ч/(м<sup>2</sup>·год) соответственно, а *LESI* составит, соответственно, 22,3 и 28,4 кВт·ч/(м<sup>2</sup>·год). С другой стороны, расчётный простой периода самоокупаемости составляет при отсутствии системы управления 2,9 лет, а при наличии – 3,9 лет.

Для подтверждения соответствия нового ПО были отобраны 11 помещений, относящихся к различным группам и занимающих 80% общей площади, для сравнения результатов расчётов, проведённых с помощью ПО «bep/ETA» и «Dialux» (табл. 6).

Оказалось, что эти результаты отлично согласуются между собой. Если говорить о количестве светильников, используемых для расчёта полной установленной мощности, то результаты оказались почти полностью идентичными, за исключением двух ситуаций. Одна в случае офиса с открытой планировкой и  $k = 3,29$ , когда получилось 48 светильников по «bep/ETA» и 49 – по «Dialux», а вторая в случае кладовой с  $k = 3,00$ , когда получилось 44 и 42 светильника соответственно. В обоих ситуациях различия результатов можно считать пренебрежимо малыми.

## 6. Заключение

Показатель *LENI* широко используется в ЕС в сравнительном анализе систем освещения по энергоэффективности. С другой стороны, пока нет показателя, который отражал бы энергосберегающие возможности систем зданий. В данном исследовании впервые предлагается показатель *LESI*, отражающий реальные возможности в части экономии энергии в офисных зданиях. Для расчёта *LESI* была проведена модификация метода коэффициента использования, позволяющая определять зависимость установленной мощности системы освещения заданного помещения от коэффициента использования светового потока светильников в помещении и световой отдачи светильников. Кроме того, помещения типичного офисного здания были разделены на четыре группы в соответствии с их назначением. Искомые кривые коэффициента использования были получены для всех этих групп на основе результатов сотен расчётов, проведённых применительно к энергоэффективным светильникам с учётом требований [9] к освещению. Эти кривые соответствуют светораспределению, способному ограничивать блёскость и обеспечивать требуемую равномерность освещения. В результате были получены уравнения для расчёта иско-

**Сравнение результатов светотехнических расчётов, полученных с помощью программных обеспечений «bep/ETA» и «Dialux»**

Определение	Группа	$E_m$ , лк	Коэффициенты отражения ( $\rho_C/\rho_W/\rho_F$ )	Размеры ( $a \times b \times h$ ), м	Индекс помещения ( $k$ )	Результаты по «bep/ETA»		Результаты по «Dialux»	
						К-во св-ков, шт.	$E_m$ , лк	К-во св-ков, шт.	$E_m$ , лк
Личные кабинеты	G1	500	70/50/20	6,6×5,8×2,8	1,58	4	583	4	563
Офис с открытой планировкой	G1	500	70/50/20	9,7×5,7×2,8	1,84	8	560	8	564
Офис с открытой планировкой	G1	500	70/50/20	15×5,7×2,8	2,12	12	559	12	545
Офис с открытой планировкой	G1	500	70/50/20	20×5,8×2,8	2,31	15	522	15	507
Офис с открытой планировкой	G1	500	70/50/20	28×14,5×3,8	3,29	48	500	49	500
Помещение архива	G2	200	70/50/20	2,8×5,7×2,8	0,66	3	234	3	248
Коридоры	G2	200	70/50/20	3×40×2,8	1,00	16	205	16	203
Кафетерий	G2	300	70/50/20	15×20×2,8	4,40	42	325	42	321
Кухня	G3	500	30/30/10	15×8×2,8	2,68	20	517	20	500
Бойлерная	G4	200	30/30/10	10,5×5,5×4	0,85	8	229	8	206
Кладовая	G4	200	30/30/10	25×20×3,7	3,00	44	208	42	227

мой установленной мощности, справедливость которых была с приемлемой точностью подтверждена расчётами с использованием ПО «Dialux». Также было разработано новое ПО «bep/ETA» для расчёта значений  $LENI$  и  $LESI$  и проведён анализ типичного административного здания, результаты которого, полученные с помощью «bep/ETA», были подтверждены полученными с помощью «Dialux».

В заключение отметим, что описанный в данном исследовании практичный и реализуемый подход к расчётному определению возможностей энергосбережения в освещении совместим с любыми базирующимися на стандарте [8] компьютерными программами для расчёта энергоэффективности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Loftness, V. Improving Building Energy Efficiency in the U.S: Technologies and Policies for 2010 to 2050 / Proc. workshop "The 10–50 Solution: Technologies and Policies for a Low-Carbon Future". – Washington DC, 2004.
2. Krarti, M. Energy audit of building systems: an engineering approach. – 1<sup>st</sup> Ed. – Boca Raton: CRC Press, 2000.
3. Waide, P., Tanishima, S. Light's Labour's Lost: Policies for Energy Efficient Lighting / OECD/IEA. – Paris, 2006.
4. EU Action Plan on Energy Efficiency / Commission of the European Communities, Brussels, 2006.
5. Halonen, L., Tetri, E., Bhusal, P. Guidebook on Energy Efficient Electric Lighting for Buildings / Aalto University, School of Science and Technology, Department of Electronics, Lighting Unit. – Aalto, 2010.
6. Directive on Energy Performance of the Buildings 2002/91/EC / European Parliament and Council of the European Union, Official Journal of the European Communities. – Brussels, 2003.
7. United Nations Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. URL: <https://unfccc.int>.
8. European Standard (EN 15193), Energy performance of buildings – Energy requirements for Lighting / European Committee on Standardization. – Brussels, 2007.
9. European Standard (EN 12464–1), Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places / European Committee on Standardization. – Brussels, 2004.
10. CIE Technical Report No:97, Maintenance of Indoor Electric Lighting Systems / International Commission on Illumination. – Vienna, 2005.
11. CIE Technical Report No:40, Calculations for interior Lighting, Basic method// International Commission on Illumination. – Vienna, 1978.
12. CIE Technical Report No:52, Calculations for interior lighting, Applied method / International Commission on Illumination. – Vienna, 1982.
13. European Standard (EN 13032–2), Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires – Part 2: Presentation of data for indoor and outdoor work places / European Committee on Standardization. – Brussels, 2004.
14. CIBSE Technical Memoranda 5, The calculation and use of utilisation factors / Chartered Institution of Building Services Engineers. – London, 1980.
15. LiTG Publikation 3.5, Projektierung von Beleuchtungsanlagen nach dem Wirkungsgradverfahren / Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V. – Berlin, 1988.
16. NBDOC Notat 248: Nordic Utilisation Factor Method, A computer program for NB-documentation of luminaires / LTLI, Norway, 1987.

## ЖУРНАЛ ОБРАЩАЕТСЯ

**Мэру Москвы С. С. Собянину**

**Просьба о поддержке журнала «Светотехника»**

(Письмо журнала «Светотехника» от 15.01.2015)

**Глубокоуважаемый Сергей Семёнович!**

Обращаемся к Вам с убедительной просьбой о поддержке старейшего и авторитетнейшего в мире специализированного научно-технического издания – журнала «Светотехника», основанного в 1932 году.

Журнал «Светотехника» систематически осуществляет комплекс публикаций по проблеме энергосбережения в осветительных установках, где расходуется 14% от всей генерируемой электроэнергии. Журнал посвящает свои страницы сохранению зрения людей и, прежде всего, детей и юношества, внедрению наиболее эффективной техники, пропаганде светотехнических знаний. Журнал является трибуной для обсуждения важнейших вопросов светотехнической науки, техники и производства.

Особое место в журнале занимает раздел «Освещение городов», в основном нашей столицы Москвы.

Журнал – единственный научный орган в стране, систематически публикующий материалы по повышению эффективности преобразования электроэнергии в свет.

Журнал имеет дочернее издание на английском языке под названием «*Light & Engineering*», распространяемое во многих странах мира. Журнал «Светотехника» сотрудничает с ВАК РФ и Томсонским институтом в Филадельфии (США).

«Светотехника» и «*Light & Engineering*» признаны Международной комиссией по освещению (МКО) одними из трёх лучших светотехнических журналов мира.

Журнал «Светотехника» – единственный независимый орган печати в нашей отрасли, дающий объективную оценку новой технике и технологии и потому не имеет единого финансирования ни от одной коммерческой фирмы.

Для дальнейшего издания журнала и его развития, учредителем которого является «Редакция журнала «Светотехника», необходимо 17,5 млн рублей.

Очень надеемся на Ваше понимание и поддержку.

С искренним уважением,

**Главный редактор  
Ю. Б. Айзенберг**

**Президент Академии электротехнических наук РФ, член-корр. РАН  
П. А. Бутырин**

**Действительные члены РАН**

**К. С. Демирчян  
А. Н. Диденко  
М. А. Островский, президент Российского физиологического общества**

17. UTE NF C71–12: Méthode simplifiée de prédétermination des éclairage dans les espaces clos et classification correspondante des luminaires / Union Technique l'Electricité, France, 1993.

18. Hanselaer, P., Lootens, C., Ryckaert, W.R., Deconinck, G., Rombautsc, P. Power Density Targets for Efficient Lighting of Interior Task Areas // Lighting Research and Technology. – 2007. – Vol. 39, No. 2. – P. 171–184.

19. Ryckaert, W.R., Lootens, C., Geldof, J., Hanselaer, P. Criteria For Energy Efficient Lighting in Buildings // Energy and Buildings. – 2010. – Vol. 42. – P. 341–347.

20. Erdem, L., Trampert, K., Neumann, C. Evaluation of Discomfort Glare From LED Lighting Systems / Proc. of Balkan Light 2012 Conference. – Belgrade, 2012.

21. Stockmar, A. Luminaire efficiency factor system for general lighting / Proc. Right Light 5 Conference. – Nice, 2002.

22. Ceelen, E. The luminaire efficiency factor for professional luminaires / Proc. Right Light 5 Conference, Nice, 2002.

23. DIALux, Light Building Software. URL: www.dial.com.

24. CIE Technical Report No: 117, Discomfort Glare in Interior Lighting / International Commission on Illumination. – Vienna, 1995.

25. CIE Technical Report No: 190, Calculation and Presentation of Unified Glare Rating Tables for Indoor Lighting Luminaires / International Commission on Illumination. – Vienna, 2010.



**Сэрмин Онайгил (Sermin Onaygil),**

Ph. D., проф.

Окончила электротехнический факультет Стамбульского технического университета (СТУ).

Руководитель отдела

планирования и регулирования потребления энергии Энергетического института СТУ.

Президент Турецкого национального комитета по освещению. Председатель технического комитета ТС4–15 МКО



**Эмрэ Эркин (Emre Erkin),** Ph. D.

(2012 г.). Окончил

электротехнический факультет СТУ.

Научный сотрудник

Энергетического института СТУ. Член

Турецкого

национального

комитета по освещению и технического комитета ТС3–52 МКО

# Влияние температуры окружающего воздуха на цветовые характеристики люминесцентных ламп

П. ТАБАКА <sup>1</sup>

Лодзинский технический университет, Лодзь, Польша

тостоянок, остановок общественного транспорта, автобусных и железнодорожных перронов, вывесок и рекламных щитов. Но ЛЛ присущи особенности, отмеченные в литературе [1–4], и в первую очередь зависимость их светового потока от температуры окружающего воздуха (ТОВ). Однако в литературе отсутствует анализ зависимости коррелированной цвето-

## Аннотация

Представлены результаты лабораторных измерений колориметрических характеристик ЛЛ разных типов и мощностей при изменении температуры окружающего воздуха от +25 до –25 °С с шагом 5 °С. На основе измеренных спектров излучения определялись значения коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи. Измерения проводились на линейных ЛЛ мощностью 8, 18 и 36 Вт. Для лампы мощностью 18 Вт были рассмотрены различные цветности её излучения (640, 827, 840). Кроме того, были измерены одна линейная морозостойкая лампа цветности 840 и одна КЛЛ со встроенным обычным электромагнитным дросселем. Все линейные ЛЛ работали с обычными электромагнитными дросселями.

**Ключевые слова:** люминесцентная лампа, температура окружающего воздуха, коррелированная цветная температура, общий индекс цветопередачи.

## 1. Введение

ЛЛ входят в число наиболее популярных ламп НД. Они широко используются для внутреннего освещения офисов, конференц-залов и административных помещений, коридоров, школ, магазинов, универсамов, торговых центров, ресторанов, гостиниц, спортивных и развлекательных центров, галерей и музеев, больниц, врачебных кабинетов, залов ожидания, складов, производственных помещений (кухонь, ванных комнат, кладовых), гаражей. Кроме того, они используются в установках наружного освещения для освещения пешеходных объектов (например, подземных переходов), ав-

Таблица 1

Примеры составляющих трёхзначного международного кода, описывающего цвет излучения и общий индекс цветопередачи имеющихся на рынке линейных ЛЛ

Общий индекс цветопередачи ( $R_a$ )					
Позиция ② на рис. 1, а и 1, в	5	6	7	8	9
Значение	50–59	60–69	70–79	80–89	90–100
Коррелированная цветная температура ( $T_c$ )					
Позиция ③ на рис. 1, а и 1, в	27	30	35	40	50
Значение, К	2700	3000	3500	4000	5000
Позиция ④ на рис. 1, а и 1, в	54	60	65	80	
Значение, К	5400	6000	6500	8000	

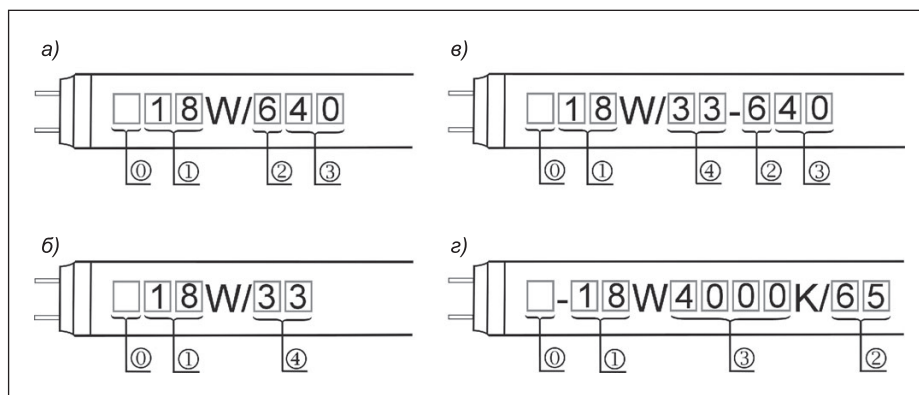


Рис. 1. Примеры разных способов обозначения цветовых характеристик линейных ЛЛ: а – международный, б – старый, в – старый, совмещённый с международным, г – индивидуальный, принятый одним из производителей. Позиции: 0 – обозначение ЛЛ, 1 – мощность лампы, 2 – общий индекс цветопередачи, 3 – коррелированная цветная температура, 4 – старое (двузначное) обозначение цвета излучения лампы

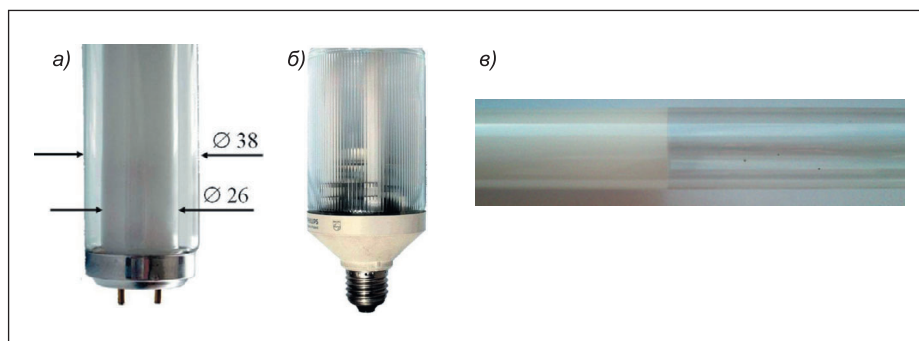


Рис. 2. Фотографии выбранных для проведения исследований источников света: а – часть морозостойкой ЛЛ, б – КЛЛ с призматическим рассеивателем, в – часть специальной лампы

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

вой температуры ( $T_u$ ) этих источников света от ТОВ. В этой статье рассмотрено влияние ТОВ на цветовые характеристики ЛЛ.

## 2. Методы определения цветовых характеристик ЛЛ

Производители ЛЛ обычно указывают их цветовые характеристики с помощью трёхзначного кода, которому предшествует символическое обозначение лампы и информация о её мощности (рис. 1, а). Символическое обозначение лампы (одно- или двузначное) выбирается производителем. Первая цифра цветового кода (позиция 2 на рис. 1, а и 1, в) содержит информацию об общем индексе цветопередачи  $R_a$ , а две следующие цифры (позиция 3 на рис. 1, а и 1, в) содержат информацию о  $T_u$ . Эти символы являются стандартными и используются производителями для обозначения цветовых характеристик ЛЛ. Примеры трёхзначных обозначений цветовых характеристик имеющихся на рынке линейных ЛЛ приведены в табл. 1. Из-за того, что первая цифра кода отражает только диапазон, в котором находится  $R_a$ , для получения точного значения необходимо обращаться к каталогу.

Некоторые производители всё ещё пользуются старой системой обозначения цветовых характеристик ЛЛ (рис. 1, б).

В табл. 2 приведены наиболее распространённые обозначения цветовых характеристик и их международные аналоги.

В ряде случаев цветовые характеристики ЛЛ указываются двумя чис-

### Примеры обозначений одного и того же цвета в старой и международной системах

Старая система *)	1)	25	30	20	-	10	11
	2)	25	29	33	35	54	-
	3)	125	129	133	135	154	
Международный стандарт		740	530	640	535	765	860
Старая система *)	1)	12	21	26	31	32	41
	3)	-	-	-	-	193	-
Международный стандарт		950	840	835	830	930	827

1) относится к источникам света компании *OSRAM*

2) относится к источникам света компаний *GE* и *PHILIPS*

3) относится к источникам света компании *SYLVANIA*

\*) пример не содержит полный список

Таблица 3

### Термины, используемые производителями для обозначения наиболее распространённых цветов источников света

Диапазон изменения цветовой температуры, К	Название цвета
2700 ÷ 3000	Тёпло-белый
3000 ÷ 4500	Белый
4000 ÷ 5500	Холодно-белый
5500 ÷ 6500	Дневной

лами, разделёнными дефисом (рис. 1, в). Первое число, стоящее перед дефисом, соответствует старой системе обозначения цвета, а второе – международной. Однако некоторые производители для указания характеристик своих ЛЛ пользуются собственными (индивидуальными) обозначениями (рис. 1, з).

Для обозначения наиболее распространённых цветностей излучения источников света производители часто используют термины «тёпло-белый», «белый», «холодно-белый» и «дневной». Такое описательное обозначение цвета очень удобно с точки зрения потребителей, не знакомых с применяемыми в светотехнической

Таблица 4

### Общая информация об исследовавшихся ртутных лампах низкого давления

Лампа	Мощность лампы, Вт	Цвет	Диаметр трубки, мм	Длина трубки, мм	Обозначение
Линейная	8	840	16	288	1
Линейная	18	827	26	590	2
Линейная	18	640	26	590	3
Морозостойкая	18	840	26/38*	1125	4
Компактная	18	Тёпло-белый	-	-	5
Линейная	18	Дневной	26	590	6
Линейная	36	840	26	1199,4	7

\* Лампа с трубкой диаметром 26 мм, дополнительно защищённая стеклянной трубкой диаметром 38 мм



промышленности техническими терминами. Однако же оно неоднозначно, так как диапазоны  $T_{ц}$ , соотносимые с используемыми названиями цветов, перекрываются (табл. 3). И часто бывает так, что цвета излучения двух линейных ЛЛ с одинаковой  $T_{ц}$  (например, 4000 К) описываются как белый или холодно-белый (в зависимости от производителя).

### 3. Объекты и область исследований

Измерялись параметры нескольких линейных ЛЛ мощностью 8, 18 и 36 Вт, а также одной КЛЛ мощностью 18 Вт со встроенным ПРА. Для линейной ЛЛ мощностью 18 Вт были рассмотрены разные цветности излучения. Все лампы (включая КЛЛ) работали с обычными электромагнитными дросселями. Дополнительно была исследована одна линейная морозостойкая ЛЛ мощностью 18 Вт. Общая информация о рассматривавшихся источниках света представлена в табл. 4. В рамках этого исследования измерявшиеся источники света были обозначены цифрами от 1 до 7.

Определялись следующие характеристики ламп: зависимость спектра и силы света от ТОВ при изменении последней от +25 до -25 °С с шагом примерно 5 °С.

Из-за того, что в случае ЛЛ излучение (первичное) преобразуется люминофором (во вторичное более длинноволновое), измерения дополнительно проводились на специальной ЛЛ мощностью 40 Вт, внутренняя поверхность которой (в учебных целях) люминофором была покрыта наполовину. Это позволяло исследовать влияние ТОВ на спектр первичного излучения.

Примерный внешний вид рассматривавшихся ЛЛ представлен на рис. 2.

### 4. Измерительная установка

Лабораторные измерения, в ходе которых исследовалось влияние ТОВ на цветовые характеристики ЛЛ, проводились на установке, схематически изображённой на рис. 3.

Схема с лампой (ЛЛ с нужным дросселем) содержала стабилизатор напряжения, обеспечивавший постоянство среднеквадратичного значения напряжения с точностью 0,1%.

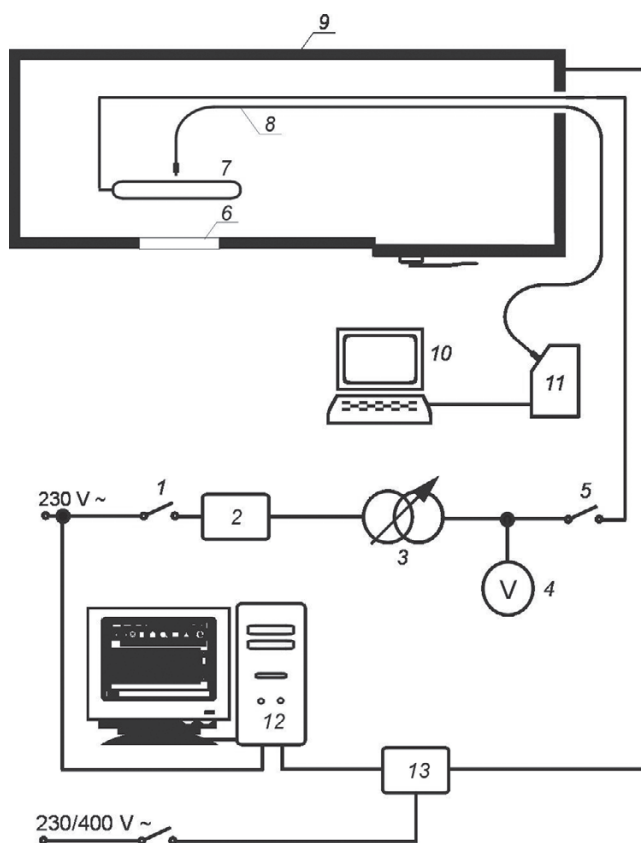


Рис. 3. Схема измерительной установки, предназначенной для определения зависимостей светотехнических характеристик ЛЛ от температуры окружающей среды: 1, 5 – выключатель; 2 – стабилизатор напряжения; 3 – автотрансформатор; 4 – вольтметр; 6 – круглое стекло, позволяющее производить наблюдения; 7 – исследуемый источник света; 8 – оптическое волокно; 9 – испытательная камера, изготовленная из многослойных панелей; 10 – персональный компьютер, регистрирующий спектральное распределение излучения; 11 – спектрометр; 12 – управляющий камерой компьютер; 13 – блок управления камерой

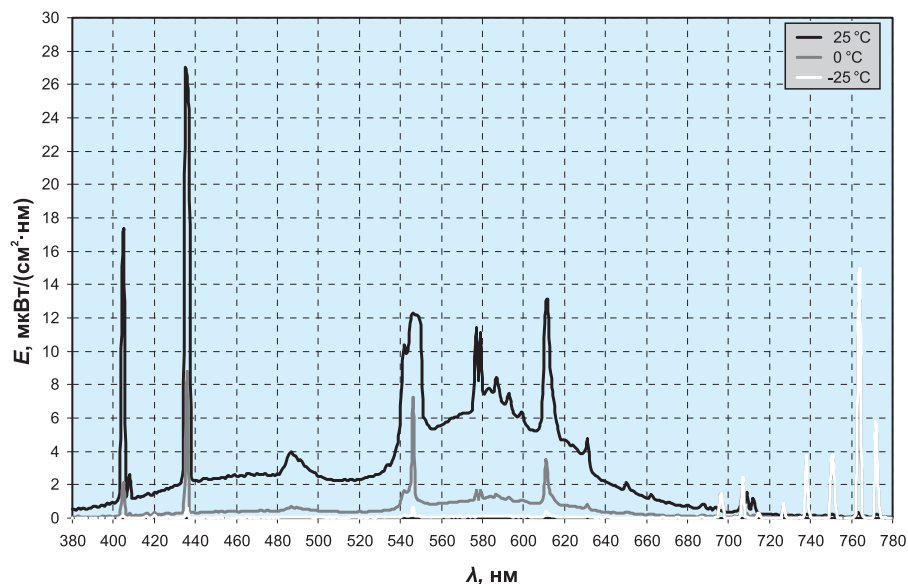


Рис. 4. Спектры излучения линейной ЛЛ мощностью 8 Вт с цветом излучения 840 (источник света 1) при различных значениях температуры окружающей среды

При помощи автотрансформатора выставлялось значение напряжения 230 В, которое измерялось вольтметром. За опорную ТОВ бралась комнатная температуры в 25 °С.

Для регистрации спектра излучения исследуемого источника света использовалось оптическое волокно диаметром 50 мкм, помещённое внутрь камеры. Один конец оптического волокна был направлен на исследуемый

источник света, а второй – присоединён к ПЗС-спектрометру, который располагался за пределами камеры. Связь между спектрометром и персональным компьютером обеспечивалась с помощью интерфейса USB 2.0.

### 5. Изменение спектра излучения

Спектры излучения измерялись с шагом 1 нм при разных ТОВ. Ре-

Измеренные значения коррелированной цветовой температуры исследованных источников света при разных значениях температуры окружающего воздуха  $t$

$t, ^\circ\text{C}$	Коррелированная цветовая температура $T_c, \text{K}$						
	Источник света 1	Источник света 2	Источник света 3	Источник света 4	Источник света 5	Источник света 6	Источник света 7
25	3923	2740	4022	4007	3015	5747	3980
20	3878	2734	3892	4022	3032	5686	3948
15	3877	2739	3857	4057	3040	5625	3896
10	3843	2692	3827	4099	3100	5637	3721
5	3787	2658	3805	4112	3140	5567	3616
0	3787	2534	3764	4109	3143	5362	3571
-5	3744	2555	3744	4066	3133	5349	3405
-10	3745	2390	3641	4008	3105	5288	3326
-15	3648	2270	3570	3972	3095	5190	3157
-20	3598	2296	3427	3936	3086	5374	3095
-25	3545	2290	3476	3888	3050	5216	3016

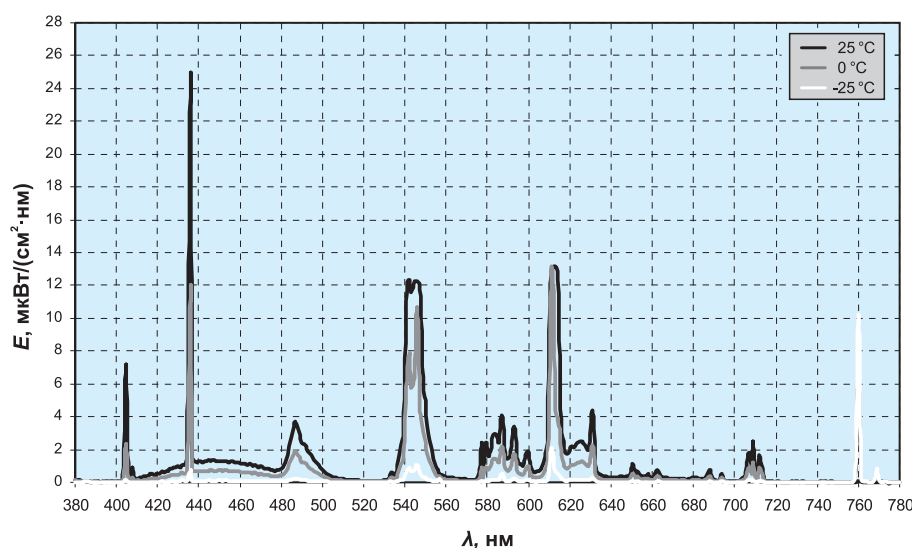


Рис. 5. Спектры излучения линейной морозостойкой ЛЛ мощностью 18 Вт с цветом излучения 840 (источник света 4) при различных значениях температуры окружающего воздуха

зультаты измерений отдельных ламп приведены на рис. 4–7.

Спектры излучения особенно ценны тем, что несут практически полную информацию о качественных характеристиках излучения источников света.

Из-за большого объема данных (для каждого из восьми источников света было получено 11 спектров) было решено представить результаты только для четырех ламп (1, 4, 5 и «специальная»), по три для каждой из этих ламп (при ТОВ +25, 0 и –25 °С). Больше количество спектров снизило бы наглядность рисунков.

## 6. Изменения коррелированной цветовой температуры и общего индекса цветопередачи

Наиболее распространенный светотехнический параметр, характеризующий цветность излучения источника света, – измеряемая в кельвинах цветовая температура. Это температура такого черного тела, которое генерирует излучение той же цветности (то есть имеющего те же цветовой тон и насыщенность), что и исследуемый источник света. Поэтому этот термин (согласно его определению) должен применяться толь-

ко к таким источникам света, координаты цветности излучения которых лежат на линии излучения черного тела. В случае ламп, координаты цветности которых не лежат на линии излучения черного тела (рис. 8), следует использовать термин «коррелированная цветовая температура»  $T_c$ , означающий температуру черного тела, цвет излучения которого наиболее близок к цвету излучения рассматриваемого источника света. Для определения  $T_c$  используются изотермы (кривые Джадда [5]). На равноконтрастном цветовом графике ( $u, v$ ) (МКО, 1960) они перпендикулярны линии черного тела (а точнее, перпендикулярны касательной к линии черного тела в точке пересечения её изотермой).

По стандарту [6], длина каждой из этих изотерм составляет 0,04 единицы, если считать от точки, соответствующей центру этой изотермы и, в то же время, лежащей на линии черного тела, до точки, соответствующей концу изотермы. На практике это означает то, что при определении  $T_c$  координаты цветности не могут располагаться на произвольном расстоянии от линии черного тела. Координаты, соответствующие обоим концам изотерм (параметры которых приведены в [6]), можно определять по системе уравнений (1). Получаемая подобным образом совокупность точек на цветовом графике определяет со-

Значения общего индекса цветопередачи исследовавшихся источников света при разных значениях температуры окружающего воздуха  $t$

$t, ^\circ\text{C}$	Общий индекс цветопередачи $R_a$						
	Источник света 1	Источник света 2	Источник света 3	Источник света 4	Источник света 5	Источник света 6	Источник света 7
25	81,1	81,3	64,8	80,6	81,1	76,2	83,8
20	78,0	81,2	64,2	80,8	78,2	75,1	83,1
15	76,0	78,4	63,3	80,3	80,5	71,0	81,3
10	67,8	76,1	62,1	79,7	80,0	70,0	80,0
5	66,3	74,3	61,4	79,4	78,0	69,4	79,4
0	66,3	71,2	61,0	78,9	79,0	68,7	77,3
-5	64,2	70,9	60,1	78,8	78,1	68,0	76,5
-10	64,1	68,3	59,4	77,5	78,0	67,9	74,2
-15	64,0	66,4	59,0	75,2	78,5	67,1	73,1
-20	64,2	62,3	58,1	74,1	76,7	66,6	71,1
-25	63,2	61,7	53,6	73,0	79,9	69,4	69,8

бой область, к которой и применимо понятие «коррелированная цветовая температура».

$$\begin{cases} v - v_i = t_T(u, v) \cdot (u - u_i) \\ (u - u_i)^2 + (v - v_i)^2 = 0,04^2 \end{cases} \quad (1)$$

где  $u_i, v_i$  – координаты точки, соответствующей центру изотермы;  $t_T(u, v)$  – наклон изотермы.

Так как в природе нет цветов, координаты цветности которых лежат за пределами линии спектральных цветов, то при определении  $T_u$  координаты цветности должны располагаться в пределах области, ограниченной кривыми 3 и 4 и прямыми 1 и 2 (рис. 8), – выделенной области, кроме заштрихованного участка.

Когда производители электрических источников света приводят сведения о своей продукции в каталогах или на упаковке, они не используют термин «коррелированная цветовая температура». Очень удобен термин «цветовая температура», и он используется применительно почти ко всем источникам света, включая те, цветности излучения которых отличаются от цветностей излучения чёрного тела. Поэтому перед представлением полученных результатов автор решил более подробно остановиться на этом вопросе.

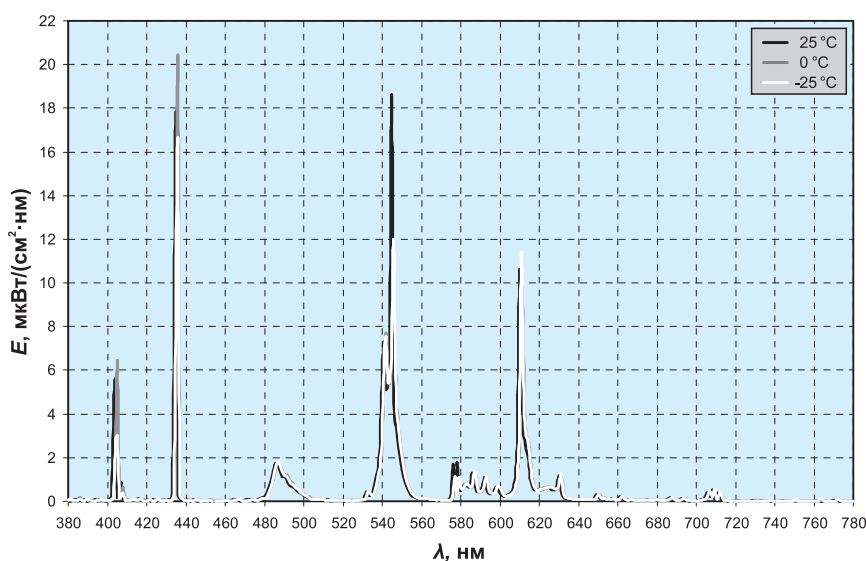


Рис. 6. Спектры излучения КЛЛ тёплого белого света мощностью 18 Вт (источник света 5) при различных значениях температуры окружающего воздуха

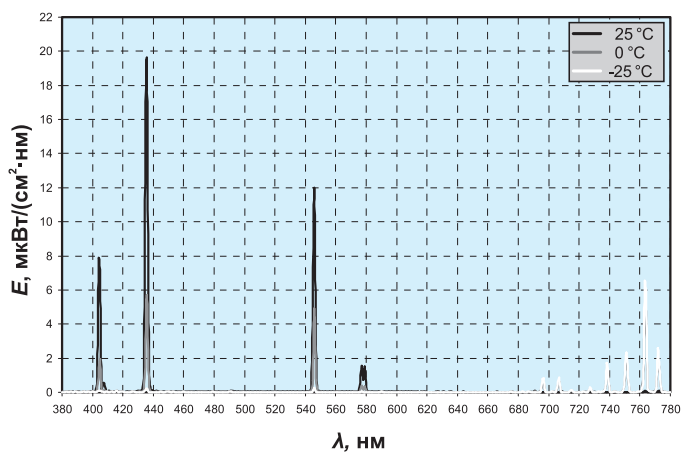
По уравнению (2) определялись относительные спектры излучения исследовавшихся источников света  $S(\lambda)$  при конкретных ТОВ. Полученные результаты затем использовались для расчёта  $T_u$  (табл. 5) и  $R_a$  (табл. 6).

$$S(\lambda) = \frac{100E(\lambda)}{E(560)}, \quad (2)$$

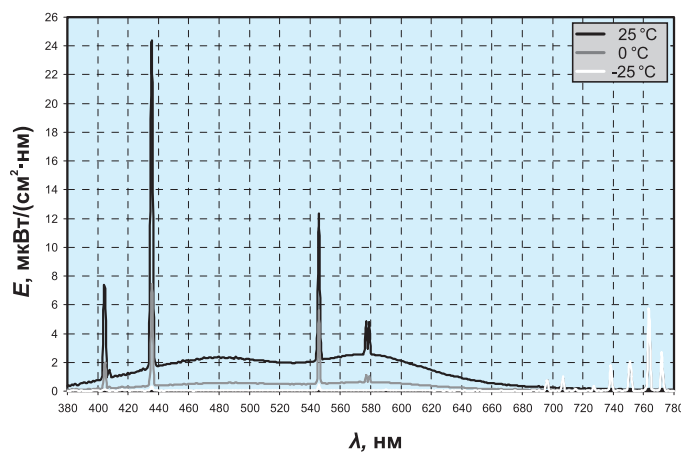
где  $E(\lambda)$  – спектральное распределение энергетической светимости,  $E(560)$  – значение энергетической светимости на длине волны  $\lambda = 560$  нм.

## 7. Заключение

Из результатов экспериментальных исследований следует, что цветовые характеристики ртутных ламп НД зависят от ТОВ. При уменьшении последней у всех исследованных ЛЛ наблюдалось изменение спектра излучения: максимум излучения разряда НД в парах ртути смещается из коротковолновой области в сторону более длинноволновой. Это приводит к изменению цветности излучения лампы (в очень холодных условиях  $T_u$  уменьшается). Это происходит по двум при-



а)



б)

Рис. 7. Спектры излучения специальной линейной ЛЛ мощностью 40 Вт при различных значениях температуры окружающего воздуха: а – свободная от люминофора часть трубки; б – покрытая люминофором часть трубки

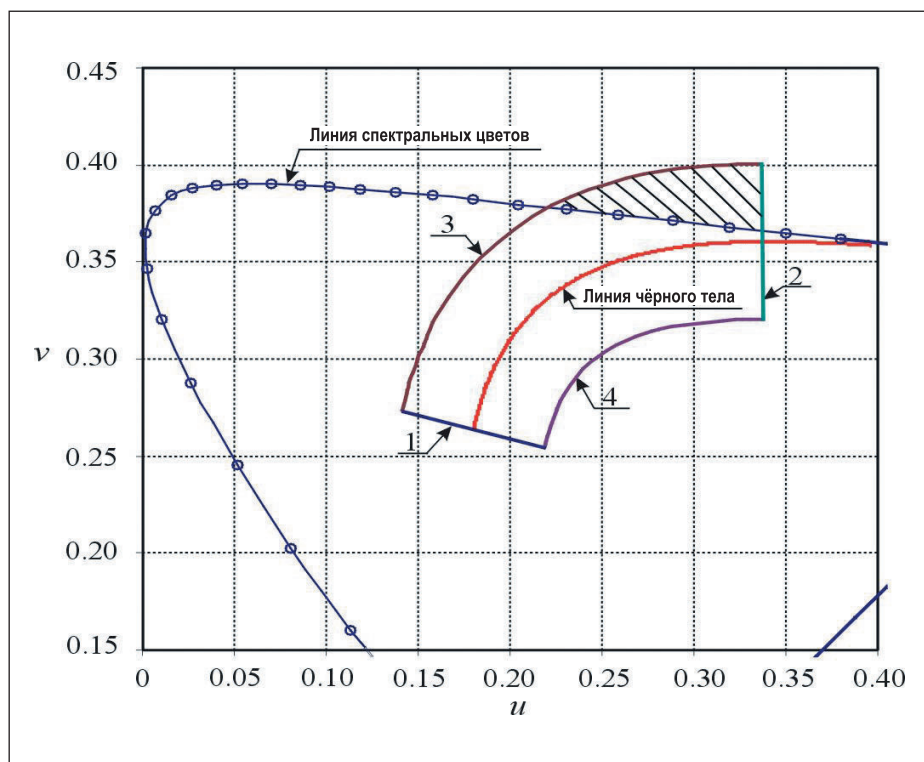


Рис. 8. Часть цветового графика в системе координат  $u$ ,  $v$  с нанесёнными линиями чёрного тела и спектральных цветов и областью координат цветности (ограниченной линиями 1, 2, 3 и 4), для которой оправдано использование понятия коррелированной цветовой температуры

чинам: во-первых, изменяются свойства люминофора и, во-вторых, происходит спад давления в разрядной трубке. Поэтому ТОВ сопровождается изменением условий внутри самой лампы.

Однако есть ещё одна цветовая характеристика, которая тесно связана со спектром излучения, –  $R_a$ . У всех исследованных ламп  $R_a$  уменьшался с уменьшением ТОВ.

Из всех исследованных ЛЛ, лампы 4 и 5 оказались наименее чувствительными к изменению ТОВ, так как были снабжены дополнительными прозрачными экранами, снижавшими тепловые потери ламп.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Tabaka, P.* Badania porównawcze zamienników tradycyjnych żarówek // Prze-

gląd Elektrotechniczny. – 2010. – R.85, No. 9. – P. 315–321.

2. *Wiśniewski, A.* Elektryczne źródła światła. Warszawa: Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2010.

3. *Zaremba, K.* Wpływ budowy świetlówek na ich mrozoodporność w warunkach ruchu powietrza // Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej. – 1999. – Elektryka bulletin No. 15.

4. *Żagan, W.* Podstawy techniki świetlonej. Warszawa: Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2005.

5. *Helbig, E.* Grundlagen der Lichtmesstechnik. – Leipzig: Geest und Portig, 1972.

6. PN-91/E-04042/03 Optical radiation measurements – Colorimetry – Methods for determination of spectral and colorimetric characteristics of light sources.



**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

# Вновь о профилактическом УФ облучении с целью ликвидации «солнечного голодания»

Г.Н. ГАВРИЛКИНА<sup>1</sup>, Е.И. ИЛЬИНА, Г.С. САРЫЧЕВ

ООО «ВНИСИ», Москва, ООО «НИИОТ в г. Иваново», Иваново

## Аннотация

Рассмотрены вопросы снижения респираторных заболеваний и укрепления иммунной системы человека УФ облучением в осенне-зимний период. Показано, что принятые в нашей стране нормы УФ облучения не противоречат международным стандартам по безопасности ламп и ламповых систем.

**Ключевые слова:** профилактическое облучение, УФ облучение, эритемная область спектра, доза облучения, нормы облучения, стандартные нормы.

Спектральная область УФ излучения может быть по-разному поделена на диапазоны. В пределах от 100 до 400 нм Международная комиссия по освещению (МКО) различает следующие диапазоны: УФ-А, от 315 до 400 нм; УФ-В, от 280 до 315 нм; УФ-С, от 100 до 280 нм [1].

Любое УФ излучение потенциально опасно для человека, но особенно излучение в диапазоне УФ-С – области бактерицидного действия оптического излучения. Излучение в УФ-В диапазоне довольно агрессивно, но при строго дозированном применении может оказываться полезным. Ещё с давних времён [2] его называли профилактическим. И наконец, в диапазоне УФ-А (самое «мягкое» УФ излучение), допускаются достаточно большие уровни облучения [3].

Следует заметить, что в стандарте [3] выделены лишь два диапазона УФ излучения: 200–400 нм (с жёстким ограничением актиничной дозы облучения:  $\leq 30$  Дж/м<sup>2</sup>) и 315–400 нм (УФ-А) (с довольно высоким пределом допустимой энергетической освещённости (ЭО), равным 10 Вт/м<sup>2</sup> при времени облучения  $t > 1000$  с). Так что специально выделенный [1], тщательно изученный и, к началу 2000-х гг., массово применяемый, диапазон УФ-В в стандарт [3] не «попал».

Между тем к этому участку оптического спектра должно вообще проявляться особое, трепетное отношение как к важнейшему фактору развития земной жизни, включая выработку живым веществом огромного комплекса фотобиологических реакций. В середине прошлого века это показали многочисленные эксперименты, а наличие дефицита благотворного ультрафиолета (т.н. «солнечное голодание») было подтверждено исследованиями с участием детей в разных климатических зонах СССР и экипажей судов, совершающих регулярные рейсы в районах Севера, а также анализом результатов космических полётов. Последствия недостаточности УФ облучения называются часто болезнью цивилизации [4–6].

В последнее десятилетие зарубежные учёные (в первую очередь американские [7–10]) выявили ведущую роль «солнечного витамина» D не только в поддержании кальциевого обмена организма, но и, практически, во всех органах человека. В частности, дефицит этого витамина повышает риск заболеваний раком молочной железы, толстой кишки и предстательной железы, рассеянным склерозом, диабетом, болезнью Альцгеймера и др. И наконец, год назад Д.Х. Слайни [11] (на конференции МКО «*Lighting Quality and Energy Efficiency*») подчеркнул важность соответствующего обновления стандарта [3].

Далее напомним, что, в соответствии с указаниями [12]<sup>2</sup>, в осенне-зимний период профилактическому УФ облучению должны подвергаться люди, которые в силу географических условий местности (на предприятиях, в учебных заведениях и т.п. в районах севернее 57,5<sup>0</sup>

с.ш.) или особенностей условий труда (на подземных объектах, в зданиях без естественного света или с выраженным его дефицитом, находящиеся севернее 42,5<sup>0</sup> с.ш.) полностью или частично лишены естественного солнечного света и испытывают постоянный дефицит УФ излучения.

В документе [12], кроме того, приведены нормы УФ облучения, эритемные и энергетические освещённости, диапазон длин волн, дозы и время облучения. При этом наличие излучения на длинах волн короче 280 нм не допускается.

С тех пор (1989 г.) ни климат, ни характер воздействия УФ лучей, ни, по сути, территория РФ не изменились. Более того, в последние годы увеличилось число помещений с выраженным дефицитом солнечного света. В городах появились торговые предприятия, магазины с наглухо закрытыми световыми проёмами, предприятия общепита, прачечные и ремонтные мастерские в подвалах, промышленные предприятия и огромные склады, лишённые естественного света, с круглосуточной работой обслуживающего персонала.

По данным ООО «НИИОТ в г. Иваново», в результате аттестации рабочих мест по условиям труда, проводимой в РФ в соответствии с требованиями Трудового кодекса, выявлено значительное количество рабочих мест, на которых условия труда по естественному освещению отнесены к классу 3.2 (вредным) по причине отсутствия естественного освещения. Согласно действующим в РФ нормативным правовым актам [12–14], одним из способов борьбы с синдромом «светового голодания» и снижения степени вредности условий труда в помещениях без естественного света и в зданиях, расположенных на северных территориях, является профилактическое УФ облучение работников.

Эффективность применения профилактического УФ облучения в помещениях без естественного света подтверждена практикой его внедрения. Анализ заболеваемости работников промышленных предприятий показал, что проведение УФ облучения людей на рабочих местах снижает респираторную заболеваемость в среднем на 18,7% с уменьшением времени нетрудоспособности на 24,6% по сравнению с необлучаемыми людьми [15].

<sup>2</sup> Первые указания по профилактике светового голодания у людей (№ 547–65) были утверждены в 1965 г., вторые [12] – в 1989 г. и их (за 50 лет) никто никогда не отменял.

<sup>1</sup> E-mail: gavrilkinagn@mail.ru

Рекомендуемые в стандартах и расчётные дозы актиничной 8-часовой экспозиции с люминесцентной ртутной эритемной лампой

Источник	Фотореакция	Рекомендуемая доза, Дж/м <sup>2</sup> , (в спектральном интервале)	Расчётная доза, Дж/м <sup>2</sup>
[3]	УФ опасность	≤ 30 (200–400 нм)	30 (280–400)
	на УФ-А облучение	≤ 10000 (315–400 нм)	–
[12]	эритемная профилактическая	140*	140 (280–400)
[17]	эритемная	150–600 (250–400)	
CIE Journal, 1986 [18]	фотокератит	≤ 100 (230–320)	48 (280–320)
	фотоконъюнктивит	≤ 50 (230–290)	5,2 (280–290)
солнце (юг РФ, полдень, летний день) [16]	загар, профилактика, витамин D	120 (мВт/м <sup>2</sup> ) (290–400)	–

\* Уровень УФ облучения рассчитывается с учётом необходимости соблюдения установленной дозы при определённой продолжительности облучения.

Всё это говорит в пользу возрождения профилактики УФ недостаточности в РФ [12, 14]. Причём речь не идёт о специальных соляриях, где люди получают необходимую дозу за короткое время (это отдельное направление в медицине), мы рассматриваем профилактические установки длительного действия с использованием осветительно-облучательных приборов, работающих весь, обычно 8-часовой, трудовой день наряду с обычными светильниками. Такие приборы содержат как осветительные, так и эритемные лампы.

В таблице приведены рекомендуемые (в стандартах) и расчётные дозы актиничного облучения в течение 8 ч для ряда фотореакций, полученные с люминесцентными ртутными эритемными лампами ЛЭ-15, ЛЭ-30 или ЛЭР-40, излучающими в УФ-(В+А) диапазоне и абсолютно не излучающими в диапазоне УФ-С. (Спектральные характеристики их см., напр., в статье [16].)

Расчёты показывают, что данные лампы и созданные на их базе эритемные облучатели полностью удовлетворяют не только функциональным требованиям [12], но и требованиям безопасности облучения людей по стандарту [3].

Облучатели с эритемными лампами серии «ЛЭ» ещё недавно выпускались в РФ. Это – ЛЭВО10–3×18 (1×15)–004 УХЛ 4 и ЭСП 24 ДР 1×40 УХЛ 4 (для разных высот подвеса). Они успешно использованы в наших проектах – в помещениях АК «Новомосковск» (производственные цеха

без естественного света), ОАО «ВНИ-Пинефть», ЗАО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания», Ленинградской АЭС, ООО «Технополис Холдинг», ООО «Эктел» и некоторых других предприятий.

Усовершенствование этих облучателей путём использования соответствующих светодиодов вместо люминесцентных ртутных эритемных ламп, по нашему мнению, не снизит уровни их надёжности и «лучистой» безопасности.

### Выводы и предложения

1. Российские нормы УФ облучения [12] не противоречат международным [3] по безопасности ламп и ламповых систем.

2. Необходимо внести коррективы в стандарт [3], уточнив область длин волн и допустимые нормы (дозы) УФ облучения в целях профилактики.

3. Считать целесообразным включить указанное в п.2 в Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда».

4. Рекомендовать ООО «ВНИСИ» совместно с Российским национальным комитетом МКО: опубликовать соответствующую информацию в светотехнических и медицинских отечественных журналах; представить странам ближнего зарубежья и скандинавским странам результаты отечественных работ в данной сфере светотехнической деятельности и предложить им совместное участие в их продолжении.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Международный светотехнический словарь (International lighting vocabulary) / Публикация МКО (CIE) I.1.N17- (1970); рус. текст под общ. ред. д-ра техн. наук Д.Н. Лазарева. – 3-е изд. – М.: Русский язык, 1979. – 280 с.
2. Мейер А. и Зейтц Э. Ультрафиолетовое излучение: получение, измерение, применение в медицине, биологии и технике: пер. с нем. – М.: Изд-во иностр. лит., 1952. – 574 с.
3. CIE S 009/E: 2002 / IEC 62471:2006 «Photobiological Safety of Lamps and Lamp systems».
4. Ультрафиолетовое излучение: Сборник. – М.: Медицина, 1971.
5. Конев С.В., Вологовский И.Д. Фотобиология. – 2-е изд. перераб. и доп. – Минск: Изд-во БГУ, 1979. – 385 с.
6. Панфёрова Н.Е. Перспективы применения ультрафиолетовой радиации в длительных космических полётах // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 1986. – Т. 20, № 1. – С. 4–11.
7. Холлик М. Солнечный свет, УФ-В излучение, витамин D<sub>3</sub> и ваше здоровье / Expert Symposium on Light and Health, 30 Sept. – 2 Oct. 2004, Vienna, Austria.
8. Holick M.F. Historical and new perspectives on the biologic effects of sunlight and vitamin D on health / Proc. Lux Europa, Berlin, 2005. – P. 20–24.
9. Holick M. Sunlight, Vitamin D and health: A D-lightful story / Solar Radiation and Human Health. E. Bjertness (ed.). – Oslo: The Norwegian Academy of Science and Letters, 2008. – P. 147–166.
10. Тавера-Мендоса Л., Уайт Д. Солнечный витамин // Биология. – 2008. – № 2.
11. Sliney D.H. Almost all lamps are safe, but safety of new lamps is questioned // Light & Engineering. – 2014. – Vol. 22, No. 4. – P. 15–23; Слайни Д.Х. Почти все лампы безопасны, но безопасность новых ламп подвергают сомнению // Светотехника. – 2014. – № 4. – С. 23–27.

12. Методические указания МУ 5046–89 «Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей (с применением искусственных источников ультрафиолетового излучения)». Утверждены 03.08.1989.

13. Руководство Р 2.2.2005–06, 2014 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

14. СП 2.2.1.1312–03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий (с изменениями и дополнениями № 1)».

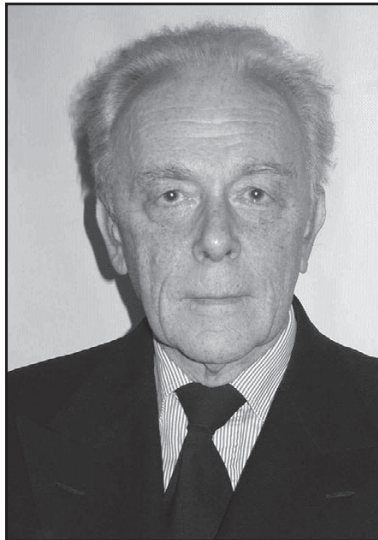
15. *Беляев И.И., Бородинова А.А., Мамонтова Н.В.* Снижение респираторной заболеваемости с помощью ультрафиолетового облучения // Светотехника. – 1983. – № 7. – С. 9–10.

16. *Афанасьева Р.Ф., Бармин В.В., Гаврилкина Г.Н., Мудрак Е.И., Сарычев Г.С.* Об использовании профилактического ультрафиолетового излучения // Светотехника. – 2001. – № 1. – С. 18–20.

17. CIE S 007/E:1998 “Erythema Reference Action Spectrum and Standard Erythema Dose”.

18. *Сарычев Г.С.* Облучательные светотехнические установки. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 240 с.

## ПАМЯТИ ЯНОША ШАНДЫ (16.05.1932–08.03.2015)



С глубоким прискорбием сообщаем нашим читателям о смерти видного венгерского учёного, автора и друга нашего журнала Яноша Шанды (*János Schanda*).

Доктор Шанда был почётным профессором Университета Паннонии, г. Веспрем, Венгрия. Он окончил Университет им. Лорана Этвюша, в Будапеште, по специальности «физика». Проработал три года в Венгерской палате мер, затем перешёл в НИИ технической физики Венгерской академии наук, откуда, с должности руководителя отдела оптики и электроники, перешёл в Университет Веспрема (ныне Университет Паннонии) на должность профессора информатики, где возглавил вскоре отдел обработки изображений и нейровычислений. Выйдя на пенсию, Я. Шанда стал почётным профессором и до последних дней жизни возглавлял лабораторию виртуальной среды и технологий формирования изображений.

Получил учёные степени *Ph.D* (1969) и (за работы по цветопередаче) *Dr. Tech. Sc.* (1982).

С 1980-х гг. Я. Шанда также работал в Международной комиссии по освещению (МКО) на почётных или штатных должностях, в том числе на посту технического вице-президента МКО (2007–2011). Он являлся членом редколлегий/международных советов журналов «*Color Research & Application*» (США), «*Light & Engineering*» (Россия), «*Lighting Research & Technology*» (Великобритания) и «*Journal of Light & Visual Environment*» (Япония).

С 2010 г. доктор Шанда состоял членом консультативных советов Института цвета и визуализации (Великобритания), Научного центра искусства и науки и Университета Цинхуа (КНР), а с 2011 г. – Центра цветовой культуры и информатики (C3I) Тайваня.

Я. Шанда был членом Оптического общества Америки, Международного научного общества «Наука и технология изображений» и нескольких венгерских научных обществ по свету, освещению и оптическим измерениям. Он также служил вице-президентом правления Международной ассоциации по проблемам цвета (AIC). В 2010 г. Цветовая группа (Великобритания) наградила его Медалью Ньютона, а в 2011 г. МКО – знаком «*De Bour Pin*». Он – автор более 600 научно-технических статей и докладов на конференциях.

Светотехнический мир потерял одного из самых ярких своих представителей.

*Редакция, редколлегия  
журнала и светотехническая  
общественность России*



**Гаврилкина Галина Николаевна,**  
кандидат техн. наук.  
Окончила в 1962 г.  
МЭИ. Ведущий  
научный сотрудник  
ООО «ВНИСИ»



**Ильина Елена Ивановна,**  
кандидат техн. наук.  
Окончила в 1972 г.  
Ивановский  
энергетический  
институт им.  
В.И. Ленина. Зав.  
лабораторией  
промышленного  
освещения ООО «НИИОТ в г. Иваново»



**Сарычев Генрих Сергеевич,**  
доктор техн. наук.  
Окончил в 1956 г.  
МЭИ. Зав.  
лабораторией ООО  
«ВНИСИ». Академик  
АН РФ

# Новые схемно-технические решения для теплового конструирования люстр со светодиодами

Т.Ю. НИКОЛАЕНКО, Ю.Е. НИКОЛАЕНКО<sup>1</sup>

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»  
и Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко, Киев, Украина

## Аннотация

Предложен новый подход к построению энергоэффективных люстр со светодиодами (СД) для освещения помещений, заключающийся в выполнении элементов декоративного каркаса люстры в виде тепловых труб (ТТ) и использовании в качестве источников света светодиодных модулей (СДМ), установленных на них. Применение ТТ позволяет отводить тепло от СДМ на удалённое расстояние и рассеивать его с помощью развитой поверхности теплообмена, обеспечиваемой в зоне охлаждения ТТ. Благодаря повышению эффективности теплоотвода по мощности и световому потоку СДМ могут превосходить минимум вдвое соответствующие светодиодные лампы прямой замены (СДЛПЗ).

**Ключевые слова:** внутреннее освещение, люстра, светодиод, светодиодный модуль, тепловая труба, отвод теплоты.

## Введение

На освещение расходуется от 19 до 22% производимой в мире электроэнергии [1]. Внедрение энергосберегающих технологий в системы освещения помещений жилых и общественных зданий позволит обеспечить существенную экономию электроэнергии. Весьма перспективны для использования в системах внутреннего освещения светодиодные источники света (СДИС), световая отдача и мощность которых с каждым годом растут [2]. Основная проблема при использовании мощных СДИС – обеспечение эффективного отвода теплоты, выделяемой в кристаллах светодиодов (СД), поскольку повышение температуры кристалла выше 85 °С даёт снижение срока службы и све-

тового потока и изменение цветовых характеристик излучения СД. В связи с этим актуальна задача обеспечения нормального теплового режима СДИС в составе осветительного прибора (ОП).

## Известные технические решения обеспечения нормального теплового режима светодиодов в ОП для внутреннего освещения

Традиционно ОП для освещения ряда помещений в жилых и общественных зданиях выполнялись в виде подвесных светильников-люстр с декоративными элементами каркаса и установленными в светорассеивателях лампами накаливания. С введением СДЛПЗ мощностью 3–5 Вт со стандартным цоколем E14 [3] и мощностью 7–16 Вт с цоколем E27 [4] появилась возможность использо-

вать их вместо ламп накаливания как в существующих, так и во вновь разрабатываемых подвесных люстрах. Отвод тепла от СД в СДЛПЗ осуществляется посредством встроенного радиатора [5]. Геометрические и конструктивные ограничения поверхности радиатора приводят к тому, что её температура достигает 51,7–80,7 °С [4], а температура кристалла СД – ещё больших значений. Нагрев радиатора приводит и к повышению температуры элементов ПРА, расположенных внутри радиатора (особенно чувствительны к температуре электролитические конденсаторы), что снижает надёжность СДЛПЗ в целом.

Для повышения эффективности теплоотвода разработаны СДЛПЗ [6–8] со встроенными ТТ, теплопроводность которых выше теплопроводности металлов [9]. Установка ТТ между СДИС и радиатором несколько снижает перепад температуры между ними, но не может существенно влиять на общий температурный перепад между СДИС и окружающим воздухом, который в большей мере определяется перепадом температуры между теплоотводящей поверхностью радиатора и воздухом. Кроме того, не устраняется и проблема подогрева радиатором элементов ПРА.

Для дальнейшего повышения эффективности теплоотвода от мощных СДИС необходима разработка прин-

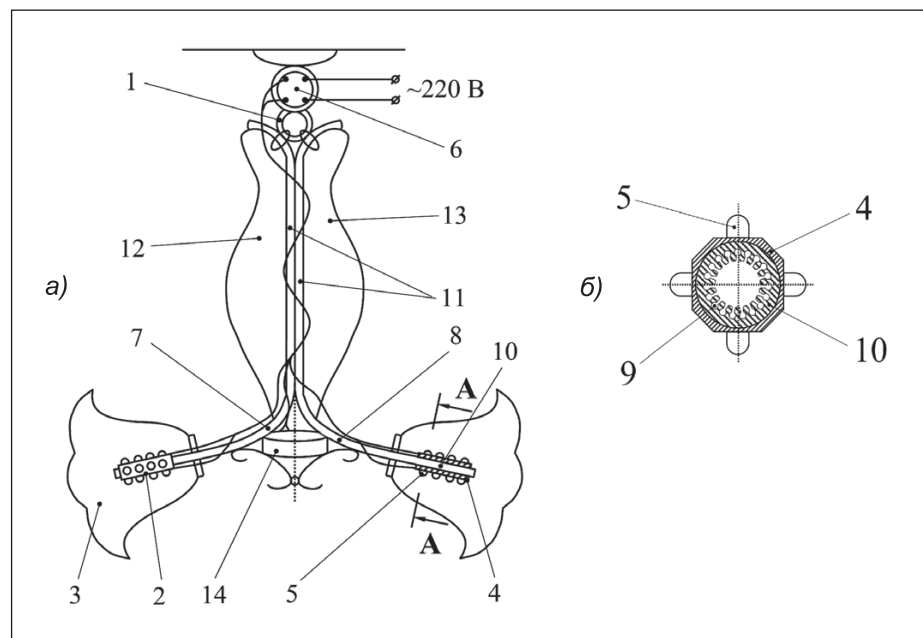


Рис. 1. Люстра с каркасом из ТТ:

а – общий вид; б – разрез по линии А-А: 1 – часть каркаса; 2, 4 – СДМ; 3 – светорассеиватель; 5 – мощный СД; 6 – ПРА; 7, 8 – ТТ; 9 – слой КС; 10 – зона нагрева ТТ; 11 – зона охлаждения ТТ; 12, 13 – ребро охлаждения; 14 – электровентилятор

<sup>1</sup> E-mail: yunikola@ukr.net



ципиально нового, нетрадиционного подхода к построению самих ОП для внутреннего освещения.

### Новый подход к использованию тепловых труб в ОП и построению мощных люстр со светодиодами

Решение тепловой проблемы при создании мощных люстр с СД может быть достигнуто путём использования ТТ в качестве элементов декоративного каркаса люстры и выполнения СДИС в виде СДМ, устанавливаемых с обеспечением теплового контакта в зоне нагрева ТТ [10]. На рис. 1 приведена упрощённая схема такой люстры с двумя СДМ, хотя в реальных конструкциях для большей равномерности освещения помещения желательно иметь хотя бы 3–5 СДМ. Основные элементы каркаса люстры выполнены в виде изогнутых ТТ 7 и 8. Внутренняя поверхность корпуса ТТ покрыта слоем 9 капиллярной структуры (КС) в виде продольных микроканалов (рис. 1, б). Корпус ТТ частично заполнен теплоносителем, коррозионно совместимым с материалом корпуса ТТ. (Вопросы изготовления, принципов работы и основы расчёта ТТ достаточно известны – см., напр., [9].) Электровентилятор 14 устанавливается только при высокой мощности используемых СДМ.

При включении люстры тепло от кристаллов мощных СД 5 каждого СДМ 2 и 4 через тепловой контакт передаётся к зонам нагрева 10 ТТ 7 и 8 и далее по ТТ – к рёбрам охлаждения 12 и 13, которыми рассеивается в окружающую среду. Благодаря высокой теплопроводности элементов каркаса, работающих по замкнутому циклу, и достаточно развитой поверхности рёбер охлаждения существенно повышается тепловой поток, который может отводиться от мощных СДМ на удалённое от них расстояние и рассеиваться в окружающую среду. Это позволяет использовать в люстре СДМ с мощностью как минимум вдвое большей, чем у СДЛПЗ, и, соответственно, увеличивать световой поток люстры и её надёжность (из-за обеспечения нормального теплового режима СД и элементов ПРА, размещённых на удалении от СДМ, выделяющих тепло).

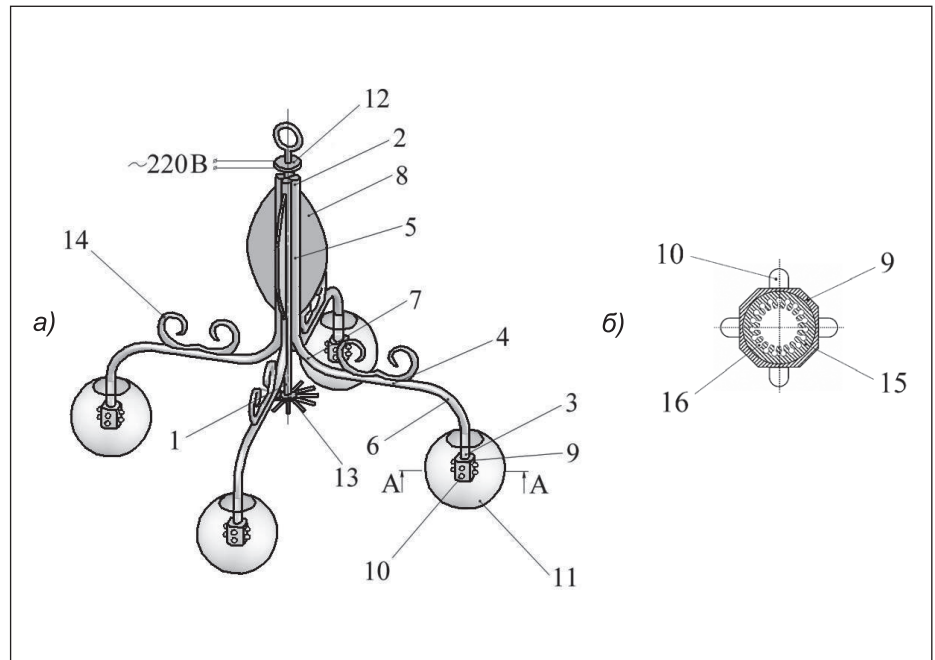


Рис. 2. Люстра с вертикальным расположением мощных СДМ:

а – общий вид; б – разрез по линии А-А: 1 – несущий каркас; 2 – ТТ; 3 – зона нагрева ТТ; 4 – зона транспорта ТТ; 5 – зона охлаждения ТТ; 6 – первый изгиб ТТ; 7 – второй изгиб ТТ; 8 – ребро охлаждения; 9 – СДМ; 10 – мощный СД; 11 – светорассеиватель; 12 – ПРА; 13 – электровентилятор; 14 – декоративный элемент; 15 – корпус ТТ; 16 – слой КС

Для повышения равномерности рассеяния светового излучения в пространстве больших жилых помещений III группы общественных зданий [11, с. 581] (залов коттеджей, библиотек, актовых залов, фойе, холлов, кулуаров, вестибюлей, станций метро и т.п.) предложена светодиодная люстра [12], схема которой приведена на рис. 2. Её отличие от предыдущей заключается в форме ТТ, обеспечивающей вертикальное расположение СДМ, мощные СД которых своими светоизлучающими поверхностями направлены во все «боковые» стороны. Благодаря этому и шаровидным рассеивателям 11 люстра равномернее освещает помещение. Принцип работы люстры в части отвода и рассеивания теплоты принципиально не отличается от работы её предыдущего варианта, приведённого на рис. 1.

В других вариантах выполнения люстра может иметь большее число ТТ с СДМ на них, размещённых, по высоте, на разных ярусах, и образующих таким образом «многоярусные» люстры для больших помещений.

Вместе с тем рассмотренные схемно-технические решения люстр с СД имеют ограничения по реализации дизайнерских решений, связанных

с использованием в каркасе U-образно изогнутых ТТ, что обусловлено низкими капиллярно-транспортными свойствами КС в виде продольных микроканалов, не обеспечивающей возможности транспорта теплоносителя против действия силы тяжести в расположенную сверху зону нагрева ТТ с локализованными в ней СДМ.

Преодолеть указанный недостаток можно путём использования в ТТ более совершенной КС, обеспечивающей транспорт жидкого теплоносителя против действия силы тяжести; например, металловолоконистой капиллярной структуры (МВКС) [13]. Конструктивная схема люстры с СД с использованием U-образно изогнутых ТТ с МВКС приведена на рис. 3 [14].

Высота  $H$  установки верхнего торца СДМ при этом не должна превышать максимальной высоты  $H_{\text{макс}}$  капиллярного равновесия теплоносителя в слое МВКС, определяемой как:

$$H_{\text{макс}} = \frac{4\cos\theta \cdot \sigma}{D_{\text{эф}} \cdot \rho \cdot g},$$

где  $\theta$  – краевой угол смачивания материала МВКС жидким теплоносителем ТТ;  $\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения теплоносителя;  $D_{\text{эф}}$  – эф-

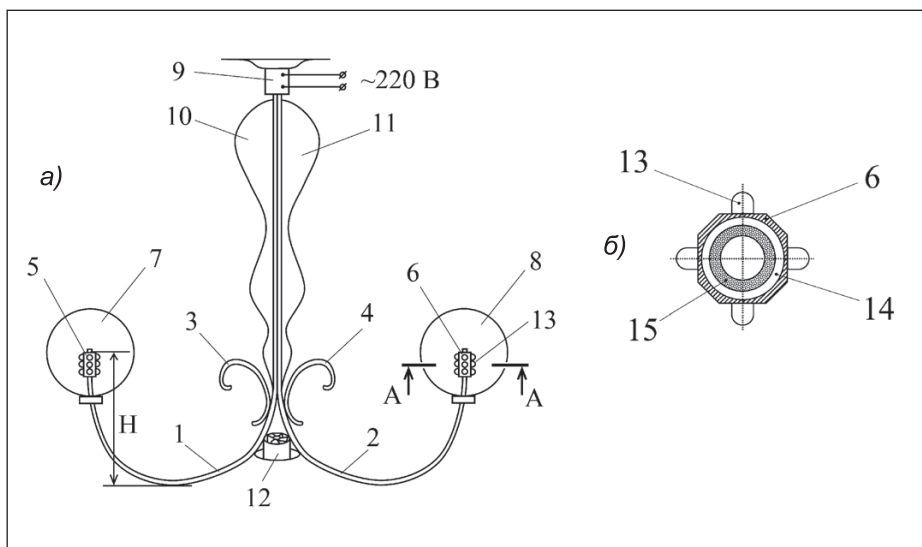


Рис. 3. Люстра с верхним расположением СДМ:

а – общий вид; б – разрез по линии А-А: 1, 2 – ТТ; 3, 4 – декоративный элемент; 5, 6 – СДМ; 7, 8 – светорассеиватель; 9 – ПРА; 10, 11 – ребро охлаждения; 12 – электровентилятор; 13 – мощный СД; 14 – корпус ТТ; 15 – слой МВКС

фактивный диаметр пор слоя МВКС;  $\rho$  – плотность жидкого теплоносителя;  $g$  – ускорение силы тяжести. При выполнении этого условия капиллярные силы, несмотря на противодействие им силы тяжести на восходящем участке зоны транспорта, обеспечивают постоянное насыщение слоя МВКС жидким теплоносителем в зоне нагрева ТТ, где установлен соответствующий СДМ с мощными СД, и таким образом обеспечивают надёжную работу ТТ.

### Заключение

Предложен новый подход к построению энергоэффективных люстр с СД для внутреннего освещения, заключающийся в выполнении элементов декоративного каркаса люстры в виде ТТ и использовании в качестве источников света СДМ, устанавливаемых на ТТ.

Применение ТТ позволяет отводить тепло от СДМ на удалённое расстояние и рассеивать его с помощью достаточно развитой поверхности теплообмена, создаваемой в зоне охлаждения ТТ.

Благодаря повышению эффективности теплоотвода мощность СДМ и их световой поток могут быть минимум вдвое большими, чем у СДЛПЗ, что позволяет уменьшать количество люстр, необходимых для освещения ряда больших жилых и общественных помещений (залов коттеджей, библиотек, холлов, вестибюлей, станций метро и т.п.).

Дальнейшие исследования необходимо сосредоточить на изготовлении действующих макетов предложенных вариантов люстр с СД и экспериментальном определении их тепловых и световых характеристик.

В заключение авторы благодарят директора направления «Светотехника» компании *Rainbow Electronics* В.А. Смирнова за поддержку идеи подготовки данной статьи для журнала «Светотехника».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закгейм А.Л. Светодиодные системы освещения: энергоэффективность, зрительное восприятие, безопасность для здоровья (обзор) // Светотехника. – 2012. – № 6. – С. 12–21.
2. Дорожкин Ю., Туркин А., Червинский М. Новые семейства светодиодных модулей серии СХА компании Cree // Полупроводниковая светотехника. – 2014. – № 1. – С. 36–39.
3. Li Y., Lin Y., Boonekamp E.P., Shi L., Mei Y., Jiang T., Guo Q., Wu H. LED Solution for E14 Candle Lamp // Proc. of SPIE. – 2009. – Vol. 7422. – 74220T-1–74220T-12. DOI: 10.1117/12.835609.
4. Рейтинг светодиодных ламп-ретрофитов // Современная светотехника. – 2013. – № 5. – С. 9–22.
5. Лишик С.И., Паутино А.А., Поседако В.С., Трофимов Ю.В., Цвирко В.И. Конструктивно-технологические решения светодиодных ламп прямой замены // Светотехника. – 2010. – № 2. – С. 7–12.
6. Tong T., Letoquin R., Keller B., Lowes T., Tarsa E. LED based pedestal-type lighting structure / Патент США № 8562161. 2013.

7. Валенцов М.Ю. Способ изготовления светодиодной лампы / Патент России № 2444677. 2012. Бюл. № 7.

8. Phipps J.M., Sanders C.N., Lyons S.S. Semiconductor lamp with thermal handling system / Патент США № 8272766. 2012.

9. Чи С. Тепловые трубы: Теория и практика / Пер. с англ. В.Я. Сидорова. – М.: Машиностроение, 1981. – 207 с.

10. Николаенко Ю.С., Николаенко Т.Ю. Люстра / Патент Украины № 68831. 2012. Бюл. № 7.

11. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд., перераб и доп. – М.: Знак, 2006. – 972 с.

12. Николаенко Ю.Е., Рассамкин Б.М., Хайрнасов С.М., Кравец В.Ю. Светодиодное осветительное устройство / Патент России № 141494. 2014. Бюл. № 16.

13. Семена М.Г., Зарипов В.К., Гершуни А.Н. Тепловые трубы с металловолоконными капиллярными структурами. – К.: Вища школа, 1984. – 215 с.

14. Николаенко Ю.Е., Николаенко Т.Ю. Светодиодная люстра / Патент России № 142628. 2014. Бюл. № 18.



**Николаенко Тимофей Юрьевич,**

кандидат физ.-мат. наук. Окончил в 2009 г. физический факультет Киевского национального университета

им. Тараса Шевченко. Ассистент кафедры молекулярной физики Киевского национального университета им. Тараса Шевченко. Область научных интересов – физические процессы в устройствах и биологических системах



**Николаенко Юрий Егорович,**

доктор техн. наук. Окончил в 1974 г. радиотехнический факультет Киевского ордена Ленина политехнического института им. 50-летия

Великой Октябрьской социалистической революции. Ведущий научный сотрудник теплоэнергетического факультета Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт». Область научных интересов – теплоотвод от электронных компонентов с использованием тепловых труб

# Новые решения для светопрозрачных конструкций

Т.А. АХМЯРОВ, А.В. СПИРИДОНОВ<sup>1</sup>, И.Л. ШУБИН

НИИ строительной физики РААСН, Москва

## Аннотация

Светопрозрачные конструкции – самое «слабое звено» ограждающей оболочки здания в плане теплотехнических характеристик. Однако по санитарным нормам применение естественного освещения обязательно как в жилых и общественных, так и в большинстве производственных зданий.

В последние годы происходит достаточно активное развитие светопрозрачных конструкций и фасадов – как по повышению функциональных и эксплуатационных показателей, так и по использованию современных технологий. В статье приведены сведения об основных направлениях развития светопрозрачных конструкций, наметившихся в последние годы.

Повышение теплотехнических характеристик светопрозрачных конструкций в основном происходит сейчас за счёт «пассивных» приёмов (увеличение числа камер в стеклопакете и числа стёкол с селективным покрытием, использование более эффек-

тивных инертных газов, повышение толщины рамных профилей и пр.). Однако такой подход в большинстве случаев экономически неэффективен.

На основе предложенных авторами новых принципов проектирования ограждающих конструкций стало возможным получать энергоэкономичные вентилируемые светопрозрачные конструкции, обеспечивающие как возврат (рекуперацию) значительной части тепла, ранее уходящего в атмосферу, так и вентилирование наружным воздухом помещений через наружные ограждения, включая окна и фасады, фактически без дополнительных энергетических потерь.

**Ключевые слова:** энергоэффективные конструкции, ограждающие конструкции, вентилируемые конструкции, светопрозрачные конструкции, система активного энергосбережения, рекуперация тепла.

Светопрозрачные конструкции (СК) – самое «слабое звено» ограждающей оболочки здания по теплотехническим характеристикам. Так, минимально необходимые при-

ведённые сопротивления теплопередаче (ПСТ) стен существенно отличались от ПСТ окон и балконных дверей для Москвы: в соответствии с нормами 1995 г. [1] – в 2,94 раза (1,0 и 0,34 м<sup>2</sup>·°С/Вт), а по общероссийскому документу 2012 г. [2] – аж в 5,80 раз (3,13 и 0,54 м<sup>2</sup>·°С/Вт). Правда, в московских нормативных документах [3], предназначенных для проектирования зданий, начиная с 2016 г., этот разрыв несколько уменьшен – «всего» 3,8 раза (3,80 и 1,0 м<sup>2</sup>·°С/Вт).

С точки зрения строительной теплофизики для экономии энергии на эксплуатацию зданий более выгодным, конечно, кажется вообще не использовать СК. Однако по санитарным нормам применение естественного освещения пока обязательно как в жилых и общественных, так и в большинстве производственных зданий [4], а нерациональность строительства безоконных зданий была доказана ещё в 40–60-х гг. прошлого века [5–8].

В связи с изложенным выше основные реальные теплотери из помещений происходят именно через СК – от 30 до 60% от общих теплотерь зданий через ограждающие конструкции (в зависимости от конструкции окон и фасадов, климатических условий, методики оценки и ряда других показателей).

В последние годы происходит достаточно активное развитие СК и фасадов – как по повышению функциональных и эксплуатационных показателей, так и по внедрению прогрессивных технологий, в том числе с использованием К- и И-стёкол<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> E-mail: spiridonov@aprok.org

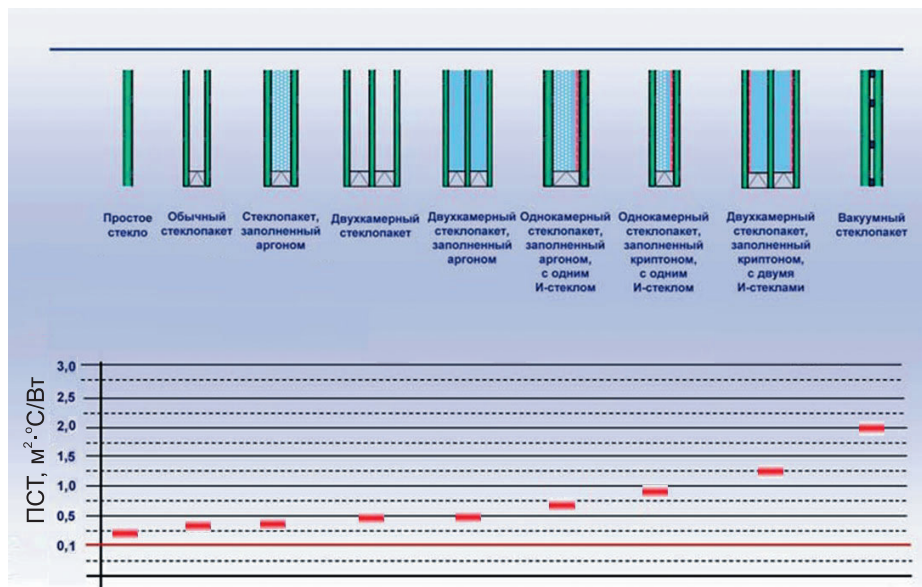


Рис. 1. Развитие светопропускающего заполнения оконных конструкций

<sup>2</sup> **К-стекло** – это высококачественное стекло с низкоэмиссионным покрытием, нанесённым на одну поверхность стекла в течение его производства флотат-методом. Многоступенчатое металлизированное покрытие методом пиролиза наносится на поверхность стекла в момент, когда стекло всё ещё имеет очень высокую температуру (> 600 °С). При этом происходит проникновение молекул металлизированного покрытия вглубь кристаллической решётки стекла. Покрытие как бы ламинируется слоем стекла, что делает его очень устойчивым, чрезвычайно механически прочным и постоянным. Данная технология носит название «жесткое покрытие».

**И-стекло** – это высококачественное стекло с низкоэмиссионным покрытием,

Рис. 1 и 2 отражают процесс совершенствования светопропускающего заполнения и деревянных окон в отношении ПСТ.

На сегодня большинство серьезных компаний-изготовителей СК могут без значительных проблем массово производить окна и фасады с ПСТ  $0,8-0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  [9]. Однако для того, чтобы добиться значений этого показателя, характеризующего теплотехническую эффективность конструкций, выше  $1,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , необходимо использование новых (и довольно дорогостоящих) технологических решений.

В то же время известны [10, 11] СК, разработанные в последние годы, ПСТ которых достигает  $1,5-2,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ .

В качестве вариантов улучшения ряда функциональных показателей традиционных СК и их остекления сегодня используется много технологических новинок, в том числе:

- **электрохромные стекла** (эта технология разрабатывалась довольно долго, уже доведена до массового промышленного производства и показала свою эффективность при остеклении оконных и фасадных конструкций – особенно в регионах с жарким климатом, а также на южных и западных фасадах зданий. Суть этой технологии заключается в возможности изменения светопропускания остекления за счёт использования специальных покрытий, под воздействием на них электрического тока, что позволяет обеспечивать в помещениях комфортный микроклимат);

- **новые поколения теплоотражающих и многофункциональных стёкол** (их получают с использовани-

ем, нанесённым на одну поверхность стекла в условиях вакуума (методом магнетронного напыления) металлосодержащих соединений, обладающих заданными избирательными свойствами. Данные покрытия, нанесённые на стекло, носят название «мягких покрытий». Существенный недостаток И-стекла – низкая химическая устойчивость покрытия. Отсюда и особые требования к И-стеклу. Хранение в герметичной упаковке и ограниченный срок монтажных работ в открытой среде. В среде же инертного газа материал покрытия на И-стекле полностью защищён от воздействия кислорода воздуха и работоспособен вплоть до разгерметизации стеклопакета.

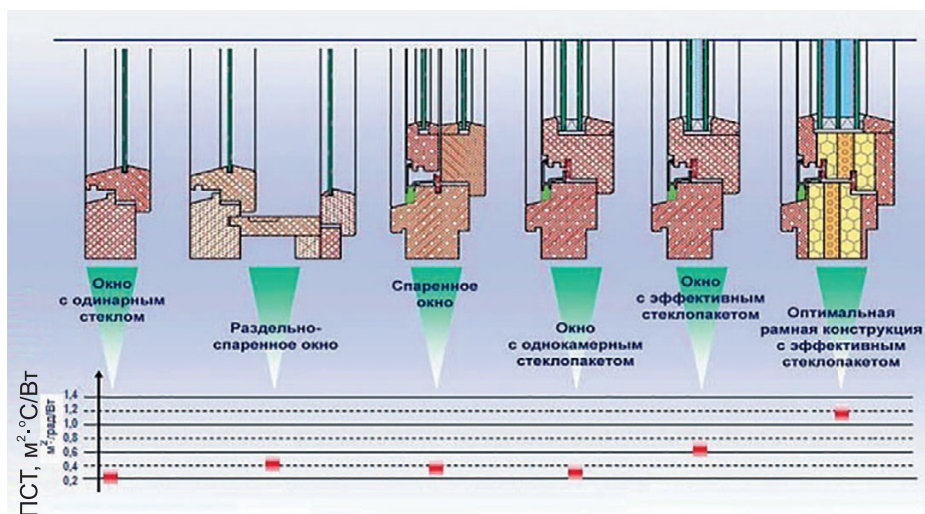


Рис. 2. Развитие конструкций деревянных окон

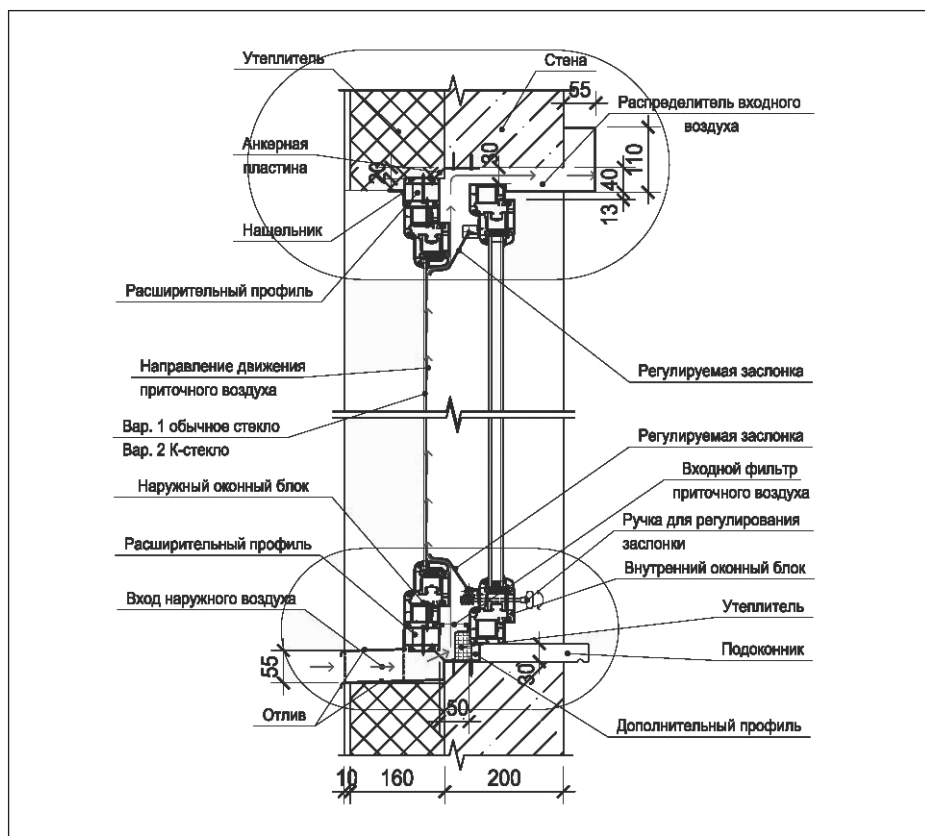


Рис. 3. Раздельный блок с использованием ПВХ-конструкций (стекло + стеклопакет)

ем как традиционного магнетронного напыления специальных покрытий на стёкла, так и – «наливных» и других технологий, что позволяет улучшать теплотехнические и светотехнические характеристики стеклопакетов, обеспечивать их эффективную работу в зимних и летних условиях эксплуатации);

- **стёкла с фотоэлектрическим эффектом** (только в последние несколько лет удалось разработать специальные полупрозрачные покрытия стё-

кол, обладающие способностью преобразования солнечного излучения в электрическую энергию с удовлетворительным КПД, что позволяет использовать в инженерных системах зданий практически неиспользуемые ранее фасады зданий и наделять дополнительной энергетической эффективностью СК и фасадные конструкции);

- **вакуумные стеклопакеты** (впервые они появились на рынке в начале 90-х, имея не только хорошие тепло-

технические характеристики, но и ряд серьёзных ограничений по применению в большинстве зданий. Однако в последние годы был достигнут значительный прогресс в доведении этих перспективных конструкций до промышленного производства, поэтому следует ожидать резкого увеличения предложения подобных стеклопакетов во многих странах – в государствах-членах ЕС, США, КНР, Японии и, может быть, РФ, что позволит значительно повысить теплотехнические характеристики традиционных оконных конструкций (рис. 1));

- **стеклопакеты с электронагревом** (в последнее десятилетие стали очень популярны светопрозрачные покрытия крыш, перекрытия атриумов, стеклянные козырьки и т.п., которые в условиях РФ требуют удаления снеговых отложений. Для таких конструкций, а также для удаления конденсата в ограждениях бассейнов, стали очень актуальны стеклопакеты и стёкла с электрообогревом, изготавливаемые с использованием, как правило, стёкол с твёрдым теплоотражающим покрытием. Путём пропускания по теплоотражающему покрытию электрического тока можно регулировать температуру стекла в достаточно широких пределах. Также эффективно применение подобных стеклопакетов в северных климатических зонах России – для увеличения зоны комфорта в жилых и рабочих помещениях);

- **заполнение межстекольного пространства стеклопакетов аэрогелем** (попытки заполнения аэрогелем межстекольного пространства стеклопакетов ведутся с конца 70-х гг. и связаны с уникальными теплотехническими характеристиками этого материала, открытого в 1931 г. американским химиком Стивеном Кистлером. Однако, несмотря на потрясающе низкую теплопроводность и высокую прочность аэрогеля, при его использовании в стеклопакетах возникает целый ряд технологических проблем, связанных как с заполнением полости между стёклами, так и с его высокой гигроскопичностью. Кроме того, этот материал полупрозрачен, а также довольно дорог, что также мешает его широкому применению. При этом, по некоторым данным, в последнее время в использовании аэрогелей в оконной промышленности был достигнут значительный прогресс);

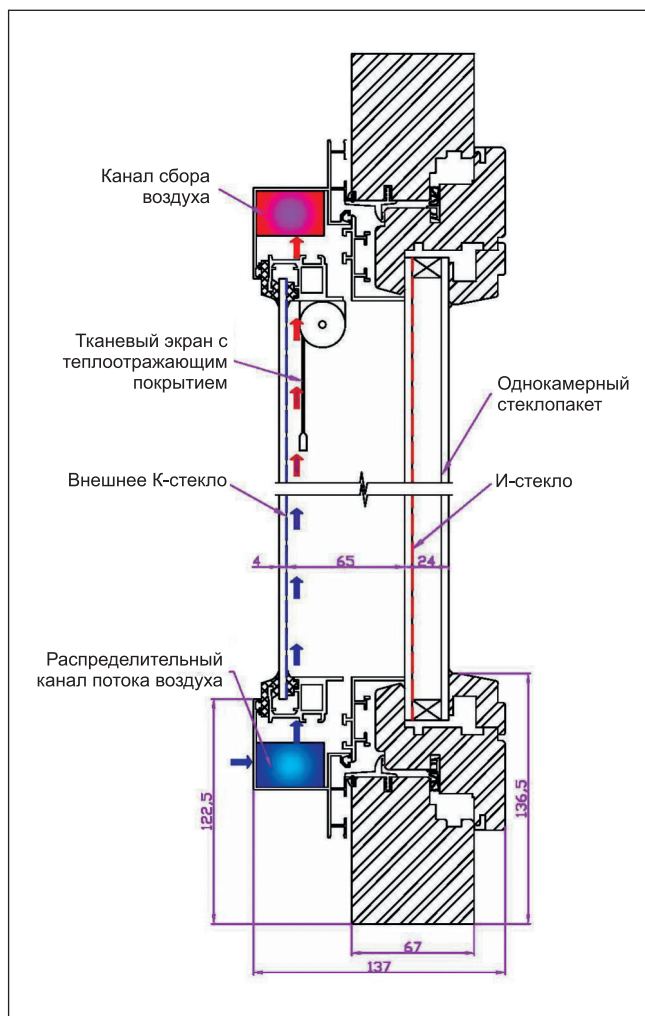


Рис. 4. Деревяно-алюминиевый блок с активной рекуперацией выходящего теплового потока

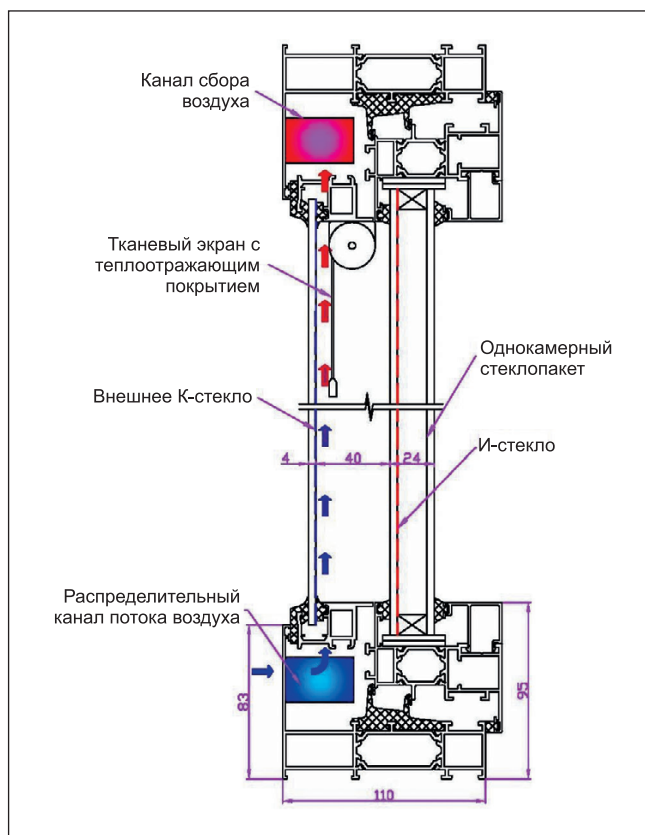
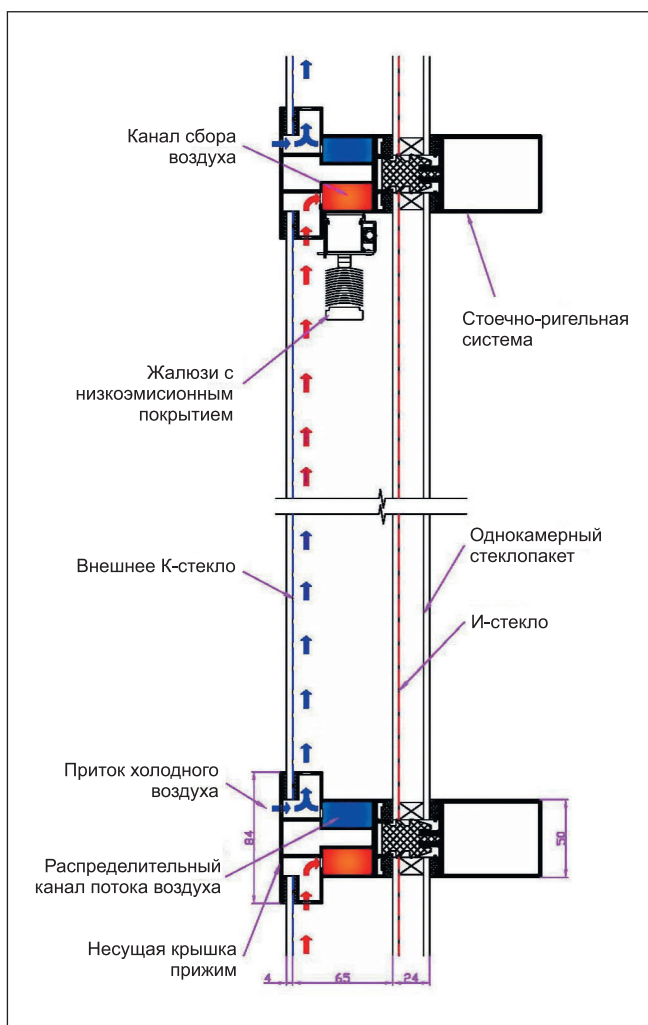


Рис. 5. Тёплое алюминиевое окно с активной рекуперацией выходящего теплового потока

Рис. 6. Стоечно-ригельная алюминиевая система с активной рекуперацией выходящего теплового потока



- **композитные материалы рамных конструкций** (для повышения прочности и исключения стальных усилителей в стандартных ПВХ-профилях, а также для повышения теплотехнических характеристик окон в целом, было разработано целое поколение оконных профилей из разных композитных материалов – в том числе стекловолокна, комбинации ПВХ и стеклопластика, смеси деревянных опилок и ПВХ крошки и многих других. Большинство из них, однако, пока имеют ограниченное использование. В то же время в связи с повышением теплотехнических и экологических требований к оконным конструкциям в большинстве развитых стран и необходимостью утилизации отходов от производства ПВХ- и других видов оконных конструкций в последние годы многие крупные фирмы обратили на эти материалы повышенное внимание, что позволяет надеяться на расширение их использования в ближайшие годы).

Следует отметить, что повышение теплотехнических характеристик СК в основном ещё осуществляется «пассивными» приёмами (увеличение числа камер в стеклопакете, числа стёкол с селективным покрытием, использование более эффективных инертных газов, повышение толщины рамных профилей и пр.). Однако, как и в ситуации с непрозрачными ограждениями [12], такой подход к повышению ПСТ СК в большинстве случаев экономически неэффективен: увеличение числа слоёв стекла, естественно, снижает светопропускание конструкции.

Кроме того, переход в массовом строительстве на современные герметичные окна со стеклопакетами, наряду с положительными факторами, такими как удобство эксплуатации, снижение теплопотерь и улучшение акустических характеристик, привёл к ухудшению воздушного режима помещений. Практически все оконные и фасадные конструкции «европейского образца» не обеспечивают

нормативного воздухообмена в помещениях. Это приводит как к неблагоприятным условиям микроклимата в них, так и к появлению на внутренних откосах и стенах грибка и плесени. Предлагаемые многими фирмами-производителями окон «залповые проветривания» помещений некомфортны и нивелируют все усилия по повышению теплотехнических характеристик светопрозрачных конструкций, а также дискредитируют саму политику энергосбережения. Для улучшения вентиляции помещений (особенно в многоэтажных зданиях с естественной вентиляцией, которая в большинстве из них практически не работает) стали популярны т.н. вентиляционные клапаны (устройства для проветривания помещений) [13]. Однако и они, очевидно, увеличивают стоимость СК.

На основе предложенных авторами новых принципов проектирования ограждающих конструкций [14], стало возможным получать энергоэкономичные вентилируемые СК, обеспечивающие как повышение их теплотехнических характеристик с возвратом (рекуперацией) значительной части теплового потока, ранее уходившего в атмосферу, так и вентилирование наружным воздухом помещений через наружные ограждения, включая окна и фасады, фактически без дополнительных энергетических потерь. Более подробно механизм предлагаемого принципа функционирования современных энергоэффективных вентилируемых ограждающих конструкций (ЭВОК) описан ранее [12, 14, 15]. Следует только добавить, что совместное действие теплоотражающего экрана в воздушном промежутке и вентилирования через этот промежуток с активной рекуперацией тепла и влаги внутрь помещения наружным холодным воздухом **многократно повышает тепловой эффект**, что доказано экспериментально в постановочных экспериментах [15, 16].

Характер этих процессов зависит от геометрии воздушной прослойки, теплофизических характеристик материалов, температур внутреннего и наружного воздуха, расхода фильтрующегося воздуха, конструкции приёмных и выводных клапанов. Для каждого конкретного модуля энергоэффективных вентилируемых светопрозрачных ограждающих конструкций (ЭВСОК) эти параметры могут

быть оптимизированы, а регулировка может осуществляться только положением теплоотражающих экранов и расходом поступающего воздуха с применением рециркуляции вентвыбросов.

На основе предложенных авторами новых принципов было разработано несколько вариантов ограждающих СК (рис. 3–6)<sup>3</sup>, в которых, пройдя созданную воздушную прослойку, нагретый наружный воздух поступает в рекуператор.

На рис. 3 приведена конструкция ЭВСОК, практически не требующая изменений в профильных системах: здесь совмещены рамы из ПВХ-профиля (одна с одинарным стеклом, вторая – со стеклопакетом), между которыми и организованы основные принципы продольно-поперечной вентиляции с активной рекуперацией теплового потока. Это достаточно простой способ модернизации СК, однако, достаточно затратный. Тем не менее и он быстро окупается за счёт резкого повышения теплотехнических характеристик окна.

В соответствии с предлагаемыми авторами принципами, довольно просто осуществима реконструкция популярных дерево-алюминиевых оконных блоков (рис. 4) – необходимы новые наружные алюминиевые профили. В пространстве между наружным стеклом и внутренним стеклопакетом размещается не только подъёмный теплоотражающий экран (жалюзи), но и необходимые для эффективной вентиляции межстекольного пространства и обеспечения активной рекуперации теплового потока распределительные устройства входа наружного воздуха и сбора нагретого воздушного потока.

Аналогично, по предлагаемой авторами концепции ЭВСОК с активной рекуперацией теплового потока, решается и вопрос совершенствования тёплого алюминиевого окна (рис. 5).

В современных алюминиевых стоечно-ригельных фасадных системах возможна установка стеклопакетов значительной толщины (до 75 мм и более). Это позволяет осуществлять модернизацию большинства современных фасадов по концепции ЭВСОК. Реализация идеологии энер-



Рис. 7. Новый облик старого здания (здание с двойным фасадом)

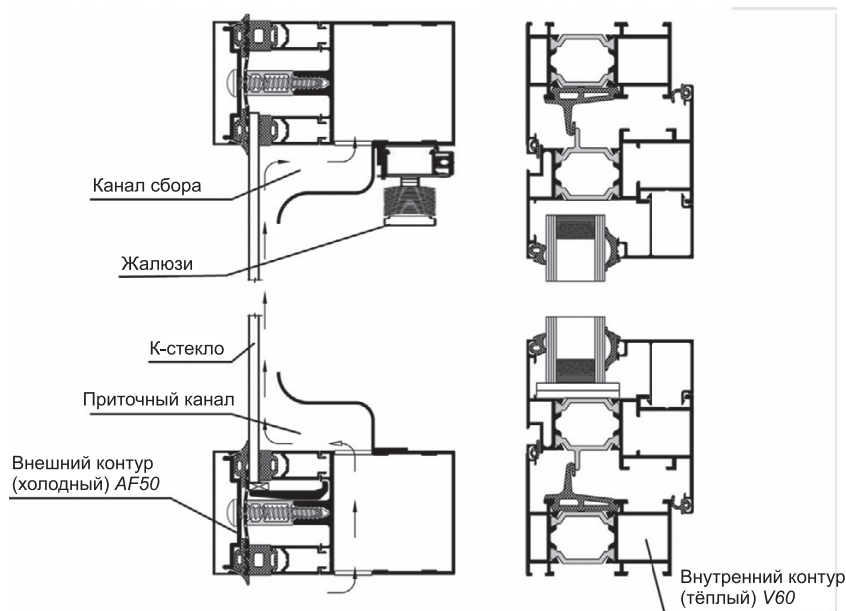


Рис. 8. Вариант двойного фасада с элементами активного энергосбережения

гоэффективных вентилируемых фасадных конструкций в этом случае возможна как на стандартных стеклопакетах, так и на несколько модифицированных алюминиевых профилях (рис. 6). Кроме того, использование предлагаемых авторами принципов особенно интересно в распространённых сегодня элементных фасадах в связи с тем, что возможно снижение относительных затрат на модернизацию конструкций за счёт использования систем распределения и сбора воздуха сразу на нескольких этажах.

Одной из главных проблем отечественного строительного комплекса

и ЖКХ является необходимость модернизации зданий, построенных в эпоху индустриального домостроения (50-е–начало 0-х гг.), которые имеют огромные теплотери через наружные ограждающие конструкции. Санация, как правило, проводится путём дополнительного утепления фасадов и замены некоторых инженерных систем. Проведённый в 2011–2013 гг. в Москве мониторинг затрат на отопление и вентиляцию осуществлённых проектов (более 150 объектов) показывает как энергетическую, так и экономическую неэффективность такого подхода.

<sup>3</sup> Авторы благодарят компанию ADITIM и Олега Фомина за помощь в подготовке рис. 4–6 для настоящей статьи.

В последние годы довольно популярным способом реконструкции старых энергетически неэффективных зданий считается создание дополнительного второго фасада (рис. 7), что получило в зарубежной практике название «*double-skin facade*» (двойной фасад). Такой приём позволяет не только обеспечивать современные энергосберегающие свойства ограждающих конструкций, но и удобство обслуживания фасадов. Конечно, такой способ санации зданий значительно дороже, чем тот, что в подавляющем большинстве случаев применяется в нашей стране. Но и результат «дополнительного утепления фасадов», получаемый в России, неутешителен.

Предлагаемые авторами ЭВОК идеально подходят для устройства двойных фасадов и реконструкции старых зданий (рис. 8). При использовании наших предложений осуществимо не только дополнительное утепление наружных ограждений и достижение значений ПСТ, запланированных в РФ к 2030 г., уже сегодня, но и обеспечение комфортного микроклимата в помещениях зданий. Кроме того, предварительные оценки показывают, что при использовании ЭВОК и ЭВСОК возможна минимизация дополнительной наружной теплоизоляции, ведущая к меньшему сроку окупаемости затрат на санацию зданий.

Следует заметить, что ограждающие конструкции с активной рекуперацией теплового потока и влаги, основанные на принципах, изложенных в настоящей статье, а также в предыдущих публикациях авторов [12, 14], могут обеспечивать не только значительное увеличение приведённого сопротивления теплопередаче и уменьшение теплотерь из помещений [15], но и эффективно работают как в зимний период года (рекуперация теплового потока, уходящего из зданий), так и в летний жаркий (снижение затрат на кондиционирование).

Кроме того, при повышении теплотехнических характеристик СК за счёт использования предлагаемых технологий активного энергосбережения, появляется возможность увеличения относительной площади остекления фасадов, что ведёт к более эффективному использованию естественного освещения в строительстве. Это позволяет исключить негативное влияние использования дополнительных слоёв остекления и теплоотража-

ющих экранов на естественное освещение помещений. Следует ещё отметить и то, что теплоотражающие экраны могут использоваться только в тёмное время суток.

В заключение необходимо отметить, что реализация предложенных авторами ЭВСОК подходит практически ко всем видам оконных систем и профилей. Однако осуществление этого не так просто, как может показаться из приведённых выше схем (рис. 3–6, 8). Для каждого вида конструкций необходимы проведение соответствующих расчётов модулей ЭВСОК и организация систем вентилирования воздушных прослоек, а также создание системы сменных/регулируемых теплоотражающих экранов. Тем не менее получаемый выигрыш в энергосбережении оправдывает, по мнению авторов, эти затраты.

**Авторы приглашают архитекторов, генеральных подрядчиков, инвесторов, компании-производители оконных системных профилей, СК и навесных фасадных систем к взаимовыгодному сотрудничеству.**

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Строительные нормы и правила СНиП II-3–79\* «Строительная теплотехника» (1995 г.)
2. Свод Правил СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» (актуализированная редакция СНиП 23–02–2003).
3. Государственная программа города Москвы «Градостроительная политика на 2012–2016 годы».
4. Свод Правил СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» (актуализированная редакция СНиП 23–05–95\*).
5. Гусев Н.М. Основы строительной физики. – М.: Стройиздат, 1975. – 440 с.
6. Лицкевич В.К. Жилище и климат. – М.: Стройиздат, 1984. – 288 с.
7. Соловьёв А.К. Физика среды. – М.: АСВ, 2011. – 342 с.
8. Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Развитие светопрозрачных конструкций в России // Светотехника. – 2014. – № 3. – С. 46–51.
9. Спиридонов А.В. Выгодно ли устанавливать энергосберегающие окна? // Энергосбережение. – 2013. – № 3. – С. 62–67.
10. Carmody J., Selkowitz S., Arasteh D., Heschang L. Residential Windows – A Guide to New Technologies and Energy Performance. – New York: W.W.Norton, 2007. – 256 p.
11. Carmody J., Selkowitz S., Lee E., Arasteh D., Willmert T. Window Systems for High-Performance Buildings. – New York: W.W.Norton&Company, 2003. – 400 p.
12. Ахмяров Т.А., Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Создание наружных огражда-

ющих конструкций с повышенным уровнем теплозащиты // Энергосбережение. – 2014. – № 6. – С. 26–33.

13. СТО НОСТРОЙ 2.23.61–2012 «ОКНА. Часть 1. Технические требования к конструкциям и проектированию». – М.: БСТ, 2013. – 28 с.

14. Ахмяров Т.А., Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Принципы проектирования и оценки наружных ограждающих конструкций с использованием современных технологий «активного» энергосбережения и рекуперации теплового потока // Жилищное строительство. – 2014. – № 6. – С. 8–13.

15. Ахмяров Т.А., Беляев В.С., Спиридонов А.В., Шубин И.Л. Система активного энергосбережения с рекуперацией тепла // Энергосбережение. – 2014. – № 4. – С. 36–46.

16. Беляев В.С., Лобанов В.А., Ахмяров Т.А. Децентрализованная приточно-вытяжная система вентиляции с рекуперацией тепла // Жилищное строительство. – 2011. – № 3. – С. 73–77.



**Ахмяров Тагир Алиевич,**  
инженер-физик.  
Научный сотрудник  
лаборатории  
«Энергосберегающие  
технологии  
в строительстве»  
НИИСФ РААСН.

Соискатель учёной степени кандидата техн. наук в НИИСФ РААСН



**Спиридонов Александр Владимирович,**  
кандидат техн. наук.  
Окончил в 1975 г.  
МЭИ (специальность  
«Светотехника и  
источники света»)  
Зав. лабораторией  
«Энергосберега-

ющие технологии в строительстве» НИИСФ РААСН. Президент Ассоциации производителей энергоэффективных окон (АПРОК). Лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники



**Шубин Игорь Любимович,** док-тор техн. наук, проф-фессор. 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





# Документ Международного энергетического агентства (4E-SSL Annex Task 1)

«Итоговый отчёт «*Potential Health Issues of SSL*», 24 сентября 2014 г.  
(<http://ssl.iea-4e.org/task-1-quality-assurance>): резюме

Настоящий отчёт посвящён вопросам потенциального воздействия осветительных приборов (ОП) со светодиодами (СД) на здоровье человека. Он фокусируется на проблемах блёскости, фотобиологического воздействия оптического излучения на глаза и кожу, световой пульсации и невидимых эффектов, типа воздействий на циркадный ритм и биологические часы. Ниже даны тезисно рекомендации экспертов подразделения 4E-SSL Annex Международного энергетического агентства, основанные на материалах отчёта.

## Электрические риски

Эксперты считают, что электробезопасность ОП с СД обеспечивается на должном уровне их соответствием региональным или международным стандартам по электрической безопасности.

## Воздействие электромагнитных полей

Эксперты считают, что воздействие на человека электромагнитных полей, создаваемых ОП с СД, не критично, поскольку их уровень в целом намного меньше чем у полей, создаваемых лампами накаливания и рядом бытовых электроприборов.

## Блёскость

В случаях, когда сверхмощные СД пользователю видны, серьёзной проблемой ОП с СД может становиться блёскость. Она не несёт рисков сама по себе, но вызывает дискомфорт и обратимые временные ограничения визуальных возможностей, которые могут косвенно служить причиной аварий и повреждений. Во внутреннем освещении блёскость оценивается по методу обобщённого показателя дискомфорта (*UGR*). Однако этот метод не применим к точечным источникам света, таким как видимые пользователем СД в составе светильника. Производители и проектировщики не должны пользоваться ме-

тодом *UGR* при расчётах ОП с СД, имеющих видимые точечные СД-источники света, поскольку данный подход может вводить в заблуждение мнимыми низкими значениями показателя дискомфорта и приводить этим к недооценке физиологически воспринимаемой блёскости. Метод *UGR* применим только к ОП с СД с большими рассеивателями, без каких-либо видимых точечных источников света. Рекомендуется указывать максимальную яркость готовых СД-устройств не зависимо от того, содержат они видимые точечные СД-источники или нет. Соотношение яркостей источника света и фона должно рассчитываться и индивидуально применяться для каждой осветительной установки в соответствии с критериями визуальной эргономики.

## Фотобиологическая опасность

Оценка фотобиологической безопасности должна осуществляться для всех устройств с СД (СД, СД-модули, СД-лампы, светильники с СД) на основе единого стандарта *CIE S009 / IEC 62471*.

В соответствии с руководствами *IEC TR 62778*, производители светодиодов должны отчитываться о группе риска (*RG0*, *RG1* или *RG2*) своих изделий.

В соответствии с *IEC TR 62778*, иногда возможно переносить группу риска СД на более крупный продукт, в который СД интегрирован. В случае с устройствами из группы *RG2* рекомендуется, чтобы производитель указывал границу между *RG1* и *RG2*, представив предельные значения соответствующей освещённости и расстояния, которое может рассматриваться как разумно безопасное. Если устройство из группы *RG2* может быть видно с расстояния, меньшего указанного предельного, то, в соответствии с *IEC TR 62471-2*, оно подлежит маркировке, предупреждающей пользователя не смотреть на работающее устройство, поскольку это может быть опасно для глаз. На сегодня общественность не в курсе о возможных опасностях для глаз. Ожидается, что приме-

нение системы маркировки по *IEC TR 62471-2* (предупреждения для устройств из группы *RG2*) станет в ряде стран обязательным. А пока обязательных требований по маркировке ОП из группы *RG2* не существует.

Для устройств с СД, предназначенных для бытового применения (например, СД-ламп прямой замены), эксперты предлагают ограничить группу риска до *RG1* при расстоянии 200 мм, которое может считаться самым малым расстоянием наблюдения, встречающимся в домах.

Следующая редакция стандарта *IEC 62471* должна учитывать чувствительность конкретных групп населения, которые могут характеризоваться некоторой общей чувствительностью к видимому излучению, такие как люди с некоторыми состояниями глаз или кожи, афакическими глазами (люди без хрусталика глаза), псевдоафакическими глазами (люди с искусственными хрусталиками), дети и пожилые люди, поскольку их кожа и глаза более чувствительны к оптическому излучению.

Фотобиологические стандарты, имеющие отношение к системам освещения, должны быть расширены для охвата группы детей в возрасте до двух лет с учётом кривой афакической фототоксичности, опубликованной Международной комиссией по защите от неионизирующего излучения (*ICNIRP*) в своих руководствах.

Некоторые категории людей (инженеры-светотехники, артисты и т.п.) в своей ежедневной деятельности получают высокие дозы искусственного облучения, производимого ОП с СД. Поскольку механизмы негативного воздействия оптического излучения пока не вполне ясны, рекомендуется, чтобы люди, подвергающиеся подобному облучению, использовали соответствующие индивидуальные средства защиты из предосторожности (например, очки, отсекающие синий и фиолетовый свет). Эксперты рекомендуют разработку индивидуальных защитных средств – от синего света, со-

путствующего устройствам с СД и другими искусственными источниками света.

Новое поколение СД белого света разрабатывается сегодня с использованием фиолетовых и ультрафиолетовых кристаллов. Фотобиологическая безопасность этих СД и устройств с ними должна тщательно проверяться из-за возможных остаточных фиолетовой и ультрафиолетовой спектральных компонент. Оценка должна проводиться для рисков синего и ультрафиолетового излучений. Также необходимо проводить тщательную оценку динамики старения таких приборов, так как возможная деградация люминофоров может повышать уровень коротковолнового излучения, тем самым увеличивая уровень облучения сетчатки глаза.

### Пульсация света

Пульсация – это модуляция оптического излучения источника света. Известный эффект пульсации – припадки у больных светочувствительной эпилепсией. В целом у людей пульсация света может вызывать ряд симптомов, начиная с головной боли, мигрени и головокружения до нарушения эффективности зрительного восприятия.

При этом некоторые устройства с СД демонстрируют полное отсутствие пульсации, тогда как коэффициент пульсации других доходит до 100%.

Ни в Европе, ни в США, ни в какой-либо другой стране нет чётких требований по ограничению пульсации света, что абсолютно неприемлемо. Эксперты рекомендуют установить обязательные максимумы, чтобы ограничить пульсацию светового потока ОП с СД.

### Невизуальные воздействия света

Любой свет даёт широкий ряд невизуальных эффектов, которые необходимо учитывать при проектировании и использовании систем освещения. Однако не вполне ясно, должен ли проект искусственного освещения их минимизировать или максимизировать. Свет может использоваться для замедления или ускорения биологических часов, при этом необходимо учитывать, что это может давать как положительный, так и отрицательный эффекты. И это – общая проблема искусственного освещения.

Невизуальные эффекты освещения зависят от уровня яркости, длительно-

сти воздействия и спектрального состава света. Взаимосвязь между этими параметрами и невизуальными эффектами установлена не до конца. Эксперты подчёркивают, что использование только «спектра действия для подавления секреции мелатонина» в светотехнических расчётах не подходит для описания физиологических механизмов, вовлечённых в регулирование циркадных ритмов.

Сохранить облучение сетчатки глаза на предельно возможном низком уровне – главное правило, которое может быть применено для минимизации невизуальных воздействий света. Хотя волны любой длины в видимом спектре могут активизировать невизуальную систему, относительная чувствительность невизуальных реакций в основном снижается в диапазоне длинных волн. Свет, богатый жёлтой, оранжевой и красной составляющими (низкие цветовые температуры, такие как у тепло-белого света), меньше, чем свет, богатый синими и зелёными (высокие цветовые температуры, как у холодно-белого света), провоцирует невизуальные реакции, такие как подавление секреции мелатонина. Иначе говоря, источники света с синими и синне-зелёными спектральными составляющими, производящие сильное облучение сетчатки глаза, могут использоваться для запуска или усиления невизуальных световых воздействий.

Ожидается, что технология использования ОП с СД не окажет большего негативного прямого влияния на здоровье человека в части невизуальных эффектов, чем другие технологии освещения. Однако данная технология может косвенно отвечать за общее увеличение светового облучения. Низкая стоимость СД в сочетании с их фактором и низким энергопотреблением может послужить причиной увеличения числа световых точек в домах, на рабочих местах и улицах, а следовательно, являться причиной усиления общего воздействия искусственного освещения и потенциальных рисков, связанных с невизуальными реакциями, такими как нарушение биологических часов. Эксперты рекомендуют сохранять режим темноты в ночное время при сбалансированном поддержании необходимого уровня облучения в дневное время за счёт комбинации естественного и искусственного освещения.

## ОТВЕТ МИНИСТЕРСТВ И ВЕДОМСТВ

**Ответ Департамента средств массовой информации и рекламы города Москвы от 03.03.2015 на письмо журнала «Светотехника» мэру города Москвы С. С. Собянину<sup>1</sup>**

**Уважаемый Юлиан Борисович!**

Ваше коллективное обращение на имя мэра Москвы С. С. Собянина от 15.01.2015 № 1 рассмотрено по поручению в Департаменте средств массовой информации и рекламы города Москвы.

Сообщаю, что в настоящее время поддержка проектов в сфере масс-медиа осуществляется исключительно на конкурентной основе в соответствии с результатами проводимых Департаментом конкурсов городского заказа в соответствии с Федеральным законом от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» и конкурентных процедур в соответствии с постановлением Правительства Москвы от 19.01.2012 № 11-ПП «Об утверждении Порядка распределения и предоставления субсидий из бюджета города Москвы организациям, осуществляющим деятельность в сфере средств массовой информации, медиапроизводства и печати, в целях возмещения затрат, связанных с осуществлением этой деятельности».

Информация о городских заказах размещается на официальном сайте Российской Федерации для размещения информации о размещении заказов [www.zakupki.gov.ru](http://www.zakupki.gov.ru), сайтах Департамента по конкурентной политике, [www.zakupki.mos.ru](http://www.zakupki.mos.ru), и Департамента средств массовой информации и рекламы города Москвы, [www.dsmir.mos.ru](http://www.dsmir.mos.ru).

*И.о. руководителя  
Департамента И.В. Шубин*

<sup>1</sup> См. на с. 38

# Принципы построения модели светового поля помещения с криволинейным четырёхугольным светопроёмом с использованием точечного исчисления

В.А. ЕГОРЧЕНКОВ, Е.В. КОНОПАЦКИЙ<sup>1</sup>

Киевский национальный авиационный университет, Киев, и Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка, Украина

## Аннотация

Работа посвящена методологии построения модели светового поля помещений с четырёхугольными светопроёмами с криволинейным контуром. На основе использования точечного исчисления формируется точечное множество с координатами точек сканирования. По точкам этого множества вычисляются элементарные телесные углы с вершинами в расчётной точке. Суммированием этих углов определяется та или иная интегральная характеристика светового поля.

**Ключевые слова:** современная архитектура, четырёхугольный светопроём, криволинейный контур, точки сканирования, точечное исчисление, освещённость, световой вектор.

**Постановка проблемы.** Начало XXI века характеризуется богатством и разнообразием стилей в городской архитектуре: от классицизма до авангарда. Сегодня можно встретить здания самых разных форм и нестандартных объёмов. Своеобразны и системы естественного освещения таких зданий. Светопроёмы могут принимать разнообразные формы и очертания и произвольно располагаться в пространстве (рис.1). Одна из основных задач архитекторов – найти такие принципы моделирования световой среды в таких зданиях, которые позволяли бы её максимально оптимизировать. Иначе говоря, архитекторам необходимо не только создавать объекты, гармонично вписывающиеся в окружающую среду, но и знать, какие параметры световой среды при этом

получаются в помещениях и насколько они отличаются от природных.

Классические методы расчёта параметров светового поля от какого-либо источника основаны на расчёте телесного угла, под которым источник света виден из освещаемой точки, методом интегрирования. Этот метод – точный для светопроёмов частного положения и простых форм. Но для проёмов нестандартной формы, произвольно расположенных в пространстве, возникают проблемы с определением границ интегрирования. Это обстоятельство снижает точность расчётов и увеличивает компьютерное время работы.

В настоящее время создан ряд мощных программных продуктов для светотехнического проектирования («Lightscape», «3D Studio Viz», «Radianc», «Lara» [2, 3] и др.). Однако все они имеют следующий недостаток: если световой проём находится в плоскости общего положения, то для учёта его положения в пространстве необходимо использование матриц преобразований (матрица поворота, матрица перехода и т.д.), что значительно увеличивает время вычислительных операций и нагрузку на центральный процессор и оперативную память.

**Принцип решения проблемы.** В данной работе сделана попытка построить модель световой среды помещения, которая позволяла бы определять параметры светового поля от источников разной конфигурации, произвольно расположенных в пространстве, современными средствами на основе использования точечного исчисления Балюбы-Найдыша (БН-исчисление). В отличие от других математических аппаратов вообще и векторного исчисления в частности точечное исчисление позволяет работать непосредственно с объектом, в каком бы пространстве он



Рис.1. Изогнутый дом в польском г. Сопот

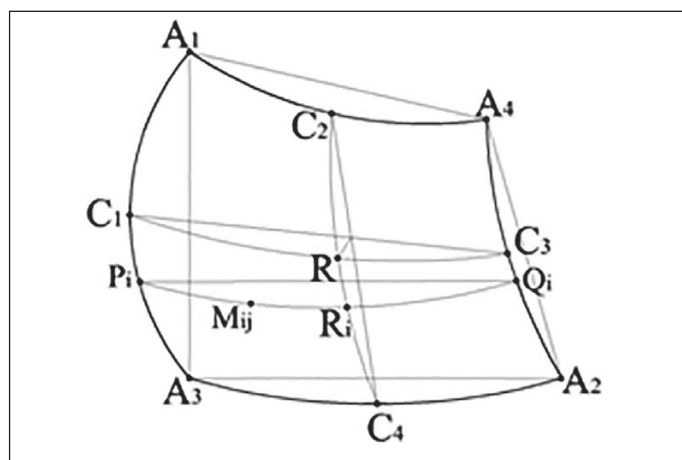


Рис.2. Схема сканирования четырёхугольного светопроёма с криволинейными сторонами

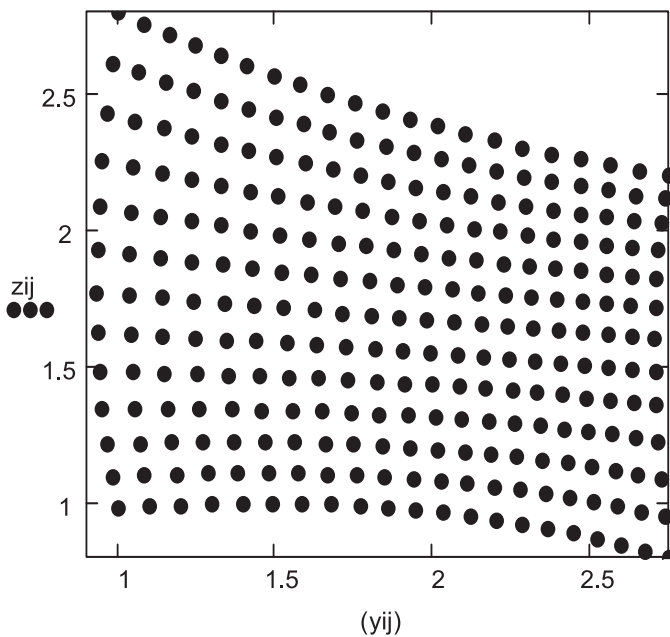


Рис.3. Визуализация точечного множества для светопроёма, плоскость которого наклонена в помещении от вертикали (рис.1) на  $25^\circ$

ни находился, а не с его проекциями. Эта его особенность возможна благодаря использованию особых параметров, которые являются инвариантами параллельного проецирования. Такой подход позволяет решать требуемую задачу без использования матриц преобразований.

Суть предлагаемого метода заключается в следующем. Основание телесного угла излучающей поверхности можно представить в виде определённой совокупности точек. При известных параметрах (координатах) этих точек можно легко определять телесный угол с использованием простых арифметических операций. Компьютер оперирует числами и операциями с ними. Если точку характеризовать совокупностью чисел, то можно моделировать излучающие участки пространства посредством компьютерных технологий. Для этого можно использовать декартову систему координат, в которой излучающий участок пространства задаётся симплексом опорных (характерных) точек, принимаемых из архитектурно-конструктивных соображений. Для компьютерных расчётов необходимо не непрерывное, а дискретное множество точек рассматриваемого геометрического объекта, которое обеспечивает необходимую точность расчётов.

Возьмём для примера светопроём (рис. 2), имеющий координаты вершин углов ( $A_1-A_4$ ), середин четырёх дуг ( $C_1-C_4$ ) и центральной точки  $R$ . Здесь все параметры определяются из проекта. (Ведь архитектор задаёт форму светопроёма и назначает его размеры.)

Для сканирования по всей площади криволинейного четырёхугольника выражаем вертикальные стороны через точечные координаты следующими уравнениями парабол:

$$\begin{aligned} P_i &= A_3(1-t)(1-2t) + 4C_1t(1-t) + A_1t(2t-1); \\ Q_i &= A_2(1-t)(1-2t) + 4C_3t(1-t) + A_4t(2t-1); \\ R_i &= C_4(1-t)(1-2t) + 4Rt(1-t) + C_2t(2t-1), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $P_i$ ,  $R_i$  и  $Q_i$  – текущие точки соответствующих дуг  $A_1C_1A_3$ ,  $C_4RC_2$  и  $A_4C_3A_2$ .

Для сканирования в другом направлении составляется точечное уравнение дуги  $P_iR_iQ_i$ :

$$\begin{aligned} M_{ij} &= P_i(1-\tau)(1-2\tau) + \\ &+ 4R_i\tau(1-\tau) + Q_i\tau(2\tau-1) \end{aligned} \quad (2)$$

где  $M_{ij}$  – текущая точка сканирования в пределах границ плоской фигуры;

Здесь  $0 \leq t \leq 1$ ,  $0 \leq \tau \leq 1$  – параметры, определяющие перемещение точки  $M_{ij}$  в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Реализация предложенной методики формирования точечного множества, осуществлённая в среде «MathCAD», представлена на рис. 3.

Имея координаты точек сканирования, можно представить весь телесный угол светопроёма в виде совокупности элементарных пирамид, основаниями которых являются четыре соседние точки. Тогда освещённость на плоскости, средняя сферическая освещённость и значение светового вектора определяются по известным формулам.

**Выводы и перспективы.** В статье предложен новый подход к созданию модели природной световой среды помещения, имеющего светопроёмы с криволинейными контурами, произвольно расположенными в пространстве. Данная работа служит основанием для создания программного обеспечения для проектирования оптимальной световой среды в подобных зданиях. Работа только начата и предстоит ещё многое сделать в этом направлении. В частности, интересную задачу представляет собой создание модели светового поля в помещениях с криволинейными поверхностями. Эта задача может быть также решена с помощью точечного исчисления.

В статье 12 с., 5 рис., 1 табл. и 8 библиографических ссылок.



**Егорченков Владимир Алексеевич,** кандидат техн. наук, доцент. Окончил в 1972 г. Макеевский инженерно-строительный институт. До середины 2014 г. доцент Донбасской государственной академии строительства и архитектуры. В настоящее время – доцент Киевского национального авиационного университета



**Конопакций Евгений Викторович,** кандидат техн. наук, доцент. Окончил в 2004 г. Донбасскую государственную академию строительства и архитектуры. Доцент кафедры специализированных информационных технологий и систем этого же вуза. Научные интересы: развитие теории обобщённой тригонометрии и гониометрии; определение геометрических многообразий в многоугольной и многорадиальной параметризации с помощью обобщённых тригонометрических функций; геометрическое моделирование многопараметрических процессов и явлений в точечном исчислении Балубы-Найдыша

# Проблемные вопросы радиометрических измерений

О.М. МИХАЙЛОВ<sup>1</sup>

Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения, Санкт-Петербург

## Аннотация

Современные методы измерений в области фотометрии и колориметрии всё более склоняются в сторону использования значений спектральной плотности фотометрической величины для определения как интегральных эффективных величин, так и для измерений значений колориметрических величин самосветящихся и несамосветящихся источников излучения, применяемых в осветительных установках и световых приборах. Это связано с ограничением использования ламп накаливания и расширением масштаба применения энергоэффективных современных источников излучения в технике освещения. Данная публикация (заметки) посвящена проблемным вопросам спектральных измерений оптического излучения в широкой области спектра.

**Ключевые слова:** энергетическая фотометрия, визуальные измерения, корректирование, эффективность, погрешность, спектральная плотность величины, компьютерное преобразование, светодиод, цветность излучения, электролюминесценция, пространственное распределение излучения.

## 1. Обращение к читателям

Выбор тематики статьи обусловлен родом и направлением деятельности автора и интересом к подобной научной направленности со стороны читателей. Поднятая тема является основополагающим аспектом деятельности практически всех фирм и учебных заведений по научному направлению энергетической фотометрии, являющейся, в свою очередь, неотъемлемой частью светотехники.

Цель данных заметок – побудить читателей к дискуссии или высказываниям по поднятой проблеме.

## 2. Светодиоды, традиционные источники, энергосбережение и эффективность

Эффективная величина «световой поток  $\Phi_v$ », в люменах, естественно, отличается от «потока излучения  $\Phi_e$ » ( $\Phi_e = \int \Phi_e(\lambda)d\lambda$ ), в Ваттах:

$$\Phi_v = K_m \int_{380}^{780} \Phi_e(\lambda)V(\lambda)d\lambda,$$

где  $K_m$  – максимальная спектральная световая эффективность ( $K_m = 683$  лм/Вт);

$\Phi_e(\lambda)$  – функция спектральной плотности потока излучения, Вт/нм;

$V(\lambda)$  – функция относительной спектральной световой эффективности излучения для дневного зрения стандартного фотометрического наблюдателя МКО.

Таким образом, световой поток – эффективная величина, образованная в результате воздействия электромагнитного излучения на глаз, тогда как на окружающие предметы воздействует не свет, а электромагнитное излучение. Изменения, которые происходят в объекте, зависят от его свойств и  $\Phi_e(\lambda)$ .  $\Phi_e$  обуславливается не только видимым участком электромагнитного излучения, а большим спектральным диапазоном. Для оценки (не для измерений световых характеристик) системы освещения, осветительных установок зачастую используются методики, основанные на зрительном восприятии. В то же время оценку  $\Phi_e$  проводить по зрительному ощущению недопустимо.

Измеренная в люксах освещённость на заданной плоскости может быть одинаковой от разрядной лампы, лампы накаливания (ЛН) или светодиода (СД). Существенное различие спектров излучения этих источников света ведёт к погрешностям измерения освещённости интегральным люксметром, связанным с качеством коррекции измерительного прибора под кривую  $V(\lambda)$ .

СД мало излучают в фиолетовой ( $\lambda < 440$  нм) и дальней красной ( $\lambda > 680$  нм) областях видимого спектра. Поэтому передача цвета по сравнению со стандартными излучателями МКО у них другая. (Вы можете не узнать свою машину по цвету на подземной парковке, освещённой светодиодами с СД.)

В России, как и во всём мире, пропагандируется переход от тепловых источников излучения к электролюминесцентным (СД и разрядным компактным лампам). СД (неорганические) обладают специфическими оптико-физическими свойствами и требуют для своей работы меньших энергозатрат, а срок службы их определяется, во многом, пускорегулирующими устройствами. В то же время экономически (из-за высокой цены) они уступают традиционным ЛН и даже КЛЛ. Электролюминесцентный источник излучения – это современное высоконадёжное полупроводниковое устройство «невакуумной» конструкции, в котором энергия электрического поля непосредственно преобразуется в излучение, что определяет его небольшую потребляемую мощность.

Основные характеристики световых приборов с СД – спектральный состав излучения,  $\Phi_e$ , зависимость яркости от напряжения, тока и их частоты, потребляемая мощность, световая отдача и срок службы. Цвет излучения люминофора и спектр излучения СД зависят от применяемого активатора, его концентрации и режима возбуждения. Существенным ограничением срока службы СД является старение (деградация) электролюминофора в процессе работы, приводящая к снижению яркости и изменению колориметрических характеристик. Цвет излучения может быть любым, в том числе белым любых оттенков. СД-источники излучения («новые») и, например, КЛЛ и традиционные ЛН («старые») источники излучения должны подвергаться комплексным испытаниям на предмет передачи цветовых отличий, воспроизводимости параметров излучения и экономической целесообразности применения в устройствах разного назначения.

Увеличение стоимости энергоносителей и ужесточение требований экологической безопасности настойчиво заставляют заниматься экономией электроэнергии для городско-

<sup>1</sup> E-mail: mom1938@mail.ru

го и бытового освещения. По сравнению со «старыми» источниками излучения СД (неорганические) имеют высокую эффективность преобразования электрической энергии в энергию излучения, а органические СД обладают достаточной яркостью, небольшим потоком излучения и длительным сроком службы. В то же время органические СД экологически более безопасны по сравнению с СД, производство которых с точки зрения экологии удовлетворительным назвать нельзя. Органические СД для систем освещения только начинают свой жизненный путь. В отличие от СД, из них можно изготавливать однородно светящие неслепящие поверхности с высоким общим индексом цветопередачи.

Воспроизведение большинства цветов, в том числе коричневого, золотого, пурпурного и др., при освещении объекта осветительным прибором с СД весьма неудовлетворительно. Само же понятие «цветопередача» требует новой терминологической обоснованности, как и коррелированная цветовая температура.

Всё это лежит в основе того, что определение параметров осветительных приборов с СД необходимо дополнять с применением объективных спектральных приборов и спектро-радиометрических методов измерений. Это достаточно новое явление в рутинных световых и цветовых измерениях, для которых типичными и повсеместными были интегральные методы измерений значения эффективных величин с помощью фотометров и колориметров. При этом относительная спектральная чувствительность фотоприёмных устройств (ФПУ) подобных приборов должна была корректироваться под относительную спектральную кривую задачи измерений.

### 3. Необходимость корректирования, погрешности световых и цветовых измерений

Необходимость указанного корректирования ФПУ несомненна в случае измерения разных интегральных эффективных величин. Классические эффективные величины – световые. Кроме них существуют эффективные величины, определяемые, например, функциями (кривыми) фотобиологической опасности

для сетчатки в ИК и синей областях спектра, эритемной, бактерицидной, фотосинтезной кривыми и функциями сложения в колориметрии. Большинство методов корректирования используют установку в оптическую схему фотоприёмника селективно отрезающих цветных светофильтров из разных материалов. Определения марки светофильтров и их толщин по известной чувствительности фотоприёмника современными вычислительными средствами трудностей не представляют. Правда, сами эти процедуры довольно громоздки, так как должны учитываться разбросы чувствительности ФПУ, категории варки, например, стеклянных светофильтров и габаритные размеры выходного приспособления. Корректирующий светофильтр может состояться тремя способами: субтрактивный способ (*B*), когда цветные стёкла накладываются друг на друга и перекрывают весь пучок излучения, вычитая нерабочие области спектра; аддитивный способ (*A*) – когда цветные стёкла располагаются рядом и перекрывают разные части сечения пучка, суммируя полезные области спектра; комбинированный способ (*C*) – комбинация двух первых способов, когда к светофильтру, составленному по способу *B*, добавляются два стекла разной окраски по способу *A*, перекрывающие некоторые регулируемые части пучка.

Особая трудность и проблема возникают при контроле качества исправления относительной спектральной чувствительности фотометра под заданную кривую измерительной задачи. Существовавшие методы оценки по пяти лампам и значениям специфических величин  $\Delta$ ,  $f_z$  и  $f_1$  в современных условиях не всегда корректны [1, 2]. Широкое развитие квази-монокроматических излучателей (СД, органические СД и полупроводниковые лазеры) позволяет опираться на спектральную оценку или проверку по квази-монокроматическому излучению цветных СД.

В отличие от любых других измерений погрешность световых и цветовых измерений связана не только с классическими положениями теории погрешности, но и с методом градуировки и видом измеряемой зависимости. Уровень излучения или его цвет измеряются во всём их при-

родном многообразии, а градуировка производится по стандартному излучению МКО. Погрешность градуировки легко рассчитывается, а погрешность измерения конкретного излучения, особенно сложного или линейчатого состава, подчас трудно предсказуема. Эталоны цветности излучения могут быть только спектрально чистые излучения и цветности излучения чёрного тела при разной температуре. При этом погрешность интегрального метода измерений продукции, имеющей спектр, отличный от спектра эталонного излучателя, будет значительной из-за неопределённости оценки качества коррекции применяемого фотометра или колориметра.

Сейчас появилась возможность проводить точные измерения интегрального эффективного излучения путём определения относительного спектра исследуемого излучения и компьютерного расчёта эффективного потока по табличным данным МКО. Качество корректирования при этом не учитывается, так как оно практически идеально, но погрешность измерения, например, световых величин будет зависеть целиком от точности измерения спектральной плотности искомой характеристики. В современных условиях необходимо использовать стабильный высокочувствительный приёмник оптического излучения (ПОИ), развитую компьютерную технику и обязательный экспериментальный массив результатов измерения уровня некогерентного излучения. Эксперименты подтвердили возможность световых измерений спектро-радиометрическими методами. Современные спектро-радиометры имеют выход на компьютер и программное обеспечение, в которое входят табулированные функции сложения для расчёта колориметрических и фотометрических величин. При этом легко находить  $E_v$  в режиме как бы «безпогрешностного» измерения значения световой величины в любом разумном спектральном интервале видимого диапазона, определяя  $E_e(\lambda)$  – функцию спектральной плотности энергетической освещённости.

Кроме того, есть идеи новых физических моделей эталонных источников излучения: например светового люмена. Световой люмен – источник

излучения, относительная  $\Phi_e(\lambda)$  которого повторяет  $V(\lambda)^2$ .

Легированный европием материал тиагаллат стронция является перспективным составом для изготовления эффективных люминофоров, испускающих излучение зелёного цвета и работающих при низком возбуждающем напряжении.

Спектральные характеристики (рис. 1) исследуемых образцов показывают, что после соответствующей обработки можно получить материал, обладающий большой яркостью фотолюминесценции. Дальнейшие технологические операции (радиационное, гамма- и электронно-лучевое модифицирование) позволяют изменять вид спектра излучения и смещать значение пиковой длины волны  $\lambda_m$  на  $\pm 50$  нм. Новизна данной разработки очевидна, а практическую значимость следует всесторонне обсудить.

#### 4. Спектральные измерения вообще

К спектральным измерениям относятся измерения: спектральной плотности параметров излучения; спектральной чувствительности фотоприёмников и ФПУ; спектральных коэффициентов пропускания и отражения материалов, газообразных и конденсированных сред.

Определение спектральных характеристик материалов и сред, в принципе, решается с помощью специализированных спектрофотометров, выпускаемых на основе прецизионных сканирующих монохроматоров, или предназначенных для рутинных измерений ПЗС-спектрометров. Такого же типа диспергирующие приборы могут использоваться для измерения спектральных характеристик источников излучения методом сравнения с эталонным источником спектрального

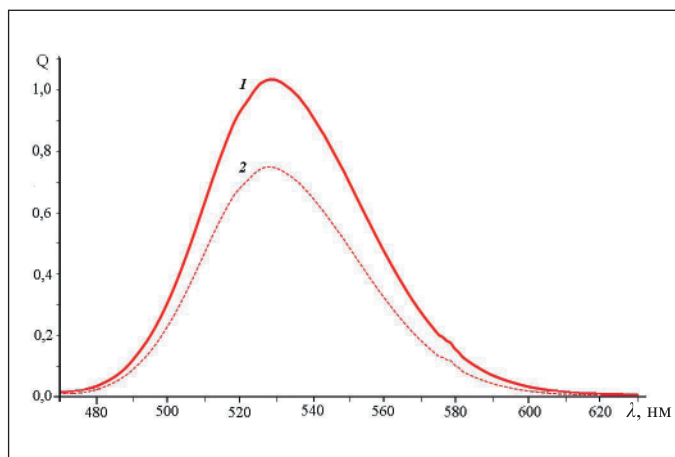


Рис. 1. Спектры фотолюминесценции исследуемых плёнок  $\text{SrGa}_2\text{S}_4:\text{Eu}$  (тиагаллат стронция) после отжига в парах серы с электронно-лучевой обработкой (1) и без неё (2)

распределения требуемой характеристики. Трудности, вполне преодолимые, могут возникать при регистрации значения спектральной плотности мощности (энергии) импульсного, лазерного и многолинейчатого излучения. В значительной степени они обусловлены спектральным (сотые доли нанометра), временным (переходная импульсная характеристика до единиц пикосекунд) и пространственным (вид индикатрисы, поляризация) разрешением. Здесь надо обратить внимание на два обстоятельства: рассеивание излучения диспергирующей системой (и высшие порядки разложения) и самопоглощение собственного излучения плазмой в импульсном разряде. Регистрация импульсов излучения малой длительности нуждается в применении приёмника излучения, постоянная времени которого не превышает  $10^{-10}$  с. С рассеянным излучением бороться очень сложно. Следует применять механические диафрагмы и шторки, смену приёмника или, как при исключении высших порядков разложения дифракционной решётки, отрезающие полосовые светофильтры. В импульсном разряде спектральное распределение, например, силы излучения и спектральное распределение энергии излучения различны. Объясняется это сложными физическими процессами в разряде. На повышение точности подобных спектральных измерений определённое влияние оказывает абсолютизация получаемых данных и стабильность работы объекта измерений, так как за один импульс получить полный спектр невозможно (разложение в ряды Фурье не рассматриваем).

Интегральные по длинам волн измерения параметров излучения в разных участках оптического спектра

всегда остаются проблемой, разрешаемой принятием определённых договорённостей на международном уровне. В ИК области спектра применяют коэффициент использования. В видимой области – систему световых величин. В УФ диапазоне – целенаправленные эффективные потоки (бактерицидный, эритемный и др.). Применение для регистрации спектра неселективных приёмников обеспечивает достоверное и точное измерение излучения любого вида. Ослабление же и модификация воздействующего излучения в конкретных измерительных задачах не имеет к этим результатам никакого отношения. Способы абсолютизации данных радиометрических и спектрорадиометрических измерений нуждаются в обсуждении. Наиболее точные способы самокалибровки и моделей чёрных тел имеют несомненные преимущества и определённые недостатки [4, 5]. Разделение УФ области на области УФ-А, УФ-В и УФ-С, а ИК области на ближнюю и дальнюю области ограничивает использование надёжных и достоверных методов. П-образное распределение никогда не достигается имеющимися средствами, а компьютерная обработка спектральных измерений легко справляется с этой задачей. Слепое следование разделению на подобласти (зоны) ведёт к серьёзным ошибкам измерения значений величин энергетической фотометрии, так как излучение «не знает», что оно нарезано искусственно. Истинное воздействие излучения на объекты и среду регистрируется с огромной погрешностью.

Спектральную чувствительность приёмника  $S(\lambda)$  можно оценивать квантовым выходом  $Q$ , т.е. отношением числа фотоэлектронов к числу па-

<sup>2</sup> Современные достижения в нано- и химической технологиях позволяют предложить неожиданный и весьма дискуссионный метод создания модели источника излучения заданного спектрального состава, который и можно назвать «световой люмен». Суть предложения в том, что с помощью воспроизводимых технологических приёмов компоновки электролюминесцентных источников излучения образуется источник света,  $\Phi_e(\lambda)$  которого по виду приближается к  $V(\lambda)$  [3].

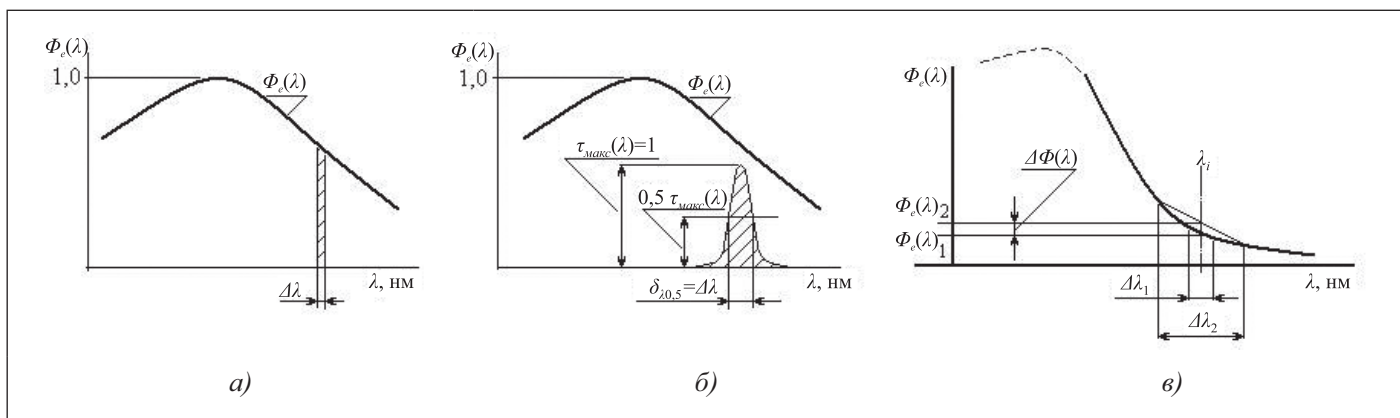


Рис. 2. Особенности спектральных измерений: спектральное разрешение (а), интерференционный фильтр (б) и влияние ширины щели (в)

дающих на чувствительную поверхность квантов:

$$Q = \frac{I \cdot h \cdot c}{\Phi_e \cdot n \cdot e \cdot \lambda};$$

где  $I$  – реакция приёмника,  $n$  – показатель преломления воздуха. Сделаем необходимые преобразования, получим при квантовом выходе, равном 1, формулу для  $S(\lambda)$ :

$$S(\lambda) = I / \Phi_e = (\lambda \text{ [нм]} / 1239,5) \text{ [А/Вт]}$$

Некоторые фотоприёмники, например, кремниевые и германиевые фотодиоды в определённой области спектра имеют квантовый выход, равный 1. В силу ряда причин не все фотоны при этом работают на фотоэффект. Часть их отражается от границы раздела (поверхность ФПУ – внутренний чувствительный слой). Тогда  $S(\lambda) = \alpha(\lambda) \cdot \lambda / 1239,5 \text{ [А/Вт]}$ . В особо расположенных нескольких однотипных приёмниках за счёт увеличения показателя экстинкции (доли невозвращённого излучения) путём многократного использования отражённого излучения [5] значения  $\alpha(\lambda)$  заставляют стремиться к 1. В этом случае абсолютная спектральная чувствительность (явление самокалибровки) определяется первым выражением. Необходимо измерять только ток в электрической цепи приёмника и длину волны излучения. Зная абсолютную привязку на одном участке кривой  $S(\lambda)$ , легко перейти на весь диапазон чувствительности по длинам волн, измерив относительную спектральную чувствительность используемого приёмника излучения. Немало-

важным обстоятельством при широкополосных спектральных измерениях в энергетической фотометрии является красная граница фотоэффекта, т.е. длина волны, для которой наличие чувствительности приёмника излучения означает ошибку измерения.

Следует обсудить и методики равноспектральной и равносигнальной фотометрии и радиометрии. Первая чаще используется при измерении спектральной чувствительности ФПУ, а вторая – при измерении спектральной плотности параметров излучения. Обусловлено такое положение тем, что в первом случае необходимо исключить влияние рассеянного излучения, а во втором – стремиться работать на линейном участке характеристики «выходной сигнал приёмника/входное воздействие излучения».

Измерение спектральной чувствительности ФПУ остаётся трудоёмким и сложным звеном в общей проблеме энергетической фотометрии. Это обусловлено: во-первых, необходимостью измерять приборы разного класса (термоэлементы, фотоэлементы, фотоумножители, фотодиоды, ПЗС и т.п.); во-вторых, необходимостью использования специального оборудования (вакуум, тепло); в-третьих, трудностями метрологического обеспечения, в том числе необходимостью наличия достоверных приспособлений, модифицирующих излучение в разных участках спектра. Перепад чувствительности многих фотоприёмников достигает нескольких порядков. На красной границе чувствительности устройства возникает трудноразрешимая проблема её измерения. Она связана со спектральным разрешением диспергирующего прибора (рис. 2).

Предпочтение в выборе образцовых средств должно отдаваться требованиям равноспектральной фотометрии. Достоверность и надёжность измерения чувствительности подтверждается такими факторами, как сохранение информативного параметра при многократных измерениях, сличения результатов измерений при использовании разных установок и методов определения абсолютного значения. В качестве одного из методов определения используют явление самокалибровки. Абсолютная спектральная чувствительность в областях спектра, в которых наблюдается постоянство квантового выхода, устанавливается с помощью двух операций измерения. Сначала измеряется коэффициент отражения чувствительной площадки, а затем ток в цепи приёмника без использования мер сравнения. Спектральный прибор, в составе которого имеется приёмник с постоянным квантовым выходом (*Trap Detector* [5]), позволяет измерять  $\Phi_e(\lambda)$  любого типа и даёт возможность абсолютизации относительных спектральных характеристик световых приборов [6].

## Заключение

С середины 1970-х спектральные измерения источников и приёмников оптического излучения и спектрофотометрические измерения неизлучающих материалов и сред получили широкое развитие в отечественном приборостроении, получила развитие эталонная база метрологического обеспечения этих видов измерений на государственном уровне. В настоящее время методы спектральной ра-



диометрии находят широкое применение в рутинных измерениях, не всегда обеспечивающих условие единства измерений. Современные спектральные приборы строятся на принципах «экспресс измерений» в технологических операциях на производстве и в качестве контрольных приборов оценки цветовой среды. В них используются ФПУ типа ПЗС-матриц, специальное программное обеспечение и примитивная оптическая система. Проблемы метрологического обеспечения таких приборов заставляют перейти на новый уровень требований при их исследовании и испытаниях, с обязательным обеспечением единообразия средств и единства измерений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический отчёт МКО CIE 53:1982 «Methods of Characterizing the Performance of Radiometers and Photometers».
2. Стандарт МКО CIE S 023/E:2013 «Characterization of the Performance of Illuminance Meters and Luminance Meters».
3. Михайлов Олег, Марков Егор, Томский Константин. Зависимость качества экранного изображения от источника излучения. – Саарбрюкен: Palmarium Academic Publishing, 03.09.2014, 2014. – 76 с.
4. Михайлов Олег, Сычёв Максим, Огурцов Константин. Фотометрия и метрика дисплеев. Монография. – Саарбрюкен: Palmarium Academic Publishing, 22.10.2014, 2014. – 220 с.
5. Fox N.P. Trap Detectors and their properties // Metrologia. – 1991. – Vol. 28. – P. 197–202.
6. Stolyarevskaya R.I., Bartsev A.A., Belyaev R. Methodology of LED Luminaire BLH Radiance Measurements / Proc. CIE conf. «Lighting Quality and Energy Efficiency», 2012. – P. 215–222.



**Михайлов Олег Михайлович**, доктор техн. наук, профессор. Окончил в 1963 г. Ленинградский институт точной механики и оптики. Известный специалист

в области энергетической и импульсной фотометрии, колориметрии и метрики оптического излучения. Профессор кафедры светотехники Санкт-Петербургского государственного института кино и телевидения. Заслуженный метролог РФ

## ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, КАСАЮЩИХСЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ И НАРУЖНЫХ УСТАНОВОК

### 1. Нормативные документы, касающиеся проектирования электрооборудования зданий, сооружений и наружных установок, вводят в действие:

- Технический регламент Российской Федерации – Федеральный закон.
- Технический регламент Таможенного Союза – Комиссия Таможенного Союза,
- Стандарты (ГОСТ) – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт),
- Стандарты и Своды Правил, касающиеся пожарной безопасности – МЧС Российской Федерации. Стандарты и Своды Правил регистрируются в Росстандарте,
- Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН), касающиеся естественного и искусственного освещения зданий – Главный государственный санитарный врач Российской Федерации,
- Технические условия на изготовление электрооборудования – головные организации отрасли и предприятия-изготовители.

2. Своды Правил вводило в действие Министерство регионального развития России (Минрегион). Своды Правил регистрировались в Росстандарте.

Указом Президента Российской Федерации с 8 сентября 2014 г. Минрегион упразднён.

### 3. Федеральный закон от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

#### Статья 2 Основные понятия

– **Стандарт** – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются

характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг.

Стандарт может также содержать правила и методы исследований (испытаний) и измерений, правила отбора образцов, требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения.

– **Технический регламент** – документ, который принят международным договором Российской Федерации, подлежащим ратификации в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или в соответствии с международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или федеральным законом, или указом Президента Российской Федерации, или постановлением Правительства Российской Федерации, или нормативным правовым актом федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции или к продукции и связанным с требованиями к продукции процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

– **Свод Правил** – документ в области стандартизации, в котором содержатся технические правила и (или)

описание процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции и который применяется на добровольной основе в целях соблюдения требований технических регламентов.

#### **4. ГОСТ Р 1.0–2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»**

В ГОСТ Р 1.0–2012 дополнены требования по применению стандартов и сводов правил:

##### **Принципы стандартизации:**

Национальная стандартизация осуществляется в соответствии с принципами, установленными в Федеральном законе от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ «О техническом регулировании»:

- добровольного применения документов в области стандартизации,
- недопустимости противоречия стандартов техническим регламентам.

##### **Применение документов в области стандартизации**

**Пункт 8.3** Применение национального стандарта Российской Федерации, действующего в этом качестве межгосударственного стандарта\* или свода правил может стать обязательным для организации любой формы собственности на основании:

- организационно-распорядительного документа этой организации или вышестоящей организации (или органа власти, которому подчиняется организация),
- нормативной ссылки на стандарт (свод правил) в собственных стандартах организации или технической документации,
- соглашений или договоров (контрактов) со ссылкой на стандарт (свод правил),
- указания обозначения стандарта в маркировке продукции и/или в сопроводительной документации.

**Пункт 8.4** Примечание\* – Государственные стандарты Российской Федерации и действовавшие в этом качестве межгосударственные стандарты

признаны национальными стандартами в силу Постановления Госстандарта России от 30 января 2004 года № 4 «О национальных стандартах Российской Федерации», зарегистрированного Минюстом России в качестве нормативного правового акта 13 февраля 2004 года (№ 5546).

**Пункт 8.5** При использовании документа в области стандартизации необходимо учитывать, что данный документ (стандарт) может быть заменён на другой или отменён без замены\*\*, а в действующий документ (стандарт) могут быть внесены изменения и/или поправки. Соответствующую информацию размещают в информационной сети общего пользования – в сети Интернет на официальных сайтах:

- национального органа Российской Федерации по стандартизации,
- Федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов,
- международных организаций по стандартизации,
- региональных организаций по стандартизации (в том числе Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации, если применяемый в организации межгосударственный стандарт не введён в действие в Российской Федерации).

Примечание\*\* – Необходимость обращения к сайтам международных и региональных организаций может быть обусловлена прямым или косвенным применением в организации соответствующих международных и региональных стандартов.

Действие применяемого стандарта можно проверить по ежегодно издаваемому указателю «Национальные стандарты».

**5.** При переводе на русский язык стандартов Международной электротехнической комиссии (МЭК) и других международных стандартов предусмотрены три степени соответствия национальных стандартов стандартам МЭК:

- **IDT** – идентичные стандарты, выполняемые на основе аутентичного перевода без внесения изменений,

- **MOD** – модифицированные стандарты, при переводе которых вносятся дополнения, отражающие потребности национальной экономики Российской Федерации,

- **NEQ** – неэквивалентные стандарты.

Степени соответствия указываются в стандартах.

**6.** Отмечается, что с вводом в действие комплекса ГОСТ Р / Стандарты Международной электротехнической комиссии (МЭК) Правила устройства электроустановок (ПУЭ) изменены и дополнены.

**В письме Управления энергетического надзора Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) от 21 июля 2014 года № 10–00–12/1188 сообщается следующее:**

В соответствии с требованием Федерального закона «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ:

- Изменения в Правила устройства электроустановок (ПУЭ) вносит федеральный орган исполнительной власти, который разрабатывал данный документ. Таким федеральным органом исполнительной власти является Минэнерго России.

- Дальнейшая работа по пересмотру ПУЭ будет возможна после принятия соответствующего Федерального закона.

- Выбор того, каким документом руководствоваться (ГОСТ или ПУЭ) зависит от конкретной ситуации. Одновременно сообщаем, что необходимость применения вышеуказанных документов в конкретных условиях определяется проектировщиком, который несёт ответственность за надлежащее составление технической документации, включая недостатки в ходе строительства, а также в процессе эксплуатации объекта (статья 761 Гражданского кодекса Российской Федерации).

Отмечается, что это решение обеспечивает взаимодействие проектировщиков со специалистами Ростехнадзора при приёмке объектов в эксплуатацию.

Наименование нормативного документа	Выполнение требований нормативного документа
Технический регламент Российской Федерации	Выполнение требований является обязательным
Технический регламент Таможенного Союза	
Национальный стандарт Российской Федерации (ГОСТ)	<p>- Выполнение требований является добровольным.</p> <p>– Соблюдение требований, содержащихся в этих документах, может стать обязательным для организации любой формы собственности при выполнении требований пункта 8.3 ГОСТ Р 1.0–2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».</p> <p>Текст пункта 8.3 ГОСТ Р 1.0–2012 указан выше.</p>
Национальный стандарт Российской Федерации / стандарт Международной электротехнической комиссии (ГОСТ)	
Межгосударственный стандарт (ГОСТ)	
Национальный Свод Правил Российской Федерации (СП)	
Правила устройства электроустановок (ПУЭ)	<p>В соответствии с письмом Ростехнадзора от 21 июля 2014 года № 10–00–12/1188 выбор того, каким документом руководствоваться (ГОСТ или ПУЭ) зависит от конкретной ситуации.</p> <p>Этот вопрос решает проектировщик.</p>

### 7. В таблице приведён перечень нормативных документов и условия выполнения их требований.

Перечень основных нормативных документов целесообразно указывать в задании на проектирование электроустановки здания, сооружения, наружной установки.

8. От организации (юридического лица) или любого пользователя стандарта (свода правил) возможны следующие варианты обращений:

- получение разъяснений по определённым позициям стандарта или свода правил,
- предложения по обновлению стандарта или свода правил (в виде изменения, пересмотра или поправки).

Для получения разъяснений обращения следует направлять в организации-разработчики соответствующего стандарта или свода правил.

Для предложений по обновлению стандарта или свода правил, введённых в действие Росстандартом, обращения следует направлять в технический комитет ТК 016 «Электроэнергетика» Федерального агентства

по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

### 9. В соответствии с требованиями ГОСТ Р 1.2–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления и отмены»:

**Пункт 5.1.4** Секретариат ТК (Национальный орган Российской Федерации по стандартизации) рассматривает, анализирует и обобщает полученные предложения по обновлению национального стандарта, оценивает их актуальность, определяет способ обновления стандарта (в виде изменения, пересмотра или поправки) и определяет возможные источники финансирования этой работы.

**Пункт 5.2.9** Изменение к стандарту вводят в действие не ранее трёх месяцев после его утверждения и с учётом времени, необходимого для проведения соответствующих организационно-технических мероприятий.

Порядок выполнения работ по обновлению стандарта (в виде изменения, пересмотра или поправки) указан в ГОСТ Р 1.2–2004.

10. Для получения разъяснений по определённым позициям или предложениям по обновлению стандартов или сводов правил, касающихся противопожарной защиты зданий (сооружений) и пожарной безопасности электроустановок, обращения следует направлять в ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

11. Для получения разъяснений по определённым позициям или предложениям по обновлению сводов правил, введённых ранее в действие Минрегионом, обращения целесообразно направлять в технический комитет ТК 016 «Электроэнергетика» Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

12. В Управление энергетического надзора Ростехнадзора, Москва, целесообразно направлять обращения, касающиеся электрической безопасности и защиты жизни или здоровья граждан.

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

## Выставка «*Interlight Moscow powered by Light + Building*» 2015 включена в список официальных мероприятий Международного года света и световых технологий

20 декабря 2013 г. Генеральная Ассамблея ООН официально объявила 2015 г. Международным годом Света и Световых технологий (*IYL2015*).

Объявив *IYL2015*, ООН признала важность повышения информированности мировой общественности о том, как на основе световых технологий обеспечиваются решения глобальных проблем в здравоохранении, энергетике, образовании и сельском хозяйстве, а также важность содействия карьере в «науке, изучающей свет, и её ответвлениях».

В течение 2015 г. во всём мире пройдут разнообразные мероприятия, посвящённые свету, в том числе и «*Interlight Moscow powered by Light + Building*» (Международная выставка декоративного и технического освещения, электротехники и автоматизации зданий), **ЦВК «Экспоцентр» Москва, Россия, 10–13 ноября 2015 г.**

Международная выставка декоративного и технического освещения, электротехники и автоматизации зданий – единственная выставка в России и странах СНГ, демонстрирующая полный спектр тем по освещению, электротехнике и системам автоматизации зданий. Ежегодно выставка подтверждает статус ключевого мероприятия отрасли, демонстрируя профессиональной аудитории динамичный рост и развитие.

В 2015 г. выставка будет представлена в 5 павильонах и 13 залах ЦВК «Экспоцентр»:

- Павильон 1: технический свет, электротехника, автоматизация зданий и умный дом, электрические лампы, источники питания;
- Павильон 5 (залы 1, 2): национальная китайская экспозиция;
- Павильон 7 (залы 1, 2): национальная китайская экспозиция;
- Павильон 7 (залы 3–6): декоративное освещение;
- Павильон 8 (залы 1–3): LED, праздничное освещение;

- Павильон «Форум»: техническое освещение.

Экспозиция выставки уже практически сформирована. Среди ключевых компаний, подтвердивших своё участие на 2015 г., мировые лидеры отрасли: ГК «Вартон» (Россия), *Uniel* (Россия), «Сонекс» (Россия), «Ардатовский светотехнический завод» (Россия), ГК «Технолайт» (Россия), *Viart* (Россия), *Neo Neon* (Россия), *Tridonic* (Австрия), «Белинтегра» (Беларусь), *Seoul Semiconductor* (Республика Корея), *Mabelek* (Италия), *Fael Luce* (Италия), *OSRAM Opto Semiconductors GmbH* (Германия), *WAGO* (Германия), *Vossloh-Schwabe Deutschland GmbH* (Германия), *Arrant Light Oy* (Финляндия), *Klus* (Польша), *Moon light* (ОАЭ) и многие другие.

«*Interlight Moscow powered by Light + Building*» продолжает развиваться. В 2014 г. на выставке была представлена новая продуктовая группа – «Праздничное освещение», в рамках которой посетители ознакомились с основными трендами преображения городов и торговых центров к новогодним и праздничным мероприятиям. В 2015 г. экспозиция будет расширена объединённым европейским стендом «*Festive lighting Area*». С успехом прошедший в 2014 г. конкурс «Улица новогодних витрин» в этом году продемонстрирует новые работы молодых дизайнеров.

В 2015 г. продуктовая группа «источники питания» будет представлена в Павильоне 1, как часть раздела «Электротехника». Ведущие аналитики рынка прогнозируют в ближайшее время рост объёма продаж до \$3,5 млрд. Разработчики этой продукции сегодня ставят перед собой задачи по уменьшению габаритов, улучшению характеристик, а также развитию новых продуктов (например, источников питания для освещения светодиодами и планшетов). Свою продукцию (этой группы) на выставке планируют представить такие компании как «Трансвит», *Uniel*, «ЕКФ», *IEK*, ТДМ

«Электрик», «Перспектива Групп», «Электромонтаж», «Росэл» и «Экола».

Третий год подряд профессиональная ассоциация *KNX International* оказывает официальную поддержку выставке «*Interlight Moscow*» и помогает в организации специального проекта по автоматизации зданий и умного дома – «*KNX city*». Эта объединённая экспозиция представляет на своей площадке ведущие компании, работающие на комплексных системах автоматизации зданий, основанных на международном стандарте *KNX*.

В течение всех 4-х дней выставку будет сопровождать профессиональная деловая программа, которая представит, уже ставшие ключевыми мероприятиями форумы и конференции: Международный «*LED FORUM*» и форум «Автоматизация зданий и Энергоэффективность». Также в рамках деловой программы состоится награждение победителей конкурса «Российский светодизайн» и Всероссийская олимпиада *KNX*. Круглые столы, открытые дискуссии, мастер-классы и образовательные мероприятия пройдут на открытых конференц-площадках «*AGORA*» и «*Interlight Design Academy*».

«*Interlight Moscow powered by Light + Building*» – ведущее профессиональное событие в России и странах СНГ. «*Interlight Moscow powered by Light + Building*» относится к семье выставок «*Light + Building*», которые проводятся компанией *Messe Frankfurt GmbH*. Главная выставка «*Light + Building*» пройдёт с 13 по 18 марта 2016 г. в Франкфурте-на-Майне, Германия.

Более подробная информация доступна на <http://www.interlight.messefrankfurt.ru/>, контактное лицо Кирилл Луньков – [Kirill.Lunkov@russia.messefrankfurt.com](mailto:Kirill.Lunkov@russia.messefrankfurt.com).

Пресс-релиз компании  
«Мессе Франкфурт РУС»  
11.03.2015

## МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И ВЫСТАВКИ В 2015 ГОДУ (II ПОЛУГОДИЕ)

Дата	Название мероприятия	Место проведения
09-11.09	<b>Design&amp;Decor St.Petresburg - 2015</b> Международная интерьерная выставка	Санкт-Петербург, Россия www.exponet.ru
	<b>YUG-Energy - 2015</b> 2-я Специализированная выставка «Энергетика и освещение, возобновляемые и нетрадиционные источники энергии»	Ош, Кыргызстан www.exponet.ru
09-13.09	<b>ValoLight - 2015</b> Ярмарка осветительных приборов и технологий	Хельсинки, Финляндия www.exponet.ru
15-19.09	<b>BIEL Light + Building - 2015</b> Международная выставка электротехники, электроники и освещения	Буэнос-Айрес, Аргентина www.exponet.ru
16-18.09	<b>UzEnergyExpo - 2015</b> 10-я Международная специализированная выставка «Энергетика. Энергосбережение. Электротехника»	Ташкент, Узбекистан www.exponet.ru
29.09-01.10	<b>Public Health / Здравоохранение 2015</b> 24-я Международная медицинская выставка	Киев, Украина http://expomap.ru
06-09.10	<b>Vitrum - 2015</b> Международная специализированная выставка машин, оборудования для производства и обработки стекла и стекольной продукции	Милан, Италия www.exponet.ru
14-17.10	<b>Aleex - 2015</b> Выставка бытовой техники электроники и освещения	Гуанчжоу, КНР www.exponet.ru
14-16.10	<b>Smart Energy Expo - 2015</b> Международная выставка по энергоэффективности	Верона, Италия www.exponet.ru
21-24.10	<b>SOCHI-BUILD - 2015</b> Международный строительный форум	Сочи, Россия www.exponet.ru
27-29.10	<b>Lighting Kazakhstan - 2015</b> 5-я Казахская международная выставка «Освещение, светотехника и светодиодные технологии»	Алматы, Казахстан www.exponet.ru
	<b>Power Kazakhstan - 2015</b> 14-я Казахская международная выставка и конференция «Энергетика и освещение»	
27-30.10	<b>A+A - 2015</b> Выставка по безопасности, охране труда и здоровья на производстве	Дюссельдорф, Германия www.exponet.ru
28-30.10	<b>Hi-Tech Building - 2015</b> 14-я Международная выставка и конференция «Интеллектуальное здание»	Москва, Россия www.exponet.ru
10-13.11	<b>Interlight Moscow powered by Light+Building 2015</b> Международная выставка декоративного и технического освещения, электротехники и автоматизации зданий	Москва, Россия www.interlight.messefrankfurt.ru
27-29.11	<b>Lux Pacifica - 2015</b> Очередная конференция светотехнических обществ стран Тихоокеанского региона	Колката, Индия www.luxpacific.org
07-11.12	<b>Здравоохранение - 2015</b> 25-я Международная выставка «Здравоохранение, медицинская техника и лекарственные препараты»	Москва, Россия www.exponet.ru

**27-31**  
МАЯ, ЦДХ

XX МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ВЫСТАВКА АРХИТЕКТУРЫ  
И ДИЗАЙНА АРХ МОСКВА

# ПРОЕКТ СВЕТ

ЭКСПОЗИЦИОННАЯ ПЛОЩАДКА / ДИСКУССИИ  
ЛЕКЦИИ / МАСТЕР-КЛАССЫ / ВОРКШОПЫ / СЕМИНАРЫ  
ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ К ЖУРНАЛУ «ПРОЕКТ РОССИЯ»

КОНТАКТЫ ИРИНА МУРАТОВА +7 (903) 566 85 98 IMURATOVA13@GMAIL.COM WWW.PRORUS.NET

ОРГАНИЗАТОР

проект  
россия/  
project  
russia

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР



ПАРТНЕРЫ



ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



## Поздравляем с юбилеем!

Редакция и редколлегия журнала,  
коллеги и друзья поздравляют кандидата технических наук, специалиста по  
электронным пускорегулирующим аппаратам, заведующего лабораторией  
ООО «ВНИСИ» и генерального директора ООО «Элкомс»

### Сергея Александровича Теоргобидани

с 60-летием и желают ему здоровья,  
счастья и успехов в делах

# СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА «СВЕТОТЕХНИКА» ЗА 6 ЛЕТ (2009–2014 гг.) (продолжение)

## ФОТОМЕТРИЯ И КОЛОРИМЕТРИЯ

**Адриан В.** МКО и фотометрия в условиях сумеречного зрения. 2009. № 1. С. 36–43.

**Андрійчук В.А., Осадца Я.М.** Фотометрия светодиодов с помощью фотокамер с матричным оптическим преобразователем. 2012. № 5. С. 63–64.

**Барцев А.А., Беляев Р.И., Столяревская Р.И.** Метод измерения физиологически эффективной яркости опасного синего излучения осветительных приборов. 2013. № 2. С. 25–29.

**Барцев А.А., Беляев Р.И., Эпельфельд И.Д.** О работе Испытательного центра ООО «ВНИСИ». 2011. № 5. С. 57–60.

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

**Бодроги П., Брюкнер С., Краузе Н., Кхан Т.К.** Семантическая интерпретация индексов цветопередачи: сравнение CRI и CRI2012. 2013. № 4. С. 23–26.

**Бодроги П., Варади Г., Ваш. З., Шанда Я.** Эффект неаддитивности в фотометрии в условиях сумеречного зрения. 2010. № 3. С. 17–24.

**Вань В., Вань Д., Вань Ш., Ге А., Гуо Ч., Киу С.** Об измерении цвета дёсен. № 2. С. 60–64.

**Вишневы А., Табака П.** Измерение параметров светодиодных ламп при разных температурах окружающего воздуха. 2014. № 4. С. 39–43.

**Волков А.С., Кузьмин В.Н.** Новый тип колориметра для измерения цветовых характеристик источников оптического излучения. 2012. № 2. С. 49–52.

**Гань Ю., Лю М., Чжоу С.** Инновационный прибор для измерения полного светового потока светодиодов: реализация и анализ погрешностей. 2013. № 4. С. 42–46.

**Герлофф Т., Линдемани М., Пендза Ш., Шперлинг А., Таддео М., Широков С.** Разработка нового мощного светодиодного эталона сравнения. 2013. № 4. С. 47–50.

**Герлофф Т., Мейер М., Таддео М., Шперлинг А.** Измерение характеристик органических светодиодов:

оптические характеристики, эталоны сравнения, стабильность. 2012. № 1. С. 29–31.

**Гомбош К., Шанда Я.** Освещение светодиодами как проблема фотометрии и колориметрии. 2009. № 2. С. 11–19.

**Горшкова Т.Б., Рыжков И.В., Саприцкий В.И.** Новые возможности измерения фотометрических и колориметрических величин светодиодной продукции. 2013. № 1. С. 29–31.

**Горшкова Т.Б., Саприцкий В.И., Столяревская Р.И.** Метрологическая база световых измерений в России. 2011. № 4. С. 48–54.

**Даулинг К., Дэвис У., Зонг Ю., Миллер К.К., Оно Й.** Осветительная установка НИСТ с регулируемым спектром для исследований в области цветопередачи и освещения. 2009. № 5. С. 37–40.

**Дистл Р., Конюходчик Д.** Метрология светодиодных ламп и модулей. 2011. № 1. С. 39–42.

**Жбанова В.Л., Нюбин В.В.** Метод улучшения цветопередачи цифровых фото- и видеокамер. 2014. № 4. С. 73–74.

**Закгейм А.Л., Черняков А.Е.** Измерительный комплекс для получения спектрорадиометрических, фотоколориметрических и тепловых характеристик полупроводниковых излучателей. 2013. № 4. С. 5–1.

**Заутер Г., Линдемани М., Маасс Р.** Краткая история гониофотометрии в РТВ. 2011. № 6. С. 22–26, 28–35.

**Зёлльнер Ш., Кхан Т.К., Спрют Я.Х., Хаферкемпер Н., Цидек Б., Шиллер К.** Исследование воздействия отдалённого источника блёскости. 2010. № 2. С. 28–32.

**Иванов В.Е., Широких Т.В.** Сравнение равноконтрастных колориметрических систем. 2014. № 6. С. 44–47.

**Иконен Э., Лю Ю., Маноочери Ф., Сю Г., Хуань С.** Характеристики фильтрового радиометра для измерения спектральной плотности энергетической освещённости в ближней ИК области спектра. 2011. № 3. С. 64–66.

**Йордан В., Халбритгер В., Хорак В.** Метрологические требования к определению характеристик фото-

биологических опасностей ламп и светодиодов. 2009. № 5. С. 50–57.

**Кариу Н.** Интегрирующая сфера: теоретические основы измерения оптического излучения. 2011. № 2. С. 36–38.

**Клей Ф., Лохер Ю.** Слепящая и дискомфортная блёскость фар. 2010. № 2. С. 37–30.

**Коробко А.А., Пятигорский В.М., Черняк А.Ш.** Измерение яркости дорожного покрытия независимо от его состояния. 2011. № 6. С. 45–49.

**Круглов О.В., Кузьмин В.Н., Томский К.А.** Измерение светового потока светодиодов. 2009. № 3. С. 34–36.

**Крюгер У., Руггабер Б., Шмидт Ф.** Спектральные характеристики яркомеров на ПЗС

**Курниаван Б.А., Накасима Й., Такамацу М.** Влияние тумана на светлоту цветных светодиодных дисплеев. 2010. № 1. С. 28–31.

**Кхан Т.К., Спрют Я.Х., Хаферкемпер Н., Шиллер К.** Дискомфортная блёскость – воздействие оптики фар, спектра адаптации и спектрального распределения излучения. 2010. № 2. С. 24–27.

**Навваб М.** Область поддающихся измерению цветовых различий в виртуальной среде. 2012. № 2. С. 53–61.

**Пуолакка М., Халонен Л.** Фотометрия в условиях сумеречного зрения – новая рекомендованная МКО система. 2013. № 1. С. 1–8.

**Ронки Л.Р.** О суточной изменчивости зрительных функциональных возможностей. 2009. № 6. С. 21–27.

с учётом спектральных коэффициентов пропускания светофильтров. 2012. № 1. С. 46–50.

**Стокман Э.** Световая эффективность, базовые характеристики колбочек и цветовая адаптация. 2010. № 1. С. 6–12.

---

#### **ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩИЕ АППАРАТЫ, ЭЛЕКТРОУСТАНОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА И УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ**

---

**Ачарджи Б., Мазумдар С., Мандал Р.С.** Анализ электронных схем компактных люминесцентных ламп со встроенными ПРА. Проектирование и оптимизация ПРА с интегральными схемами применительно к индийским условиям. 2011. № 3. С. 58–63.

**Васильев А.И., Василяк Л.М., Костюченко С.В., Кудрявцев Н.Н., Соколов Д.В., Старцев А.Ю.** Влияние пускового режима на срок службы электродов мощных амальгамных ламп низкого давления. 2009. № 4. С. 4–9.

**Георгобиани С.А., Горев Л.В., Клыков М.Е., Коваленко Е.А.** Электромагнитные ПРА для светодиодов. 2013. № 4. С. 56–60.

**Клыков М.Е.** Устройства питания светодиодов при включении в сеть переменного тока. 2010. № 6. С. 23–28.

**Мазумдар С., Малик С.К., Мандал Р.С.** О безопасности индийских потребительских электронных ПРА. 2010. № 6. С. 40–46.

**Мазумдар С., Мандал Р.С., Мухерджи А., Сур А.К.** Коэффициент мощности и гармонический анализ компактных люминесцентных ламп со встроенным ПРА. 2010. № 1. С. 32–37.

**Навваб М.** Моделирование цветового обличья остекления зданий при естественном освещении. 2009. № 4. С. 32–39.

**Пьянзин Д.В.** Моделирование ЭПРА с частотным регулированием мощности люминесцентных ламп. 2009. № 1. С. 23–25.

---

#### **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ СВЕТОТЕХНИКА И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИКА**

---

**Ван Боммель В.** Спектр источников света и слабое освещение: некоторые основные положения. 2009. № 6. С. 13–16.

**Ван Боммель В., Сю В.** Влияние освещения разных областей сетчатки на сужение зрачка. 2011. № 3. С. 37–40.

**Дёмётёр Г., Хорват А.** Компьютерное моделирование сумеречного зрения на основе видеозаписей. 2014. № 4. С. 33–38.

**Дзенья Л., Росси Д., Росси Л., Якомусси П.** Размер зрачка при действии различных источников света. 2013. № 2. С. 30–36.

**Кристофферсен Й., Логадэттир А., Фотиос С., Чил К.** Использование метода регулировки для определения предпочтительной освещённости: имеют ли получаемые результаты какую-нибудь ценность? 2012. № 5. С. 28–36.

**Лебедкова С.М., Пантелеева Н.С., Степанова И.В.** Влияние цветового оформления рабочего места для работы с компьютером на зрительную работоспособность. 2012. № 2. С. 4–12.

**Леонидов А.В.** Об аналитическом представлении функции относительной спектральной световой эффективности. 2012. № 2. С. 66–67.

**Леонидов А.В.** Об управлении циркадианной ритмикой человека естественным облучением. 2013. № 3. С. 65–67.



**Леонидов А.В.** Аппроксимация функций относительной спектральной чувствительности рецепторов сетчатки. 2010. № 5. С. 53–55.

**Леонидов А.В.** Мнение о неспособности приёма оптического излучения ганглиозными клетками сетчатки. 2011. № 2. С. 65–66.

**Леонидов А.В.** О фотоприёмниках тракта управления циркадной ритмикой организма человека. 2011. № 3. С. 69–70.

**Пеирсон С.Н., Прайс Л.Л.А.** Первый международный семинар по циркадианному и нейрофизиологическому воздействию света (2013 г.): взгляд физика на разработку стандартных единиц измерения. 2014. № 6. С. 48–50.

**Ронки Л.Р.** Оценка светлотных реакций в поле зрения при «интрадианном» смешанном освещении. 2011. № 1. С. 21–26.

**Ронки Л.Р.** Сопоставление некоторых представлений светотехники и науки о зрении. 2012. № 4. С. 26–33.

**Ронки Л.Р.** Тёплый и холодный свет и тонкая структура циркадности. 2014. № 3. С. 24–29.

**Росси Д., Росси Л., Якомусси П.** Сравнение влияния блёскости различных источников света на воспринимаемый контраст. 2011. № 6. С. 37–43.

**Соловьёв А.К.** Оценка освещения помещений с применением теории светового поля. 2013. № 4. С. 66–68.

**Хейндерикс И., Чиокою Д., Чжу С.** Оценка адаптации глаза при типичных значениях яркости в поле зрения при движении автомобиля по городским улицам. 2013. № 4. С. 33–37.

**Шанда Я.** Что такое точность воспроизведения цвета в музейном освещении? 2014. № 5. С. 23–27.

**Ширц К.** Освещение для пожилых людей: физиологические основы и их следствия. 2011. № 2. С. 29–35.

---

#### **СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

---

**Прагт Ф.** Синтетические материалы для светильников. 2011. № 2. С. 39–43.

**Фухс Р.** Новые источники света и обусловленные ими требованиями к материалу отражателей. 2011. № 4. С. 26–28.

---

#### **КОМПЬЮТЕРНЫЕ РАСЧЁТЫ**

---

**Йенсен К.У., Йенсен Х.У., Лабайрад Р.** Итерационный процесс оценки точности моделирующих освещение программ. 2010. № 2. С. 53–60.

**Лабайрад Р.** Использование представляемых производителями характеристик светильников в програм-

мах моделирования переноса света. 2010. № 5. С. 13–16; 56–63.

**Рыковски Р.** Спектральная трассировка лучей на основе результатов гониофотометрии ближнего поля. 2010. № 6. С. 29–35.

---

#### **СВЕТОВОЙ ДИЗАЙН**

---

«**Российский** светодизайн». Итоги конкурса. Федорищев П.А. 2014. № 6. С. 72–73.

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

**Батова А.Г., Щепетков Н.И.** Свет и тектоника ордерной архитектуры. 2012. № 5. С. 23–27.

**Васильева Т.С.** Светодизайн костюма. 2013. № 2. С. 47–50.

**Васильева Т.С., Назаров Ю.В.** Светодизайн одежды. 2011. № 4. С. 42–46.

**Винкельс К.** Освещение фасада светодиодами – «Золотая премия». 2010. № 1. С. 16–17.

**Итоги конкурса «Российский светодизайн – 2012».** Федорищев П.А. 2013. № 1. С. 60–63.

**Итоги конкурса по световому дизайну.** 2010. № 1. С. 56–57.

**Нарбони Р.** Генеральный план освещения исторической части Иерусалима. 2012. № 1. С. 19–23.

**Нарбони Р., Николас В.** Ловушка света в вестибюле башни «Egho» в квартале Дефанс (Париж). 2014. № 4. С. 70–72.

**О Концепции** единой цветоцветовой среды г. Москвы. Постановление Правительства Москвы. 2009. № 1. С. 68.

**Российский светодизайн – 2008.** 2009. № 1. С. 66–67.

**Российский светодизайн – 2008.** 2009. № 2. С. 44–45.

**Российский светодизайн – 2010.** 2011. № 2. С. 68–70.

**Российский светодизайн-2011.** 2012. № 1. С. 62–63.

**Савельева Л.В.** Свет как инструмент создания виртуальных образов в архитектуре. 2014. № 6. С. 15–19.

**Щепетков Н.И.** О светодизайне квартала западно-германских городов. 2010. № 6. С. 15–22.

**Щепетков Н.И.** Путевые заметки о светодизайне в городах США. 2013. № 3. С. 57–64.

**Щепетков Н.И.** Светодизайн в Ереване: история и современность. 2012. № 3. С. 47–51.

**I-я Международная** светотехническая конференция (двадцать лет спустя). Лесман Е.А. 2013. № 3. С. 75.

**Авраменко А.А.** Лампе, рождённой в Петербурге, – 100 лет. 2014. № 3. С. 58–60.

**Айзенберг Ю.Б.** 50 лет изобретению, исследованиям, разработкам, производству и применению полых световодов. 2013. № 4. С. 30–32.

**Басти Ж.** Сто лет МКО и развития светотехники. 2013. № 4. С. 16–22.

**Гордость светотехники.** Лауреаты Государственной премии страны. 2011. № 6. С. 78–79.

**Кузнецова Г.Н., Сазиков А.В.** Памятник российского технического дизайна – видеозэкран «Элин». 2014. № 3. С. 52–57.

**Лобатовкина Е.Г., Поповский Ю.Б.** Становление российской светотехники в области нормирования естественного освещения в период конца XIX–начала XX вв. 2014. № 3. С. 34–39.

**Поповский Ю.Б.** Данилюк А.М.: потерянный классик. 2011. № 4. С. 65–68.

**Рабинович О.И., Юнович А.Э.** Об открытии полупроводниковых источников света (к истории создания светодиодов). 2014. № 3. С. 40–45.

**Спиридонов А.В., Шубин И.Л.** Развитие светопрозрачных конструкций в России. 2014. № 3. С. 46–51.

---

*ДИСКУССИИ*

---

**Айзенберг Ю.Б.** Задача стимулирования производства и применения энергоэффективных светотехнических изделий. 2009. № 2. С. 46–47.

**Айзенберг Ю.Б.** О стратегии и тактике развития светотехнической промышленности РФ и задаче снижения вдвое энергопотребления на электрическое освещение при улучшении условий жизни людей. 2013. № 5–6. С. 62–69.

**Бахарев Д.В.** Парадоксы феноменологии света (к оптической теории световых полей). 2010. № 6. С. 53–62.

**Девяткина С.С.** Концепция светосигнального обеспечения полётов на аэродромах с двумя взлётно-посадочными полосами. 2009. № 5. С. 67–74.

**Долин Е.В.** Стратегические проблемы отрасли с точки зрения внедрения инноваций. 2009. № 4. С. 74–75.

**Долин Е.В., Звездина И.В., Надеждин Д.С., Текшева Л.М., Шмаров И.А.** Сравнительная гигиеническая оценка условий освещения люминесцентными лампами и светодиодными источниками света. № 1. С. 48–53. **Обсуждение статьи** (Абрамова Л.В., Лебеде-

ва С.М., Федюкина Г.В., Столяревская, Зак П.П. и др.). № 1. С. 53–56. **Ответ** авторов статьи. 2011. № 1. С. 56–58.

**Егорченков В.А.** Естественное освещение помещений и биоритмы человека. 2011. № 5. С. 61–64. **Обсуждение статьи** (Бахарев Д.В., Соловьёв А.К.). № 5. С. 64–65. **Ответ** автора статьи. 2011. № 5. С. 65.

**Журналу** отвечают. 2009. № 1. С. 63–65.

**Зотин О.Т., Морозова Н.О.** Энергосберегающее управление в наружном освещении. Возможные принципы построения и сравнительная оценка вариантов. 2010. № 5. С. 41–50.

**Коган Ю.М.** Анализ факторов, определивших расход электроэнергии на освещение жилищ в России и США. 2013. № 5/6. С. 72–75.

**Медведев М.Г.** Некоторые соображения о замене ламп накаливания на компактные люминесцентные. 2010. № 2. С. 72.

**О городской** целевой программе «Энергосбережение в г. Москве на 2009–2011 годы и на перспективу до 2020 года». 2009. № 1. С. 61–62.

**О статье** Долина Е.В. и др. Сравнительная гигиеническая оценка условий освещения люминесцентными лампами и светодиодными источниками света // Светотехника. – 2011. – № 1. – С. 48–53 (Билунд Л., Ронки Л.Р.). 2011. № 5. С. 66–68.

**О статье** М. Мурашовой, С. Никифорова и А. Шищенко Исследование фотобиологической опасности светодиодных осветительных приборов для нужд железнодорожного транспорта // Полупроводниковая светотехника. – 2011. – № 1. – С. 34–40 (Столяревская Р.И., Михайлов О.М.). № 6. С. 65–68. **Ответ** авторов статьи. 2011. № 6. С. 69.

**Об антипаническом** освещении (диалог в письмах в редакцию). 2013. № 3. С. 71.

**От редакции.** 2014. № 3. С. 74.

**Ответ** автора статьи. 2014. № 3. С. 72.

**Пашковский Р.И.** О нормировании искусственного освещения. 2012. № 4. С. 70–72.

**Пашковский Р.И.** О технических данных светильников со светодиодами. 2014. № 4. С. 75–77.

**Письмо** «British Gas» клиентам. 2009. № 1. С. 62.

**По теме статьи** Шевченко А.С. Программа продвижения энергоэффективного освещения в России // Светотехника. – 2014. – № 1–2. – С. 112–117 (Богданов А.А., Варфоломеев Л.П., Ганин И.А., Григорьев А.А., Малахов А.Д., Овчаров А.Т., Пашковский Р.И., Прикупец Л.Б. и Пятигорский В.М., Пчелин В.М., Юнович А.Э.). 2014. № 3. С. 61–72.

**Пчелин В.М.** К вопросу об оценке энергоэффективности. 2013. № 5/6. С. 70–71.

**Шевченко А.С.** Предложения по разработке нормативных документов к «Программе энергосбережения и повышения энергоэффективности в системах внутреннего и наружного освещения «Новый свет». 2010. № 4. С. 79–80.

**Шевченко А.С.** Программа продвижения энергоэффективного освещения в России. 2014. № 1–2. С. 112–117.

**Щепетков Н.И.** О концепции создания единой светоцветовой среды города Москвы. № 6. С. 49–52. **Обсуждение** вопросов, поднятых в статье (Батова А.Г., Бокова О.Р., Буров Д.В., Быстрянцева Н.В., Гарифулина Г.И., Гизингер О.А., Ефимов А.В., Медведев Ю.С., Осиков М.В., Прилукова Е.Г., Силкина М.А., Соловьёв А.К., Терёшко П.А., Чудинова В.Г.). 2012. № 6. С. 52–61.

---

### ИНТЕРВЬЮ

---

«Ленсвет» отметил 80-летний юбилей (интервью). 2014. № 5. С. 73–76.

**Интервью журналов** «Светотехника» и «*Light & Engineering*», 2013. № 1. С. 6–9, 51–56; № 3. С. 4–9; № 4. С. 4–7; № 5/6. С. 88–92.

**Итоги интервью журналов** «Светотехника» и «*Light & Engineering*». 2013. № 5/6. С. 92–98.

**Световая палитра Санкт-Петербурга** (интервью). 2013. № 2. С. 76–77.

---

### ЗА РУБЕЖОМ

---

**OSRAM** освещает Чемпионат Европы по футболу 2012 год. 2012. № 3. С. 6.

**OSRAM** разработала новую технологию светорегулирования энергосберегающих ламп. 2012. № 3. С. 16.

**Айзенберг Ю.Б.** Праздник света, цвета и современного дизайна. 2012. № 4. С. 43–46.

**Барцев А.А.** Конференция МКО. 2012. № 6. С. 63–64.

**Барцев А.А., Столяревская Р.И.** Впечатления от встреч в рамках отделения 2 МКО. Берн, Швейцария. 2010. № 5. с.73–75.

**Бхаумик С., Мазумдар С., Мандал Р., Санкхия М., Сур А.К., Упадхияй С.** О зажигающих устройствах для разрядных ламп ВД. 2012. № 5. С. 65–75.

**Виттиг Н.** Будущее светодиодов, уже реализуемое *Zhaga*. 2012. № 4. С. 54–59.

**Глорио Ю.А.** Выставка «*ARC Show*» и конференция IALD «*Inlighten Europe*». 2012. № 2. С. 72.

**Два демонстрационных зала** для показа образцов товара раскрывают будущность освещения. 2011. № 6. С. 80–82.

**Дехофф П.** Критерии качества как часть европейской стандартизации – переработка европейского стандарта *EN 12464-1* «Освещение рабочих мест в помещениях». 2010. № 4. С. 47–48.

**Дунда А., Мильштейн Р.** Экологичные световые решения компании *General Electric*, подразделение *GE Lighting*, на Олимпиаде 2008 в Пекине. 2009. № 2. С. 48–53.

**Ещё одна опасность синего света?** 2013. № 3. С. 72–74.

**Жак П., Хабел Й.** Настоящее и будущее светотехники. 2012. № 2. С. 74–77.

**Компания Zumtobel** и промышленное освещение. 2010. № 5. С. 76–78.

**Конкурентный диалог** как составная часть конкурса на модернизацию освещения. 2010. № 2. С. 73–74.

**Конференция** светотехников немецкоговорящих стран в Вене. Айзенберг Ю.Б. 2010. № 6. С. 63.

**Мартин Й.** *OSRAM* о будущем бизнесе в светотехнической отрасли. 2011. № 1. С. 59–61.

**Новые** безэлектродные компактные МГЛ с электронным ПРА. 2011. № 5. С. 77–80.

**О перспективе** экспорта из Германии светотехнических изделий в Россию. 2011. № 6. С. 83.

**Объективное** сравнение белых светодиодов и конструкций с удалённым люминофором. 2012. № 6. С. 64–66.

**Освещение** «архитектурной иконы». 2012. № 5. С. 62.

**Премия** «*Zumtobel Group Award 2010*». Айзенберг Ю.Б. 2010. № 6. С. 71–72.

**Прикупец Л.Б.** Источники света на выставке «*Light+Building-2012*». 2012. № 4. С. 47–51.

**Прикупец Л.Б.** Источники света на выставке «*light+building 2010*». 2010. № 5. С. 69–72.

**Пример** грандиозного освещения светодиодами. 2010. № 4. С. 77–78.

**Радиомачта** в свете светодиодов. 2012. № 4. С. 68.

**Развитие** освещения светодиодами может не уменьшить энергопотребления на освещение. 2010. № 6. С. 75.

**Результаты исследований:** освещение, благоприятное для окружающей среды и работы организаций. 2012. № 2. С. 78–80.

**Самый** большой светильник в мире находится в Катаре. 2011. № 2. С. 67.

**Светодиодные** лампы в быту: избежать ошибок, совершенных при внедрении КЛЛ. 2012. № 5. С. 78–80.

**Статую** Христа в Рио-де-Жанейро освещают светодиоды. 2011. № 3. С. 75–76.

**Федорищев П.А.** Встреча экспертов отделения SSL Программы «4 Е» МЭА. 2012. № 6. С. 63.

**Форумы** и Центры Света компании *Zumtobel*. 2010. № 6. С. 72–74.

**Штурм Ю.** Всемирная светотехническая ассоциация. 2012. № 4. С. 52–53.

**Юнович А.Э.** Лауреат премии Киото 2009 года Исаму Акасаки и немного истории светодиодов. 2010. № 2. С. 65–66.

---

#### ПРЕЗЕНТАЦИЯ ФИРМ

---

**Абалов А.Н., Калмыков В.А., Ключник А.Т., Лебедев И.С., Лукин П.П., Смирнов В.А.** *Rainbow Electronics*: формирование цивилизованного рынка освещения. 2013. № 5–6. С. 48.

**Ардатов** – реальный свет. 2013. № 5–6. С. 58.

**Варфоломеев Л.П.** Знакомство с «Рефлаксом». 2012. № 4. С. 60–61.

**ГУП** Республики Мордовия «НИИИС им. А.Н. Лодыгина»: рывок в будущее... Грицай О.Л. 2014. № 5. С. 71–72.

**ЗАО** «Институт Градостроительства». Тихонова А.В. 2014. № 3. С. 75.

**Какие новинки** готовит компания «АтомСвет»? 2013. № 5–6. С. 60.

**Компания** «ИНТЕССО»: новинки 2013 года. 2013. № 5–6. С. 59.

**Мануйлова Е.В., Ходырев Д.М.** Эффективные решения в уличном освещении. 2013. № 5–6. С. 43.

**МГК «Световые Технологии»:** хроника достижений в 2012–2013 гг. 2013. № 5–6. С. 56.

**НЕОН-ЭК** – официальный дистрибьютор компании *Cree* в России. 2009. № 2. С. 54–55.

**Прагт Ф.** *Pracht Lichttechnik*: портрет компании. № 4. С. 67–68.

**Светодиодные новинки** «*VARTON*» для профессионального освещения. 2013. № 5–6. С. 61.

---

#### МАРКЕТИНГ И РЫНОК СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

---

«*Suncyl*» – энергия Солнца и ветра. Степанов А.В. 2013. № 5–6. С. 83–85.

**Philips** и «**Оптоган**» объединяют усилия по продвижению в РФ светодиодных решений для уличного и дорожного освещения. 2012. № 3. С. 19.

**Бугров В.Е., Ковш А.Р., Одноблюдов М.А.** Освещение светодиодами в России и мировые тенденции рынка светодиодов. 2010. № 4. С. 42–45.

**Джейкобсон А., Миллз Э., Радецки К., Элстоун П.** Методы и результаты рыночного тестирования освещения светодиодами торговых точек в сельских районах Кении. 2014. № 6. С. 51–56.

**Емельянов Н.И.** О некоторых изменениях в развитии российского светотехнического рынка. 2010. № 6. С. 47–49.

**Емельянов Н.И.** О некоторых преобразованиях российского светотехнического рынка в 2009–2011 гг. 2012. № 3. С. 69–75.

**Емельянов Н.И.** Российский светотехнический рынок энергоэффективных изделий и его развитие. 2013. № 5–6. С. 76.

**Мохнаткин А.Э.** «Светлана-Оптоэлектроника» на пути прогресса в области светодиодов. 2010. № 4. С. 39–41.

**Наблюдательный совет «Внешэкономбанка»** одобрил финансирование проекта создания крупносерийного производства светодиодов и осветительных устройств с ними. 2012. № 3. С. 79.

**Нечаев В.В., Чиркова А.И.** Перспективы развития рынка КЛЛ и восприятие потребителями их брендов, представленных на рынке. 2010. № 6. С. 50–52.

**Технология работы** биржи инновационных решений и опыт программы развития ООН в создании коллективной работы экспертов (на примере Индии). 2009. № 3. С. 71–72.

**Укрепляя** обратную связь. Макарова И.Е. 2013. № 5–6. С. 82.

**Циссис Ж., Айзенберг Ю.Б., Шевченко А.С.** Формирование светотехнического рынка России для повышения эффективности освещения. 2009. № 6. С. 42–48.

---

#### ПРАКТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОУ

---

**Матвеева Е.Ю.** Методика расчёта экономии электроэнергии после проведения мероприятий по энергосбережению на установках наружного освещения

посредством группового регулирования в пунктах питания без субабонентов. 2013. № 4. С. 74–77.

**Пашковский Р.И.** О применении светильников с люминесцентными лампами и электронными ПРА. 2014. № 3. С. 33.

#### **КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ. НОВЫЕ КНИГИ**

**«Руководство по энергоэффективному электрическому освещению зданий».** Под ред. Халонен Л., Тетри Э. и Бусэла П. (на англ. яз.). 2010. № 4. 3 с. обл.

**«Справочная книга по светотехнике»** (3-е перераб. и доп. изд.). 2010. № 2. С. 36.

**«Справочная книга по светотехнике»** (3-е переработанное издание). 2009. № 1. С. 79; № 5. С. 75.

**Kittler R., Kocifaj M., Darula S.** «Daylight Science and Daylighting Technology». 2011. № 6. С. 56.

**Айзенберг Ю.Б.** «Полые световоды» (на англ. яз.). 2009. № 5. С. 24, № 6. С. 71.

**Айзенберг Ю.Б.** «Полые светодиоды» (на англ. яз.). 2010. № 2. С. 80; № 4. С. 24.

**Айзенберг Ю.Б.** «Энергосбережение в осветительных установках». 2009. № 1. С. 79; № 5. С. 75.

**Айзенберг Ю.Б.** «Энергосбережение в осветительных установках». 2010. № 2. С. 36; № 3. С. 65.

**Англо-русский светотехнический словарь терминов.** 2012. № 4. С. 42.

**Бартенбах К., Виттинг В.** «Основы светотехники и психологии восприятия» (Руководство по освещению). 2009. № 2. С. 10.

**Басов Ю.Г., Раквишвили А.Г., Сысун В.В.** «Специальная светотехника». 2009. № 1. С. 79.

**Басов Ю.Г., Раквишвили А.Г., Сысун В.В.** «Специальная светотехника». 2010. № 2. С. 39.

**Бойченко А.М., Ломаев М.И., Панченко А.Н., Соснин Э.А., Тарасенко В.Ф.** Ультрафиолетовые и вакуумно-ультрафиолетовые эксилампы: физика, техника и применения. 2012. № 3. С. 19.

**Брошюры** немецкого общества содействия хорошему освещению (*FGL*) (на русском языке). 2009. № 5. С. 75.

**Брошюры** немецкого Общества содействия хорошему освещению (*FGL*) (на русском языке). 2010. № 6. С. 28.

**Варфоломеев Л.П.** «Элементарная светотехника». 2009. № 1. С. 79; № 5. С. 75.

**Варфоломеев Л.П.** «Элементарная светотехника». 2010. № 3. С. 72; № 4. С. 38.

**Гутцайт Э., Курушин А.** Электродинамические системы с квантовыми нитями и точками для светоизлучающих устройств. 2012. № 5. С. 64.

**Летопись** журнала «Светотехника» за 75 лет. 2010. № 6. С. 75.

**Михайлов О.М., Томский К.А.** Коммерциализация технологий в светотехнике. 2013. № 3. С. 23; № 4. С. 60.

**Михайлов О.М., Томский К.А.** Теория цвета. Колориметрия. 2013. № 3. С. 23; № 4. С. 60.

**МЭИ:** история, люди, годы: сборник воспоминаний. 2011. № 4. С. 77.

**Никитин В.Д., Толкачёва К.П.** «Световое поле в установках наружного освещения». 2011. № 6. С. 56.

**О журнале «Энергонадзор».** 2011. № 3. С. 29.

**О журнале «Известия Академии электротехнических наук РФ».** 2011. № 5. С. 56.

**О журнале «Энергоэффективность и энергосбережение».** 2011. № 4. С. 68.

**О работе сайта журналов «Светотехника» и «Light & Engineering».** Новикова Е.М. 2013. № 3. С. 77.

**Отчёт** Центра исследований промышленного развития (*CSIL*) «Европейский рынок средств управления освещением». 2013. № 2. С. 75.

**Отчёты** Центра исследований промышленного развития (*CSIL*). 2012. № 6. С. 21.

**Подписывайтесь** на журнал «Светотехника». 2013. №№ 1–4. С. 80; № 5–6. С. 104.

**Подписывайтесь** на журнал «Светотехника». 2010. № 2. С. 32; № 5. С. 63; № 6. С. 10.

**Подписывайтесь** на журнал «Светотехника». 2009. № 6. С. 66.

**Подписывайтесь** на журнал «Светотехника». 2011. № 1. С. 42; № 2. С. 19; № 3. С. 57; № 4. С. 21; № 5. С. 65; № 6. С. 70.

**Подписывайтесь** на журнал «Светотехника». 2012. № 1. С. 18; № 2. С. 12; № 3. С. 30; №№ 4–6. С. 80.

**Подписывайтесь** на журнал «Светотехника». 2014. № 1–2. С. 39; № 3. С. 80; № 4. С. 55; № 5. 27; № 6. С. 47.

**Правила оформления рукописей.** 2014. № 3. С. 77.

**Правила подготовки рукописей, представляемых в журнал «Светотехника».** 2010. № 3. С. 73–74.

**Правила подготовки рукописей.** 2009. № 1. С. 76–77; № 3. С. 78–79; № 5. С. 77–78.

**Пять брошюр** по проблеме энергосбережения в освещение. 2011. № 6. С. 11.

**Пять брошюр** по проблеме энергосбережения в освещение (авторы Варфоломеев Л.П., Клыков М.Е., Ры-

балов С.Л., Федюкина Г.В. и Юнович А.Э.). 2012. № 1. С. 61.

**Расчеты** светодиодных устройств: учебное пособие/ Гутцайт Э.М. – М.: Издательство МЭИ, 2013. – 56 с. 2013. № 5–6. С. 61

**Руководство** по освещению «Основы светотехники и психологии восприятия». Бартенбах К., Вальтер В. 2010. № 3. С. 56.

**Светодиоды** и их применение для освещения/Под общ. ред. акад. АЭН РФ Айзенберга Ю.Б. 2013. № 1. С. 59; № 2. С. 56; № 3. С. 42.

**Содержание** журнала «Светотехника» за 2009 год. 2009. № 6. С. 78–80.

**Содержание** журнала «Светотехника» за 2010 год. 2010. № 5. С. 28.

**Содержание** журнала «Светотехника» за 2011 год. 2011. № 6. С. 85–88.

**Содержание** журнала «Светотехника» за 2012 год. 2012. № 6. С. 76–79.

**Содержание** журнала «Светотехника» за 2013 год. 2014. № 1–2. С. 140.

**Содержание** журнала «Светотехника» за 2014 год. № 6. С. 76.

**Содержание** журнала за 5 лет (2004–2008 гг.). 2009. № 1. С. 80–88; № 2. С. 73–80.

**Соловьёв А.К.** «Физика среды». 2010. № 3. С. 56.

**Статьи** из журнала «Светотехника» по проблеме воздействия света на организм человека (2006–2014 гг.). 2014. № 5. С. 78.

**Стоимость** подписки на журналы «Светотехника» и «Light & Engineering» на сайте [www.sveto-tehnika.ru](http://www.sveto-tehnika.ru). 2013. №№ 1 и 2. 3 с. обл.

**Тукшаитов Р.Х.** «Основы оптимального представления статистических показателей на графиках, диаграммах и в таблицах». 2010. № 3. С. 72.

**Физические** основы фотометрии. Михайлов О.М., Томский К.А. 2014. № 1–2. С. 58.

**Энергоэффективное** электрическое освещение: учебное пособие/Под ред. Варфоломеева Л.П. 2013. № 2. С. 72; № 3. С. 56.

---

### **НОВОЕ В ОБЛАСТИ СВЕТОДИОДОВ**

---

**Новые изделия** со светодиодами на выставке «light + building 2010». 2010. № 3. С. 38–39.

**Рыжков М.В.** Новости в области светодиодов и их применения. 2011. № 1. С. 62–63; № 2. С. 78–79; № 3. С. 78–79; № 4. С. 70–71; № 5. С. 74–75.

**Рыжков М.В.** Новости в области светодиодов и их применения. 2010. № 4–6. С. 64–65.

---

### **ЖУРНАЛ ОБРАЩАЕТСЯ**

---

**В дополнение** к письму журнала от 19.06.2012 г. № 196. 2012. № 4. С. 77.

**О неудовлетворительном** состоянии освещения школ. 2011. № 4. С. 78.

**О реализации** программы «Новый свет». 2010. № 6. С. 66.

**Об исключении** из запрета на оборот ламп накаливания, применяемых для целей освещения на территории РФ, галогенных ламп и ламп направленного света (рефлекторных ламп). Письмо журнала от 19.06.2012 г. № 196. 2012. № 4. С. 77.

---

### **ПИСЬМА ЧИТАТЕЛЕЙ**

---

**Об отклонениях** напряжения и потере напряжения в электроустановках 0,4 кВ (ответ на письмо Клигмана М.В.). Пашковский Р.И. 2014. № 5. С. 58.

**Письмо** в редакцию. Клигман М.В. 2014. № 5. С. 57.

---

### **ОТВЕТ МИНИСТЕРСТВ И ВЕДОМСТВ**

---

**Ответ** журналу. 2012. № 4. С. 78.

**Ответ** на письмо мэру г. Москвы. 2011. № 5. С. 60.

**Ответ** на письмо Президенту РФ. 2011. № 3. С. 77.

---

### **СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

---

**Ашурков С.Г.** Классы энергоэффективности продукции и товаров и электрические лампы. 2011. № 2. С. 71–72.

**Бутовский М.Э.** Современные технологии извлечения ртути из ртутьсодержащих отходов. 2012. № 4. С. 63–66.

**Новые** национальные стандарты на светотехнические изделия. 2012. № 6. С. 25.

**Пашковский Р.И.** Выдержки из ГОСТ Р 53315–2009 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности». 2010. № 4. С. 58–62.

**Пашковский Р.И.** О выполнении электропроводок. 2012. № 6. С. 67–70.

**Пашковский Р.И.** О ГОСТ Р 50571.3-2009 (МЭК 60364-4-41:2005) «ЭЛЕКТРОУСТАНОВКИ НИЗКО-ВОЛЬТНЫЕ. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током. 2013. № 2. С. 66.

**Пашковский Р.И.** О категориях надёжности электроснабжения жилых и общественных зданий. 2009. № 3. С. 61–69.

**Пашковский Р.И.** О нормативных документах по новым кабельным изделиям. 2013. № 3. С. 69.

**Пашковский Р.И.** О понизительных пунктах для переносных светильников. 2013. № 1. С. 57.

**Пашковский Р.И.** О требованиях пожарной безопасности к электроустановкам зданий, сооружений и строений. 2010. № 3. С. 66–70.

**Пашковский Р.И.** Об электрооборудовании лифтов. 2012. № 2. С. 68–71.

**Пашковский Р.И.** Пожарная безопасность электроустановок жилых и общественных зданий (начало). 2011. № 2. С. 74–77.

**Пашковский Р.И.** Пожарная безопасность электроустановок жилых и общественных зданий (продолжение). 2011. № 3. С. 71–74.

**Пашковский Р.И.** Пожарная безопасность электроустановок жилых и общественных зданий (окончание). 2011. № 5. С. 70–72.

**Пашковский Р.И.** Свод правил СП 6.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Электрооборудование. Требования пожарной безопасности». 2010. № 2. С. 77–78.

**Приложение** к п. 1 Постановления от 15 марта 2010 г. № 20 об утверждении СанПин 2.2.1/2.1.12585–10 «Изменения и дополнения № 1 к санитарным правилам и нормам СанПин 2.2.1/2.1.1.1.278–03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий». 2010. № 4. С. 57.

**Распоряжение** Правительства РФ от 01.12.2009 (выдержки). 2010. № 1. С. 66–70.

**Столяревская Р.И.** Группа риска источников света в соответствии со стандартом МКО S009/E: 2002. 2011. № 2. С. 72–74.

**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». 2010. № 1. С. 58–65.

**Федеральный закон** Российской Федерации от 27 декабря 2009 г. № 347-ФЗ «Технический регламент о безопасности низковольтного оборудования» (выдержки). 2010. № 4. С. 54–56.

#### СТАНДАРТИЗАЦИЯ

**ГОСТ Р 54350-2011** «Приборы осветительные. Светотехнические требования и методы испытаний». 2014. № 1/2. С. 4.

**ГОСТ Р 54814–2011/IEC/TS 62504:2011** «Светодиоды и светодиодные модули для общего освещения. Термины и определения». 2014. № 1/2. С. 35.

**ГОСТ Р 54815–2011/IEC/PAS 62612:2009** «Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжения свыше 50 В. Эксплуатационные требования». № 1/2. С. 43.

**ГОСТ Р 55392-2012** «Приборы и комплексы осветительные. Термины и определения». 2014. № 1/2. С. 50.

**ГОСТ Р МЭК 60838-2-2-2011** «Патроны различные для ламп. Часть 2-2. Частные требования. Соединители для светодиодных модулей». 2014. № 1/2. С. 65.

**ГОСТ Р МЭК 61347-2-13-2011** «Устройства управления лампами. Часть 2-13. Частные требования к электронным устройствам управления, питаемым от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей». 2014. № 1/2. С. 69.

**ГОСТ Р МЭК 62384-2011** «Устройства управления электронные, питаемые от источников постоянного или переменного тока, для светодиодных модулей. Рабочие характеристики». 2014. № 1/2. С. 90.

**ГОСТ Р МЭК 62560-2011** «Лампы светодиодные со встроенным устройством управления для общего освещения на напряжения свыше 50 В. Требования безопасности». 2014. № 1/2. С. 96.

**Коробко А.А., Черняк А.Ш., Шмаров И.А.** Новые нормы освещения. 2011. № 4. С. 62–64.

**От редакции.** № 1/2. С. 4.

**Руснати Ф.** Стандартизация светодиодной продукции для освещения. 2010. № 3. С. 29–31.

(Окончание следует)

*Подписывайтесь на журнал*  
**СВЕТОТЕХНИКА**  
На 2-е полугодие 2015 года

Индекс журнала 70808      Адрес: 129626, г. Москва,  
в каталоге «Пресса России»,      проспект Мира, 106,  
отдел «АРЗИ».      ВНИСИ, оф. 327, 334  
Редакция также оформляет      Тел/факс: 8 (495) 682-58-46  
подписку на журнал      E-mail: journal.svetotekhnika@mail.ru

# ПАРТНЁРЫ ЖУРНАЛА

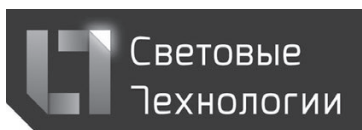
Редколлегия и редакция с большим удовлетворением отмечают организацию сообщества «Партнёры журнала «Светотехника» и выражают благодарность нашим партнёрам, поверившим во взаимную эффективность такого сотрудничества.

## ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЁР ЖУРНАЛА



Холдинг BL GROUP

## БРИЛЛИАНТОВЫЕ



## ПЛАТИНОВЫЕ

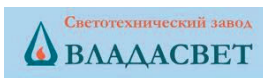


ГЛОБАЛ  
ЛАЙТИНГ

## ЗОЛОТЫЕ



## СЕРЕБРЯНЫЕ



## БРОНЗОВЫЕ

