

Рейтинг светодиодных офисных светильников

ВНИМАНИЕ!

Проведенное сравнение светодиодных светильников имеет целью определить из предоставленных образцов экземпляры, которые наиболее соответствуют требованиям и пожеланиям группы специалистов по ряду технических показателей.

При оценке светильников не проверялось соответствие его характеристик техническим нормативно-правовым актам, а также заявленным производителем характеристикам. Обращаем внимание, что эту работу должны и могут проводить только уполномоченные и аккредитованные лаборатории.

Результаты измерений и анализа относятся только к представленным образцам и не могут быть распространены на другую продукцию предприятий.

Результаты анализа не могут являться основой для принятия решения в коммерческих и правовых вопросах деятельности организаций.

Выбор — процесс, направленный на определение из возможных вариантов нужного, который отвечает требованиям и предпочтениям субъекта или группы. Сложность процесса выбора осветительного оборудования обусловлена объективными противоречиями между техническими, эстетическими и экономическими показателями. В большинстве случаев можно увидеть, что дизайнерские осветительные приборы не обладают высокими показателями в техническом плане. Улучшение технических характеристик прибора требует дополнительных финансовых затрат, повышает его конечную стоимость и снижает финансовую привлекательность по отношению к конкурентным аналогам.

Проблема выбора актуальна даже при рассмотрении только технических характеристик осветительных приборов. Все рассматриваемые образцы могут соответствовать требованиям технических нормативных правовых актов, но их конкретные показатели между собой чаще всего различаются. Причем, обычно у конкретного осветительного прибора только часть показателей лучше, чем у других образцов. В этих случаях процесс выбора заключается не

только в сопоставлении характеристик с требованиями технических нормативных правовых актов, но и в необходимости оценки приоритетности самих характеристик между собой.

В рейтинге светодиодных офисных светильников типа «Армстронг» приняли участие 18 фирм-производителей. Кроме того, мы включили в рейтинг два люминесцентных светильника, соответственно с лампами T8 и T5. Мы не присваивали им места, однако это позволило показать, на каком уровне развития технологий, с точки зрения ряда технических параметров, сейчас находятся молодые светодиодные технологии относительно люминесцентных, имеющих за своими плечами не один год разработок и проектирования.

Ниже представлены светильники и, соответственно, компании, принявшие участие в рейтинге:

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Для получения сравнительных характеристик светильников

проводилось измерение следующих параметров:

- измерение кривой силы света (КСС) в четырех плоскостях;
- потребляемая активная, реактивная, мощность искажений и полная мощность;
- сетевое напряжение, потребляемый из сети ток;
- коэффициент мощности;
- спектр излучения;
- пульсации излучения.

Измерения всех параметров проводились через 20 минут после включения светильника для достижения установившегося теплового режима.

Измерения светотехнических характеристик проводились в «черном» помещении фотометрической лаборатории ОАО «Центрального научно-исследовательского института «Циклон».

Кривые силы света и световой поток

Измерение КСС проводилось в системе фотометрирования C, γ (см. рис. 1.) на гониофотометре, включающем фотометрическую

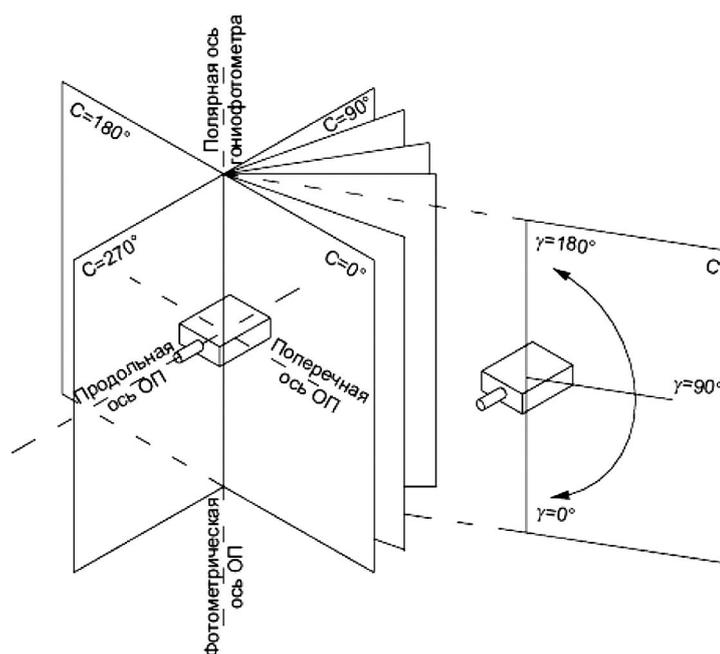


Рис. 1. Система фотометрирования C, γ



1. FN-40, ПА «Контракт-электроника»



2. L-office, ООО «Ледел»



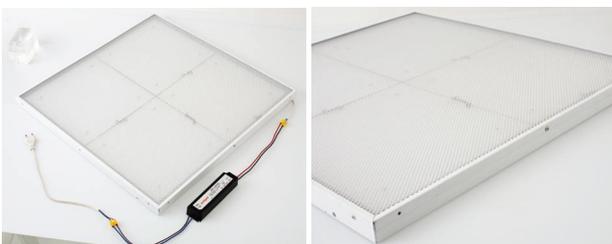
3. WAVE LED 595, «Световые технологии»



4. SSP(B), ООО ПКФ «Экотон»



5. ExP-600L, ООО «Экспомет»



6. L 7184, ЗАО «Завод Электрооборудования»



7. Крейзи даймонд, ООО «Полис»



11. Office-P 42Вт, RUSLED



12. Office 30W, ООО «Люксон»



13. LL-DPO-01-045, ООО «ЛидерЛайт»



14. SSL-AR1-30-S-5I, ООО «Полупроводниковая светотехника»



15. СП-4х10-003-01, ФГУП «РНИИРС»



16. СП-01, ООО «ИЛЛЮМИНЕС»



17. ЛВП0 01-4х14-001 (люминесцентные лампы Т5), ООО «СветТехСервис»



8. ДВ001-60-002 УХЛ4, ООО «БЛ ТРЕЙД»



9. Istrong 3500, ЗАО «СВЕТЛАНА-ОПТОЭЛЕКТРОНИКА»



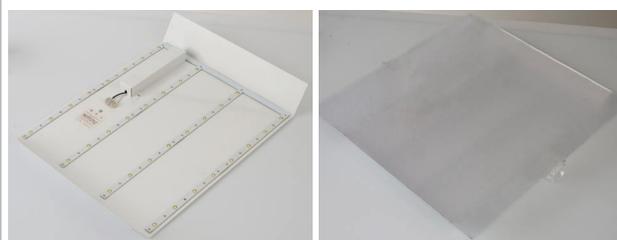
10. TH 197 с рассеивателем, ОАО «ОСВАР»



18. RASTRA LED с лампами LEDline T8, ELGO Li



19. Светильник с люминесцентными лампами T8, Noname



20. Офис-32/1, ООО «ЛЕД-Эффект»

головку LMT P 30 SOT, поворотный механизм и блок управления/измерения, подключенный к персональному компьютеру. Результаты измерения представлены в таблице 1.

При измерении светильники устанавливались в оснастку в вертикальном положении, позволяющей производить поворот светильника в азимутальной плоскости вокруг оси, проходящей через световой центр светильника и перпендикулярной его излучающей поверхности (фотометрическая ось, см. рис. 1). С помощью поворотного механизма гониофотометра осуществлялось вращение светильника в полярной плоскости и автоматическая регистрация тока фотометрической головки через шаг поворота 0,18 град. КСС каждого светильника измерялась в четырех азимутальных плоскостях ($C = 0; 45; 90; 135$ град.). Сила света в заданном направлении определялась по закону обратных квадратов:

$$I = E/R^2,$$

где I — сила света, E — освещенность фоточувствительной поверхности головки, R — расстояние от центра фото-

Таблица 1. Кривые силы света светильников

№ образца	КСС	№ образца	КСС
1		5	
2		6	
3		7	
4		8	

Таблица 1. Кривые силы света светильников (окончание)

№ образца	КСС	№ образца	КСС
9		15	
10		16	
11		17	
12		18	
13		19	
14		20	

чувствительной поверхности головки до светового центра светильника.

Расстояние R — 6 м, т.е. более 7 диагоналей светильников. При таком расстоянии методологическая погрешность измерений составляет менее 2%.

При расчете освещенности использовался коэффициент чувствительности фотометрической головки LMT P30 S0T

s = 20,21 нА/лк, в соответствии с калибровочным сертификатом фирмы производителя (LMT GmbH). Фотометрическая головка имеет коррекцию под кривую видности человеческого глаза $f_1 = 0,5\%$ по DIN 5032.

Измерения КСС проводились согласно ГОСТ 17677-82 по разработанной в ОАО «ЦНИИ «Циклон» «Методике выполнения измерений кривой силы света

твердотельных источников освещения» (внесена в федеральный реестр МВИ (ФР.1.37.2009.06718), свидетельство об аттестации №702/21-09).

Из измеренных КСС в четырех плоскостях для каждого светильника был проведен расчет светового потока согласно ГОСТ 17677-82 по формуле:

$$\Phi = \sum_{\gamma=0}^{180} \sum_{C=0}^{180} I_{C,\gamma} \Omega_{C,\gamma}$$

где C и γ — азимутальный и полярный угол соответственно, град; $I_{C,\gamma}$ — сила света в конкретном азимутальном и полярном угле, кд; $\Omega_{C,\gamma}$ — телесный угол, выделяемый в пространстве из зонального угла Ω , двумя меридиональными плоскостями, координирующими углами C, ср.

Стоит отметить, что погрешность расчета светового потока минимальна для светильников с гладкой (не имеющих резких пиков) КСС, которая характерна для подавляющего большинства светильников типа «Армстронг». Для светильников, КСС которых имеют резкие несимметричные пики, погрешность расчета значительно возрастает, что обусловлено большим шагом измерений (45 град.) в азимутальной плоскости.

Потребляемая мощность и коэффициент мощности

При измерении потребляемой активной, реактивной, мощности искажений и полной мощности, действующего значения сетевого напряжения, потребляемого из сети тока и коэффициента мощности (см. табл. 2) применялся аттестованный многофункциональный ваттметр METRIX PX 110.

Показатели цветности

Спектр излучения светильников регистрировался с помощью миниспектрометра Hamamatsu C10082CAN. Входной торец оптоволоконного миниспектрометра располагался перпендикулярно к плоскости светильника на расстоянии 1,5 м от светового центра светильника. Измерения проводились в относительных единицах с использованием калибровочных коэффициентов фирмы производителя (Hamamatsu Japan).

Из полученных спектров излучения светильников численным методом были рассчитаны цве-

товые координаты x , y в соответствии с CIE 1931 (см. рис. 2).

Пульсации светового потока

Пульсации светового потока регистрировались в виде осциллограммы, полученной программными средствами осциллографа Agilent MSO6054A. На вход осциллографа с входным сопротивлением 1 МОм подавался сигнал с нагрузочного резистора 10 кОм включенного в цепь несмещенного кремниевого фотодиода Hamamatsu S1337-33BR, расположенного на расстоянии 1–1,5 м от светового центра светильника по его оптической оси. Измерения проводились в относительных единицах с одинаковой временной разверткой для всех светильников 50 мс/дел.

ФОРМИРОВАНИЕ ГРУППЫ ЭКСПЕРТОВ

Оценка приоритетности — этап, которому уделяется наименьшее внимание в практической деятельности, но во многих случаях результаты которого в наибольшей степени обуславливают итог выбора. Такую оценку в организациях проводит один или группа инженеров отделов главного энергетика или производственно-технического. Полученный результат имеет высокий уровень субъективности, по причине однонаправленности целей специалистов одного отдела. Например, если бы такую же оценку проводили рабочие по обслуживанию осветительных приборов, то приоритеты сместились бы в область надежности, а наибольшие оценки рабочих, которые осуществляют производственный процесс при рассматриваемых осветительных приборах, были бы выставлены высоким уровням освещенности и минимальным показателям ослепленности. Следовательно, в зависимости от группы специалистов кардинальным образом изменяется результат выбора осветительного прибора, и этот результат носит явно выраженные представления определенной группы. Для устранения субъективности в результатах выбора необходимо сформировать группу экспертов с различными целями (из разных отделов в организациях) и проводить обработку их оценок научными методами.

№ образца	Напряжение, В	Ток, А	Активная мощность, Вт	Полная мощность, ВА	Коэффициент мощности
1	221,1	0,192	41,8	42,4	0,99
2	221,0	0,155	31,5	34,2	0,92
3	222,2	0,250	53,9	55,5	0,97
4	221,2	0,238	43,5	52,7	0,82
5	221,1	0,218	40,0	48,3	0,83
6	219,9	0,322	40,7	70,8	0,57
7	221,2	0,199	42,7	44,0	0,97
8	222,3	0,362	77,0	80,5	0,96
9	221,6	0,258	53,2	57,2	0,93
10	219,1	0,275	33,5	60,3	0,55
11	219,5	0,195	41,9	42,7	0,98
12	219,0	0,178	37,7	39,0	0,96
13	218,9	0,202	43,5	44,3	0,98
14	222,8	0,242	46,6	53,8	0,86
15	222,2	0,247	32,1	54,9	0,58
16	222,1	0,185	39,1	41,2	0,95
17	220,4	0,305	66,5	67,1	0,99
18	222,2	0,343	39,8	76,3	0,52
19	221,2	0,421	90,1	93,1	0,97
20	220,7	0,209	45,7	46,1	0,99

Особое внимание при формировании группы специалистов-экспертов необходимо уделить составлению независимого анализа осветительных приборов общественными организациями, средствами массовой информации и другими организациями, оказывающими влияние на потребителя. Группы экспертов для составления рейтинга светодиодных светильников было решено сформировать из трех подгрупп:

- 1) разработчики осветительных приборов;
- 2) проектировщики, эксперты-энергоаудиторы и другие специалисты, участвующие в разработ-

ке мероприятий по внедрению, реконструкции и модернизации освещения объектов;

- 3) специалисты организаций, эксплуатирующих осветительные приборы.

Формирование осуществлялось в двух направлениях:

- 1) целевое приглашение высококвалифицированных специалистов из научных заведений и аккредитованных лабораторий;
- 2) отбор специалистов, которые по собственной инициативе представили свои анкеты (на сайтах russianelectronics.ru, lightingmedia.ru и forum.expertunion.ru были размещены

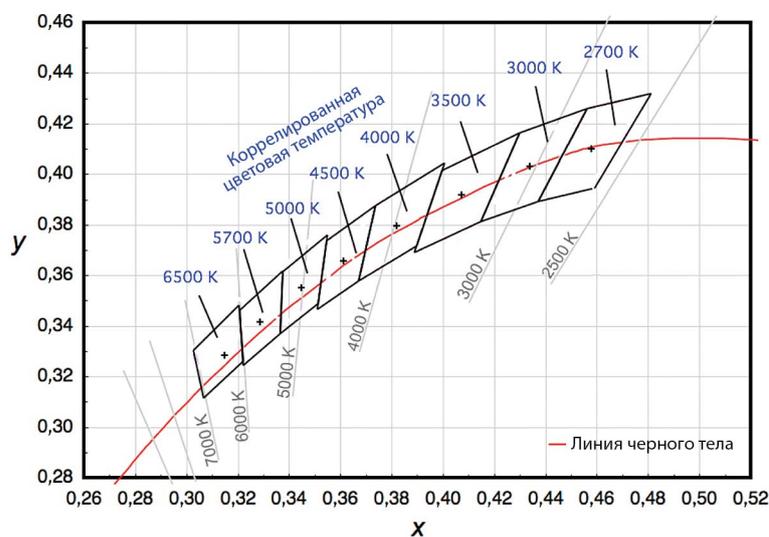


Рис. 2. Графическое представление цветных показателей твердых источников света на диаграмме x, y CIE 1931

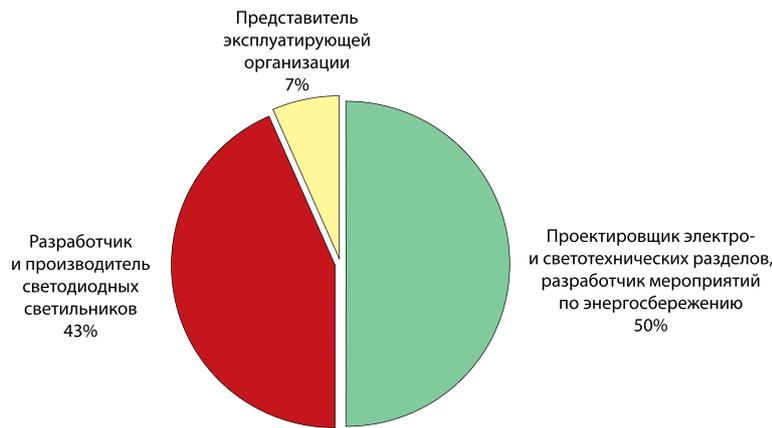


Рис. 3. Состав группы экспертов по специализации

приглашения на участие в оценке светильников).

Принцип такого формирования позволяет создать независимую группу экспертов и наиболее полно отразить в оценках требования и пожелания широкого круга специалистов. В настоящее время охват требований более широкой группы специалистов необходим, так как эта область еще находится в стадии формирования, и основные технические нормативно-правовые акты не введены в действие.

Состав группы экспертов, сформировавшийся в период с 31.05.11 по 15.06.11 г., представлен на рисунке 3.

ЛИЧНОЕ МНЕНИЕ

Игорь Евдасёв,
эксперт-аудитор по качеству

Среди экспертов преобладают две группы:

- представители проектных организаций, органов энергоаудита, учебных и научных организаций, которые отнесли себя к специалистам, участвующим в разработке мероприятий по внедрению, реконструкции и модернизации освещения объектов;
- разработчики и производители осветительных приборов.

При этом результаты сравнения показателей светильников будут в большей степени отражать требования данных групп специалистов.

В наименьшей степени в результатах отражается мнение представителей эксплуатирующих организаций, т.е. конечного потребителя. Это обстоятельство, в том числе обусловлено не окончательно сформированными требованиями и пожеланиями конечного потребителя к светодиодным осветительным приборам. Обзор информационных статей в периодических изданиях и интернет-сайтах не позволяет потребителю без знания теоретических основ светотехники выработать единую позицию к светодиодной тематике, особенно в вопросах светотехнических показателей и важности их выполнения.

ОЦЕНКА ПРИОРИТЕТНОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Каждый эксперт проводит оценку приоритетности технических характеристик светодиодных светильников. На этом этапе эксперты уведомляются о типе рассматриваемого осветительного прибора, но не имеют информации о перечне конкретных моделей, что позволяет более объективно провести оценку.

Для сравнения светодиодных осветительных приборов типа «Армстронг» сформирован перечень технических характеристик с учетом следующих принципов:

1) необходимости потенциального соблюдения требований охраны труда и энергоэффективности;

2) возможности инструментальной или расчетной проверки показателей.

Инструментальные измерения светового потока, кривой силы света, спектра излучений в видимой области, пульсации светового потока, потребляемой мощности, тока, коэффициента мощности проведены сотрудниками ОАО «Центрального научно-исследовательского института «Циклон».

Для удобства анализа и снижения его трудоемкости на основе измеренных величин были рассчитаны: коэффициент дискомфорта, цветовая температура, световая эффективность светильника, коэффициент использования светового потока и удельная установленная мощность для обеспечения уровней минимальной освещенности 400–500 лк. Методы расчетов, а также первичные данные для их проведения были представлены экспертам.

Для дальнейшей обработки экспертами результатов измерений и расчетов рассматриваемые характеристики были разбиты на две группы: светотехнические характеристики и показатели энергоэффективности. В каждой группе представлены три обобщенных показателя. Такой метод позволяет не только определить приоритетность каждого из них, но и приоритетность группы показателей, т.е. одно из направлений разработки и внедрения светодиодных осветительных приборов. Результаты обработки мнений экспертов представлены в таблице 3.

ЛИЧНОЕ МНЕНИЕ

Игорь Евдасёв,
эксперт-аудитор по качеству

Результаты общей группы экспертов были проверены на согласованность мнений по коэффициенту конкордации Кендалла:

$$W = \frac{12S}{n^2(m^3 - m) - nI},$$

где S — сумма квадратов отклонений всех оценок рангов каждого анализируемого показателя

Показатель	Группа экспертов			
	Р	П	Э	общая группа
1 Светотехнические показатели, в том числе:	0,51	0,53	0,58	0,52
1.1 световой поток;	0,13	0,19	0,26	0,16
1.2 показатель дискомфорта, и соответствие цветовой температуре комфортному уровню;	0,17	0,18	0,16	0,18
1.3 пульсация светового потока.	0,21	0,16	0,16	0,18
2 Энергоэффективные показатели, в том числе:	0,49	0,47	0,43	0,48
2.1 световая эффективность осветительного прибора;	0,19	0,20	0,14	0,19
2.2 коэффициент мощности;	0,14	0,13	0,14	0,13
2.3 коэффициент использования светового потока, удельная установленная мощность.	0,17	0,15	0,14	0,16

Примечание:

Р – разработчики осветительных приборов;

П – проектировщики, эксперты-энергоаудиторы и другие специалисты, участвующие в разработке мероприятий по внедрению, реконструкции и модернизации освещения объектов;

Э – специалисты организаций, эксплуатирующих осветительные приборы.

от среднего значения; n — число экспертов; m — число показателей; T — сумма поправочных коэффициентов, учитывающих связанные ранги.

Оценки экспертов были представлены в балльной системе от 1 до 6, и был рассчитан коэффициент конкордации. В итоге мы получили значение коэффициента конкордации равное 0,056. Это очень низкое значение критерия, что не позволяет сделать вывод о согласованности мнений экспертов. Такой результат обусловлен следующими причинами:

- различными мнениями экспертов о приоритете светотехнических показателей и показателей энергоэффективности для светодиодных светильников, что в конечном итоге отразилось в практически одинаковых весовых коэффициентах каждого показателя;

- сложностью для отдельных экспертов оценки приоритетности показателей (выставлены одинаковые оценки для всех показателей), т.е. даже специалисты в области светотехники не всегда смогли однозначно ответить, на какие показатели необходимо в первую очередь обращать внимание при оценке светодиодного светильника.

Эти обстоятельства еще раз доказывают, что на сегодняшний день нет единого направления оценки светодиодного светильника с точки зрения его технических характеристик. Часть специалистов и потребителей более приоритетным считают соблюдение светотехнических требований, а другая часть — энергоэффективных. Причем в нашей выборке эти части оказались практически равны.

ПОДГОТОВКА И АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВЕТИЛЬНИКОВ

На последнем этапе эксперты в индивидуальном порядке ознакомились с результатами инструментальных проверок, расчетов показателей предоставленных образцов осветительных приборов и выставили индивидуальные оценки. Усреднение оценок с учетом их коэффициентов значимости позволяет получить объективный результат группы специалистов, который представляет интерес не только для заказчиков оборудования, но и для разработчиков.

Экспертам были предоставлены таблицы с показателями для проведения балльной оценки по следующей схеме: «считаю, что показатели светильника:

5 — соответствуют всем требованиям и пожеланиям;

4 — соответствуют всем требованиям, но можно было бы улучшить некоторые показатели;

3 — показатели светильника можно признать удовлетворяющими требованиям;

2 — не соответствуют части требований и необходима доработка светильника;

1 — очень низкие, не удовлетворяют значительной части требований».

Так как значительная часть требований к светодиодным светильникам сегодня еще не отражена в действующих технических нормативно-правовых актах, то под «требованиями» эксперты могли принимать собственные пожелания.

Световой поток светильника

Световой поток светильника — самый распространенный технический показатель (см. табл. 4).

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

Алексей Малахов,
руководитель проектной группы ООО «Прософт Трейдинг»

Световой поток влияет только на необходимое количество светильников для получения заданных уровней освещенности. Причем со светотехнической точки зрения всегда лучше большее количество светильников. Если учесть, что основная часть светодиодных светильников применяется на замену существующих светильников с люминесцентными лампами, то световой поток светодиодных светильников должен адекватно соотноситься со старыми светильниками. Из этих соображений рациональный световой поток светодиодного светильника находится в диапазоне 2500–3000 лм (цифры округлены до 500 лм); что выше 3000 лм — избыточно, что ниже — недостаточно при замене существующих светильников.

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

Юрий Рубан,
директор ООО «Рубикон»

Значение светового потока светильника не имеет самостоятельной ценности без уточнения условий использования. Если исходить из приведенных помещений (кабинеты, рабочие комнаты административных зданий, офисы и т.д.), то, считаю все светильники со световым потоком более 3500 лм дискомфортными для восприятия, а световой поток светильника типа «Армстронг» выше 5000 лм избыточным.

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

Дмитрий Зубарев

Низкие оценки для светильников с большим и низким уровнем светового потока относительно 3000 лм обусловлены тем, что в офисных помещениях невысокие потолки, что в первом случае даст неравномерность распределения освещенности, а во втором вызовет необходимость увеличения числа ОП.

ЛИЧНОЕ МНЕНИЕ

Игорь Евдасёв,
эксперт-аудитор по качеству

Доля экспертов, выставивших наибольший балл за наибольшее значение светового потока светильника, самая значительная и примерно составляет 77%. Базовые принципы такой оценки не указаны ни одним экспертом.

Показатель дискомфорта UGR и соответствие цветовой температуре «зоне комфортности» при освещенности 400 лк (см. табл. 5)

Показатель дискомфорта UGR рассчитывался по КСС в DIALux для четырех помещений высотой 3 м (принимается как типовое для офисных помещений) и индексами помещения 0,6; 1,0; 2,0; 3,0, т.е. с различными соотношениями сторон.

Цветовая температура определяется по четырехугольникам цветности согласно МКО15:2004. В таблице для анализа экспертами указывалась цветовая температура центральной точки четырехугольника.

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

Екатерина Ильина,
инженер-светотехник ЗАО «Rainbow Electronics»

Есть сомнения относительно корректности расчета объединенного показателя дискомфорта UGR. Общеввропейский критерий оценки дискомфорта блескости, вызывающей неприятные ощущения при неравномерном распределении

Таблица 4. Оценки светового потока светильников

№ образца	Световой поток, лм	Средний балл
1	2419	2,5
2	2848	3,7
3	4120	4,4
4	2575	3,0
5	2493	2,7
6	2537	3,0
7	2724	3,3
8	5705	4,5
9	4206	4,5
10	2331	2,2
11	2340	2,3
12	2726	3,5
13	3116	4,2
14	3826	4,2
15	2821	3,7
16	3105	4,1
17	4449	4,4
18	2530	2,9
19	3162	4,1
20	2564	3,0

Таблица 5. Оценки показателей дискомфорта и цветности

№ образца	Показатель дискомфорта UGR при индексе помещения (высота помещения – 3 м)					Показатели цветности			Единый балл по показателю дискомфорта и цветовой температуре
	0,6	1,0	2,0	3,0	среднее	x	y	Цветовая температура*, К	
1	14	16	17	18	16,3	0,367	0,378	4500	4,1
2	11	15	16	17	14,8	0,338	0,362	5000	4,0
3	16	18	19	20	18,3	0,356	0,364	4500	3,5
4	15	16	18	19	17,0	0,390	0,382	4000	4,0
5	13	14	16	17	15,0	0,336	0,358	5700	3,8
6	15	16	18	19	17,0	0,315	0,329	6500	2,8
7	16	18	18	18	17,5	0,336	0,356	5700	3,1
8	18	20	21	22	20,3	0,325	0,358	5700	2,8
9	16	17	19	19	17,8	0,361	0,383	4500	3,5
10	13	14	15	16	14,5	0,334	0,352	5700	3,7
11	15	16	18	19	17,0	0,336	0,360	5700	3,4
12	15	16	18	19	17,0	0,353	0,373	5000	3,6
13	12	16	17	17	15,5	0,335	0,356	5700	3,6
14	16	16	17	18	16,8	0,356	0,363	4500	4,0
15	15	17	19	19	17,5	0,293	0,305	более 6500	2,0
16	10	18	17	16	15,3	0,359	0,379	4500	4,2
17	18	20	21	22	20,3	0,365	0,376	4500	3,0
18	13	14	15	13	13,8	0,308	0,324	6500	3,1
19	10	16	16	15	14,3	0,377	0,391	4000	4,6
20	13	14	16	17	15,0	0,332	0,350	5700	3,8

* Указана по центральной точке четырехугольника цветности согласно МК015:2004.

Таблица 6. Оценки пульсации светового потока

№ образца	Осциллограмма	Балл	№ образца	Осциллограмма	Балл
1		4,4	7		2,2
2		2,7	8		2,0
3		5,0	9		1,9
4		4,9	10		3,9
5		4,9	11		2,7
6		5,0	12		2,0

яркостью в поле зрения, определяется по формуле:

$$URG = 81g \left[\frac{0,25 \sum_{i=1}^n L_{i\omega}^2}{L_a p_i^2} \right]$$

где L_i — яркость блеского источника, кд/м²; ω_i — угловой размер блеского источника, стер; p_i — индекс позиции блеского источника относительно линии зрения; L_a — яркость адаптации, кд/м².

Рассмотрим два случая:

а) если светильник имеет матовый рассеиватель и светящим телом является вся или практически вся матовая поверхность, то расчет методологически правильный;

б) если в поле зрения попадают открытые светодиоды или рассеиватель имеет призматическую поверхность, то значения яркости по площади светильника значительно различаются и результат, полученный при расчете в программе DIALux на основании усреднения этой яркости по всей площади светильника (60×60 см), вызывает сомнения.

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

Алексей Малахов,

руководитель проектной группы ООО «Прософт Трейдинг»

Допустимый диапазон цветовой температуры по диаграмме Крюитгофа указан в пределах 3000–5700 К. Стоит отметить, что диаграмма построена для оценки комфорта работы с черно-белыми объектами. При работе с цветными объектами необходимо учитывать индекс цветопередачи Ra, и в этом случае целесообразнее провести оценку светодиодных светильников по рекомендациям СП 52.13330.2011 (Приложение И) для рабочих кабинетов и подобных помещений (индекс Ra от 80 до 84, цветовая температура 2700–4500 К).

Считаю, что приведенные в СП 52.13330.2011 рекомендации вполне обоснованы для освещения офисных помещений, следовательно, можно применять светодиодные светильники с цветовой температурой не выше 4500 К. Использование источников света с цветовой температурой более 4500 К должно автоматически накладывать требование Ra от 90 и выше.

Пульсация светового потока светильника

Оценивалась по изменению освещенности на рабочей плоскости, которая регистрировалась с помощью фотоприемника и осциллографа (см. табл. 6).

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

Сергей Козловский,

заместитель директора ООО «Бел Спец Лайт»

Вероятнее всего, в каждом блоке питания присутствуют электролитические конденсаторы с известным «эффектом старения» или просто «потери» емкости. Также вероятно, что у некоторых образцов повышенная пульсация может возникать из-за схемы корректора коэффициента мощности, что вполне можно доработать.

Таблица 6. Оценки пульсации светового потока (окончание)

№ образца	Осциллограмма	Балл	№ образца	Осциллограмма	Балл
13		2,6	17		3,4
14		4,3	18		4,7
15		5,0	19		1,4
16		2,5	20		2,7

Примечание. Цифра 1 со стрелкой слева от осциллограммы – уровень нуля. Осциллограмма в относительных единицах.

На новом светильнике, я считаю, пульсации должны практически отсутствовать, т.к., повторюсь, «старение» электролитических конденсаторов со временем только ухудшит этот показатель.

Световая эффективность осветительного прибора

Под световой эффективностью осветительного прибора понимают отношение светового потока светильника к потребляемой им активной мощности (см. табл. 7).

№ образца	Световая эффективность осветительного прибора, лм/Вт	Балл
1	57,9	2,5
2	90,4	4,9
3	76,4	4,3
4	59,2	2,5
5	62,3	3,1
6	62,3	3,0
7	63,8	3,1
8	74,1	4,1
9	79,1	4,4
10	69,6	3,5
11	55,8	2,4
12	72,3	3,9
13	71,6	3,9
14	82,1	4,8
15	87,8	4,7
16	79,4	4,5
17	66,9	3,4
18	63,6	3,1
19	35,1	1,3
20	56,1	2,4

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

Екатерина Ильина,
инженер-светотехник ЗАО «Rainbow Electronics»

Потребитель платит не за активную составляющую мощности, а за полную потребляемую мощность. При этом реактивная составляющая в настоящее время скрывается в действующих тарифах на электроэнергию.

Проектировщик будет рассчитывать сеть с учетом коэффициента мощности светильника и выбирать все элементы защиты сети, исходя из полной мощности, а не из активной. Первый вопрос, который можно услышать от проекти-

ровщика — а какой коэффициент мощности закладывать при расчете сети?

Проблема учета полной мощности обострится в будущем с внедрением счетчиков, учитывающих полную мощность, тогда потребитель будет оплачивать всю потребленную электроэнергию из своего кармана. Поэтому я считаю, что целесообразнее было бы оценивать коэффициент световой отдачи не в лм/Вт, а в лм/ВА, т.е. привести его к полной мощности светильника.

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

Дмитрий Зубарев

Без информации о сроке службы, тр-п-перехода и тока, проходящих через светодиоды, сложно оценить срок службы. Есть опасения, что производители некоторых образцов «разгоняют» световой поток либо не используют драйверы для стабилизации тока, проходящего через светодиоды, что существенно сказывается на сроке службы и стабильности светового потока во времени. Опасения учтены в оценках.

Коэффициент мощности

Коэффициент мощности — это отношение активной к полной мощности электроприемника (светильника). Полная мощность состоит из трех составляющих: активной, реактивной и мощности искажений. Последняя имеет особую актуальность для светодиодных светильников, так как значительное количество их моделей оборудуются импульсными блоками питания.

Наличие реактивной составляющей мощности и мощности искажений в большинстве случаев приводит к дополнительным потерям электроэнергии на ее передачу. По этой причине многие специалисты относят коэффициент мощности к показателям энергоэффективности. Результаты оценки коэффициента мощности светильников представлены в таблице 8.

Коэффициент использования светового потока и удельная установленная мощность освещения

Коэффициент использования светового потока рассчитывается по КСС в DIALux для четырех помещений высотой 3 м (принимается как типовое для офисных помещений), высотой рабочей поверхности 0,8 м и индексами помещения 0,6; 1,0; 2,0; 3,0, т.е. с различными соотношениями сторон. Коэффициенты отражения потолка — 0,7; стен — 0,5; пола 0,2. Коэффициент исполь-

№ образца	Коэффициент мощности	Балл
1	0,99	5,0
2	0,92	4,3
3	0,97	4,8
4	0,82	3,1
5	0,83	3,1
6	0,57	1,9
7	0,97	4,8
8	0,96	4,8
9	0,93	4,3
10	0,55	1,8
11	0,98	5,0
12	0,96	4,7
13	0,98	5,0
14	0,86	3,5
15	0,58	1,9
16	0,95	4,6
17	0,99	5,0
18	0,52	1,8
19	0,97	4,8
20	0,99	5,0

Таблица 9. Оценки коэффициента использования светового потока и удельной установленной мощности освещения

№ образца	Коэффициент использования светового потока при индексе помещения					Отклонение фактической удельной установленной мощности от допустимой по СП 52.13330.2011 при освещенности в диапазоне 400-500 лк при индексе помещения, %				Балл
	0,6	1,0	2,0	3,0	среднее	0,8	1,25	2,0	среднее	
1	0,47	0,65	0,86	0,95	0,73	-27	-31	-26	-28	3,1
2	0,57	0,75	0,92	0,99	0,81	-61	-58	-58	-59	4,9
3	0,49	0,69	0,87	0,96	0,75	-46	-49	-45	-47	4,2
4	0,47	0,64	0,85	0,95	0,73	-27	-33	-26	-29	3,2
5	0,52	0,69	0,89	0,97	0,77	-36	-37	-31	-35	3,7
6	0,46	0,63	0,85	0,94	0,72	-29	-35	-28	-31	3,3
7	0,6	0,78	0,95	1,01	0,83	-43	-41	-38	-41	4,3
8	0,48	0,7	0,88	0,97	0,76	-47	-48	-44	-46	4,1
9	0,5	0,7	0,88	0,96	0,76	-50	-51	-45	-49	4,4
10	0,54	0,7	0,9	0,98	0,78	-46	-46	-42	-45	4,3
11	0,46	0,63	0,84	0,94	0,72	-26	-25	-21	-24	3,1
12	0,46	0,63	0,85	0,94	0,72	-42	-46	-40	-43	3,9
13	0,53	0,72	0,9	0,98	0,78	-43	-41	-40	-41	4,2
14	0,55	0,75	0,91	0,98	0,8	-55	-54	-53	-54	4,9
15	0,45	0,62	0,84	0,94	0,71	-50	-55	-49	-51	4,2
16	0,55	0,77	0,94	1,01	0,82	-52	-50	-43	-48	4,7
17	0,46	0,66	0,85	0,94	0,73	-36	-41	-34	-37	3,6
18	0,56	0,74	0,93	1,00	0,81	-37	-37	-32	-35	3,8
19	0,56	0,75	0,93	1,00	0,81	5	12	19	12	1,9
20	0,51	0,69	0,89	0,97	0,76	-28	-31	-23	-28	3,2

зования определяется по средней освещенности, поэтому в расчете принята рабочая поверхность по площади равная площади помещения, т.е. без отступов от стен.

Удельная установленная мощность

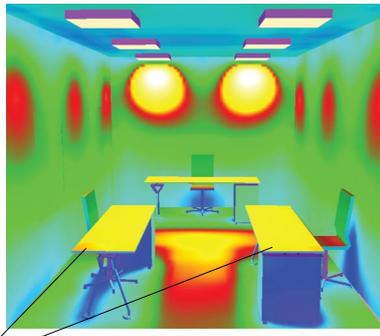
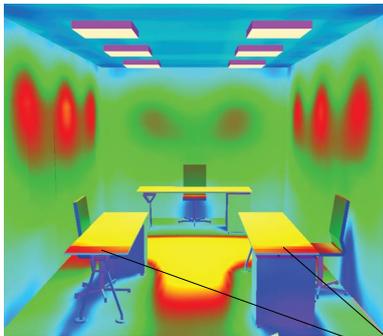
$$P_{уд} = P \cdot N / S,$$

где P — активная мощность светильника по результатам инструментальных измерений, Вт; N — количество светильников для достижения уровней освещенности на рабочей поверхности не менее 400 лк; S — площадь помещения, м².

Расчеты N проведены по КСС в DIALux Light для трех помещений высотой 3 м и разными индекса-

ми помещения, т.е. с различными соотношениями сторон. Удельная установленная мощность определяется по минимальной освещенности, поэтому в расчете принята рабочая поверхность с отступом от стен согласно методу измерения освещенности по ГОСТ 24940-96. Отступ 1 м, который регламентируется ГОСТ 24940-96 как минимальный, уменьшен в связи с относительно небольшими габаритами помещения

Коэффициент запаса при расчете принят 1,4 в соответствии с СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение»). Так как в помещении может быть установлено только целое число светильников, то минимальная освещенность в каждом расчете



точки минимальной освещенности

Рис. 4. Пример неравномерности освещенности в помещении при одинаковом количестве светильников и различной схеме их расположения (справа — светильники расположены на большем расстоянии друг от друга)

отличалась от 400 лк. Для возможности сопоставления результатов были интерполированы кривые максимально допустимых удельных установленных мощностей искусственного освещения в помещениях общественных зданий (СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение»). Рассчитано относительное отклонение полученных значений удельной установленной мощности в каждом расчете от указанных кривых.

Знак минус обозначает меньшую расчетную установленную мощность по сравнению с допустимой по СП 52.13330.2011 (результаты см. в таблице 9).

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

Екатерина Ильина,
инженер-светотехник ЗАО «Rainbow Electronics»

Коэффициент использования светового потока в помещении, по моему мнению, не является показательным при оценке эффективности светового прибора.

Встроенные потолочные светильники применяются для общего освещения, а не для локального. В последнем важно, чтобы максимальное количество света попало на рабочую поверхность, но и критерии к расстановке светильников при локальном освещении другие, чем при общем освещении. Предлагаемый способ оценки можно было бы считать корректным только в случае локального освещения.

В помещении должна освещаться не только рабочая поверхность, но и окружающее пространство. Лишь в этом случае можно говорить о качественном освещении, которое подразумевает не только требуемую горизонтальную освещенность, но и цилиндрическую. В данном исследовании цилиндрическая освещенность вообще никак не оценивалась, а это важный параметр, не менее важный, чем горизонтальная освещенность.

ЛИЧНОЕ МНЕНИЕ

Игорь Евдасёв,
эксперт-аудитор по качеству

Коэффициент использования светового потока и удельная установленная мощность осветительной установки нормируются в зависимости от индекса помещения. Если коэффициент использования светового потока и индекс помещения имеют аналитическую связь, то для удельной установленной мощности и индекса помещения связь значительно слабее. Последнее обусловлено тем, что нормируется минимальная освещенность рабочей плоскости, следовательно, установленная мощность осветительных приборов зависит не только от коэффициента использования светового потока и световой эффективности приборов, но и от коэффициента неравномерности освещенности. Коэффициент неравномерности освещенности (см. рис. 4) для конкретного образца имеет значительный разброс значений

Таблица 10. Ранжирование светильников по оценке светового потока

№ образца	Модель светильника	Световой поток, лм	Балл
8	ДВ001-60-002 УХЛ4, ООО «БЛ ТРЕЙД»	5705	4,5
9	Istrong 3500, ЗАО «СВЕТЛАНА-ОПТОЭЛЕКТРОНИКА»	4206	4,5
3	WAVE LED 595, «Световые технологии»	4120	4,4
13	LL-ДПО-01-045, ООО «ЛидерЛайт»	3116	4,2
14	SSL-AR1-30-S-SI, ООО «Полупроводниковая светотехника»	3826	4,2
16	СП-01, ООО «ИЛЛЮМИНЕКС»	3105	4,1

Таблица 11. Ранжирование светильников по оценке дискомфорта и цветовой температуре

№ образца	Модель светильника	Показатель дискомфорта UGR	Цветовая температура*, К	Балл
16	СП-01, ООО «ИЛЛЮМИНЕКС»	15,3	4500	4,2
1	FN-40, ПА «Контракт-электроника»	16,3	4500	4,1
2	L-office, ООО «Ледел»	14,8	5000	4
4	ССП(В), ООО ПКФ «Эжотон»	17	4000	4
14	SSL-AR1-30-S-SI, ООО «Полупроводниковая светотехника»	16,8	4500	4

* Указана по центральной точке четырехугольника цветности согласно МКО15:2004.

при одинаковом значении индекса помещения и различных соотношениях длины и ширины рабочей плоскости или при различных схемах расположения светильников в помещении (см. рис. 4).

Значения отклонения фактической установленной мощности от допустимой по СП 52.13330.2011, указанные в таблице, являются только одной случайной точкой в возможном поле значений для каждого образца. Эти значения нельзя принимать как средние значения отклонения (экономии/перерасхода).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате анализа мы можем определить значения показателей светодиодных светильников типа «Армстронг», которые, по мнению группы экспертов, в настоящее время соответствуют всем или практически всем их требованиям, т.е. находятся в диапазоне 4,0–5. (см. табл. 10–15).

Так как рассматриваемые технические показатели светильников имеют различный приоритет, то общая оценка определяется с учетом весовых коэффициентов, определенных для всей группы экспертов. Результаты оценки представлены в таблице 16.

В таблице 16 зеленым цветом выделены образцы светильников, анализируемые технические показатели которых в своей совокупности экспертами признаны на уровне «соответствуют всем требованиям, но можно было бы улучшить некоторые показатели», а желтым цветом — на уровне «показатели светильника можно признать удовлетворяющими требованиям».

Совокупность показателей ни одного образца из 18 не была признана «соответствуют всем требованиям и пожеланиям», при том что набор анализируемых технических показателей значительно меньше регламентируемого техническими нормативно-правовыми актами (часть ТНПА находится еще в стадии проектов).

ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ЛАМПЫ ПРОТИВ СВЕТОДИОДОВ

При проведении сравнения светодиодных светильников эксперты были поставлены в положение большинства потребителей, т.е. ограниченного объема информации о продукции. Эксперты не имели возможность увидеть сам светильник, его конструк-

цию, комплектующие, качество монтажа и т.д. С одной стороны, такой подход повысил объективность сравнения, так как по конструкции несложно определить производителя, что, несомненно, повлияло бы на субъективность оценок. Практика раскрытия информации по моделям сравниваемых светильников особенно опасна при проведении сравнения с «открытой» группой экспертов, которая формируется частично или полностью из желающих добровольно принять участие.

Эксперты оценили технические показатели, а не образцы светильников, т.е. ту информацию, на основании которой потребитель должен в большинстве случаев принимать решение. При таком подходе интересно посмотреть, как группа экспертов соотносила показатели светодиодных светильников и люминесцентных. Организаторы не предупредили экспертов, что среди оцениваемых образцов имеются два люминесцентных светильника. Это было сделано, чтобы эксперты предъявили одинаковые требования к показателям независимо от источника света.

Образец № 19. Светильник с люминесцентными лампами T8, Noname

Образец № 17. ЛВПО 01-4х14-001 (люминесцентные лампы T5), ООО «СветТехСервис»

По результатам сравнения образец № 19 набрал 2,9 балла. Это самый низкий балл среди всех рассматриваемых образцов.

Образец № 17 набрал 3,7 балла и вошел в группу «показатели светильника можно признать удовлетворяющими требованиям». При этом совокупность анализируемых показателей этого светильника была признана экспертами на более высоком уровне, чем у 61% светодиодных светильников из представленной выборки. Более детальный анализ показал, что все анализируемые показатели образца светильника с люминесцентными лампами T5 получили оценки выше 3, т.е. значение каждого показателя удовлетворило требование экспертов. Для большинства светодиодных светильников, которые были рассмотрены в процессе сравнения, наблюдается значительная неравномерность оценок по показателям.

ЛИЧНЫЕ МНЕНИЯ ЭКСПЕРТОВ по проведению сравнения светодиодных светильников

Игорь Евдасёв,

эксперт-аудитор по качеству,

Белорусский государственный университет транспорта

Я принял участие в проведении сравнения светодиодных светильников типа «Армстронг» в качестве оператора, т.е. выполнял расчет дополнительных показателей на основе результатов измерений, а также обработку данных экспертных оценок. До момента отправления материала в печать так и не знал, какие модели светильников участвуют в сравнении. Очень хорошо при этом ощутил состояние растерянности потребителя при проведении многих тендеров, когда перед тобой множество предложений с цифрами. Я специально написал слово «цифры», а не значение показателей, так как трактовка этих значений даже специалистами в области светотехники может быть диаметрально противоположной, в чем можно убедиться по оценкам экспертов для отдельных показателей.

Для себя сделал вывод: «Сколько бы технических показателей ни было включено, какие бы общепризнанные методики при измерениях и дальнейшей обработке ни применялись, получить в настоящее время результаты рейтинга светодиодных светильников, с которыми согласилось бы боль-

Таблица 12. Ранжирование светильников по оценке пульсации светового потока

№ образца	Модель светильника	Осциллограмма светового потока	Балл
3	WAVE LED 595, «Световые технологии»		5,0
6	L 7184, ЗАО «Завод Электрооборудования»		5,0
15	СПП-4x10-003-01, ФГУП «РНИИРС»		5,0
4	ССП(В), ООО ПКФ «Экотон»		4,9
5	Exp-600L, ООО «Экспомет»		4,9
18	RASTRA LED с лампами LEDline T8, ELGO Li		4,7
1	FN-40, ПА «Контракт-электроника»		4,4
14	SSL-AR1-30-S- SI, ООО «Полупроводниковая светотехника»		4,3

Таблица 13. Ранжирование светильников по оценке световой эффективности

№ образца	Модель светильника	Световая эффективность светильника, лм/Вт	Балл
2	L-office, ООО «Ледел»	90,4	4,9
14	SSL-AR1-30-S- SI, ООО «Полупроводниковая светотехника»	82,1	4,8
15	СПП-4x10-003-01, ФГУП «РНИИРС»	87,8	4,7
16	СП-01, ООО «ИЛЛЮМИНЕС»	79,4	4,5
9	Istrong 3500, ЗАО «СВЕТЛАНА-ОПТОЭЛЕКТРОНИКА»	79,1	4,4
3	WAVE LED 595, «Световые технологии»	76,4	4,3
8	ДВ001-60-002 УХЛ4, ООО «БЛ ТРЕЙД»	74,1	4,1

шинство специалистов, пожалуй, невозможно». Причина этой ситуации в том, что на сегодняшний день среди специалистов еще не сложилось единого (поддерживаемого большинством) мнения о приоритетности показателей светодиодных светильников, следовательно, не определены основные требования к производству продукции. Если к этому добавить отсутствие необходимого объема технических нормативно-правовых актов в области светодиодной продукции, то мы получаем ситуацию, когда технические показатели отходят на второй план, а главным критерием при выборе становится цена.

Отсутствие экономических показателей в проведенном сравнении, считаю, является больше достоинством, чем недостатком. В отличие от значений технических показателей, которые определялись независимыми сторонами, получить экономические данные без участия производителя представляется почти невыполнимой задачей. В этом случае производитель имеет возможность непосредственно влиять на результаты рейтинга. Необходимо учитывать, что метод «контрольной закупки» для проведения рейтинга, целевой аудиторией которого является широкий круг потребителей, также будет иметь существенный недостаток, так как отражает только одну случайную цену закупки, которая во многих случаях может быть сформирована не производителем, а спросом-предложением в конкретном регионе.

Проведение таких рейтингов специализированными печатными изданиями, интернет-изданиями и другими средствами, целевой аудиторией которых являются специалисты в области светотехники и энергетики, считаю необходимым с целью представления мнения более широких кругов по приоритетам развития осветительных приборов со светодиодами.

Юрий Рубан,
директор ООО «Рубикон»

Для анализа светильников и сравнения их не хватает описания конструктива или фото в разобранном виде. Также очень важно определить правильность термоменеджмента и наличие гальванической развязки в драйверах.

Екатерина Ильина,
инженер-светотехник ЗАО «Rainbow Electronics»

Не приведена оценка индекса цветопередачи для каждого из светильников в рейтинге. Показатель Ra — один из основных параметров, определяющих качество света. Организаторы рейтинга не включили данный параметр в оценку светильников, а жаль.

Не приводится «экономика» светильников, а цена светильника в соотношении с его потребительскими свойствами является одним из ключевых факторов для принятия решения о покупке.

Ольга Железникова,
доцент кафедры светотехники
ГОУВПО «МГУ им. Н.П.Огарева»

На мой взгляд, ваша анкета составлена не совсем корректно, поэтому получить по ней достоверные данные вряд ли удастся. Вам надо,

Таблица 14. Ранжирование светильников по оценке коэффициента мощности

№ образца	Модель светильника	Коэффициент мощности	Балл
1	FN-40, ПА «Контракт-электроника»	0,99	5
11	Офис-П 42Вт, RUSLED	0,98	5
13	LL-ДПО-01-045, ООО «ЛидерЛайт»	0,98	5
20	Офис-32/1, ООО «ЛЕД-Эффект»	0,99	5
3	WAVE LED 595, «Световые технологии»	0,97	4,8
7	Крейзи даймонд, ООО «Полис»	0,97	4,8
8	ДВ001-60-002 УХЛ4, ООО «БЛ ТРЕЙД»	0,96	4,8
12	Office 30W, ООО «Люксон»	0,96	4,7
16	СП-01, ООО «ИЛЛЮМИНЕКС»	0,95	4,6
2	L-office, ООО «Ледел»	0,92	4,3
9	Istrong 3500, ЗАО «СВЕТЛАНА-ОПТОЭЛЕКТРОНИКА»	0,93	4,3

Таблица 15. Ранжирование светильников по оценке коэффициента использования светового потока и удельной установленной мощности

№ образца	Модель светильника	Коэффициент использования светового потока	Отклонение фактической удельной установленной мощности от допустимой по СП 52.13330.2011 при освещенности в диапазоне 400-500 лк	Балл
2	L-office, ООО «Ледел»	0,81	-59%	4,9
14	SSL-AR1-30-S-I, ООО «Полупроводниковая светотехника»	0,8	-54%	4,9
16	СП-01, ООО «ИЛЛЮМИНЕКС»	0,82	-48%	4,7
9	Istrong 3500, ЗАО «СВЕТЛАНА-ОПТОЭЛЕКТРОНИКА»	0,76	-49%	4,4
7	Крейзи даймонд, ООО «Полис»	0,83	-41%	4,3
10	ТН 197 с рассеивателем, ОАО «ОСВАР»	0,78	-45%	4,3
3	WAVE LED 595, «Световые технологии»	0,75	-47%	4,2
13	LL-ДПО-01-045, ООО «ЛидерЛайт»	0,78	-41%	4,2
15	СПП-4х10-003-01, ФГУП «РНИРС»	0,71	-51%	4,2
8	ДВ001-60-002 УХЛ4, ООО «БЛ ТРЕЙД»	0,76	-46%	4,1

видимо, разобраться с областями применения светильников. Необходимо указать хотя бы группу помещений, где СП будут устанавливаться (I-IV), и те зрительные работы, которые будут выполняться в них. Не зная, где будет установлен светильник, невозможно сделать выбор. Важнейшая функция светильника — не только светить, но создавать комфортное и экономичное освещение за счет перераспределения светового потока в нужных направлениях с помощью оптики. Если светильники освещают фойе, холл — это одно; если, допустим, аудиторию — другое. Например, применение СП с высокими цветовыми параметрами в этом случае оправдано хотя бы потому, что при их освещении приятно выглядит лицо человека.

Далее сравниваются количественные и качественные характеристики освещения: световой поток (количественная) и пульсацию излучения, показатель дискомфорта (качественная). Это что-то новое. Качественные характеристики нельзя рассматривать в отрыве от количественных, так как их влияние на условия работы глаза взаимосвязано и взаимозависимо. Одинаковое качество освещения по-разному оценивается глазом при разном количестве света, и одинаковое количество освещения совсем неодинаково воспринимается при разном его качестве.

И еще: вряд ли сегодня можно пользоваться зависимостью комфортного уровня освещенности от цветовой температуры по Крюитгофу, это где-то 40-е годы прошлого столетия. Она составлена для ламп накаливания, тогда как самая низкая рассматриваемая температура — 4000 К.

Алексей Васильев,

выпускающий редактор журнала «Магазин свет»

Хотелось бы, чтобы в подобных рейтингах учитывались показатели, отражающие степень нагрева светодиодов. Это может быть измеренная температура во время работы или же данные по тепловому сопротивлению светодиодов. При отсутствии таких данных мы оцениваем показатели только выпущенных светильников, но не можем оценить, как быстро они будут ухудшаться. Для светодиодных светильников, которые стоят дорого и окупаются в течение нескольких лет, прогнозировать динамику деградации параметров очень важно.

Светлана Амелькина,

кафедра светотехники МГУ им. Н.П. Огарева

В административных зданиях, где есть рабочие места с компьютерами, требования по качественным показателям условий освещения возрастают, поэтому светильники, рекомендуемые для помещений с компьютерами и видеотерминалами можно выделить в отдельную группу, так как для таких помещений очень важно отсутствие слепящего действия (UGR не более 14 и коэффициент пульсации не более 10). Если использование ЭПРА обеспечивает такие значения коэффициента пульсации, то добиться отсутствия слепящего действия, при проектировании значительно сложнее.

Дмитрий Зубарев

При оценке светильников ощущалась нехватка данных: наличие или отсутствие драйвера, блока питания, информация о них; индексы цветопередачи, токи, проходящие через светодиоды, температура р-п-перехода, срок службы. Испытывался недостаток информации в методиках измерений и измерительных приборах. Не совсем понятна необходимость расчёта UGR для высоты 3 м.

Александр Ковылин,

Дальневосточный федеральный университет

Экспертная оценка всё-таки должна включать учёт всех возможных характеристик и факторов, однако полагаю, что в организованных условиях даже такая опросная система (может, где-то и несколько ограниченная по количеству учётных параметров) будет весьма полезной для специалистов ориентирующихся на оптимальное решение светотехнических задач.

Данил Ситников,

технический директор ООО «Интелтек»

Мои замечания основаны на опыте работы с предприятиями, оптимизирующими энергопотребление для осветительных систем:

1. Сравнение светодиодных решений проще проводить один к одному со стандартным растровым люминесцентным светильником. Правило номер один при замене систем освещения: показатели светового потока должны быть не хуже, чем существующие. Правило номер два: световой поток должен быть не большим, чем существующий. Освещенность — это первое, на что обращает внимание пользователь, при этом за лучшие показатели клиент платить не будет. Поэтому я поставил низкие оценки как светильникам со значительно меньшим световым потоком, так и светильникам со значительно большим световым потоком, чем обычный растровый светильник.

2. В исследование не включены (по крайней мере, я не обнаружил в списке протестированных образцов) светильники с боковой подсветкой. У таких светильников используется принцип переотражения света в полимерном материале. В качестве материала обычно используется акрил с множеством лазерных надрезов, так называемый LGP — light generating panel. У таких светильников светодиоды (300—600 шт.) устанавливаются по боковым сторонам светильника, которые светят к центру, а не вниз. За счет переотражения получается равномерный световой поток со всей плоскости светильника. Такие светильники достаточно эффективны (70—77 лм/Вт), так как работают на низких токах. Из недостатков — большое количество светодиодов и, соответственно, большая вероятность выхода светильника из строя. Но по комфорту такие светильники, на мой взгляд, самое оптимальное решение для офиса.

3. В наших внутренних исследованиях мы ориентируемся на показатели окупаемости, что мне кажется лучшей интегральной оценкой. Дело в том, что при определенных технических ухищрениях можно достигнуть очень высо-

Таблица 16. Ранжирование светильников по усредненной оценке для шести показателей

Место	№	Оценка показателей с учетом весового коэффициента							Модель светильника
		1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	суммарная	
1	3	0,70	0,63	0,90	0,82	0,62	0,67	4,3	WAVE LED 595, «Световые технологии»
	14	0,67	0,72	0,77	0,91	0,46	0,78	4,3	SSL-AR1-30-S-SI, ООО «Полупроводниковая светотехника»
2	2	0,59	0,72	0,49	0,93	0,56	0,78	4,1	L-office, ООО «Ледел»
	16	0,66	0,76	0,45	0,86	0,60	0,75	4,1	СП-01, ООО «ИЛЛЮМИНЕКС»
3	13	0,67	0,65	0,47	0,74	0,65	0,67	3,9	LL-ДПО-01-045, ООО «ЛидерЛайт»
4	9	0,72	0,63	0,34	0,84	0,56	0,70	3,8	Istrong 3500, ЗАО «СВЕТЛАНА-ОПТОЭЛЕКТРОНИКА»
5	15	0,59	0,36	0,90	0,89	0,25	0,67	3,7	СПП-4x10-003-01, ФГУП «РНИИРС»
	17	0,70	0,54	0,61	0,65	0,65	0,58	3,7	ЛВПО 01-4x14-001 (люминесцентные лампы T5), ООО «СветТехСервис»
6	1	0,40	0,74	0,79	0,48	0,65	0,50	3,6	FN-40, ПА «Контракт-электроника»
	5	0,43	0,68	0,88	0,59	0,40	0,59	3,6	Exp-600L, ООО «Экспомет»
	8	0,72	0,50	0,36	0,78	0,62	0,66	3,6	ДВ001-60-002 УХЛ4, ООО «БЛ ТРЕЙД»
7	4	0,48	0,72	0,88	0,48	0,40	0,51	3,5	ССП(В), ООО ПКФ «Экотон»
	12	0,56	0,65	0,36	0,74	0,61	0,62	3,5	Office 30W, ООО «Люксон»
8	7	0,53	0,56	0,40	0,59	0,62	0,69	3,4	Крейзи дайманд, ООО «Полис»
9	10	0,35	0,67	0,70	0,67	0,23	0,69	3,3	ТН 197 с рассеивателем, ОАО «ОСВАР»
	18	0,46	0,56	0,85	0,59	0,23	0,61	3,3	RASTRA LED с лампами LEDline T8, ELGO Li
	20	0,48	0,68	0,49	0,46	0,65	0,51	3,3	Офис-32/1, ООО «ЛЕД-Эффект»
10	6	0,48	0,50	0,90	0,57	0,25	0,53	3,2	L 7184, ЗАО «Завод Электрооборудования»
11	11	0,37	0,61	0,49	0,46	0,65	0,50	3,1	Офис-П 42Вт, RUSLED
	19	0,66	0,83	0,25	0,25	0,62	0,30	2,9	Светильник с люминесцентными лампами T8, Noname

Примечание.

1.1 — световой поток; 1.2 — дискомфорт и цветовая температура; 1.3 — пульсация светового потока; 2.1 — световая эффективность светильника; 2.2 — коэффициент мощности; 2.3 — коэффициент использования светового потока и удельная установленная мощность.

ВНИМАНИЕ!

Проведенное сравнение светодиодных светильников имеет целью определить из предоставленных образцов экземпляры, которые наиболее соответствуют требованиям и пожеланиям группы специалистов по ряду технических показателей.

При оценке светильников не проверялось соответствие их характеристик техническим нормативно-правовым актам, а также заявленным производителем характеристикам. Обращаем внимание, что эту работу должны и могут проводить только уполномоченные и аккредитованные лаборатории.

Результаты измерений и анализа относятся только к представленным образцам и не могут быть распространены на другую продукцию предприятий.

Результаты анализа не могут являться основой для принятия решения в коммерческих и правовых вопросах деятельности организаций.

ких показателей качества света и эффективности светильника, но за это необходимо будет платить увеличенной себестоимостью. Поэтому цена решения является не менее важным параметром, чем технические данные представленных образцов.

Алексей Яковлев,
кафедра Лазерной и световой техники,
Томский политехнический университет (ТПУ)

Информация интересная и, самое главное, интересная с точки зрения оценки производителя. Вот только одна проблема — такую информацию от производителя получить практически невозможно. Если в анкете представлены отечественные производители, то страна должна знать своих героев и кто они — «собиратели» или разработчики.

Геннадий Терехов,
технический директор ООО «Светотроника»

Качество источников питания (ИП) самым непосредственным образом сказывается на конечных технических характеристиках полу-

проводниковых светильников. Действительно, из 6 предложенных к оценке показателей 4 напрямую зависят от качества ИП. Этот факт заставляет производителей более тщательно подходить к выбору ИП и внимательнейшим образом учитывать его технические характеристики. В офисных приложениях особое значение имеет уровень пульсаций светового потока, который напрямую связан с пульсациями выходного тока светодиодного драйвера и нормируется СанПиН на уровне не более 10%. Этот параметр часто либо отсутствует в технической документации на драйвер, либо аккуратно замалчивается производителем ввиду запредельного значения. Личный опыт показывает, что из большинства предложенных на рынке светодиодных ИП (проведено более 120 измерений) лишь незначительная часть (не более 25%) может в полной мере удовлетворять этим требованиям. В представленных образцах светильников около половины имеют завышенные пульсации светового потока,

что совершенно недопустимо для офисного приложения и возможно лишь для освещения вспомогательных помещений (коридоров, лестничных клеток, кладовых). Несколько слов хотелось бы сказать об оценке такого параметра как коэффициент мощности (КМ). Несомненно, это один из важных параметров, указывающих на эффективность использования энергии электрической сети. Собственно, на числовое значение КМ определённым образом оказывают влияние два параметра: коэффициент сдвига фазы ($\cos \phi$) и коэффициент искажения (Ки) формы питающего тока. Все знают, что чем ближе по величине параметр КМ к единице, тем лучше, однако, напрямую нормативными документами его величина никак не регламентируется. Нормируются лишь уровни гармоник формы входного тока, которые строго определены в ГОСТ Р 51317.3.2-2006 (МЭК 61000-3-2), а они, в свою очередь, напрямую зависят только от коэффициента искажения, который в оценке не участвовал. Учитывая, что потребляемая мощность всех тестируемых светильников превышает 25 Вт (Class C), требования указанного выше ГОСТа, являющегося одним из обязательных по электромагнитной совместимости (ЭМС), достаточно жёсткие и игнорировать их нельзя. Следует поставить под сомнение наличие (если таковое имеется) сертификатов соответствия по ЭМС для светильников, имеющая работа по сравнительной оценке светильников, несмотря на некоторые издержки, является хорошим начинанием и имеет большое значение для игроков развивающегося российского полупроводникового светотехнического рынка.