

Оптика Daisy для офисного освещения

Екатерина Ильина,
ekaterina.ilyina@ledil.com
Сакен Юсупов,
saken.jusupov@ledil.com

Бурное развитие технологий облегчает жизнь, избавляет от тяжелого физического труда, сокращает количество работающих и увеличивает число управляющих. Рост популяции чиновников наглядно показал Сирил Норткот Паркинсон в своей книге «Закон Паркинсона».

Изучая сметы Английского Адмиралтейства, он нашел такие данные:
«В 1914 г. во флоте служило 146 000 моряков, 3249 чиновников и 57 000 портовых рабочих.

В 1928 г. моряков стало всего 100 000, докеров – 62 439, зато чиновников было уже 4558. Число военных судов уменьшилось с 62 до 20, но служило в Адмиралтействе уже не 2000, а 3569 чиновников. В свое время удивлялись, почему людей, нужных в бою, стало меньше, а людей, годных лишь в кабинете, – больше. Но нас интересует не это. Мы хотим отметить, что 2000 чиновников 1914 года превратились к 1928 г. в 3569, а работы не прибавилось. Личный состав флота за эти годы уменьшился на треть, а количество судов на две трети...

И небезынтересно посмотреть, как шло дело дальше, когда адмиралтейский штат в 1935 году составил уже 8118 человек и возрос до 33788 к 1954 году, образуя, как кто-то выразился, «могучий сухопутный флот»...

Мысли английского писателя превосходно иллюстрирует современная статистика занятости населения США [1]:

- производство товаров: 21 833 000 человек;
- промышленность: 13 689 000;
- строительство: 7 401 000;
- оказание услуг (питание, гостиничное хоз-во и т.д.): 116 160 000;

- розничная продажа: 15 454 000;
- профессиональные или бизнес-услуги: 18 102 000;
- образование, здравоохранение: 18 647 000;
- отдых и гостиничный бизнес: 13 667 000;
- правительство и государственные должности: 22 335 000 (в феврале 2008 года).

В США людей, производящих товары, почти в пять раз меньше тех, кто занят в сфере услуг. Наша страна уже более 70 лет пытается «догнать и перегнать Америку», и на этом пути у нас тоже растет и ширится армия офисных работников. Можно по-разному относиться к этому явлению, негативно или позитивно, но с точки зрения бизнеса рост числа офисных работников дает новые возможности производителям светодиодных светильников, потому как новые рабочие места нужно освещать. Для того чтобы понять, что и как освещать, нужно посмотреть, какие есть тенденции в строительстве и обустройстве офисов и как будет развиваться освещение рабочих мест.

Офисные работники (поначалу управленцы и жрецы) существовали в разных культурах с незапамятных времен. Достаточно вспомнить тех древних ассирийцев, которые оставили после себя многочисленные глиняные таблички с «хозяйственно-финансовой» информацией. Или приказные избы времен Московского княжества XVI века. В те времена люди работали днем, а ночью спали, то есть в «офисах» использовали только естественное освещение. Тогда в обиходе были масляные лампы, луцины и свечи, но они светили тускло, были дорогими, пожароопасными и сложными в обслуживании. В XVIII веке появились в быту керосиновые и газовые лампы, но искусственный свет стал массово применяться в офисах только с появлением электрических ламп в конце XIX века. Стоимость электрического освещения оказалась при-

емлемой для массового освещения административных и производственных «центров управления». И с этого момента у клерков появилась возможность засиживаться на работе допоздна, но из-за дороговизны электричества и малого КПД первых ламп накаливания электрическое освещение все еще было дополнительным источником света, а основным освещением рабочих мест было солнце, которое светило через большие окна. Первые патенты на электрические лампы с угольной нитью начали появляться в Англии и Америке в 1840 году. Первые лампы, пригодные для работы вне стен лаборатории, создал и запатентовал в России русский ученый Александр Николаевич Лодыгин в 1874 году. В 1879-м американский патент получил изобретатель Томас Эдисон и именно ему удалось наладить массовое производство ламп накаливания с временем работы более 1000 ч, придумать и внедрить удобную для их применения арматуру, винтовой цоколь, поворотный выключатель, электросчетчик. Но КПД лампы накаливания составляет всего лишь 5%, поэтому на смену им стали приходить люминесцентные лампы. Первая газоразрядная лампа была изобретена еще в 1856 году Генрихом Гейслером. В 1926-м Эдмунд Гермер предложил применить люминофор для преобразования ультрафиолетового света в видимую часть спектра. И только в 1938 году компания General Electric сумела довести технологии производства люминесцентных ламп до массового, КПД таких ламп составляет около 25%. Появление экономичных люминесцентных ламп и снижение цены на электроэнергию позволило ярко освещать офисы электричеством круглосуточно и оборудовать рабочие пространства в далеких от солнца местах, например в полуподвальных помещениях. Или же освещать большие офисные залы с низким потолком и бесконеч-

ными рядами кубиков – рабочих столов, разделенных звукоизолирующими перегородками. В наше время на смену люминесцентным лампам и лампам накаливания приходят светодиодные источники света, так как КПД светодиодов приближается уже к 50%. Свечение полупроводниковых кристаллов было впервые описано советским ученым О. В. Лосевым в 1927 году, но для его научного осознания потребовалась математический аппарат квантовой механики и опыт его применения к процессам, происходящим в легированных полупроводниках. Спустя 30 лет такие исследования проводил другой советский ученый – Ж. И. Алферов. За исследования полупроводниковых гетероструктур он получил нобелевскую премию. В начале 1990-х японский ученый С. Накамура вместе со своими коллегами изобрел дешевую технологию изготовления синего светодиода, и в 1996 году компания Nichia начала массовый выпуск синих светодиодов, а через три года уже и белых светодиодов. Сейчас светодиодные светильники массово вытесняют из обихода своих предшественников и многие офисные помещения уже оборудованы светодиодными светильниками. Высокий КПД светодиодных источников света дал людям новые возможности для того, чтобы совсем

перестать зависеть от солнечного света. Например, 30 лет назад торговые залы магазинов имели большие окна для инсоляции, а у современных торговых центров практически отсутствуют окна для естественного света, они эффективно используют все глухие стены и углы для сдачи площадей в аренду.

Современное искусственное освещение в большинстве офисных зданий имеет утилитарный характер, оно выполняет требования ГОСТа по освещению рабочих мест и почти лишен эстетики. Самый массовый на рынке офисный светильник – это плоский световой квадрат «Армстронг» размером 600×600 мм, встроенный в подвесной потолок. Типовое освещение светильниками только такого типа в дешевых офисах с низкими потолками напоминает пещеру, в которой свет устремлен вниз, на лицах коллег создаются удлиненные тени под глазами, а изображение на горизонтальной плоскости становится «плоскими». А низкий CRI заметно искаляет цвета. Освещение в большинстве современных офисных центрах можно охарактеризовать словами «дешево» и «серо». Но неотвратимый прогресс стремительно меняет нашу жизнь и работу тоже. Бурное развитие каналов связи и появление

Интернета кардинально и на наших глазах меняет сам характер офисной работы. Мы видим, как исчезает бумажный конвейер, который требовал компактного размещения всех делопроизводителей. Электронный документооборот отвязывает исполнителей от географических координат конкретного офисного стула. В последнее время набирают популярность работа на удаленном доступе и работа в «коворкингах». Коворкинг – офис нового типа, где разные люди и компании арендуют рабочие места в нужном количестве и на удобные им сроки. Аренда рабочего места в коворкинге обходится дешевле, чем аренда минимальной комнатушки в стандартном офисном центре, а возможность почасовой аренды рабочего места или переговорной комнаты удобна многим людям. Для привлечения клиентов владельцы коворкингов стараются сделать обстановку максимально удобной и привлекательной. Комфортное освещение – один из самых дешевых способов достичь этого (рис. 1). Чтобы освещать такие офисы, нужны светильники, которые соответствуют современным представлениям о комфорте. Исследование компании Zumtobel Research [1] показало, что 82% людей предпочитают:



Рис. 1. Эволюция офисов

- световые решения с комбинированным прямым и рассеянным светом;
- возможность контролировать и регулировать освещение на своем рабочем месте;
- уровень освещенности рабочего места 800 лк или выше;
- в небольших офисах люди предпочитают освещение с более теплыми тонами (4000 K), а в больших открытых предпочитают более холодные тона белого света (5000 K).

Сравнительно недавно, буквально на наших глазах, появились технологии *human centric lightning* – светодиодного освещения, ориентированного на человека. Суть которых в том, что системы искусственного освещения меняют теплые и холодные оттенки основного белого освещения в течение дня, подражая суточным изменениям цветовой температуры солнечного света. Утром и вечером

солнечный свет мягче, с теплым желтым оттенком, а днем свет гораздо холоднее, смешен в синюю часть спектра. Светильники, имитирующие солнечные циркадные ритмы, благоприятно действуют на людей и повышают производительность труда.

В 1998 году Берлинский институт эргономики опубликовал данные [2] о том, что плохое освещение, мерцание и блики, влияют на работоспособность и самочувствие даже тогда, когда вы об этом не знаете. Это вызывает головные боли, трудности с концентрацией внимания, жалобы на быструю усталость глаз. И все это приводит к снижению производительности.

А сравнительно недавно компания **CBRE headquarters in Amsterdam** в течение семи месяцев 2017 года проводила тестирование освещения *human centric lightning* на своих сотрудниках и получила следующие удивительные результаты: производи-

тельность работников повысилась на 18%, точность работы повысилась на 12%, а 50% сотрудников отметили улучшение самочувствия. Компания **CBRE** сделала для себя такой вывод, что помимо энергосбережения, которое дают светодиодные светильники, основной возврат инвестиций в замену освещения даст прирост производительности труда работников и уменьшение количества ошибок в их работе [3].

Комфорт или дискомфорт освещения определяется не только количеством света, но и его цветовой температурой и степенью пульсаций. Кроме этих параметров важно и то, куда направлен свет и как он распределен в помещении. Для того чтобы разобраться в этих вопросах, посмотрим на рисунок 2, иллюстрирующий, как устроено поле зрения человека.

Из этого рисунка видно, что среднестатистический человек, ближняя периферийная зона поля зрения которого условно с запасом принята как 53°, будет испытывать дискомфорт от лучей света, направленных под углом более 60° от вертикали (рис. 3).

Помимо прямого слепящего света светильников, в глаза попадают блики, отраженные от экранов мониторов и от полированных деталей мебели. Дискомфортный слепящий эффект зачастую трудно оценить или даже заметить, поскольку он может воздействовать краткосрочно, на уровне подсознания. Тем не менее его следует избегать.

Для количественной оценки слепящего воздействия придуман параметр UGR (Unified Glare Rating), основанный на эмпирических исследованиях. Этот показатель определяет вероятность, с которой светильники в неком помещении будут ослеплять наблюдателя. Согласно ГОСТ 33392-2015, значение UGR определяется в горизонтальной плоскости на высоте 1,2 м от пола, то есть с точки зрения сидящего в офисе человека. Рейтинг UGR помогает определить, будет система освещения в помещении дискомфортна или нет. Высокий обобщенный показатель дискомфорта означает, что большинство наблюдателей в одном и том же месте с высокой вероятностью ощутят дискомфорт от попадания светильников их поле зрения. В офисе нормативные требо-

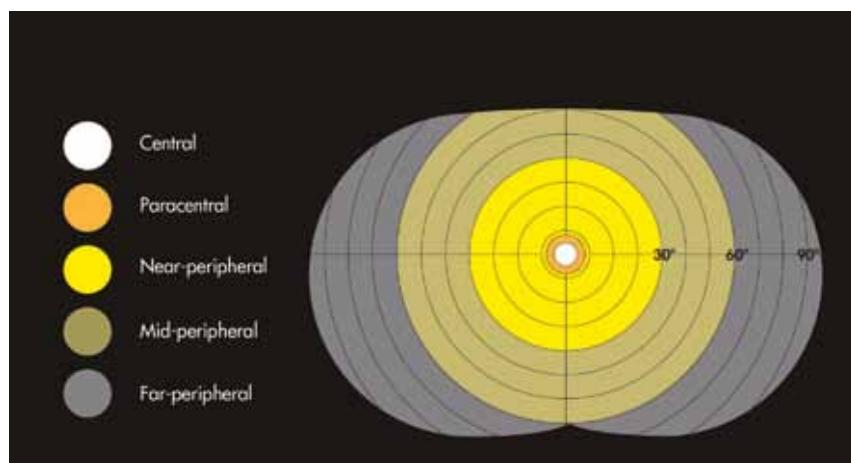


Рис. 2. Области зрения

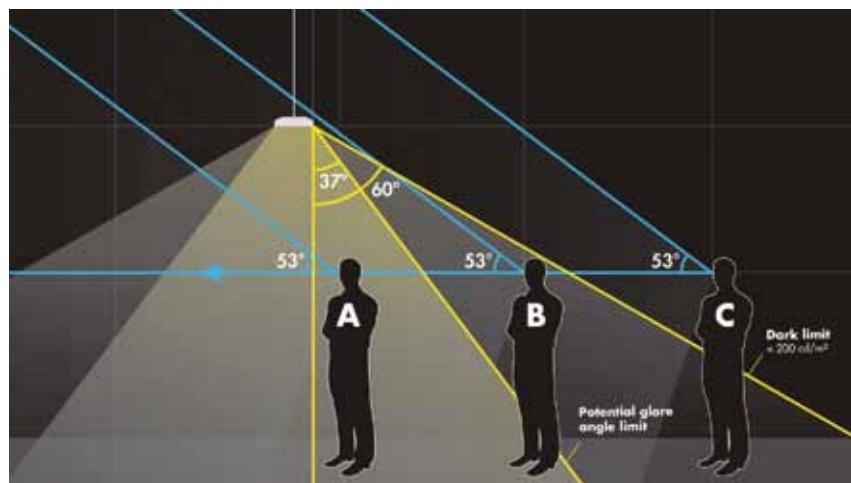


Рис. 3. Защитные углы

вания к значениям UGR при освещении рабочих мест внутри зданий подробно описаны в ГОСТ Р 55710–2013. В нем указано, что для освещения офисов значение UGR должно быть менее 19, UGR ниже 16 подходит для задач, требующих высокой точности, в то время как в коридорах и общественных помещениях значение UGR может быть выше 19.

Эффективный способ снижения UGR в офисе – ограничение угла излучения светильника, чтобы исключить попадание прямого света в глаза. Для решения этой задачи финская компания LEDIL разработала семейство линз Daisy. Daisy – оптическая система, состоящая из линзы и глубокой бленды. В настоящее время линзы Daisy выпускаются в нескольких вариантах:

- линейный модуль на 28 светоточек DAISY-28X1, (длина 1140 мм, ширина 40 мм, высота 20,2 мм);
- линейный модуль на семь светоточек DAISY-7X1, (длина 280 мм, ширина 40 мм, высота 20,3 мм);
- линейный модуль на четыре светоточки DAISY-4X1, (длина 180 мм, ширина 40 мм, высота 20,2 мм);
- квадратный модуль на четыре светоточки DAISY-2X2, (длина 80 мм, ширина 80 мм, высота 21 мм).

Оптика семейства Daisy может комплектоваться блендами белого и черного цвета (рис. 4).

Световые диаграммы линз Daisy представлены двумя углами: 60 и 90° (рис. 5), это самые популярные световые углы, которые применяют для освещения офисов.

Как видно из диаграмм на рисунке 5, оптика обеспечивает очень жесткие защитные углы, более 45° от горизонтали, что исключает прямое попадание света от светодиодов в глаза людей. Линзы Daisy с блендами в черном исполнении полностью «светомаскируют» работу светильника. Во время работы светильника с такой оптикой не видно источника света, заметно лишь то, что этот светильник освещает. Причем оптика обеспечивает высокий КПД – до 90% со светодиодами 5050.

С линзами Daisy можно применять не только светодиоды в корпусах



Рис. 4. Фото линз Daisy

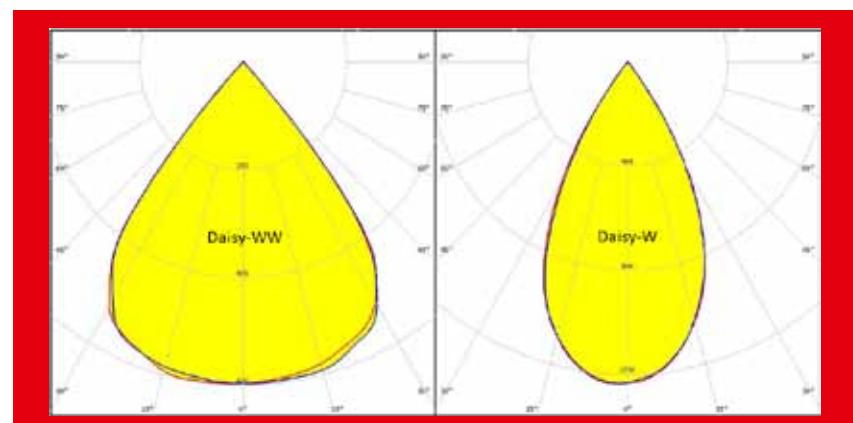


Рис. 5. Диаграммы линз Daisy

5050, но и 3030 и 2835. Для того чтобы создавать светильники с регулируемым тепло-холодным спектром белого света, под каждую линзу можно устанавливать четыре светодиода 2835 или восемь светодиодов Cree J2016. Такие светодиодные модули для линз Daisy с двухцветными белыми светодиодами делают многие партнеры фирмы LEDIL в России. Посмотрим подробнее и более наглядно, как эти модули работают с линзами Daisy. Для этого возьмем светодиодные платы от трех российских производителей: «Планар-Спб», «ИП Хуртина» и «SVT-светотроника», установим на них линзы Daisy (в бе-

лом и черном исполнении), включим их и посмотрим на фотографии световых факелов и пятен, которые формируют линзы.

Для начала посмотрим, в чем визуальное отличие работы оптики Daisy с черной и белой блендой. Линзы с белой блендой имеют более «размытый угол отсечки» и небольшой световой ореол, который подсвечивает бленду и демаскирует работу светильника. Также бленда белого цвета распределяет габаритную яркость в световом окне светильника и снижает контрастность бликов в тех помещениях, где много гладких и блестящих поверхностей (рис. 6).



Рис. 6. Световые факелы линз Daisy с черной и белой блендой



Рис. 7. Пояснения к форме светового пятна

Кроме угла отсечки, финские инженеры уделили особое внимание форме светового пятна. При низкой высоте подвеса основная сложность состоит в том, чтобы обеспечить высокую равномерность освещенности на, как правило, прямоугольной рабочей плоскости, при этом часть света нужно направить в периферийную зону так, чтобы контраст, возникающий между рабочей и периферийной зоной, не утомлял глаза. То есть при овальной форме светового пятна края стола будут более

темными, чем в центре, и создается больший контраст. А при форме пятна, близкой к прямоугольной, этот перепад освещенности сглаживается, так как весь освещается равномерно по всей поверхности (рис. 7).

Первой будем испытывать два светодиодных модуля компании «Планар-Спб»:

- PL241.01-01 с одним белым светодиодом Edison 2835 под каждой линзой (рис. 8);

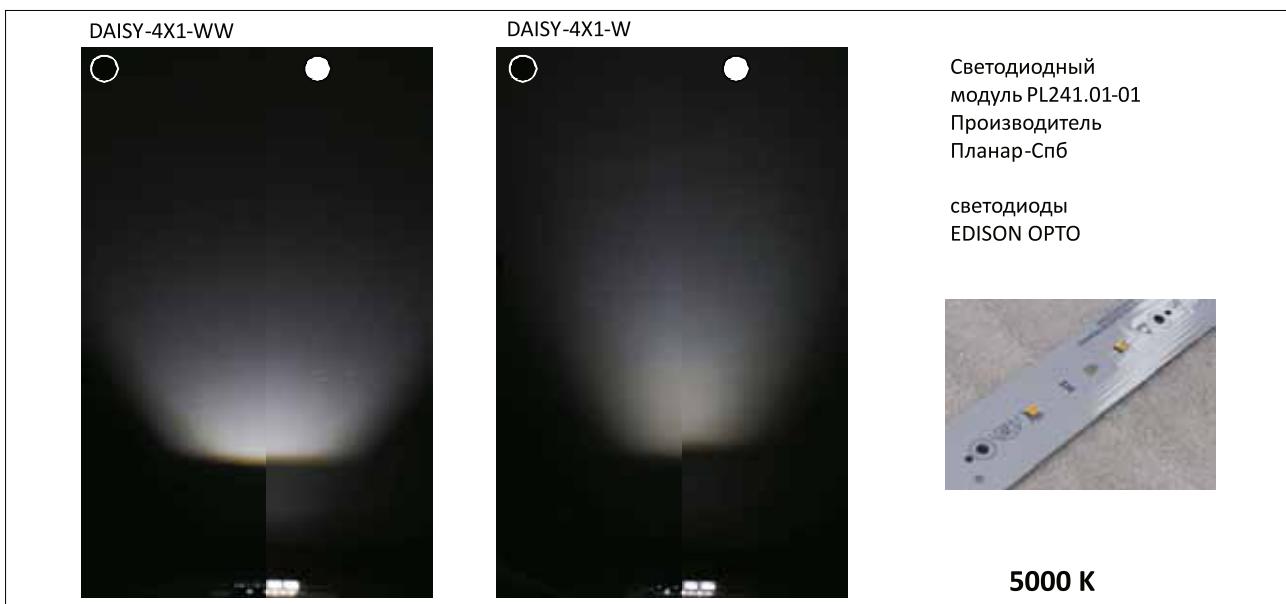


Рис. 8. Результаты работы платы PL241.01-01

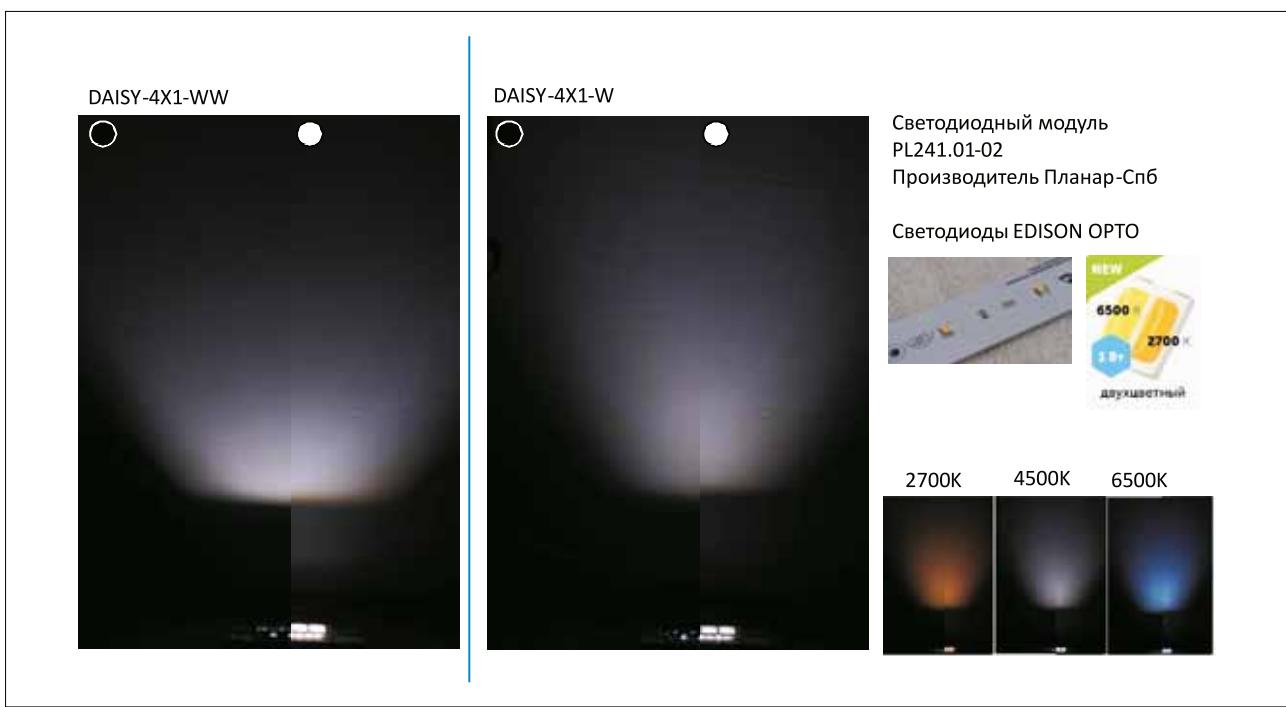


Рис. 9. Результаты работы платы PL241.01-02

- PL241.01-02 с одним белым, тепло/холодным светодиодом Edison 2835 под каждой линзой (рис. 9). Вторым номером включим светодиодный модуль компании «ИП Хуртина»:
 - LT7 5050 (4000K) с одним белым светодиодом Osram Duris S8 под каждой линзой (рис. 10).
 - Третьим номером посмотрим, как работает плата компании «SVT-светотроника»:
 - Daisy-4 Dual Color, на этой плате под каждой линзой распаяны 8 светодиодов Cree J2016, 4 шт. теплых белых и 4 шт. холодных белых (рис. 11).
- Представленные для тестирования платы очень разные по своим параметрам и в рамках этой статьи их

невозможно оценить как лучшую или худшую. Каждый производитель светильников, который будет подбирать оптимальный для себя светодиодный модуль, сам примет решение, исходя из соотношения цены, характеристик и качества исполнения.

Исходные фотографии результатов работы этих модулей и контакты с производителями можно запросить у авторов этой статьи по электронной почте.

ВЫВОДЫ

Последние полгода на рынке офисного света появился спрос на качественное освещение, которое требует создания сложных и дорогих светильников



Рис. 10. Результаты работы платы LT7 5050 (4000K)

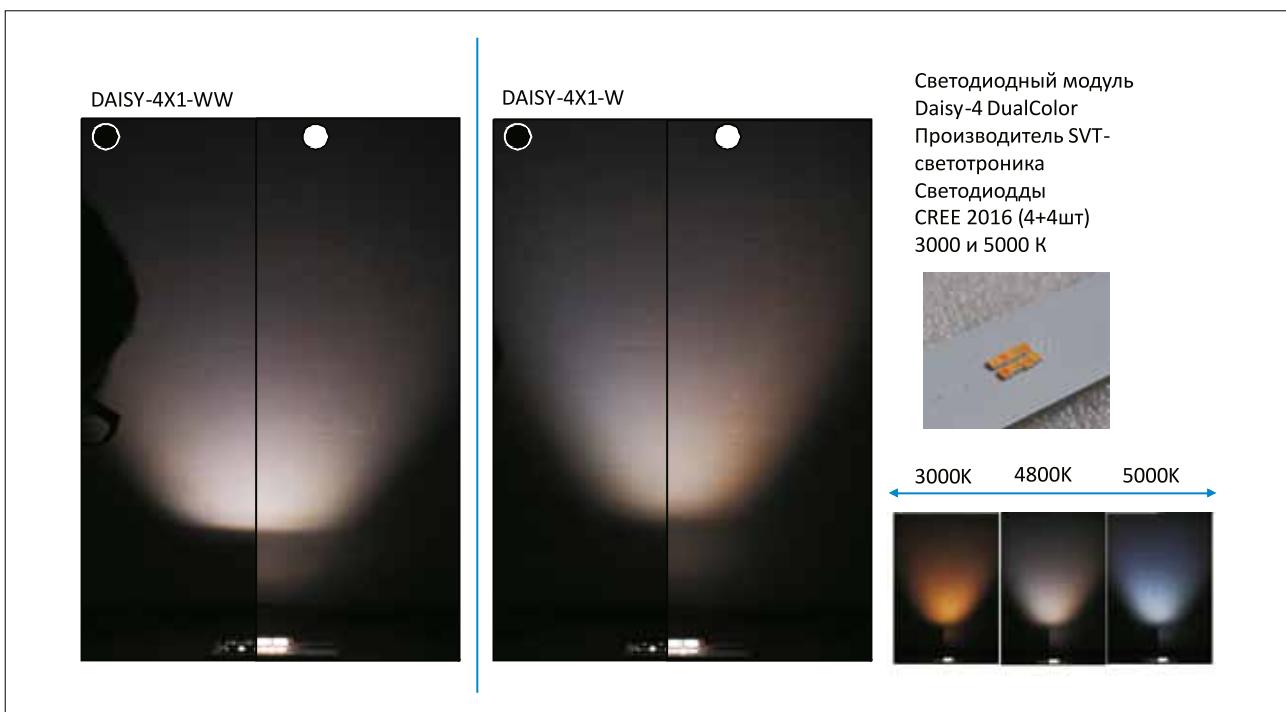


Рис. 11. Результаты работы платы Daisy-4 Dual Color

и систем управления к ним. В этой статье мы рассмотрели оптику Daisy и светодиодные платы, позволяющие быстро создать и вывести на рынок новое поколение офисных светильников, комфортных для зрения, меняющих спектр излучения в соответствии с циркадными ритмами человека, и с интеллектуальным управлением, которое сможет увязать светильник в сеть «Интернета вещей» и дать возможность каждому работнику в офисе настраивать освещение рабочего места по своему вкусу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lighting quality perceived in office by Zumtobel Research, March 2014.
2. Cakir A., Cakir G. Licht und Gesundheit: Eine Untersuchung zum Stand der Beleuchtungstechnik in deutschen Büros Office Lighting: Motivating and Efficient. Ergonomic Institut für Arbeits- und Sozialforschung, Berlin, 1998. www.ergonomic.de/LichtundGesundheit.htm
3. Healthy offices research, CBRE. Human-centric office lighting «boosts productivity. Lux Review, October 2017. www.cbre.nl/en/healthy-offices-research