

2019 год. Новые подходы к офисному освещению

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

Почему в сутках именно 24 часа, а не 25 или 16? Оказывается, древние египтяне использовали двенадцатиричную систему счета и к своему удобству поделили день на 12 временных отрезков. Так же они обошлись и с ночью. Эта идея оказалась «заразной», и за последние 4 тысячи лет ее переняли в Вавилоне, Древней Греции, а затем и в Риме. После падения Римской империи привычка делить ночь и день на 12 часов укоренилась в культуре европейских стран, где живет и здравствует поныне. И большинство взрослых людей ходит днем на работу, где проводит по 8 часов в день. Грубо округляя, можно сказать, что треть своей жизни мы проводим на работе. И вполне естественно, хотим улучшить условия, в которых находимся так долго.

Если сто лет назад 80% населения занимались сельским хозяйством и работали на свежем воздухе под солнечным светом, то сейчас на селе осталось около 25% населения. Остальные 75% перебрались в тесные города, где с наслаждением дышат выхлопными газами авто и бодро суетятся под искусственным светом ламп. Люди так устроены, что всегда хотят сегодня жить лучше, чем вчера, а завтра лучше, чем сегодня, и поэтому готовы тратить деньги и усилия на повышение качества своей жизни. Желание улучшить среду своего обитания в городах сейчас модно выражать борьбой за экологию и против потепления климата, а также стремлением ими-



тировать природу в нашем городском быту.

Подходы к искусственному освещению тоже переосмысливаются – например, в последние годы специалисты начали активно говорить об улучшении световой среды обитания, а чиновники даже стали выделять бюджетные деньги на красивое и комфортное освещение городских улиц. При этом большинство людей бывает на городских улицах только по дороге на работу и обратно, поскольку практически весь день проводят в помещениях с электрическим светом. Поэтому требования людей к качеству искусственного освещения рабочих мест растет и подобный спрос стимулирует развитие светотехнического бизнеса.

Сравнительно недавно, буквально на наших глазах появились технологии human centric lighting – 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 на улице солнечный свет мягче, с теплым желтым оттенком, а днем гораздо холоднее и смещен в синюю часть спектра. Светильники, имитирующие солнечные циркадные ритмы, благоприятно действуют на людей и повышают производительность труда.

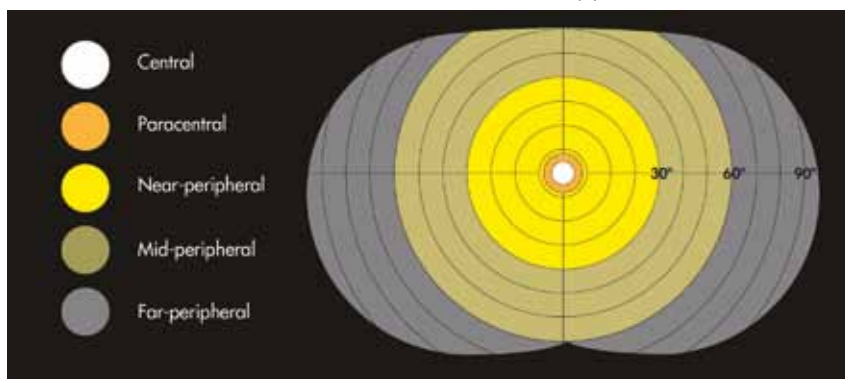


Рис. 1. Области зрения

Еще в далеком 1998 году Берлинский институт эргономики опубликовал данные [1] 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 вместе приводит к снижению производительности.

А сравнительно недавно компания CBRE headquarters in Amsterdam в течение семи месяцев 2017 года проводила тестирование освещения human centric lighting на своих сотрудниках и получила следующие удивительные результаты: производительность работников повысилась на 18%, точность работы увеличилась на 12%, половина сотрудников отметили улучшение самочувствия. Компания CBRE сделала для себя вывод, что помимо энергосбережения, которое дают светодиодные светильники, основной возврат инвестиций в замену освещения даст прирост производительности труда работников и сократить количество ошибок в их работе [1].

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 1, который демонстрирует, как устроено поле зрения человека.

Из 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 (см. рис. 2).

Помимо прямого слепящего света светильников, в глаза попадают блики, отраженные от экранов мониторов и от полированных элементов 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

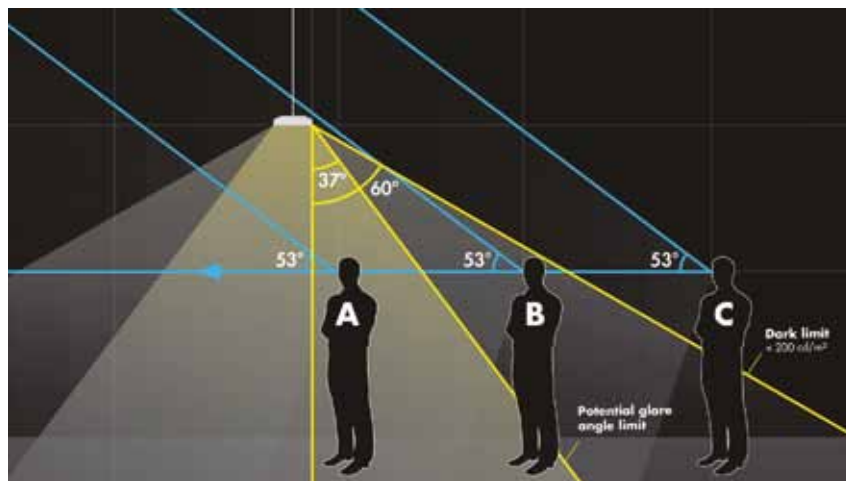


Рис. 2. Защитные углы светильников

UGR (Unified Glare Rating), основанный на эмпирических исследованиях. Этот показатель определяет вероятность, с которой светильники в 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 в их поле зрения. В офисе нормативные требования 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.

Для того чтобы уменьшить значение UGR, в офисе можно управлять разными параметрами системы освещения:

- ограничить угол излучения светильника, чтобы исключить попадание прямого света в глаза (обеспечить нужный защитный угол);
- увеличить площадь светоизлуча-

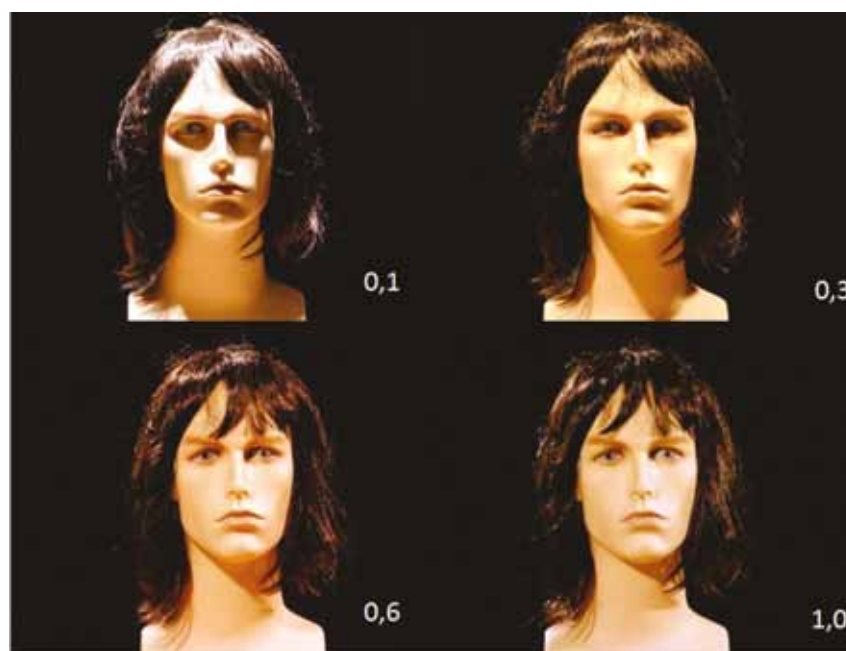


Рис. 3. Примеры из [4] моделирующего освещения для значений $E_2/E_c = 0,1; 0,3; 0,6$ и $1,0$

ющей поверхности светильника и сделать ее яркость равномерной (снижать габаритную яркость);

- уменьшить световой поток светильников, но при этом увеличить количество светоточек в помещении;
- подобрать оптимальное расположение светильников для минимизации бликов и отражений;
- добавить в помещении больше рассеянного света, что уменьшит контраст восприятия глазом ярких бликов.

Помимо UGR качество освещения характеризуют индексом моделирующего освещения, который рекомендуется применять в ГОСТ Р 55710–2013.

Моделирующее освещение – это освещение, создающее объемное восприятие объектов, выявляющее глубину, контуры и текстуру объекта различения или человека [3]. Моделирующее освещение оценивают по отношению рассеянного света к прямому свету в выбранной точке. Индекс моделирования определяется соотношением горизонтальной освещенности к цилиндрической освещенности (Е_г/Е_ц). Чем выше значение Е_г/Е_ц, тем выше моделирующий эффект освещения.

В европейском стандарте EN12464–1:2011 рекомендуется обеспечивать индекс моделирования

между 0,3 и 0,6. На рисунке 3 приведены примеры моделирующего освещения в зависимости от значения Е_г/Е_ц. При значениях Е_г/Е_ц меньше 0,3 получаем освещение с резкими тенями, при значениях 0,3–0,6 освещение с выразительными, но более сглаженными тенями, при значениях выше 0,6 объекты становятся плоскими, так как рассеянный свет «вымывает» детали. Это хорошо видно на рисунке 3.

Стандартное офисное освещение формирует плоскую картинку, почти без теней и полутеней, скучную как серые сугробы неубранного снега на обочинах дорог к концу зимы. И поэтому в тех офисных помещениях, где необходимо создать особую атмосферу (приемные, комнаты переговоров, места отдыха) стараются сделать освещение более комфортным и с хорошим моделирующим эффектом. Для того чтобы выяснить, что значит комфортное освещение, нужно понять, какое же освещение нравится людям?

Исследование компании Zumtobel Research [5] показало, что 82% людей предпочитают:

- световые решения с комбинированным прямым и рассеянным светом;
- возможность контролировать и регулировать освещение на своем рабочем месте;

- уровень освещенности рабочего места 800 люкс или выше;
- в небольших офисах люди предпочитают освещение с более теплыми тонами (4000 К), а в больших открытых предпочитают более холодные тона белого света (5000 К).

Помимо UGR и моделирующих свойств освещения для создания комфортной световой среды в офисе важно не только правильно осветить рабочий стол, но и грамотно распределить свет в помещении, на стенах и потолке. Общепринято считать минимально допустимым соотношение между уровнем освещенности потолка, фона (стен) и рабочих мест как 1:3:10. Если уровень освещенности рабочего места составляет 500 лк, то для стен необходим уровень освещенности 150 лк, а для потолка – не менее 50 лк. Минимальный показатель освещенности стен обычно составляет 30 кд/м².

Но как показывает практика и отзывы офисных работников, уровни освещенности потолка и стен должны быть намного выше минимальных требований стандартов. Проектировщики говорят: «Освещайте стены, а не пол», а в офисном освещении зачастую стены и потолки освещены недостаточно. Чем равномернее освещены ваши



Рис. 4. Пример освещения комнаты переговоров

стены и потолки, тем приятнее они выглядят и меньше отвлекают взгляд.

Комбинирование прямого, ниспадающего сверху и рассеянного света требует более сложных систем освещения, чем привычные сегодня всем офисные светильники «Армстронг». Основной ниспадающий свет можно сформировать привычными светильниками *downlight*, встроенными в потолок или же подвесными. Рассеянный свет можно добавить, подсветив специальными светильниками потолок или стену. На рисунке 4 показан пример освещения переговорной комнаты, где применяются все виды распределения света. Для освещения этой переговорной использована специализированная оптика финской компании LEDIL.

В этом примере для заливки светом стены применен встроенный в потолок светильник с линзами F15861_LINNEA-ZT25 (см. рис. 5). Световая диаграмма этой оптики представляет односторонний кососвет (см. рис. 6). Над столом переговоров подвешен двунаправленный светильник, в котором ниспадающий свет формируется линзой CN16586_DAISSY-28X1-WW (см. рис. 7), чья конструкция формирует большой защитный угол при сохранении высокой оптической эффективности (см. рис. 8). А подсветка потолка в этом светильнике выполнена с помощью линзы F16048_LINNEA-UP (см. рис. 9), которая широко распределяет свет вверх и в стороны (см. рис. 10).

Для того чтобы понять, как работают разные типы освещения, посмотрим фото трех демомакетов, в которых были смонтированы два типа освещения:

- ниспадающий свет *downlight*, сформированный линзой DAISY-28X1-W и светодиодами Cree 2835 с коррелированной цветовой температурой 5000 K;
- задняя стена коробки была освещена светильником *wallwasher* с линзой F15861_LINNEA-ZT25 и светодиодами Cree 2835 с коррелированной цветовой температурой 3000 K.

Светильники с разной цветовой температурой были выбраны специально, чтобы нагляднее показать вклад каждого в общую световую кар-



Рис. 5. Линза F15861_LINNEA-ZT25

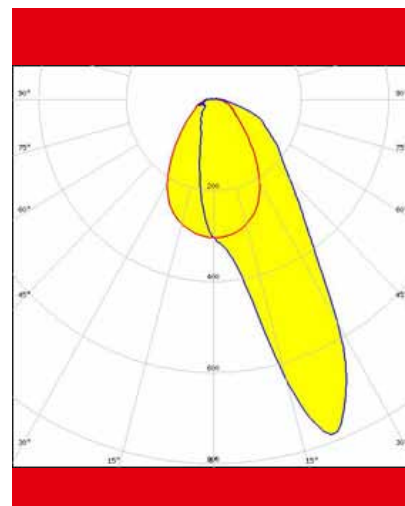


Рис. 6. Диаграмма линзы F15861_LINNEA-ZT25



Рис. 7. Линза DAISY-28X1-WW

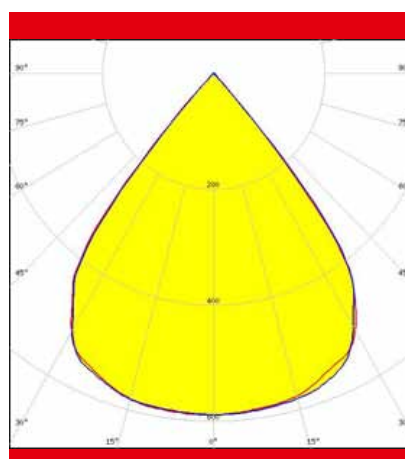


Рис. 8. Диаграмма DAISY-28X1-WW



Рис. 9. Линза LINNEA-UP

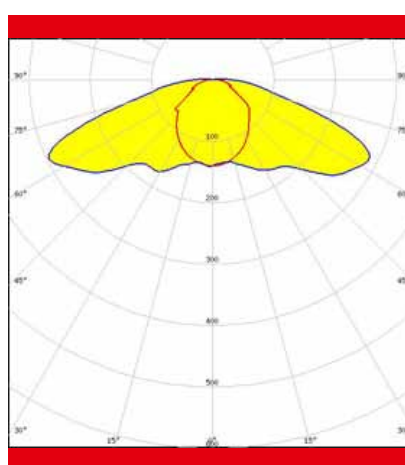


Рис. 10. Диаграмма LINNEA-UP

тину. Результаты этого эксперимента представлены на рисунках 11–13.

На рисунке 11 в боксе № 1 включен только прямой ниспадающий свет. Све-

тильники *downlight* создают преимущественно горизонтальную освещенность. Видно, что светильник с линзой DAISY-W хорошо освещает горизонтальные по-



Рис. 11. Бокс № 1



Рис. 12. Бокс № 2



Рис. 13. Бокс № 3

верхности стола и стульев, но формирует тени в верхней части стены, ближе к потолку. Это визуально делает потолок ниже и создает в помещении «пещерный эффект».

На рисунке 12 в боксе № 2 включен только светильник wallwasher, заливающий дальнюю стену. При этом благодаря отраженному от белых стен свету на столе также наблюдается достаточно высокий уровень освещенности, приемлемый для чтения. Но при данном освещении световой акцент сделан в верхней части стены. Такое освещение больше располагает к созерцанию картинок на стенах офиса, чем к концентрации внимания на рабочем столе.

На рисунке 13 в боксе № 3 включены оба светильника, и можно видеть комбинацию прямого и заливающего освещения. Эта сцена служит примером хорошо смоделированного освещения, где освещаются и стены, и рабочая поверхность стола. В таком помещении и потолок «не давит на плечи», и приятно работать.

Суммируя все вышесказанное, можно сформулировать основные требования к офисному свету завтрашнего дня:

- для зрительного комфорта нужно много света, около 800 лк и выше на рабочих столах;
- для повышения производительности труда и снижения количества ошибок нужен human centric

lightning, то есть автоматическое изменение теплого и холодного оттенков белого света в соответствии с солнечными циркадными ритмами;

- для создания зон индивидуального комфорта нужна возможность индивидуальной настройки параметров освещения на каждом рабочем месте;
- для повышения качества освещения необходимо сочетание прямого и рассеянного света, которое придает объем изображениям, добавляя необходимые тени и полутона;
- для общего комфорта в помещении нужно использовать подсветку стен. Этот светотехнический прием зрительно увеличивает высоту помещения, позволяет использовать освещенные вертикальные поверхности как световые разделители разных функциональных зон в офисе и снижает общий UGR в помещении.

С точки зрения бизнеса новый подход к комфортному освещению офисов позволит производителям светильников выйти из тупика низкой маржинальности производства офисных светильников типа «Армстронг» и начать зарабатывать деньги на изготовлении сложных и «умных» систем внутреннего освещения.

Для первых шагов в этом направлении уже сейчас есть все необходи-

мое: линейная оптика Daisy, Linnea и Florence-1R-GC, светодиодные платы российского производства, драйверы с удобным интерфейсом дистанционного управления, алюминиевые профили для сборки светильников. Информация обо всех этих компонентах собрана и представлена на сайте www.svetolego.com. А специалисты компании LEDIL готовы помочь сделать светотехнические расчеты бесплатно. Будущее уже совсем рядом, осталось сделать шаг навстречу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Licht. wissen 04. Office Lighting: Motivating and Efficient. www.ergonomic.de/LichtundGesundheit.htm based on the study by Cakir, A. and Cakir, G.: «Licht und Gesundheit: Eine Untersuchung zum Stand der Beleuchtungstechnik in deutschen Büros», Ergonomic Institut für Arbeits- und Sozialforschung, Berlin, 1998
2. Healthy offices research, CBRE. www.cbre.nl/en/healthy-offices-research Source: Human-centric office lighting «boosts productivity», Lux Review, October 2017
3. Ильина Е., Гусманов М. Современные линзы для торговых светильников//Современная светотехника. 2017. № 6.
4. www.cibse.org/getmedia/3b3c3ba92-f3cc-4477-bc63-8c02fc31472c/EN12464
5. Lighting quality perceived in office by Zumtobel Research, March 2014
6. www.ledil.com/ru/novosti/sootvetstviye-standartam-i-vykhod-za-ikh-ramki