

Перевод: Василина Рочева

Синий свет — мифы и реальность

➔ Ян Эшдаун и Стэн Валерчик, специалисты в теории цвета, отвечают на вопросы LEDs Magazine о влиянии синего света на здоровье и путях развития человеко-ориентированного освещения.

В январе этого года Ян Эшдаун и Стэн Валерчик, отраслевые эксперты в теории цвета и его взаимосвязи с человеко-ориентированным освещением, провели вебинар «Светодиоды и люди: опасен ли синий свет, или может ли полупроводниковая светотехника улучшить наше самочувствие» (LEDs and humans: Is blue light a hazard or can SSL improve our wellbeing). Это событие вызвало бурю вопросов, обусловленных спорной природой темы¹. Специалисты нашли время, чтобы ответить на большинство из них.

? **Как вы думаете, какова причина такой шумихи вокруг опасности синего света? Кажется, она возникает повсюду. Кто выигрывает, если проектировщики не используют свет с большой синей составляющей?**



Ян Эшдаун: Касаемо индустрии освещения следует говорить не столько о том, что кто-то извлекает выгоду, сколько о том,

что люди имеют устоявшиеся мнения. Конечно, существует частичное пересечение с интересами коммерческих компаний, продающих фильтры синего света для защитных очков и планшетных экранов, но это совершенно отдельная тема.



Стэн Валерчик: Многие специалисты в области освещения и архитекторы привыкли к мысли, что лампы накаливания — Святой Грааль светотехники, порой им трудно изменить свое мнение. И, как сказал Ян, некоторым светотехническим специалистам просто совершенно не нравится высокая КЦТ (коррелированная цветовая температура), и они не понимают, что другим она может нравиться.

? **Вреден ли свет с длиной волны 460 нм для человеческого глаза?**

ЯЭ: Нет никаких доказательств этого на том уровне освещенности, с которым

мы сталкиваемся при типичном электрическом освещении.

? **В статье «Измерение и использование света в эпоху меланопсина» (Measuring and using light in the Melanopsin Age), к которой вы обращаетесь, говорится, что проведенных исследований не вполне достаточно, чтобы предложить стандарт по управлению циркадным ритмом с помощью изменения спектра излучения в системе освещения. Согласны ли вы с этим?**

ЯЭ: Это трудный, но ключевой вопрос. Цитируемая статья была составлена из отдельных мнений 14 медицинских исследователей, и они вполне корректны, рекомендуя осторожный подход. С другой стороны, DIN SPEC 67600:2013 Biologically Effective Illumination — Design Guidelines («Биологически эффективное освещение — руководство по проектированию») дает совершенно ясные рекомендации, например: «На основе текущих результатов людям рекомендуется проводить около получаса каждый день на открытом воздухе на благо своего здоровья».

DIN SPEC 67600 использует очень прагматичный подход к этому вопросу, основывая свои рекомендации на современных знаниях в этой области, а также на накопленном успешном опыте. Несомненно, будут заявления, сделанные малыми (а возможно, и большими) компаниями в отношении необоснованных преимуществ их продукции. Например, сейчас в Интернете предлагается такой нонсенс, как лампа с «полным спектром». Тем не менее, с точки зрения проектировщика освещения, возможно, руководящим принципом должно

¹ Для большего понимания истории вопроса предлагаем ознакомиться с предыдущим интервью, посвященным знаниям научного сообщества о не визуальных воздействиях света на людей: <http://www.ledsmagazine.com/articles/print/volume-11/issue-7/features/interview/potential-exists-for-ssl-to-positively-impact-health-and-wellbeing-but-science-lags.html>.

быть *gratum non nocere* — «прежде всего, не навреди». Невозможно идти по пути развития, если не предпринимать никаких попыток.

СВ: При большом количестве мнений (в данном случае четырнадцать) естественны разногласия. К примеру, д-р Стивен Локли (Dr. Steven Lockley) и некоторые другие специалисты считают, что, хотя мы знаем не все, мы знаем достаточно, чтобы не стоять на месте. Кроме того, большинство существующих светильников, особенно в диапазоне КЦТ 3000–3500 К, не слишком хороши. Таким образом, даже несовершенный человеко-ориентированный проект освещения, возможно, лучше, чем существующее освещение.

? Существует огромная разница между естественным дневным светом, имеющим практически гладкий спектр и истинную цветовую температуру, и искусственными источниками света с пиками в синей области, а также неравномерными и прерывистыми спектральными распределениями, которые описываются коррелированной цветовой температурой. Действительно ли уместно сравнивать источники света, имеющие пики в синей области, с дневным светом?

ЯЭ: На самом деле спектр дневного света совсем не гладкий. Гладкой является математическая модель Международной комиссии по освещению (МКО). Ответ на вопрос, однако, полностью зависит от критериев сравнения. Наше умение различать цвета основывается на способности различать разности сигналов от трех очень широкополосных цветовых датчиков (т. е. колбочек). В результате мы не можем увидеть разницу между гладким спектром дневного света и белым светом, созданным тремя лазерными лучами с длиной волны 450, 525 и 625 нм.

? С учетом того, что синий свет под-держивает наш циркадный цикл путем стимулирования iPRGC (светочувствительные ганглиальные клетки сетчатки глаза), ведущего к подавлению мелатонина, какое дозирование необходимо для минимальной стимуляции?

ЯЭ: Есть рекомендации светотехнической индустрии по этому вопросу, например

DIN SPEC 67600:2013, которую уже упоминал Ян.

СВ: Все люди разные. Например, жители в Азиатско-Тихоокеанском регионе привыкли к освещению 6500 К и вполне приспособились спать в таких условиях.

? Чтобы понять дозу, нужны правильные методики измерений и использование одинаковой терминологии. Есть ли какие-либо достижения в этой области?

ЯЭ: Да. DIN SPEC 5013-100:2014 в настоящее время в процессе публикации, рассматриваются вопросы влияния освещения на меланопсиновые рецепторы.

СВ: Так же, как разные люди должны принимать разное количество лекарств в разное время дня, дозирование света может изменяться в зависимости от того, где живут люди (близко или далеко от экватора), их возраста, от того, «жаворонки» они или «совы», работают днем или ночью, и т. д. Разрабатываются некоторые неинвазивные физиологические методы исследований и электронные устройства, автоматически меняющие освещение или сообщающие человеку, как следует отрегулировать освещение самостоятельно.

? Как бы вы ответили на опасения по поводу установки светодиодов холодного света в доме, если бы, например, вам нужно было избежать влияния синего света перед сном?

ЯЭ: Эту проблему можно решить, не используя в спальне лампы с высокой КЦТ или используя лампы с перестраиваемым цветом.

СВ: Следует избегать ламп с высокой КЦТ в туалетных комнатах перед сном и в ночное время.

? Есть ряд сообщений, что синий свет вредит глазам новорожденных. Вы согласны с этим?

ЯЭ: Есть группы населения, которые, как известно, особенно чувствительны к чрезмерным воздействиям синего света, в том числе:

- дети (из-за прозрачности хрусталика) и люди с афакией (отсутствием хрусталика) и с псевдоафакией (с искусственным хрусталиком), которые,

следовательно, либо совсем не могут, либо могут в недостаточной степени фильтровать короткие длины волн (в частности, синий свет);

- группы населения, которые уже светочувствительны: пациенты, страдающие от некоторых глазных и кожных заболеваний, пациенты, принимающие фотосенсибилизирующие вещества и т. д. то есть те, кому синий свет может ухудшить их состояние;
- группы населения, которые подвергаются освещению высокой интенсивности (отдельные категории работников — те, кто устанавливает системы освещения, профессионалы театральной и киноиндустрии и т. д.) и, следовательно, могут испытывать воздействие большого количества синего света.

Однако следует отметить, что дневной свет дает примерно в 100 раз больше синего света, чем любое внутреннее освещение.

? Зачем кому-то поощрять использование светильников с высокой КЦТ в жилых помещениях, предполагая, что кто-то работает в дневное время? Следуя природе, когда солнце садится, казалось бы, должно происходить резкое уменьшение синего света.

ЯЭ: Мы используем электрическое освещение в пасмурные дни в то время, когда работаем.

СВ: Если кто-то работает или учится дома в вечернее время, освещение с высокой КЦТ может быть безопасней потребления кофеина.

? Как реагирует рынок на системы освещения, которые динамически изменяют КЦТ в течение дня?

ЯЭ: Меняющие цвет системы, которые имитируют естественное освещение, логичны.

СВ: Если бы мы жили в идеальном мире, то ложились бы спать и просыпались, опираясь на Солнце, поэтому хорошо иметь электрический свет, имитирующий естественный. Но так как мы не живем в идеальном мире, может быть, будет лучше иметь электрический свет, обеспечивающий конкретным людям для выполнения различных задач в разное время дня, как альтернативу приему лекарств.

? **Принимали ли вы во внимание физиологию человеческого глаза при выборе КЦТ для помещений? Из-за изменения размера зрачка и рассеяния света я обнаружил, что 5500 К на улице эквивалентно примерно 4200 К в помещении.**

СВ: Действительно, трудно сравнивать КЦТ в течение дня и ночи. По крайней мере, согласно методу² SEL, свет с КЦТ 5000 К, приглушенный на 10–15%, эквивалентен свету с КЦТ 4000 К.

? **Как вы относитесь к смещению уровней КЦТ в архитектурной световой среде — например, 4000 и 2700 К? Где, на ваш взгляд, соотношение, разница или контраст уровней КЦТ становятся нежелательными? Как насчет более высоких/низких уровней освещенности?**

ЯЭ: Смещение уровней КЦТ ничем не отличается от смещения дневного и электрического освещения. Поэтому это остается на усмотрение светодизайнеров и проектировщиков.

СВ: Как мы уже говорили на вебинаре, системы RGB+ могут обеспечить значительную долю излучения в диапазоне 460–490 нм, в то же время имея сравнительно теплый белый свет.

? **Установив, что КЦТ, как представляется, не существенна в рамках обсуждаемого контекста, давайте поговорим о спектральной плотности излучения. Какой требуется минимальный индекс цветопередачи и какой индекс цветопередачи должен быть?**

ЯЭ: Дэвис (Davis) и Гайнтнер (Ginthner) в 1990 г. заявили: «Эффект цветопередачи, который может иметь большее значение, чем коррелированная цветовая температура, может быть изучен путем повторения многих экспериментальных процедур, используемых здесь, с применением ламп с одинаковой цветовой температурой, но с разными значениями цветопередачи». Мы не осведомлены о каких-либо подобных исследованиях,

проведенных в последующие 25 лет. Однако даже если они были, остается два вопроса. Цветопередача и восприятие цвета (это два разных вопроса) до сих пор остаются спорными темами, хотя широко признано, что индекс цветопередачи является плохим показателем для оценки светодиодного освещения. Даже если бы была установлена связь между показателями цветопередачи и предпочтительными уровнями освещенности, то, вероятно, останется значительный разрыв между тем, что лучше, а что является коммерчески доступным.

СВ: Индекс цветопередачи сам по себе не является адекватным параметром. По крайней мере, следует учитывать R9, а часто также должны быть учтены R10–R14 или R15. Для оценки также очень хорошо использовать спектры излучения. Я не уверен, действительно ли во многих применениях необходим индекс цветопередачи 90 по сравнению с 80.

? **Когда вы говорите о синем свете, вы, в основном, ссылаетесь на свет с длиной волны 460–490 нм. Следует ли проявлять осторожность по отношению к коммерчески доступным светодиодным светильникам, имеющим значительное излучение в видимом фиолетовом диапазоне ниже 450 нм?**

ЯЭ: Эти изделия обычно сконструированы таким образом, что фиолетовое излучение (обычно 415 нм) практически полностью поглощается люминофорами и излучается на больших длинах волн. Не имело бы смысла делать иначе, так как мы почти полностью нечувствительны к таким коротковолновым излучениям.

? **Выражает ли Круитхоф (Kruithof) несогласие с подходом Смента (Smet) и Рикерта (Ruckert), описанным в статье «Показатель качества цвета для источников белого света»?**

ЯЭ: Спасибо, мы не знали об этой статье. Выглядит интересным то, что она, как представляется, объясняет результаты Круитхофа.

? **Теплые КЦТ предпочтительны для внутреннего освещения в регионах с холодным или умеренным климатом, таких как Европа и Северная Америка. Однако в теплых странах, таких как Индия, для внутреннего освещения предпочтительна КЦТ холодного дневного света — 6500 К. При этом большинство офисов в Индии имеет уровень освещения 200 лк. В западных странах, которые для внутреннего освещения предпочитают КЦТ 3500 К, в большинстве случаев установлен минимум на уровне 500 лк или выше. Являются ли более высокие требования в западных странах результатом использования освещения с низкой КЦТ, что требует более высоких уровней освещенности для поддержания надлежащего зрительного комфорта?**

ЯЭ: Мы рассматривали эту тему и пришли к выводу, что по большей части это «городской миф». В результате обсуждения данного вопроса с профессионалами в области освещения из Южной Америки, Дальнего Востока и Индии мы пришли к выводу, что предпочтение холодных белых люминесцентных ламп является исторически сложившимся и основывается главным образом на том, что люминофоры холодных белых люминесцентных ламп более эффективны, чем у теплых. Таким образом, это было в основном вопросом экономики потребителей, чем их цветовых предпочтений. Что же касается различных требований к уровню освещенности, полезно отметить, что «право на свет», узаконенное в Великобритании, указывает уровни освещенности, достаточные только для чтения газеты, которые примерно в десять раз ниже, чем то, что мы считаем адекватным сегодня. Эти законы все еще действуют, и это убедительное доказательство того, что нормативные требования не всегда совпадают с хорошим проектом освещения.

СВ: Согласно SEL и TM-24-13, для выполнения зрительной работы достаточно освещенности 200 лк при высокой КЦТ, что, по меньшей мере, соответствует 500 лк при 3500 К.

? **Я думаю, что самое раннее исследование опасности синего света относится к военному опыту США для наблю-**

² Spectrally enhanced lighting (SEL) — это подход к проектированию освещения, нацеленный на достижение значительной экономии энергии. Он влечет за собой смещение цвета ламп от более теплого к более холодному концу цветового спектра, точнее, соответствующему дневному свету. — Прим. пер.

³ A Memory Colour Quality Metric for White Light Source // Energy and Buildings. 2012. 49:216-225.

дателей, смотрящих в небо близко к солнцу в поиске самолетов. Было бы здорово раскопать эту информацию! Мой вопрос: что вы думаете о распространенных осветительных приборах, которые выпускаются без маркировки опасности как изделие группы риска 1 — «низкий риск»? Существует опасение, что эти изделия не вполне безопасны для глаз.

ЯЭ: Мы не стали бы называть это «опасностью синего света», так как наиболее вероятным механизмом повреждения от дневного света, не прошедшего через фильтр, будут фототермические эффекты. Здесь уместно сослаться на публикацию в «Американском офтальмологическом журнале» «Потеря зрения при солнечном затмении»⁴.

? Недавно опубликованные и широко обсуждаемые в дискуссионных группах на LinkedIn исследования выявили некроз ретинальных клеток под воздействием синего, зеленого и красного света. Исследования проводились *in vitro*, с использованием только светодиодов, без какого-либо синего света от других источников. Я не оценивал их с помощью всех тех показателей, о которых вы сейчас говорили. Вы слышали об этих исследованиях⁵?

ЯЭ: Мы были осведомлены о первых двух работах. Общее во всех трех работах — это то, что исследования были проведены *in vitro* с культивированными клетками. Это совершенно другая среда, чем в исследованиях *in vivo*, где есть много механизмов восстановления клеток для устранения

повреждений. Вторая работа, которая была отмечена в этом списке, была представлена в СМИ под сенсационным заголовком, что светодиодные рождественские огни создают ужасающую опасность для здоровья. Конечно, в оригинальной работе этому нет никаких подтверждений.

? Существует ли общепринятое общепромышленное определение термину «blue-enriched light» («обогащенный синий свет»)?

ЯЭ: Нет, это всего лишь общий термин, подобно теплому или холодному белому свету.

СВ: Я пытаюсь найти или разработать определение для blue-enriched light. ●

Оригинал статьи опубликован на www.ledsmagazine.com/articles/print/volume-12/issue-4/features/q-a/questions-abound-about-whether-a-blue-light-hazard-exists.html

⁴R. Penner and J.N. McNair. Eclipse Blindness // American Journal of Ophthalmology. 61:1452

⁵<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23898883>; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22989198>; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22364266>.