



Фотоника

Научно-производственная компания

ООО «НПК Фотоника»
196105 Россия, Санкт-Петербург,
пр. Юрия Гагарина, д.2
+7 (812) 740-71-28
www.npk-photonica.ru

Да будет... ночь!

Светлая угроза: спасаясь от темноты, как сохранить ночь?

В ассоциации Охраны ночного неба отмечают, что повальный переход на светодиодное уличное освещение представляет собой огромную угрозу, хотя и признают, что более нелепой ситуации по противодействию передовым технологиям ещё никогда не возникало. Светодиодные системы уличного освещения действительно способны обеспечить значительное снижение потребления энергии, но эта же передовая технология несёт в себе всё увеличивающуюся угрозу светового загрязнения, несмотря на все защитные устройства.

Свечение ночного неба, – а это ничто иное как световое загрязнение, – возникает при смешении света систем уличного освещения, систем освещения автомобильных парковок, подсветки торговых и офисных центров, стадионов и других источников света, которые светят в ночное время и значительно снижают возможность наблюдения за звёздами. Ежегодно мы увеличиваем подсветку ночного неба на 6 %, особенно в регионах с развитой промышленной инфраструктурой. Наблюдения из космоса подтверждают это документально: фотографии с высоты МКС свидетельствуют, что темпы загрязнения от ночного свечения – результата рассеяния света от уличных фонарей и систем подсветки зданий – значительно увеличиваются по сравнению с прежними показателями.

Если говорить более подробно, то с медицинской точки зрения различают три основных типа светового загрязнения: световые блики, нежелательный свет и свечение ночного неба. Блики от неэкранированных источников света представляют собой опасность для населения, особенно пожилого. Бликовое воздействие на глаза вызывает потерю контрастности, иногда может ослеплять на время и может быть причиной повышенной аварийности. Нежелательный свет – это неконтролируемый свет, присутствующий в чьём-либо жизненном пространстве, например: проникающий свет уличных фонарей в спальное помещение и препятствующий сну. Под свечением ночного неба принимают свечение, видимое над густонаселёнными регионами. Происхождением своим свечение обязано всему отражённому свету и свету, направленному вверх (от неэкранированных источников) в атмосферу (большая часть его не используется по назначению). Экранированные источники света значительно снижают вредное воздействие всех трёх типов светового загрязнения.

В частности, усиление ночного свечения происходит вследствие перехода от натриевых ламп высокого давления «жёлтого» свечения (тёплого света) к энергосберегающим светодиодам светло-голубого свечения (холодного света) в системах уличного освещения. Такая тенденция заставляет беспокоиться тех, кто выступает за снижение светового загрязнения.

В основном, фоновое ночное свечение земной атмосферы обязано двум источникам: натриевым лампам высокого давления (НЛВД) и светодиодным (LED) лампам холодного белого света с цветовой температурой в 6500К. НЛВД характеризуются длинноволновым световым излучением; LED-лампы отличаются узким коротковолновым излучением в сочетании с более широкой длинноволновой световой эмиссией. Бледно-голубой холодный свет LED-светильников имеет очень большой коэффициент рассеивания в земной атмосфере по сравнению с другими цветами, и в этом заключается проблема: переход на LED освещение значительно увеличивает свечение земной атмосферы над крупными городами.

Распространение LED-систем поддерживается мнением, что лучшая освещённость обеспечивает большую безопасность на дорогах и защищённость от уличных нападений. Хотя такое предположение и выглядит обоснованным, оно не соответствует действительности. Проведённые исследования в городах Великобритании и Чикаго не выявили какую-нибудь взаимосвязь между

усилением уличной освещённости и снижением уличной преступности, включая сексуальные насилия, или аварийность на дорогах.

И наоборот, исследованиями доказано негативное влияние излишнего света на здоровье и окружающую среду. Все множасьи доказательства показывают, что большое количество нежелательного света в ночное время нарушает наши циркадные циклы, что может стать причиной повышенной утомляемости и других серьёзных расстройств здоровья. Израильские учёные выявили взаимосвязь увеличения случаев рака груди у женщин с повышенным фоном освещённости в ночное время в их районах проживания, предполагая, что чрезмерная освещённость в ночные часы (часто системами LED) влияет на выработку мелатонина – гормона, подавляющего рост опухолей. Американцы даже обнародовали заключение, что «излишнее световое облучение в ночные часы, включая широкое использование электронных устройств, может приводить к нарушению сна либо усугублять расстройства сна, особенно у детей и подростков».

Существует фактор, который часто игнорируется при оснащении городов уличными LED-системами, – это состояние атмосферы, так как не все города, вернее, атмосферные условия над некоторыми городами одинаковы по содержанию влаги. Сухая и прозрачная атмосфера способствует большему рассеянию света от LED-систем – особенно в коротковолновом диапазоне, что усиливает блики и свечение неба. Теперь известно, что величина свечения в безоблачную ночь зависит от содержания аэрозолей в атмосфере и силового распределения спектра. Источники с большим коэффициентом коротковолнового излучения дают больше рассеянного света, но при увеличении содержания аэрозолей в атмосфере негативные дифференциальные последствия спектрального излучения снижаются. Например, в Ирландии, где в атмосфере очень много водяной взвеси, проблема свечения и нежелательного освещения стоит не так остро, как, скажем, в регионах с сухой и прозрачной атмосферой.

Осуществление замеров свечения в масштабе Земли – процедура комплексная, так как атмосфера сама абсолютно тёмной не бывает никогда благодаря атмосферному свечению и рассеянному свету, даже в отсутствие наземных источников света и лунного свечения.

В высоких слоях атмосферы, в основном выше мезосферы, происходит ионизация воздуха как следствие влияния солнечного ультрафиолетового излучения сверхкороткого диапазона. Эти ионы, сталкиваясь с электрически нейтральными частицами, превращаются в фотоны, что и является источником свечения атмосферы. Степень ионизации слишком уж велика для того, чтобы обеспечивать постоянную величину эмиссии фотонов даже в ночные часы, когда верхние слои атмосферы находятся в тени Земли. Снижаясь, солнечные фотоны с энергией выше потенциала ионизации азота и кислорода, поглощаются в более высоких слоях атмосферы, поэтому никакой заметной ионизации не происходит внизу.

Кроме того, что атмосфера имеет свечение, она также рассеивает достигающий её свет в основном от далёких звёзд и Млечного Пути, и так называемый зодиакальный свет – солнечный свет, отражаемый и рассеиваемый частицами межпланетной пыли.

Величины атмосферного свечения и зодиакального света изменчивы (зависят, вместе с другими факторами, от активности солнечных пятен и солнечных циклов), но при известных оптимальных условиях яркость абсолютно тёмного неба принимается за 22 звёздные величины с квадратной секунды¹. При полной Луне яркость неба увеличивается до 18 звёздных величин с квадратной секунды, что в 40 раз ярче, чем в тёмную безлунную ночь. В районах с высокой плотностью населения нередко величины яркости неба в 17 звёздных величин с квадратной секунды, что превышает естественный световой фон в 100 раз.

Для точного замера величины ночного свечения в качестве необработанной базы данных о количестве и интенсивности источников света используются ночные спутниковые снимки земной поверхности. На их основе создаётся физическая модель рассеяния с учётом количества молекул воздуха аэрозолей, что позволяет вычислить кумулятивную яркость неба. Карты, указывающие на регионы с повышенной яркостью неба, всегда готовились для всего мира.

В нынешней ситуации решение вопросов по снижению светового загрязнения становится не столько технической, сколько социальной проблемой. Один из законов потребления заключается в том, что люди начинают потреблять больше того, что меньше стоит. И хотя LED-системы являются энергосберегающими и более экономичными по сравнению с лампами накаливания, снижение затрат на освещение не приведёт к ожидаемому снижению или не превышению уже существующего уровня светового загрязнения. Наоборот, ожидается, что города будут

освещаться больше, так как высвобождающиеся средства будут направляться на развитие осветительных систем.

Специалисты считают, что ключевым фактором в снижении вредного влияния светового загрязнения является сокращение голубого свечения, излучаемого LED светильниками до возможного минимума. Существуют рекомендации использовать лампы, не превышающие температуру в 3000 К и с наименьшим коэффициентом рассеяния по системе BUGⁱⁱ. Самыми оптимальными считаются лампы с температурой 3000-4000 К и хорошим антибликовым экранированием.



Фото 1: Спутниковый снимок Милана, сделанный астронавтом Самантой Кристофоретти после того, как центр города перешёл на освещение LED-системами. Уровни освещённости в центре оказались такими же или немного выше, чем на окраинах, но с большими значениями голубого, что оказывает влияние на способность наблюдать звёзды, здоровье людей и окружающую среду. (Снимок: NASA/ESA)

По материалам открытых источников:

<http://www.globeatnight.org/light-pollution.php>

<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AF%D1%80%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C>

http://everything.explained.today/Light_pollution/

ⁱ Яркость ночного безлунного неба в ясную погоду, равная $2 \cdot 10^{-8}$ стильб, характеризуется звёздной величиной 22,4 с 1 квадратной секунды или звёздной величиной 4,61 с 1 квадратного градуса. Яркость средней туманности равна 19—20 звёздной величины с 1 квадратной секунды. Яркость Венеры — около 3 звёздных величин с 1 квадратной секунды. Яркость площадки в 1 квадратную секунду, по которой распределён свет звезды нулевой звёздной величины, равна 9,25 стильб. Яркость центра солнечного диска равна 150 000 стильб, а полной Луны 0,25 стильб. Поверхность, у которой яркость не зависит от угла наклона площадки к лучу зрения, называется ортотропной; испускаемый такой поверхностью поток с единицы площади подчиняется [закону Ламберта](#) и называется светлостью; её единицей является ламберт, соответствующий полному потоку в 1 лм (люмен) с 1 см².

ⁱⁱ BUG – англ. backlight/uplight/glare. Букв. обратное свечение/вертикальное свечения/блики