

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2022, №1, Том 14 / 2022, No 1, Vol 14 <https://esj.today/issue-1-2022.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/39NZVN122.pdf>

DOI: 10.15862/39NZVN122 (<https://doi.org/10.15862/39NZVN122>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Курочкина, В. А. Световое загрязнение как фактор влияния на человека и окружающую среду / В. А. Курочкина, А. Е. Жирякова // Вестник евразийской науки. — 2022. — Т. 14. — № 1. — URL: <https://esj.today/PDF/39NZVN122.pdf>. 10.15862/39NZVN122.

For citation:

Kurochkina V.A., Zhiryakova A.E. Light pollution as a factor of influence on humans and the environment. *The Eurasian Scientific Journal*, 14(1): 39NZVN122. Available at: <https://esj.today/PDF/39NZVN122.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.). 10.15862/39NZVN122.

Курочкина Валентина Александровна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия

Доцент кафедр «Инженерных изысканий и геоэкологии», «Водоснабжения и водоотведения»

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: kurochkina@mgsu.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=657072

Жирякова Алёна Евгеньевна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,
Москва, Россия

Институт инженерно-экологического строительства и механизации

Направление 08.03.01 (Строительство)

E-mail: zhiryakova03@mail.ru

Световое загрязнение как фактор влияния на человека и окружающую среду

Аннотация. Изобретение Томаса Эдисона открыло новую эру в развитии человечества. Оно повлияло на многие сферы жизни: привело к прорывам в электроэнергетики, изменило подход к строительству и проектированию, дало толчок к развитию предприятий, позволило человеку самостоятельно выстраивать свой день, не зависимо от времени суток, а также обеспечило его безопасность. Однако увеличение числа крупных городов и развитие инфраструктуры привело к тому, что сейчас тема освещения вызывает больше вопросов, связанных с негативным влиянием искусственных источников света как на человека, так и на окружающую среду.

Переизбыток света в ночное время суток привело к возникновению такой экологической проблемы, как световое загрязнение. Данная проблема носит техногенный характер, ее влияние оказывается и на человека, и на животных, и на растения. Научные исследования показывают, что около 30–40 % светового потока от современных осветительных приборов и установок оказывается излишним и приводит к световому загрязнению. Рекламные щиты и архитектурные подсветки делают ночной город более красивым, однако это освещение наносит как прямой, так и косвенный вред окружающей среде, приводит к лишним тратам энергии, а соответственно и к финансовым потерям. Кроме экологического и экономического факторов влияния светового загрязнения, человек подвергается психологическому воздействию. Бессонница, как следствие нарушения биологического цикла, приводят к ухудшению концентрации, снижению иммунитета, а также повышению раздражительности и депрессии.

В данный момент ученые, экологи, инженеры-проектировщики, экономисты и врачи в разных странах мира изучают проблему светового загрязнения и разрабатывают мероприятия по борьбе с ней: проводятся исследования влияния городского освещения на общий уровень освещенности городов, ведутся разработки новых видов осветительных приборов, позволяющих уменьшить их воздействие на окружающую среду, разрабатываются методы грамотного размещения источников света на отдельных территориях.

Ключевые слова: световое загрязнение; искусственный свет; ночное небо; воздействие на окружающую среду; открытые общественные пространства; яркий свет; уровень освещенности

Никто не говорит, что проблему светового загрязнения можно решить просто и быстро. Но это показывает, что все страны должны решить, какие огни надо зажигать по ночам, и насколько яркими они будут

*Доктор Кристофер Киба
о проблеме светового загрязнения*

Введение

Световое загрязнение — актуальный в наши дни вопрос, связанный со свечением, иначе повышением яркости, ночного неба из-за влияния на него искусственного света, главным образом городского (рис. 1).



Рисунок 1. Лазерное шоу в Гонконге (<https://www.liveinternet.ru/users/3144445/post452965022/>)

Впервые о данном понятии заговорили в 1970-ых годах североамериканские и европейские астрономы, к которым впоследствии присоединились экологи, специалисты по энергетике, инженеры по освещению, врачи, а также профессионалы из других областей.

С развитием инфраструктуры интерес к этой проблеме повышался, пока не достиг глобальных масштабов. Сейчас этот вопрос активно обсуждается, создаются компании по борьбе со световым загрязнением, а также движения в пользу естественного ночного неба. Первой из таких организаций стала Международная ассоциация темного неба (International Dark-Sky Association — IDA), основанная в 1988 году Д. Кроуфордом и Т. Хантером. Сейчас

эта Ассоциация считается одной из крупнейших в мире и основными целями как ее, так и многих других ученых, занимающихся этой проблемой, являются повышение осведомленности людей о привлекательности естественного ночного неба и разработка мер по борьбе с излишними источниками светового загрязнения. Для информирования общественности и должностных лиц о вредном влиянии светового загрязнения на биосферу и человека организация выпустила атлас светового загрязнения [1; 2].

Материалы и методы

В настоящий время можно выделить несколько видов светового загрязнения:

- Переосвещение — чрезмерное использование света в тех местах, где этого не требуется.
- Нарушение освещения — проникновение света за пределы границ необходимого, так называемый «проливной свет».
- Яркий свет — вызывает блики, временную или полную потерю зрения.
- Свечение ночного неба — возникает при случайном или намеренном проникновении света в небо, создавая оранжевое свечение.
- Световой беспорядок — скопление ярких огней, которые отвлекают от окружающих и встречных объектов.

Каждое из этих типов воздействий несет свои негативные последствия. В первую очередь интенсивный свет в ночное время сбивает циркадные ритмы людей. Также в восприятии и анализе человеком окружающей среды большую роль играют органы чувств. Посредством зрения и слуха мы получаем информацию об окружающих нас объектах. Именно поэтому свет имеет такое большое влияние на человека. Он может служить как источником создания безопасных условий труда для человека, так и причиной светового загрязнения. С помощью правильной освещенности, рационального направления света, благодаря отсутствию резких теней и бликов, вызывающих слепящее действие, человек становится более сконцентрированным и вовлеченным в свою деятельность. Недооценка влияния освещения, выбора цвета и света приводят к преждевременному утомлению организма, накоплению ошибок, снижению производительности труда, увеличению брака и, как следствие, к травматизму. Помимо воздействия на человека, чрезмерное освещение оказывает влияние на животных. Так искусственный свет отвлекает и сбивает с пути перелета птиц при миграции, они погибают от холода и нехватки пищи. Чрезмерное освещение вредит и ночным животным, таким как летучие мыши и рептилии. Оно не позволяет им существовать в привычном ритме, затрудняет охоту и даже негативно влияет на брачный инстинкт.

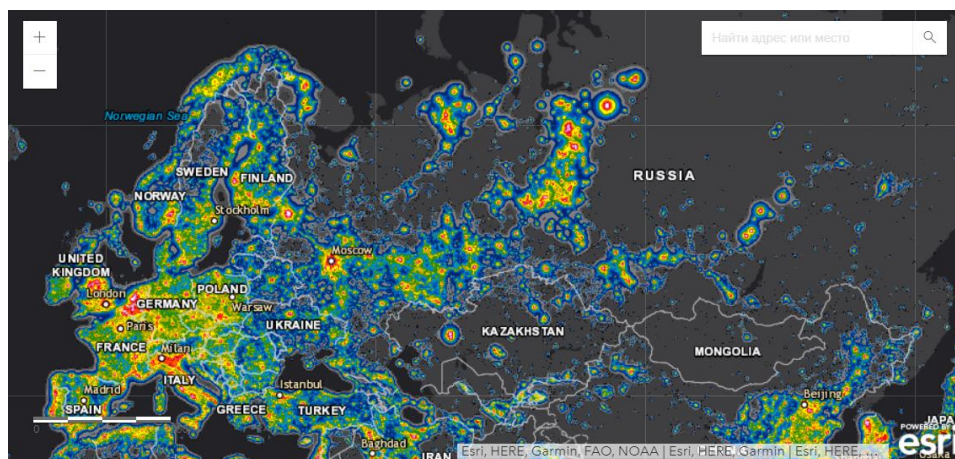
Рассматривая вопрос деятельности человека, то свечение неба мешает ученым-астрономам. Обсерватории вблизи городов теряют свою научную ценность, и, чтобы избежать полной остановки исследований, ученым приходится бороться со световым шумом специальными фильтрами, помогающими минимизировать его [3]. Если рассматривать световое загрязнение с экономической точки зрения, то использование осветительных установок, таких как фонарные столбы и прожекторы, рассеивающих свет в разных направлениях, является пустой тратой электроэнергии, а соответственно лишними финансовыми вложениями. Наконец искусственный свет не позволяет человеку увидеть настоящее ночное небо, искажая картину звезд, что приводит к эмоционально-психологическим негативным воздействиям (рис. 2).



Рисунок 2. Сравнение засвеченного и естественного неба
(https://itcrumbs.ru/pochemu-goroda-tratyat-energiyu-na-osveshhenie-kosmosa_59283)

Неправильное расположение и большое количество источников света способствует увеличению площади и объема пространства, засвеченного от этих источников света, что наглядно видно из космоса [1]. Чтобы убедиться в значимости данной проблемы, обратимся к доступным результатам существующих исследований. Ниже приведены данные карт яркости территории России и Москвы (рис. 3, 4).

Согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» проектирование освещения осуществляется для помещений вновь строящихся и реконструируемых зданий и сооружений различного назначения, мест производства работ вне зданий, площадок промышленных и сельскохозяйственных предприятий, железнодорожных путей площадок предприятий, наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов, автотранспортных тоннелей, а также на контроль за их состоянием в процессе эксплуатации.



Цвет														
Искусственная яркость, мкд/м ²	< 1.74	1.74–3.48	3.48–6.96	6.96–13.9	13.9–27.8	27.8–55.7	55.7–111	111–223	223–445	445–890	890–1780	1780–3560	3560–7130	> 7130

Рисунок 3. Карта яркости РФ на 10 июня 2016 года (<https://cires.colorado.edu/artificial-sky>)

В городах и сельских поселениях к обязательным объектам, которые должны быть освещены, относятся: (1) дороги; (2) непроезжие части улиц, дорог и площадей, бульваров и скверов, пешеходных улиц и территорий микрорайонов; (3) территорий общественных зданий; (4) территорий парков, стадионов и выставок; (5) транспортных тоннелей б. подъездах к местам

заправки и хранения транспорта, а также на открытые автостоянки на улицах. Поэтому наибольшая яркость наблюдается в центре города и по мере удаления от центра яркость снижается. На рисунке 4 представлена карта яркости и географическая карта г. Москвы и городов, расположенных рядом с г. Москвой.

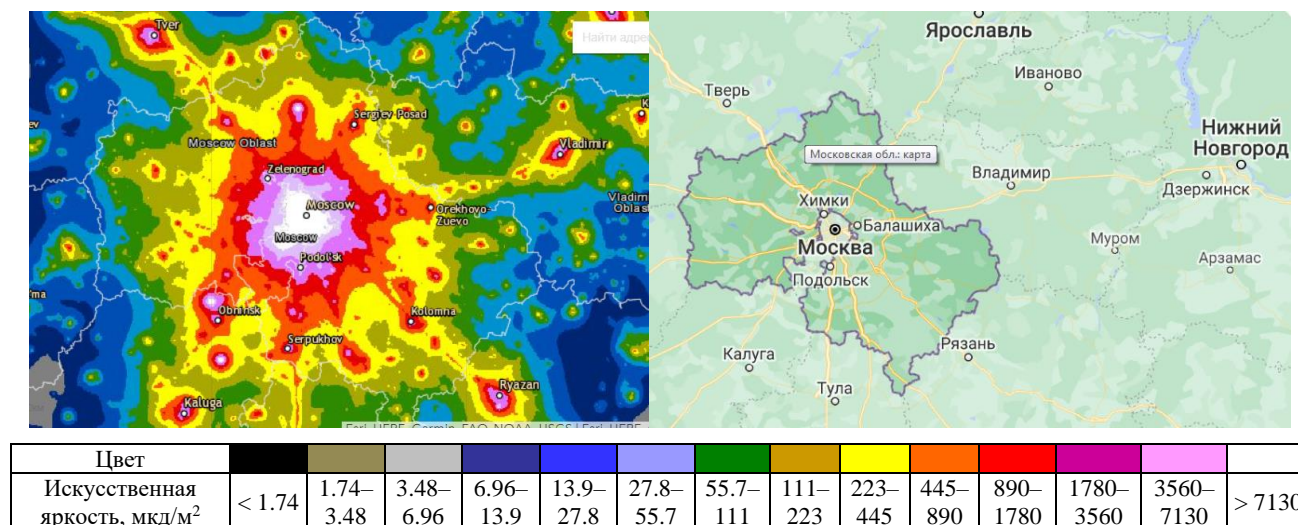


Рисунок 4. Карта яркости г. Москвы
10 июня 2016 года (<https://cires.colorado.edu/artificial-sky>)

Как видно из рисунка 4 наибольшая яркость наблюдается непосредственно вдоль трасс и в городах — Москва, Владимир, Тверь, Калуга, Рязань и другие. Это означает, что основными источниками загрязнения на данной территории являются центральное городское освещение, включающее в себя осветительные приборы вдоль проезжей части и тротуаров, рекламные вывески, подсветки достопримечательностей, парков и других общественных мест, а также фонарные столбы вдоль шоссе, соединяющих крупные города. На рисунке 5 представлена карты яркости города Москвы.

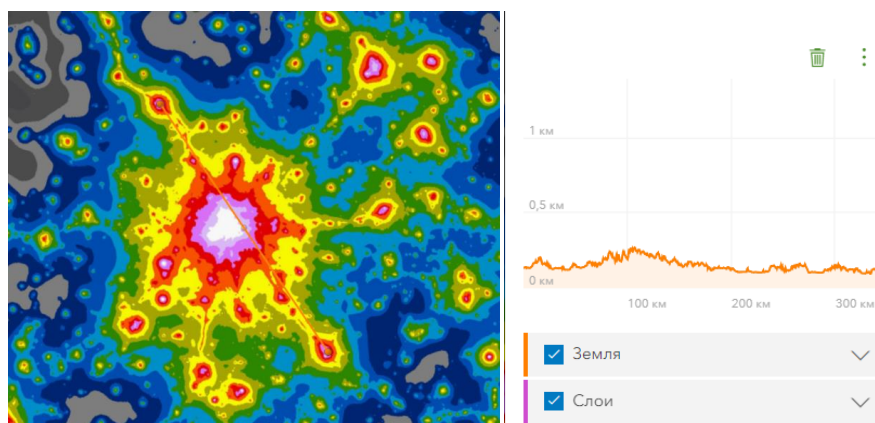


Рисунок 5. Анализ карты яркости г. Москва

Анализ карты яркости (рис. 5) показывает, что протяженность светового пятна, включающего уровни загрязнения от «значительного» и выше (табл. 1), согласно проведенной линии составляет 300 км. Границами начерченной линии являются г. Рязань и г. Тверь. Наибольшая световая яркость наблюдается в центре Москвы, где расположено значительное число культурных общественных мест. Также анализируя распределение яркости в других городах, можно отметить, что увеличение яркости во всех крупных городах наблюдается также именно при приближении к центру.

Транспортные магистрали между городами — особенно крупными, также являются значительными источниками светового загрязнения.

Таблица 1

Уровень и классы светового загрязнения

Отношение к естественной яркости	Искусственная яркость, мкд/м ²	Приблизительная общая яркость, мкд/м ²	Уровень светового загрязнения
< 0.01	< 1.74	< 0.176	Практически незагрязненный
0.01–0.02	1.74–3.48	0.176–0.177	Незначительный
0.02–0.04	3.48–6.96	0.177–0.181	
0.04–0.08	6.96–13.9	0.181–0.188	Умеренный
0.08–0.16	13.9–27.8	0.188–0.202	
0.16–0.32	27.8–55.7	0.202–0.230	Средний
0.32–0.64	55.7–111	0.230–0.285	
0.64–1.28	111–223	0.285–0.397	Значительный
1.28–2.56	223–445	0.397–0.619	
2.56–5.12	445–890	0.619–1.065	Высокий
5.12–10.2	890–1780	1.07–1.96	
10.2–20.5	1780–3560	1.96–3.74	Чрезмерно высокий
20.5–41	3560–7130	3.74–7.30	
> 41	> 7130	> 7.30	Критический

Составлено авторами

Еще одной важной характеристикой, которую необходимо учитывать при изучении, светового загрязнения является освещенность, которая регулируется в СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение».

Под освещенностью принято понимать отношение светового потока, подающего на элемент поверхности, к площади этого элемента. Чаще всего нормируется горизонтальная освещенность (на горизонтальной плоскости) или вертикальная освещенность (на вертикальную плоскость) (рис. 6).

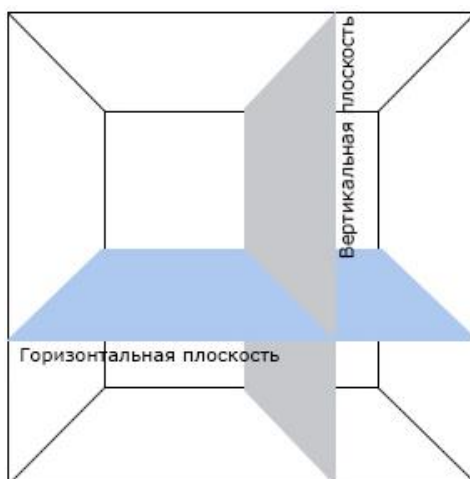


Рисунок 6. Средняя освещенность на площади (www.o-svet.ru/blog/lighting-parametr/)

Так, в качестве примера, можно привести требования, предъявляемые на подъездах к местам заправки и хранения транспорта, а также на открытых автостоянках на улицах к нормам средней горизонтальной освещенности (табл. 2).

Таблица 2

Освещение автозаправочных станций и стоянок

Освещаемые объекты	Средняя горизонтальная освещенность, лк
Автозаправочные станции	
1 Подъездные пути с улиц и дорог:	
категорий А и Б	15
категории В	10
2 Места заправки и слива нефтепродуктов	20
3 Остальная территория, имеющая проезжую часть	10
Стоянки, площадки для хранения подвижного состава	
Открытые стоянки на улицах всех категорий, а также платные вне улиц, открытые стоянки в микрорайонах, проезды между рядами гаражей боксового типа	6

Уровни суммарной вертикальной освещенности регламентируются для окон жилых зданий, создаваемые всеми видами установок наружного освещения, включая уличное, архитектурное, рекламное и витринное (табл. 3).

Таблица 3

Нормируемые значения вертикальной освещенности на окнах жилых зданий

Нормируемый показатель освещения проезжей части		Вертикальная освещенность на окнах жилых зданий, лк, не более
средняя яркость, кд/м	средняя освещенность, лк	
0,4	6	7
0,6–1,0	15–20	10
1,2–2,0	20–30	20

Средние диапазоны освещенности составляют на улице при искусственном освещении от 0 до 20 лк, в помещении от 20 до 5000 лк, 0,2 лк в полнолуние в природных условиях, 5000–10000 лк днем при облачности и до 100000 лк в ясный день соответственно.

Результаты исследования

Чтобы снизить воздействие светового загрязнения на окружающую среду, необходимо разработать соответствующий комплекс мероприятий, для разработки которых, в свою очередь, необходимо исследовать источники светового воздействия. Световое воздействие будет определяться:

- I. Характеристиками территории, на которой они расположены:
 1. Количество и месторасположение источников.
 2. Площадь изучаемой территории и особенности ее планировки.
- II. Характеристиками источников освещения:
 3. Продолжительность воздействия.
 4. Направленность светильников.
 5. Характеристики самого светильника.

1. Количество, месторасположение и характер источников

Для изучения влияния городского освещения на уровень светового загрязнения были проведены исследования в американском городе Тусон штата Аризона США в апреле 2019 году, когда в городе наблюдалась максимальная продолжительность использования

уличных фонарей в темное время суток. Численность населения города составляет более полумиллиона людей. В ходе исследований, яркость всех фонарей, численностью чуть более 14 тысяч, уменьшалась на протяжении 10 ночей. Одновременно с этим проводился космический мониторинг, с помощью которого отслеживали изменения уровня светового загрязнения. Результаты исследования приведены на рисунке 7.

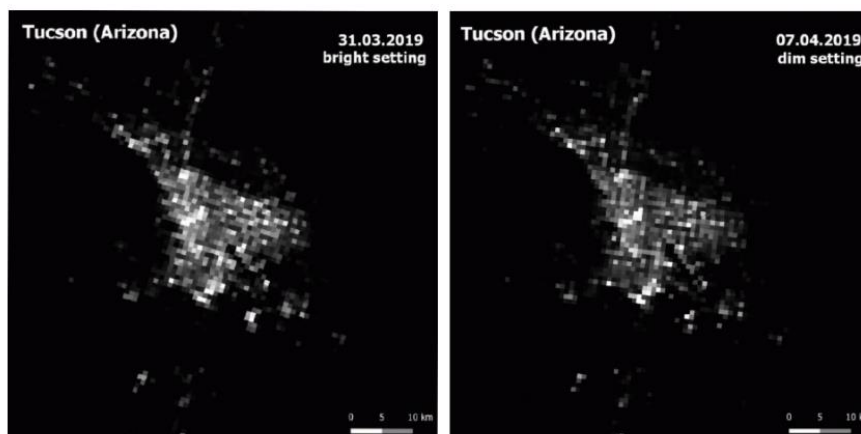


Рисунок 7. Результаты исследований изменения уровня светового загрязнения: слева — до начала исследования, справа — во время исследования, г. Тусон, 2019 год (<https://www.bbc.com/russian/other-news-54733457>)

Несмотря на то, Тусон является достаточно крупным городом в США и вторым по величине городом штата Аризона, в ходе исследований было выявлено, что фонарные столбы вдоль улиц города и транспортных магистралей вносят небольшой вклад в общее световое загрязнение данной территории. Было установлено, что главными источниками, влияющих на уровень освещенности города, являются подсветки зданий, рекламные щиты, прожекторы и прочее. Поэтому в качестве мероприятий по снижению воздействия светового загрязнения на город были предложены мероприятия, направленные на уменьшение количества, яркости и интенсивности этих основных источников светового загрязнения, что также должно способствовать экономии электроэнергии.

2. Площадь изучаемой территории и особенности ее планировки

Невозможно полностью отказаться от городского освещения, так как оно обеспечивают безопасность, комфорт, а также имеет эстетические функции. Поэтому освещение должно быть оптимально интегрировано в облик городской среды, основываясь на принципе «оптимальности и достаточности». Для этого необходимо установить не только источники освещения, так, чтобы они имели определенную направленность и степень яркости, но и важно создать такую планировку пространства, при которой с одной стороны — их распределение по территории города будет достаточным, а с другой стороны — пространство не будет заполненным лишним светом [11; 12].

Одной из важнейших составляющих городского освещения является дорожное освещение. Для этого разработаны определенные рекомендации, позволяющие определить необходимый уровень света над перекрестками, пешеходными переходами и самой дорогой. Регулирование дорожного и городского освещение должно иметь единую систему централизованного управления, например, как схема управления наружным освещением, представленная на рисунке 8.

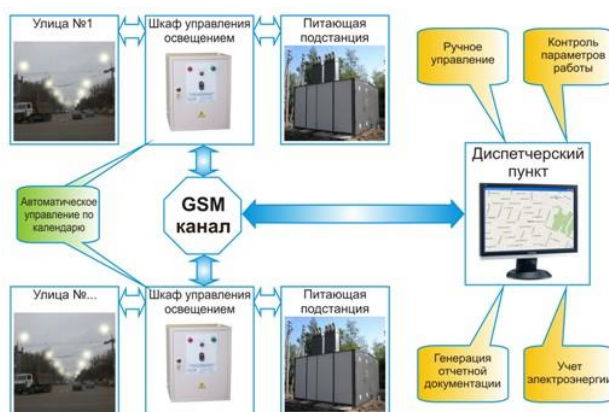


Рисунок 8. Схема управления наружным освещением
(<https://elektrik-a.su/osveshhenie/naruzhnoe/osveshhenie-goroda-400#i-5>)

3. Продолжительность воздействия

Пульсация — это микро-мерцание искусственного освещения, невидимого для глаз, однако способного отрицательно влиять на мозг. Продолжительность воздействия света напрямую сказывается на состоянии человека: появляется напряжение в глазах, усталость и головные боли. Современные медицинские исследования показывают, что органы зрения и мозг способны воспринимать пульсацию света частотой до 300 Гц. Визуального воздействия свет, имеющий данную частоту мерцания, не оказывает, однако он способен приводить к изменениям в гормональном фоне человека, эмоциональных перепадах, а также снижению уровня работоспособности [4].

4. Направленность светильников

Световое загрязнение включает в себя такие эффекты как засвечивание неба и блики света в окнах жилых комнат. На рисунке 9 представлена диаграмма относительного влияния источника света на засвечивание неба.

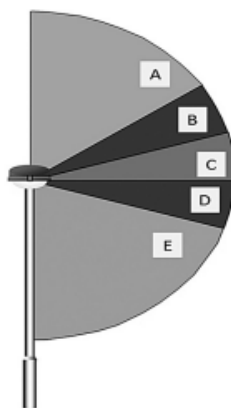


Рисунок 9. Диаграмма распределения светового потока современного светильника A — (180° – 130°) критическая область для свечения неба внутри городских р-нов; B — (130° – 110°) значительный вклад в свечение неба, особенно в сельских р-нах; C — (110° – 90°) критическая зона для свечения в небе, особенно в сельской местности, где она сильно зависит от аэрозольного рассеяния; D — (90° – 70°) значительный вклад в свечение неба, но отраженный свет более вероятно будет затруднен из-за зданий, деревьев и топографии; E — (70° – 0°) идеальное распределение света [5]

Блики света в окнах жилых комнат, особенно спальных помещений, приводит к нарушению сна человека. Это объясняется тем, что основным регулятором циркадных биоритмов является такой гормон, как мелатонин. Лучше всего он вырабатывается в организме именно в темное время суток, поэтому при попадании потока света в окна спален, синтез мелатонина значительно снижается. Нехватка данного гормона в организме может стать пусковым механизмом, приводящим на начальных этапах к возникновению десинхронизации циркадных ритмов, за которым следует возникновение органической патологии [6–10]¹. Также существуют несколько видов бликов, вызывающих ощущения раздражения и даже боли в глазах, а наихудший из них может привести к полной потере видимости.

На рисунке 10 показан пример расположения типичного наружного светильника и соотношение полезного света и компонентов светового загрязнения, создаваемого им.

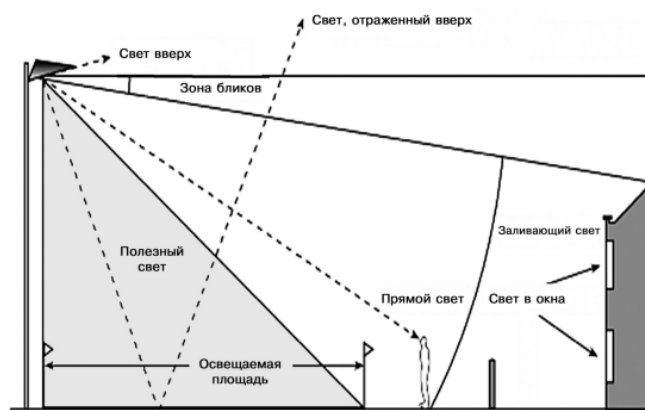


Рисунок 10. Пример полезного освещения и светового загрязнения от типичного наружного светильника [5]

5. Характеристики самого светильника

Мощность видимого излучения и плотность светового потока

Световой поток характеризует мощность видимого излучения по воздействию на человеческое зрение, в то время как сила света — это пространственная плотность светового потока, ограниченного телесным углом. Мощность видимого излучения по воздействию на человеческое зрение характеризуется световым потоком. Его величина не зависит от направления. Например, лампа накаливания E27 75 Вт имеет световой поток 935 лм, галогенная G9 на 75 Вт — 1100 лм, люминесцентная T5 на 35 Вт — 3300 лм, металлогалогенная G12 на 70 Вт (теплая) — 5300 лм, светодиодная E27 9,5 Вт (теплая) — 800 лм.

Отношение светового потока, исходящего от источника света (Φ) и распространяющегося внутри малого телесного угла, содержащего рассматриваемое направление (ω), представляет собой пространственную плотность светового потока (силу света) I :

$$I = \Phi/\omega \text{ (кд)}$$

¹ Дейнего В.Н. Презентация — доклад на пятое заседание Координационного совета Президиума Генерального совета Всероссийской политической партии «Единая Россия» по вопросам энергосбережения и повышения энергетической эффективности: «Некоторые аспекты негативного влияния света энергосберегающих и светодиодных ламп на глаза и здоровье человека». М.; 2013.

Средняя сила света лампы накаливания в 100 Вт составляет около 100 кд. Кривая силы света — распределение силы света в пространстве, это одна из важнейших характеристик светотехнических приборов, необходимая для расчета освещения (рис. 11).

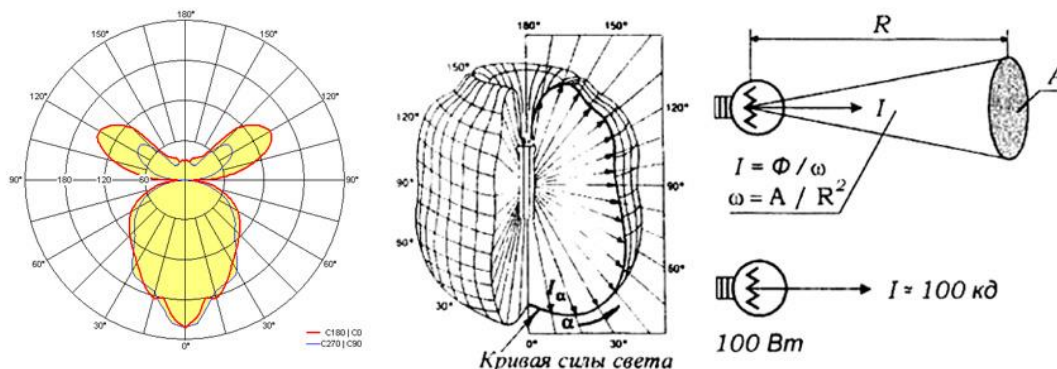


Рисунок 11. Кривая силы света (www.o-svet.ru/blog/lighting-params/)

Яркость

Яркость связана с уровнем зрительного ощущения; распространение яркости в поле зрения (в помещении/интерьере) характеризует качество (зрительный комфорт) освещения.

Световая отдача

Это характеристика энергоэкономичности источника света. Лампы с высокой световой отдачей обеспечивают экономию электроэнергии. Заменяя лампу накаливания со светоотдачей 7–22 лм/Вт на люминесцентные (50–90 лм/Вт), расход электроэнергии уменьшится в 5–6 раз, а уровень освещенности останется тот же.

Цветовой спектр и индекс светопередачи

Настроение и эмоциональное состояние человека напрямую зависит от цвета света и мощности светового потока, попадающего в глаза. Весь окружающий нас мир образуется видимым и оптическим излучением, сосредоточенным в полосе электромагнитных волн от 380 до 760 нм. К этому с одной стороны добавляется ультрафиолетовое излучение, а с другой инфракрасное (рис. 12). Поэтому важно учитывать цвет освещения.

Так красный оказывает стимулирующее воздействие на мозг, в то время как зеленый или синий наоборот снижают его активность, оказывают на человека расслабляющий эффект. Мягкие, пастельные цвета вызывают ощущение спокойствия, а яркие раздражают [14]².

² Прокопенко В.Т., Трофимов В.А., Шарок Л.П. Психология зрительного восприятия / Учебное пособие — СПб: СПбГУИТМО, 2006. — 73 с.

Панькина М.В. Влияние цвета и света на восприятие человека // ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» URL: <https://infourok.ru/statya-na-temu-vliyaniye-cveta-i-sveta-na-voSPIRYATIE-cheloveka-4085907.html>.



Рисунок 12. Длины волн и видимый диапазон (www.o-svet.ru/blog/lighting-params/)

Хотелось бы отметить, что светодиодные лампы дают яркий свет при минимальных затратах. Предполагалось, что освещение городских улиц LED-установками уменьшит световое загрязнение и потребление энергии, так как их яркость способна заменить несколько обычных ламп накаливания. Однако из-за дешевизны светодиодных осветительных приборов произошла обратная ситуация, которая позволила устанавливать дополнительные лампы, а также освещать те места, которые ранее не предполагалось. Таким образом, экологически чистые лампы с энергоэффективным освещением оказывают более негативное влияние на окружающую среду, чем традиционные натриевые, дающие более желтый свет.

Среднегодовые темпы роста степени яркости и охвата поверхности Земли искусственным ночным освещением увеличиваются. Совершенствование технологии разработок LED-светильников, а также их рациональное использование может уменьшить интенсивность воздействия более чем на 2/3 без какого-либо заметного эффекта на человеческое восприятие [13].

Индекс цветопередачи характеризует степень воспроизведения цветов различных материалов при их освещении источником света (лампой) при сравнении с эталонным источником. Согласно СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение» световая отдача источников света для общего искусственного освещения помещений при минимально допустимых индексах цветопередачи не должна быть меньше значений, приведенных в таблице 4. Максимальное значение индекса цветопередачи Ra = 100.

Световые приборы для общего и местного освещения со светодиодами должны иметь защитные углы или рассеиватели, исключающие попадание в поле зрения работающего прямого излучения.

Таблица 4

**Минимально допустимые световые отдачи
источников света для общего искусственного освещения помещений**

Тип источника света	Световая отдача, лм/Вт, не менее, при минимально допустимых индексах цветопередачи Ra			
	Ra ≥ 80	Ra ≥ 60	Ra ≥ 45	Ra ≥ 25
Дуговые ртутные лампы	-	-	55	-
Компактные люминесцентные лампы	70	-	-	-
Люминесцентные лампы	65	75	-	-
Металлогалогенные лампы	75	90	-	-
Натриевые лампы высокого давления	-	75	-	100
Светодиодные лампы	60	65	-	-
Светодиодные модули	70	80	-	-

Стремление человека обеспечить себе комфортное и безопасное пространство привело к возникновению понятия, как «нежелательный свет». Под этим термином подразумевают освещение или чрезмерное освещение тех объектов, которые в этом не нуждаются. Зачастую причины этого явления являются ошибки при планировании городских пространств. Во избежание подобных проблем можно сформулировать основные принципы размещения наружного освещения открытых общественных пространств городов:

- **Полезность:** у света должна быть четкая цель. Перед установкой и заменой источника света необходимо определить с целесообразностью его установки, а также определиться с оптимальным его расположением. Поскольку в ряде случаев в качестве альтернативой источнику света может являться возможность использования светоотражающих красок или самосветящихся маркеров для знаков, бордюров и ступеней, чтобы уменьшить необходимость в постоянном наружном освещении.
- **Направленность:** свет должен быть направлен только туда, куда это необходимо. Направленность использования света предполагает экранирование и тщательное наведение света, чтобы ориентироваться в направлении светового луча так, чтобы он был направлен вниз и не выходил за пределы того места, где это необходимо.
- **Низкий уровень освещенности:** свет должен быть не ярче, чем это необходимо. Добиться этого возможно путем использования наиболее низкого необходимого уровня освещенности, поэтому следует обращать внимание на поверхность, из которого изготовлен источник света, так как некоторые поверхности могут отражать больше света в ночное небо, чем предполагалось.
- **Контроль:** свет следует использовать только тогда, когда он необходим. Использование элементов управления, таких как таймеры или детекторы движения, могут гарантировать, что свет будет доступен тогда, когда это необходимо, приглушен, когда это возможно, и выключен, когда в этом нет необходимости.
- **Цвет:** по возможности необходимо использовать лампы более теплого цвета, поскольку количество света с более короткой длиной волны (сине-фиолетового) до минимально необходимого количества.

Выводы

Сегодня световое загрязнение является большой проблемой большинства урбанизированных территорий, особенно в крупных городах. Источниками светового загрязнения в городах могут являться рекламные вывески, подсветки зданий, дорожное освещение, прожекторы и другие осветительные приборы, особенно использующие светодиодные лампы. Уровень светового загрязнения зависит от ряда факторов: продолжительность воздействия, количества, месторасположения и характера светильников, их направленности, интенсивности воздействия и цветового спектра, а также площади территории и особенности ее планировки. Нельзя недооценивать влияние светового загрязнения на человека и окружающую среду: оно воздействует на здоровье, психоэмоциональное состояние и биологические циклы человека, а также живых организмов, а в некоторых случаях может способствовать вымиранию ряда видов живых организмов.

Разработка комплексных мероприятий по снижению негативного воздействия от искусственных источников не могут полностью исключить использование осветительных приборов, однако могут способствовать максимальному снижению негативного воздействия от

них. В связи с этим сегодня применяется в специальной литературе такой термин, как «нежелательный свет», под которым понимают освещение или даже чрезмерное освещение тех объектов, которые в этом не нуждаются.

Мероприятия по снижению негативного воздействия от излишних источников света могут быть проведены в рамках различных государственных программ, в том числе направленных на просветительскую деятельность среди населения. Поскольку каждый человек может внести вклад в уменьшение отрицательного светового воздействия на окружающую среду, выключив свет, если в нем нет необходимости, или использовав вместо яркой лампочки ту, свет которой более мягкий и теплый.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cinzano P., Falchi F., Elvidge C.D. The first World Atlas of the artificial night sky brightness. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 2001; 328(3): 689–707.
2. International Dark-Sky Association. *Visibility, Environmental, and Astronomical Issues Associated with Blue-Rich White Outdoor Lighting.* Tucson, Arizona; 2010.
3. Никаноров Н.Ю., Коваленко В.В., Парко И.В., Филлипенко Н.Ю., Денисенко А.А. Применение полноапертурного аподизационного светофильтра для фотографирования астрономических объектов // 2015. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-polnoaperturnogo-apodizatsionnogo-svetofiltra-dlya-fotografirovaniya-astronomicheskikh-obektov/viewer>.
4. Петрухин В.А., Черноусов П.С., Дмитриенко С.С., Пикурин А.О. Сравнительный анализ пульсации светового потока современных источников света // 2019 — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-pulsatsii-svetovogo-potoka-sovremennyh-istochnikov-sveta/viewer>.
5. Капцов В.А., Герасев В.Ф., Дейнего В.Н. Световое загрязнение как гигиеническая проблема // *Гигиена и санитария.* 2015; 94(7): 11–15. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/svetovoe-zagryaznenie-kak-gigienicheskaya-problema/viewer>.
6. Magill P.A., Richardson B. *Shaping and Directing Light to Improve Efficiency.* 2013.
7. Дейнего В.Н., Капцов В.А. Гигиенические проблемы влияния светодиодного освещения на функции глаз человека. В кн.: Рахманин Ю.А., ред. «Научно-методологические и законодательные основы совершенствования нормативно-правовой базы профилактического здравоохранения: проблемы и пути их решения». Материалы пленума Научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды Российской Федерации, 13–14 декабря 2012. М.; 2012: 103–4.
8. Дейнего В.Н., Капцов В.А. Свет энергосберегающих и светодиодных ламп и здоровье человека. *Гигиена и санитария.* 2013; 6: 81–4.
9. Дейнего В.Н., Капцов В.А. Современная парадигма восприятия света и гигиена зрения при светодиодном освещении. В кн.: Рахманин Ю.А., ред. «Приоритеты профилактического здравоохранения в устойчивом развитии общества: состояние и пути решения проблем». Материалы пленума научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды 12–13 декабря 2013 года. М.; 2013: 97–9.

10. Иоффе К.И. Биологическое влияние видимого света на организм человека // Международный научный журнал «Светотехника и энергетика» — 2009 — ред. 2010 — URL: <https://eprints.kname.edu.ua/8435/>; <https://core.ac.uk/download/pdf/11318741.pdf>.
11. Курочкина В.А., Хлебников С.К., Мельникова М.Д., Сметанин И.А. Влияние городских водных объектов на структуру открытых общественных пространств // Вестник Евразийской науки. — 2021 № 5. — URL: <https://esj.today/PDF/18NZVN521.pdf> DOI: 10.15862/18NZVN521.
12. Курочкина В.А., Калиниченко Е.К., Белова М.О. Малые архитектурные формы в структуре открытых общественных пространств города // Вестник Евразийской науки. — 2021 № 5. — URL: <https://esj.today/PDF/28NZVN521.pdf> DOI: 10.15862/28NZVN521.
13. Даньшин В.В., Лещинский Д.С., Спонаровский Н.И. Достоинства светодиодных светильников / Текст: непосредственный // Молодой ученый — 2019. — № 44(282). — С. 97–100. — URL: <https://moluch.ru/archive/282/62674/>.
14. Буренкова О.А. Влияние цвета на психофизиологическое состояние личности // Успехи современного естествознания. — 2013. — № 10. — С. 153–154; URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=33038>.

Kurochkina Valentina Aleksandrovna

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
E-mail: kurochkina@mgsu.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=657072

Zhiryakova Alyona Evgenievna

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
Institute of Environmental Engineering and Mechanization
E-mail: zhiryakova03@mail.ru

Light pollution as a factor of influence on humans and the environment

Abstract. The invention of Thomas Edison opened a new era in the development of mankind. It influenced many spheres of life: it led to breakthroughs in the electric power industry, changed the approach to construction and design, gave impetus to the development of enterprises, allowed a person to independently build his day, regardless of the time of day, and also ensured his safety. However, the increase in the number of large cities and the development of infrastructure has led to the fact that now the topic of lighting raises more questions related to the negative impact of artificial light sources on both humans and the environment.

The excess of light at night has led to the emergence of such an environmental problem as light pollution. This problem is man-made, its impact is on humans, animals, and plants. Scientific studies show that about 30–40% of the luminous flux from modern lighting devices and installations is superfluous and leads to light pollution. Billboards and architectural lighting make the night city more beautiful, however, this lighting causes both direct and indirect damage to the environment, leads to unnecessary waste of energy, and, accordingly, to financial losses. In addition to the environmental and economic factors of the influence of light pollution, a person is exposed to psychological effects. Insomnia, as a consequence of a violation of the biological cycle, leads to a deterioration in concentration, a decrease in immunity, as well as an increase in irritability and depression.

At the moment, scientists, environmentalists, design engineers, economists and doctors in different countries of the world are studying the problem of light pollution and developing measures to combat it: studies are being conducted on the impact of urban lighting on the overall level of illumination of cities, new types of lighting devices are being developed to reduce their impact on the environment, methods are being developed for the competent placement of light sources in certain territories.

Keywords: light pollution; artificial light; night sky; environmental impact; open public spaces; bright light; illumination level

REFERENCES

1. Cinzano P., Falchi F., Elvidge C.D. The first World Atlas of the artificial night sky brightness. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 2001; 328(3): 689–707.
2. International Dark-Sky Association. *Visibility, Environmental, and Astronomical Issues Associated with Blue-Rich White Outdoor Lighting.* Tucson, Arizona; 2010.
3. Nikanorov N.Yu., Kovalenko V.V., Parko I.V., Philipenko N.Yu., Denisenko A.A. Aplication full-aperture apodizing filter for foto space object // 2015. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-polnoaperturnogo-apodizatsionnogo-svetofiltra-dlya-fotografirovaniya-astronomicheskikh-obektov/viewer>.

4. Petrukhin V.A., Chernousov P.S., Dmitrienko S.S., Pikurin A.O. Comparative analysis of pulsation of luminous flux of modern light sources // 2019 — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-pulsatsii-svetovogo-potoka-sovremennyh-istochnikov-sveta/viewer>.
5. Kaptsov V.A., Gerasev V.F., Deynego V.N. Light pollution as the hygienic problem // *Gigiena i Sanitariya*. 2015; 94(7): 11–15. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/svetovoe-zagryaznenie-kak-gigienicheskaya-problema/viewer>.
6. Magill P.A., Richardson B. *Shaping and Directing Light to Improve Efficiency*. 2013.
7. Deynego V.N., Kaptsov V.A. Sanitary problems of influence of the LED lighting on the function of the human eye. In: Rakhmanin Yu.A., ed. «Scientific-methodological and Legislative Framework to Improve the Regulatory and Legal Framework of Preventive Health Care: Problems and Solutions». Materials of Plenum of the Scientific Council for Human Ecology and Environmental Health of the Russian Federation, on December 13–14, 2012. Moscow; 2012: 103–4.
8. Deynego V.N., Kaptsov V.A. The light of energy saving and LED lamps and human health. *Gigiena i sanitariya*. 2013; 6: 81–4.
9. Deynego V.N., Kaptsov V.A. The modern paradigm of perception of light and hygiene in the LED lighting. In: Rakhmanin Yu.A., ed. «Priorities of Preventive Health Care in the Sustainable Development of Society: State and Ways of Solving Problems». Materials of Plenum of the Scientific Council for Human Ecology and Environmental Health on 12–13 December 2013. Moscow; 2013: 97–9.
10. Ioffe K.I. Biological influence of the visible light on mans organism // International scientific journal «Lighting Engineering & Power Engineering» — 2009 — ed. 2010 — URL: <https://eprints.kname.edu.ua/8435/>; <https://core.ac.uk/download/pdf/11318741.pdf>.
11. Kurochkina V.A., Khlebnikov S.K, Melnikova M.D., Smetanin I.A. Impact of urban water bodies on the structure of open public spaces // *The Eurasian Scientific Journal*. — 2021 № 5. — URL: <https://esj.today/PDF/18NZVN521.pdf> DOI: 10.15862/18NZVN521.
12. Kurochkina V.A., Kalinichenko E.K., Belova M.O. Small architectural forms in open public spaces of the city // *The Eurasian Scientific Journal*. — 2021 № 5. — URL: <https://esj.today/PDF/28NZVN521.pdf> DOI: 10.15862/28NZVN521.
13. Danshin V.V., Leshchinsky D.S., Sponarovsky N.I. Advantages of LED lamps / Text: direct // *Young scientist* — 2019. — № 44(282). — P. 97–100. — URL: <https://moluch.ru/archive/282/62674/>.
14. Burenkova O.A. The influence of color on the psychophysiological state of personality // *Advances in current natural sciences* — 2013. — № 10. — P. 153–154; URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=33038>.