

СВЕТОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ МОСКВЫ: ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ И ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Л. Е. Лукьянов

Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
Москва, Россия,
e-mail: lev.lykyanov@yandex.ru

LIGHT POLLUTION OF GREEN INFRASTRUCTURE OBJECTS IN MOSCOW: SPATIAL ANALYSIS AND LEGAL REGULATION

L. E. Lukianov

Аннотация. Световое загрязнение — одно из самых распространенных видов физического загрязнения и при этом наименее регулируемое со стороны российского законодательства. На основе данных дистанционного зондирования выявлены объекты зеленой инфраструктуры Москвы, в пределах которых за десятилетие 2013–2023 гг. значительно возросла освещенность. Рассмотрены примеры правового регулирования светового загрязнения в различных городах и странах мира, основанные на принципах жесткого и мягкого права, а также выявлено почти полное отсутствие подобного регулирования в российских экологических законах, а также в нормативных актах Москвы.

Ключевые слова: световое загрязнение, зеленая инфраструктура, дистанционное зондирование, правовое регулирование, городская среда

Abstract. Light pollution is one of the most common types of physical pollution and, at the same time, the least regulated by Russian legislation. Based on remote sensing data, the green infrastructure objects of Moscow, which faced a significant increase or decrease in illumination over the 2013–2023 decade, were identified. Examples of legal approaches to light pollution regulation in various cities and countries, based on both hard and soft laws, were reviewed. An almost complete lack of such regulation in both Russian environmental legislation and the regulations of Moscow was revealed.

Keywords: light pollution, green infrastructure, remote sensing, law regulation, urban environment

Ночное искусственное освещение давно стало атрибутом современной цивилизации. Однако помимо его очевидных преимуществ (обеспечение комфортной и безопасной среды обитания человека, визуальная корректировка архитектуры зданий), на освещенных территориях фиксируется его один важный недостаток — световое загрязнение. Под *световым загрязнением* подразумевается вид физического загрязнения окружающей среды, выраженного в виде периодического или продолжительного превышения уровня естественной освещенности для определенной территории в темное время суток, при котором избыточные световые потоки проникают за ее необходимые пределы освещенности (ГОСТ 30772–2001).

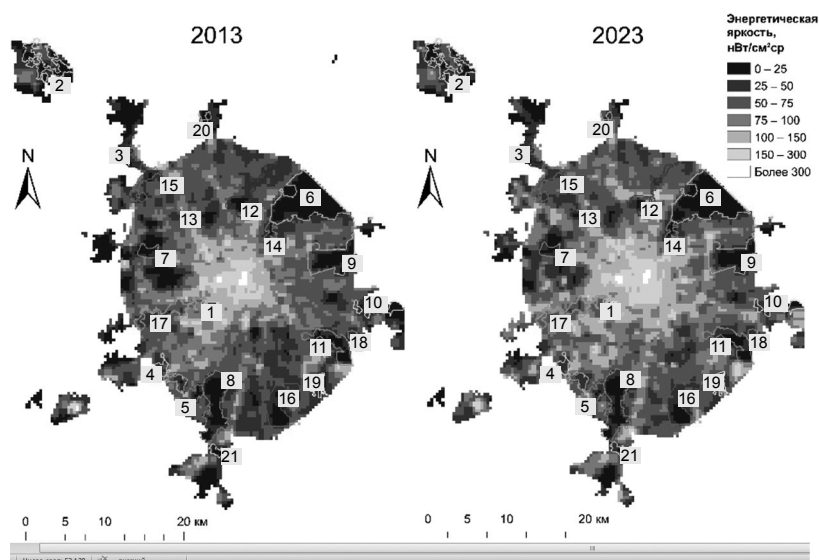
Среди всех видов загрязнений световое остается пока наименее изученным, несмотря на быстро растущее количество публикаций на эту тему. Большая их часть посвящена изучению негативного воздействия избыточного освещения на физиологию и поведение живых организмов, включая человека, а также пространственному распространению светового загрязнения в мире на основе данных дистанционного зондирования (Бармасов и др., 2014). В настоящее время известно, что в условиях светового загрязнения у растений возрастает продолжительность вегетационного периода и снижается жизнестойкость, снижается видовое разнообразие насекомых, нарушаются циркадные ритмы у животных, что приводит к изменениям в половом, родительском, пищевом поведении и т. д. (Gaston et al., 2013). Искусственное освещение оказывает воздействие и на здоровье человека, подавляя выработку мелатонина, что приводит к сердечно-сосудистым заболеваниям, бесплодию, растет предрасположенность к онкогенезу (Kloog et al., 2008).

Рисунок пространственного распространения светового загрязнения во многом повторяет рисунок распределения населения. Сильному световому загрязнению подвержены наиболее экономически развитые и населенные районы Земли — восточная часть США, почти вся Европа, южная и восточная Азия, европейская часть России. За период 1992–2017 гг. общемировой прирост светового излучения, наблюдаемого с искусственных спутников Земли, составил 49 % (Sánchez de Miguel et al., 2021). Наиболее стремительно уровень светового загрязнения растет в городах. Одним из наиболее загрязненных светом городов мира, наряду с Лондоном, Парижем, Нью-Йорком и Токио, является и Москва ([URL: https://ria.ru/20211214/moscow-light-1760700321.html](https://ria.ru/20211214/moscow-light-1760700321.html)).

В столице установлен 1 млн фонарей общей мощностью 105 МВт, и это число продолжает расти — до 2030 г. планируется установить еще 65 тыс. фонарей, а число объектов с архитектурно-художест-

венной подсветкой возрастет на 25 % (URL: <https://www.mos.ru/mayor/themes/11714050/>). Световое загрязнение зачастую затрагивает и объекты зеленой инфраструктуры, ввиду проникновения в них избыточных световых потоков.

Для анализа пространственного распространения светового загрязнения сравним два ночных космических снимка Москвы — за 2013 и 2023 гг. (рис. 1). Источником данных дистанционного зондирования является Атлас светового загрязнения (Falchi et al., 2016), созданный на основе данных с радиометра DNB VIIRS, установленного на спутнике Suomi NPP. Радиометрические измерения светового излучения представляются в виде показателя энергетической яркости поверхности Земли в нановаттах на



Зеленые территории Москвы

- | | |
|---|--|
| 1 Природный заказник "Воробьевы горы" | 12 Природно-исторический парк "Останкино" |
| 2 Комплексный заказник "Зеленоградский" | 13 Природно-исторический парк "Покровское-Стрешнево" |
| 3 Ландшафтный заказник "Долина реки Сходни" | 14 Природно-исторический парк "Сокольники" |
| 4 Ландшафтный заказник "Тропаревский" | 15 Природно-исторический парк "Тушинский" |
| 5 Ландшафтный заказник "Теплый Стан" | 16 Природно-исторический парк "Царицыно" |
| 6 Национальный парк "Лосиный остров" | 17 Природный заказник "Долина реки Сетунь" |
| 7 Памятник природы "Серебряный бор" | 18 Природный заказник "Жулебинский" |
| 8 Природно-исторический парк "Битцевский лес" | 19 Фаунистический заказник "Братеевская пойма" |
| 9 Природно-исторический парк "Измайлово" | 20 Фаунистический заказник "Долгие пруды" |
| 10 Природно-исторический парк "Косинский" | 21 Экологический парк "Северное Бутово" |
| 11 Природно-исторический парк "Кузьминки-Люблино" | |

Рис. 1. Освещенность Москвы в 2013–2023 гг. Составлено автором по: <https://www.lightpollutionmap.info>

см² на стерадиан¹. На снимках показаны контуры наиболее крупных объектов зеленой инфраструктуры Москвы (площадью более 100 га).

Использование растровых данных позволяет выявить и количественно определить, насколько изменилась освещенность территории за исследуемый период. При этом минимальные значения энергетической яркости будут обозначать фоновые или близкие к фоновым значения освещенности.

Так, наиболее темные участки на рис. 1 отображают лесные массивы: национальный парк «Лосиный остров», Битцевский лес, Измайловский парк, парк Кузьминки и др. Крайне низкое пространственное разрешение искомым растров (500 м) не позволяет точно определить степень изменения освещенности в пределах небольших контуров зеленых территорий, однако с помощью геоинформационных технологий мы можем получить новый растр, отображающий территории со значениями превышений уровня освещенности 2023 г. по сравнению с 2013 г. (рис. 2).

Наибольший рост освещенности наблюдается в парке «Останкино», Косинском парке, в заказнике «Долина реки Сетунь» и в фаунистических заказниках «Братеевская пойма» и «Долгие пруды», в национальном парке «Лосиный остров». Рост освещенности связан с установкой дополнительного наружного освещения на основных транспортных магистралях, а также с использованием архитектурно-художественной иллюминации на сооружениях столицы, освещением крупныхстроек. Так, в парке «Останкино» наибольший рост освещенности наблюдается в непосредственной близости к ярко освещенной территории ВДНХ, близ Косинского парка и заказника «Долгие пруды» происходит масштабное капитальное строительство и т. д.

Незначительное снижение освещенности наблюдается в парке «Покровское-Стрешнево», в заказниках «Тропаревский» и «Теплый стан», что, однако, может быть связано с неточностями растровой передачи данных энергетической яркости поверхности. К примеру, природный заказник «Воробьевы горы», в котором с 2018 г. функционирует мощное ландшафтное освещение, ярко освещающее почти половину территории ООПТ (Лукиянов, Красовская, 2024), на рис. 2 показан как территория с положительной динамикой. Результаты выполненного в настоящей работе дешифрирования светового загрязнения требуют дополнительной верификации.

¹ Стерадиан — единица измерения телесных углов, т. е. частей пространства, ограниченных некоторой конической поверхностью.

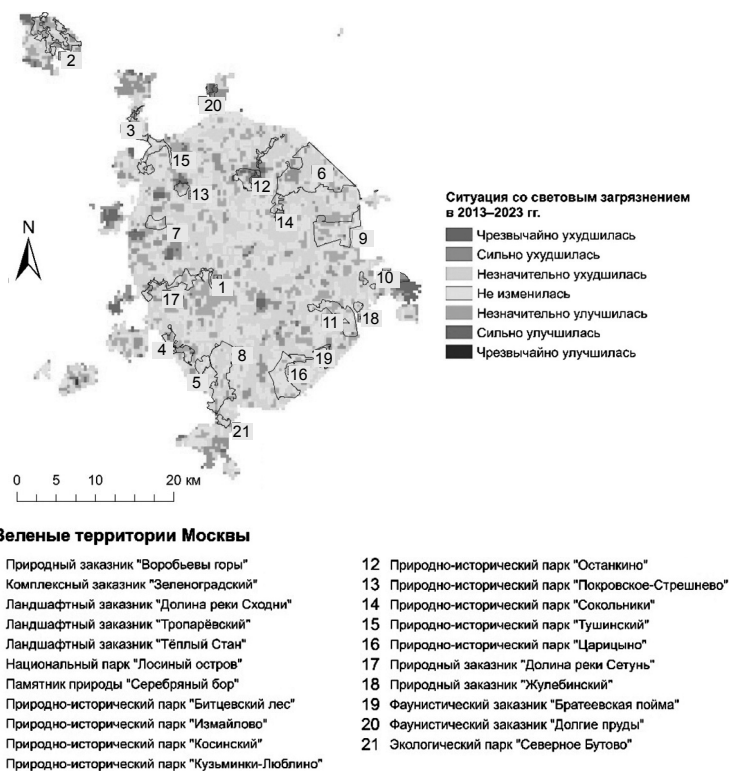


Рис. 2. Динамика изменения освещенности Москвы за 2013–2023 гг.
Составлено автором по: <https://www.lightpollutionmap.info>

В настоящее время разработаны и продолжают совершенствоваться новые спутниковые датчики, получают космические снимки ночной поверхности Земли в более высоком разрешении, использующиеся пока ограниченно и по состоянию на 2024 г. отсутствующие в открытом доступе (URL: https://gisproxima.ru/pochnaya_semka).

Слабая научная разработанность темы светового загрязнения и недооценка негативных последствий его воздействия на живые организмы закономерно привели к недостаточному институциональному регулированию проблемы во всем мире. В настоящее время инициатив по борьбе с ней в странах мира очень мало. Первой страной, где распространение избыточных световых потоков было ограничено законодательно, стала Чехия (2002): светильники должны быть направлены строго вниз, средняя освещенность

фасадов зданий не должна превышать 2 люкс, а используемые источники должны исключать желто-красный. В Италии действуют законы, ограничивающие установку светильников, излучающих свет вверх, а также наложены ограничения на освещение исторических зданий — не более 15 люкс. Похожий закон действует в Словении — освещенность фасадов зданий не должна превышать 2 люкс. Французский закон о световом загрязнении ограничивает не только наружное, но и внутреннее освещение (в том числе витрин) — последнее должно быть выключено через 1 час после окончания работы заведения, но не позднее 01:00 ночи и до 07:00 утра (Argt   du..., 2013). В 2001 г. в Каталонии были введены меры по регулированию освещения в целях защиты ночных экосистем. Территория региона была разбита на 4 типа охранных зон в зависимости от уязвимости среды к световому загрязнению — от зоны E1 (ООПТ, охранные участки Natura 2000) до зоны E4 (территории городских поселений). Для каждой зоны при этом установлены разные требования по максимально допустимой освещенности — от 2 до 15 люкс соответственно (Slovene Light Pollution Law..., 2007). Таким образом, почти все законы о световом загрязнении направлены, прежде всего, на защиту населения от избыточных световых потоков, а не на защиту природных городских территорий.

Все вышеуказанные законы — примеры принятия специального законодательства, разработанного непосредственно для борьбы со световым загрязнением. Однако существуют примеры, когда контроль за световым загрязнением интегрируется в действующие законы об охране окружающей среды. Так, в Лондоне в 2005 г. «Закон об охране окружающей среды» был дополнен разделом о световом загрязнении, однако внимание было уделено чрезмерному освещению, причиняющему неудобства для населения. Похожий подход использован в Нью-Йорке, когда в 2022 г. частью закона о ночном освещении стала инициатива «New York State Lights Out Initiative», ставящая целью отключение наружного освещения зданий во время миграций птиц (Law et al., 2024).

Помимо законопроектов, отражающих принцип жесткого права, порой принимаются и нормы так называемого мягкого права — различные системы сертификации, рекомендации и руководства, предписывающие допустимые пределы освещенности. Так, в Гонконге действует система добровольной сертификации устойчивого строительства «BEAM Plus V2.0» для продвижения передовых практик в области управления световым загрязнением. Система сертификации в числе прочих мер учитывает принимаемые меры по снижению светового загрязнения. А добровольная

программа «Хартия по наружному освещению» сертифицирует здания при отключении освещения в ночное время как безопасные (Law et al., 2024).

Нормирование освещения в России затрагивается лишь в нескольких санитарно-эпидемиологических документах, устанавливающих нормы освещенности зданий и дорог (СНиП 23-05-95), жилых и общественных пространств (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03).

В первом содержатся нормы освещенности для входов в городские парки (не менее 6 люкс) и их центральных и боковых аллей (не менее 2 люкс). Это единственные нормы освещенности для природных территорий, расположенных в пределах районов городской застройки. Однако современные реалии, в которых городские зеленые территории подвергаются проникновению избыточных световых потоков, а в городских ООПТ и вовсе целенаправленно устанавливаются системы освещения (как в природном заказнике «Воробьевы горы»), заставляют задуматься о необходимости регулирования уровня освещенности в объектах зеленой инфраструктуры на институциональном уровне.

Статья 30 закона Москвы «Об особо охраняемых природных территориях в г. Москве» гласит, что на ООПТ не допускаются, в числе прочего, искажения исторически сложившегося охраняемого ландшафта и нарушение местообитаний видов растений и животных, включенных в Красную книгу Москвы, — в условиях же светового загрязнения именно эти искажения и нарушения и наблюдаются. Негативные последствия избыточного светового воздействия на природную среду упоминаются в постановлении Правительства Москвы № 743 от 10.09.2002 «Об утверждении Правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений и природных сообществ г. Москвы»: *«Дополнительное освещение растений в ночное время обуславливает изменения экологической среды города...»*. Там же звучит запрет подвешивать на деревьях электропровода и электрические гирлянды. Этим и ограничивается упоминание проблемы светового загрязнения в российских нормативных документах.

Требуется дальнейшая научная разработка темы светового загрязнения в различных областях науки (биологии, социологии, технических науках и т. д.), а также повышение экологической просвещенности населения, что позволит привлечь внимание законодателей к необходимости создания нормативно-правового регулирования светового загрязнения в городах России.

ЛИТЕРАТУРА

- Как Москва вышла из сумрака. История городского освещения / РИА Новости. [Электронный ресурс] // URL: <https://ria.ru/20211214/moscow-light-1760700321.html> (дата обращения: 21.01.2025).
- Сергей Собянин: к 2030 году в Москве установят еще около 65 тысяч фонарей / mos.ru. [Электронный ресурс] // URL: <https://www.mos.ru/mayor/themes/11714050/> (дата обращения: 18.09.2024).
- Ночная съемка Земли с космических спутников: применение, достижения, проблемы и технологии. [Электронный ресурс] // URL: https://gisproxima.ru/nochnaya_semka (дата обращения: 19.10.2024).
- Arrêté du 25 janvier 2013 relatif à l'éclairage nocturne des bâtiments non résidentiels afin de limiter les nuisances lumineuses et les consommations d'énergie. JORF n 0025 du 30 janvier 2013.
- Slovene Light Pollution Law — adopted on 30 August 2007. An unofficial, shortened summary of the final version (prepared by Andrej Mohar on 9 September 2007).
- Бармасов А. В., Бармасова А. М., Яковлева Т. Ю. Биосфера и физические факторы. Световое загрязнение окружающей среды // Ученые записки Российского Государственного Гидрометеорологического Университета. 2014. № 33. С. 84–101.
- ГОСТ 30772-2001. Межгосударственный стандарт. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения: дата введения 2001-12-28 / Технический комитет по стандартизации. М.: Стандартинформ, 2001. 18 с.
- Лукиянов Л. Е., Красовская Т. М. Визуальное загрязнение парковых зон городов на примере природного заказника «Воробьевы горы» в Москве // Известия Русского географического общества. 2024. Т. 156. № 1. С. 60–76 с.
- Falchi F., Cinzano P., Duriscoe D. et al. The new world atlas of artificial night sky brightness // Science Advances. 2016. Vol. 2 (6): e1600377.
- Gaston K. J., Bennie J. J., Davies T. W., Hopkins J. J. The ecological impacts of nighttime light pollution: a mechanistic appraisal. Biological Reviews. 2013. Vol. 88.
- Kloog I., Haim A., Stevens R. G., Barchana M., Portnov B. A. Light at night co-distributes with incident breast but not lung cancer in the female population of Israel. Chronobiology International. 2008. Vol. 25. No 1. P. 65–81.
- Law C. K., Lai S. Y. T., Lai J. H. K. Light Pollution Control: Comparative Analysis of Regulations Across Civil and Common Law Jurisdictions. Laws. 2024. Vol. 13 (6):74.
- Sánchez de Miguel A., Bennie J., Rosenfeld E., Dzurjak S., Gaston K. J. First Estimation of Global Trends in Nocturnal Power Emissions Reveals Acceleration of Light Pollution. Remote Sensing. 2021. Vol. 13 (16):3311.