

СВІТЛОВЕ ЗАБРУДНЕННЯ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ І ЗДОРОВ'Я ЛЮДЕЙ

Назаренко Василь Іванович,

Доктор біологічних наук, с.н.с

Інститут медицини праці ім. Ю. І. Кундієва НАМН України, Київ

Сахно Тамара Вікторівна,

Доктор хімічних наук, професор

Полтавський державний аграрний університет

Кожушко Григорій Мифодійович,

доктор технічних наук, професор

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

E-mail: sakhno2003@ukr.net

Світлове забруднення (light pollution) – це широке поняття яке відноситься до всіх проблем викликаних непотрібним, надмірним або не ефективним використанням штучного світла. На сьогодні ще немає загальноприйнятого визначення поняття «світлового забруднення». Міжнародна асоціація збереження темного неба (International Dark-Sky Association, IDA) дає наступне визначення: це зміна рівня освітленості, що створюється недоречним або надмірним використанням штучного світла. Під світловим забрудненням часто розуміють збільшення природної яскравості нічного неба за рахунок штучного світла, що випромінюється в нижні шари атмосфери [1]. Розділяють астрономічне поняття світлового забруднення яке погіршує видимість небесних об'єктів і екологічне світлове забруднення, що має негативні наслідки для дикої природи і людей через порушення нічного середовища [2]. Крім світіння неба IDA кваліфікує ще кілька форм світлового забруднення: надмірне і непотрібне використання світла (over-illumination); відблиски (glare), що викликані надмірною яскравістю світла, яке створює зоровий дискомфорт або засліплення; проникнення світла (light trespass) за межі необхідного, що створює непотрібне освітлення і негативно впливає на середовище проживання людей; світловий «безлад» (light clutter), викликаний потужними яскравими хаотично розміщеними джерелами світла, що створює надмірне освітлення і розсіювання світла.

Найбільш негативним наслідком штучного освітлення в нічний час для людини є порушення біологічних ритмів, через пригнічення нічної секреції мелатоніну. Викликане нічним освітленням порушення циркадних ритмів пов'язане з підвищеним ризиком розвитку різних захворювань - в тому числі онкологічних, сахарного діабету, а також впливає на сон, травлення, викликає мігрень, головні болі, роздратування, хронічну втоми та інш. [3]. Світлове забруднення поширене і в приміщеннях, що безпосередньо збільшує ризик для здоров'я. У людей зростає кількість цифрових пристроїв (комп'ютери, смартфони та інш.), які використовують LED-матриці та випромінюють значну частину синього світла, що суттєво впливає на циркадну систему.

Крім біологічної активності світла, яка залежить від спектра випромінювання в області 450-480 нм, на здоров'я людей та їх психологічний стан впливає висока яскравість світла, що створює зоровий дискомфорт та тимчасову засліплюваність [4], фотобіологічна небезпечність синього світла, що створює ризики пошкодження сітківки ока [5]. Фотохімічні ризики для очей, що може спричинити сине світло залежить від накопиченої дози і формується як при короткочасній експозиції яскравого світла так і в результаті низько інтенсивного впливу протягом тривалого часу. Одним із негативних ефектів, що штучні створюють джерела світла є мерехтіння яскравості. Біологічний вплив мерехтіння яскравості на людину – це функція глибини модуляції, частоти мерехтіння яскравості та інших факторів. Як мінімум мерехтіння створює дискомфорт, але воно може стати і небезпекою для здоров'я – спричинити втому,

напруженість очей, знижувати продуктивність зорових робіт, провокувати головний біль, мігрень, створювати неврологічні проблеми такі як епілептичні судоми та інші.

Світло має фундаментальне значення для всіх живих організмів, будучи для них джерелом енергії і інформації. Найбільш важливими процесами, що викликаються світлом для тварин і людей є зір і регулювання біоритмів, які обумовлені змінами добових, місячних і сезонних циклів [6]. Майже всі організми мають генетично детерміновані внутрішні годинники, які налаштовуються періодичними змінами освітлення, щоб збалансувати функції і поведінку організму в залежності від часу доби, фази місяця чи пори року. Циркадні ритми відіграють центральну роль в забезпеченні гомеостазу в організмі в тому числі відновлення фізіологічних функцій і управляються щодобовою зміною світла і темноти та контролюють синхронізацію циклу сон-бадьорість, зміну температури тіла та частоти серцебиття, гормональний баланс та інше. Штучне світло в нічний час впливає на циркадний годинник, зміщуючи його назад. Коли циркадні ритми синхронізовані з сонячним днем - вони викликають бадьорість вдень і сонливість вночі. Якщо вони десинхронізовані через такий фактор, як штучне освітлення вночі - бадьорість може виникати в невідповідний час, а сонливість може не співпадати з часом відведеним для сну. Пригнічення секреції мелатоніну, основного маркера циркадного ритму, найбільш інтенсивно відбувається для спектрального діапазону світла 446-477 нм [7]. Це означає, що джерело світла з великою часткою синього світла буде мати великий потенціал для зміщення циркадних ритмів і впливати на сон, якщо таке світло використовується вночі.

Пом'якшення негативного впливу світла на навколишнє середовище в нічний час необхідно розглядати з врахуванням того, що не існує безпечного рівня, при якому антропогенне світло буде одночасно задовольняти людину і не буде справляти ніякого негативного впливу на екологічну систему. Циркадні ритми дикої природи можна синхронізувати при рівнях освітленості значно нижчих від граничних значень для ефективного людського зору. Таким чином, пом'якшення наслідків – це задача по забезпеченню достатньої кількості світла, що необхідне для безпеки людини і мінімізацію впливу на навколишнє середовище [8]. Міжнародною асоціацією захисту темного неба (IDA) для пом'якшення негативного впливу світлового забруднення на навколишнє середовище рекомендовані наступні принципи зовнішнього освітлення: - світло має бути направлено тільки туди, де це необхідно;- світло не повинно бути яскравіше, ніж це потрібно;- світло потрібно використовувати тільки тоді, коли воно корисне;- за можливістю необхідно використовувати світло теплих тонів (з CCT <3000K); - зовнішнє освітлення має відповідати рекомендаціям стандартів EN 12464-2, EN 13201, EN 12193.

В [9] відзначається, що не всі мінімальні рівні освітленості встановлені стандартами, розроблені на надійних емпіричних даних, тому в окремих випадках доцільно установити науково обґрунтовані мінімальні рівні освітленості.

За останні роки проблемам світлового забруднення приділяється багато уваги - публікується велика кількість наукових праць, ведеться просвітницька діяльність серед населення, приймаються законодавчі рішення про обмеження впливу світлового забруднення через встановлення граничних рівнів освітленості та інших. В цих питаннях Україна зараз знаходиться на початковій стадії: - для зовнішнього освітлення впроваджені національні стандарти України гармонізовані з європейськими стосовно (ДСТУ EN 12464-2:2016, ДСТУ EN 13201-2:2015, ДСТУ EN 12193:2022); - розроблені Державні будівельні норми України ДБН В.2.2.5-28:2018 –«Природне і штучне освітлення», де встановлені вимоги до гранично допустимих параметрів зовнішніх освітлювальних установок для запобігання світлового забруднення. Ці вимоги гармонізовані з європейським стандартом EN 12464-2; - розроблений Національний стандарт України ДСТУ 8546:2015 «Світильники зі світлодіодними джерелами світла. Загальні технічні умови», в якому встановлені вимоги до світлорозподілу, кутів захисту, максимальних значень сил світла та яскравості та інших параметрів світильників для внутрішнього та зовнішнього освітлення.

Всі вимоги, що стосуються світлового забруднення були розроблені майже 20 років тому і з точки зору крайніх досліджень впливу світлодіодних джерел світла на навколишнє середовище і здоров'я людей не відповідають сучасному рівню знань. Зокрема, відсутні вимоги до спектру випромінювання (до біологічної активності світла) для джерел, що застосовуються в зовнішньому освітленні, допускається занадто висока частка світла, що випромінюється в верхню півсферу (до 25%) та високі значення сили світла в засліплюючому напрямку (до 25 000 кд), не встановлені нові вимоги до рівня мигтіння яскравості та стробоскопічного ефекту у відповідності з Регламентом Комісії (ЄС) 2019/2020, методика визначення блискавості з використанням узагальненого показника дискомфорту(UGR) не відповідає рекомендаціям CIE[10] для світлодіодних світильників з неоднорідною яскравістю. Застосування світильників зі світлодіодами для зовнішнього освітлення викликало занепокоєння серед прихильників боротьби з екологічним світловим забрудненням, в основному через велику частку синього світла в світловому потоці та високу яскравість і рівень мерехтіння яскравості.

Актуальними питаннями для України на сьогодні є організація наукових досліджень направлених на зменшення рівня світлового забруднення, встановлення науково-обґрунтованих граничних значень параметрів для світлодіодних систем зовнішнього освітлення, застосування систем автоматичного керування освітленням. Так як світлове забруднення стосується і житлових приміщень то необхідне встановлення безпечних граничних рівнів світлового забруднення під час відпочинку та сну.

Важливими шляхами зниження світлового забруднення та пом'якшення його впливу на навколишнє середовище і здоров'я людей є виконання рекомендацій сформульованих в концепції освітлення запропонованій IDA.

Список використаних джерел

1. Widmer K. et al. (2022). Review and Assessment of Available Information on Light Pollution in Europe, ISBN 978-82-93970-08-8, ETC HE c/o NILU, Kjeller, Norway.
2. Longcore T, Rich C. (2004). Ecological light pollution, *Front. Ecol. Environ.* 2(4), 191–198.
3. Miao Cao, et al. (2023). Understanding light pollution: Recent advances on its health threats and regulations *J. Environ. Sci.* 127, P.589-602 <https://doi.org/10.1016/j.jes.2022.06.020>.
4. ISO/CIE 8995-3:2018 Lighting of work places - Part 3: Lighting requirements for safety and security of outdoor work places.
5. Шпак С., Кожушко Г., Кислиця С., Сахно Т., Пітяков О. (2020). Дослідження фотобіологічної безпечності світлодіодних ламп та світильників для загального освітлення». *UKR METROL J.* №4, с.29-35.
6. Kronfeld-Schor N, Dayan T. (2003). Partitioning of time as an ecological resource. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34, 153–181. doi:10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132435.
7. West KE et al. (2011). Blue light from light-emitting diodes elicits a dose-dependent suppression of melatonin in humans. *J. Appl. Physiol.* 110(3), p.619-626.
8. Encyclopedia of Biodiversity 3rd edition, Volume 4 doi:10.1016/B978-0-12-822562-2.00249-8 p.369.
9. Fotios S, Gibbons R. (2018). Road lighting research for drivers and pedestrians: The basis of luminance and illuminance recommendations. *LR&T.* 50(1), P.154-186.
10. CIE 232:2019. Discomfort Caused by Glare from Luminaires with a Non-Uniform Source Luminance.