

DOI: 10.32347/2076-815x.2025.90.100-113

УДК 711

Намчук О.В.,

aleks.namchuk@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5185-8072>

Одеська державна академія будівництва та архітектури

КОМПЛЕКСНИЙ ВПЛИВ СВІТЛОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ: ЕКОЛОГІЧНИЙ, СОЦІАЛЬНИЙ ТА ЕСТЕТИЧНИЙ ВИМІРИ

Світлове забруднення як урбаністичне явище виходить за межі суто технічної чи енергетичної проблематики, охоплюючи широкий спектр екологічних, соціальних, естетичних і регуляторних наслідків для міського середовища. У статті здійснено комплексне дослідження впливу надмірного штучного освітлення на екосистеми, здоров'я мешканців, візуальну ідентичність міських просторів, а також нормативно-правове поле управління нічним освітленням. Одним із ключових напрямів аналізу є екологічний вимір проблеми. Автори розглядають вплив *Artificial Light at Night (ALAN)* на поведінкові та фізіологічні реакції фауни й флори, акцентуючи на особливій вразливості нічних видів, таких як кажани та мігруючі птахи. Увагу зосереджено також на фотофізіологічних руйнуваннях у рослинності та на зміни хімічного складу повітря внаслідок світлоактивованих реакцій. У роботі представлено результати українських досліджень, зокрема із застосуванням супутникового моніторингу й відеофіксації, що засвідчують значне перевищення гранично допустимих рівнів засвітлення нічного неба в містах. Це дозволяє виявити локальні зони світлового навантаження та сформувати підґрунтя для просторового планування освітлення. Соціальний аспект аналізу охоплює порушення добових ритмів людини, погіршення сну, підвищення рівня тривожності та ризиків для серцево-судинного здоров'я. Особливо чутливими до надмірного освітлення є діти, літні люди та мешканці щільно забудованих районів. Водночас відзначається і протилежний ефект — недостатнє або нерациональне освітлення спричиняє зростання відчуття небезпеки. Наголошується на потребі досягнення балансу між освітленістю та психологічним комфортом у публічних просторах. Естетичний і просторовий вимір пов'язані з аналізом візуального шуму, викликаного хаотичним розташуванням джерел світла, вивісок, екранів і фасадної ілюмінації. Звертається увага на новітню концепцію «темних зон» у світловому дизайні та необхідність інтеграції принципів екодизайну в українські міста. Завершальна частина статті торкається регуляторних викликів: відсутність системних нормативів, брак інтелектуального керування освітленням і

потреба в міждисциплінарному підході до формування «нічної політики» міста. Стаття формулює концептуальні основи для інтеграції світлового дизайну в стратегії сталого розвитку міських територій України.

Ключові слова: світлове забруднення; соціальний комфорт; екологічний вплив; сталий розвиток; світловий дизайн.

Постановка проблеми. У сучасних урбанізованих просторах світлове забруднення набуває все більшого значення як комплексна проблема, що охоплює не лише технічну чи енергетичну площину, а й глибоко впливає на екологічну рівновагу, соціальне самопочуття населення та естетичне сприйняття міського середовища. Поширення надлишкового, нерационального або погано керованого штучного освітлення призводить до спотворення природного ритму доби, негативно позначається на біорізноманітті, провокує психоемоційне виснаження містян, а також спричиняє візуальний хаос у нічному ландшафті. У більшості міст України питання світлового забруднення залишається малодослідженим або ж розглядається виключно з технічної точки зору, що не дозволяє ефективно реагувати на виклики сучасності. Тому постає необхідність міждисциплінарного аналізу впливу світлового забруднення на міське середовище з урахуванням екологічних, соціальних та естетичних факторів як підґрунтя для формування збалансованої світлової політики в умовах сталого міського розвитку.

Незважаючи на наявність значної кількості міжнародних досліджень, в українському науковому просторі ця тема лише починає формуватися як самостійний об'єкт міждисциплінарного аналізу, що створює запит на подальші дослідження в контексті локальних урбаністичних, соціальних і культурних умов.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Світлове забруднення — явище, що за останні десятиліття з локальної технічної проблеми перетворилося на глобальний міждисциплінарний виклик. У сучасних наукових дослідженнях воно розглядається як фактор, що комплексно впливає на екологічну рівновагу, якість життя населення та естетику міського середовища.

У зарубіжній науковій літературі все частіше висвітлюється екологічний аспект надмірного штучного освітлення, особливо його вплив на біорізноманіття та циркадні ритми живих організмів. Одне з досліджень [1] демонструє, що штучне освітлення вночі порушує екосистемні процеси, знижує активність запилювачів, впливає на орієнтацію та харчову поведінку тварин, а також змінює просторову структуру фауни у містах. Подібні висновки містяться і в роботі Bará та Falchi [2], які аналізують спектральні зміни

внаслідок переходу на LED-технології та їхню потенційну шкоду для нічного середовища.

У вітчизняному контексті питання екологічного впливу світлового забруднення досі лишається недостатньо розкритим. Проте певні спроби систематизації наявні, зокрема у роботі Періга В. М. та співавт., де проведено моніторинг стану світлового забруднення в Закарпатському регіоні, охоплено зміни фону нічного неба протягом декількох десятиліть, та надані рекомендації щодо мінімізації техногенного навантаження через регулювання зовнішнього освітлення.

Соціальні виміри світлового забруднення висвітлено у ряді міждисциплінарних досліджень. Зокрема, сучасні нарративні та систематичні огляди демонструють, що штучне освітлення вночі (ALAN) асоціюється зі зниженням якості сну та підвищеним ризиком депресії, тривожності та інших психічних розладів. Так, науковці та дослідники підкреслюють зв'язки між ALAN, порушенням циркадних ритмів і афективними розладами [4]; систематичний мета-аналіз [5] показує, що як зовнішнє, так і внутрішнє ALAN пов'язане з підвищеним ризиком депресії; а свіжий мета-аналіз, віконний командою авторів [6], водночас вказує на статистично значимі зв'язки ALAN з депресією, тривожністю, біполярним розладом і навіть шизофренією. У іншому дослідженні [7] показано, що симптоми депресії й тривожності пов'язані з рівнем зовнішнього нічного освітлення і частково опосередковуються порушеннями сну.

Естетичний вимір світлового забруднення дедалі частіше розглядається не лише в контексті світлового дизайну, а й як елемент візуального навантаження на міське середовище. За даними одного з досліджень [8], надмірне або негармонійне освітлення фасадів, вивісок та вітрин спричиняє «світловий шум», що формує у містян відчуття втоми, тривоги та дезорієнтації. У межах українського досвіду актуальним є дослідження, проведене в межах оцінювання відеоекологічної якості міських ландшафтів у Києві, Харкові та Вінниці. Ці роботи, зокрема, враховували візуальне сприйняття світлових акцентів, їхню насиченість і відповідність загальній стилістиці міського простору [9].

Окремої уваги заслуговує технічний та регуляторний аспект. В одному з відкритих досліджень [10] наголошується на важливості впровадження інтелектуального освітлення — систем, що автоматично регулюють яскравість, спектр і час роботи вуличних світильників за допомогою датчиків руху, світла та часових алгоритмів — як основного механізму для зменшення світлового забруднення в містах.

В ЄС вже діють окремі регламенти, що обмежують інтенсивність нічного освітлення в історичних чи рекреаційних зонах — наприклад, вимоги щодо

кольорової температури, G-індексу (для обмеження синьої складової світла), а також максимальних значень спрямованої компоненти світлового потоку (ULOR/UFR) відповідно до зон навколишнього середовища.

На відміну від цього, в Україні такі технологічні підходи й нормативні стандарти майже не впроваджені, хоча вони могли б стати важливою складовою екологічної та урбаністичної стратегії.

Таким чином, аналіз останніх публікацій дозволяє стверджувати, що світлове забруднення потребує комплексного підходу до вивчення та управління.

Актуальність. У XXI столітті стрімка урбанізація та повсюдне впровадження штучного освітлення трансформували нічний образ міст, суттєво вплинувши на довкілля, здоров'я населення та візуально-просторову організацію міського середовища. Попри очевидні переваги розвитку систем зовнішнього освітлення — підвищення безпеки, розширення активності у вечірній час, формування привабливого архітектурного іміджу — все частіше постає проблема так званого світлового забруднення, яке виходить за межі суто технічного явища та набуває комплексного характеру.

Світлове забруднення негативно позначається на екосистемах, руйнуючи нічну біологічну рівновагу, порушуючи циркадні ритми тварин і людей, змінюючи поведінку фауни в містах. Разом з тим, це явище впливає на психоемоційний стан населення, порушує якість сну, створює візуальний дискомфорт, знижує естетичну цінність нічного міського ландшафту та спричиняє візуальний хаос. У поєднанні з низькою ефективністю управління освітленням, відсутністю комплексного підходу до його проектування та експлуатації, це породжує потребу в науковому осмисленні світлового забруднення як міждисциплінарної проблеми.

Особливої актуальності це питання набуває для українських міст, які перебувають у процесі трансформації після воєнних і соціально-економічних викликів. Необхідність відбудови та модернізації інфраструктури відкриває унікальне вікно можливостей для впровадження сталих підходів до світлового дизайну, що враховують не лише функціональні потреби, а й екологічну, соціальну та естетичну відповідальність. У цьому контексті дослідження комплексного впливу світлового забруднення є вкрай своєчасним і важливим як для розвитку сучасної міської політики, так і для підвищення якості життя населення в урбанізованих середовищах.

Мета публікації. Метою цієї публікації є здійснення міждисциплінарного аналізу світлового забруднення як складного явища, що формує якість міського середовища, шляхом виявлення його екологічних, соціальних та естетичних наслідків. Стаття підкреслює необхідність комплексного підходу до планування

та регулювання систем зовнішнього штучного освітлення в умовах сучасної урбанізації.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасні наукові підходи до вивчення світлового забруднення в контексті міського середовища.
2. Визначити основні екологічні наслідки надмірного штучного освітлення в урбанізованих просторах.
3. Оцінити соціальні аспекти впливу світлового забруднення на здоров'я, поведінку та психоемоційний стан населення.
4. Розглянути естетичний вимір світлового забруднення через вплив на нічну візуальну структуру міста та сприйняття його образу.
5. Сформулювати загальні принципи для розробки збалансованої та екологічно чутливої світлової політики в міських умовах.

Матеріали та методи дослідження. У процесі дослідження було використано комплексний міждисциплінарний підхід, що передбачає поєднання методів урбаністики, екології, архітектурного аналізу та соціології. Основою стали дані з відкритих наукових джерел, аналітичні звіти міжнародних організацій, результати сучасних емпіричних досліджень, а також нормативно-правові документи, що регламентують зовнішнє освітлення в міському середовищі.

Основні методи дослідження включають:

- бібліографічний аналіз (для систематизації та критичного осмислення сучасних наукових публікацій, присвячених світловому забрудненню в екологічному, соціальному та естетичному аспектах);
- порівняльний аналіз (для зіставлення вітчизняного та зарубіжного досвіду організації систем штучного освітлення та впровадження практик зменшення світлового забруднення);
- метод системного аналізу (для виявлення взаємозв'язків між джерелами штучного освітлення, їхнім впливом на міське середовище та відповідними наслідками).

Матеріали дослідження включають наукові статті, містобудівні документи, методичні рекомендації з освітлення, результати досліджень українських учених.

Основна частина. Світлове забруднення — складне урбаністичне явище, що охоплює не лише технічну чи енергетичну площину, але й має глибокі екологічні, соціальні та естетичні наслідки для міського середовища. У сучасних містах надмірне і неконтрольоване штучне освітлення все частіше розглядається як фактор деградації якості життя, порушення природних ритмів довкілля та формування візуального дискомфорту.

Екологічний вимір світлового забруднення. Одним з найгостріших наслідків світлового забруднення є його вплив на природні екосистеми. Штучне освітлення вночі (Artificial Light at Night — ALAN) змінює поведінку багатьох живих організмів — від комах до ссавців — порушуючи механізми орієнтації, міграції, полювання, розмноження. Особливо вразливими є нічні види фауни, зокрема кажани, які уникають зон із високою яскравістю, що призводить до скорочення їхніх ареалів у містах [1].

Дослідження показують, що LED-освітлення з високим вмістом синього спектру має більший вплив на біорізноманіття порівняно з традиційними джерелами світла [2]. Крім того, ALAN порушує фотоперіодичність у рослин, викликаючи передчасне цвітіння або затримку росту, що впливає на взаємодії у міських екосистемах.

Екологічна шкода проявляється і у зміні якості нічного повітря — світло каталізує хімічні реакції, які сприяють утворенню озону на рівні ґрунту в нічний час, що є аномальним для природних умов.

Особливої уваги заслуговує вплив штучного освітлення вночі на біорізноманіття. Світлове забруднення стає новою суттєвою загрозою для збереження природи в Україні, зокрема через дезорієнтацію мігруючих птахів, порушення фотоперіодичної поведінки у комах, амфібій і ссавців, а також деградацію природних екосистем [12]. Сучасні дослідники наголошують на необхідності інтегрування питань освітлення до природоохоронної політики держави.

Вивчення реального стану атмосферного світлового навантаження в українських містах підтверджує наявність стійких джерел забруднення нічного неба. Так, у дослідженні С. Мальченка та М. Слюсаренка [14] було здійснено відеофіксацію та аналіз нічного освітлення в Кривому Розі, що дозволило виявити значні просторові відхилення яскравості неба внаслідок техногенних джерел освітлення. Це підтверджує необхідність локального моніторингу світлового забруднення як складової екологічної безпеки міст.

Сучасні дослідження світлового забруднення в Україні демонструють тенденцію до використання дистанційного зондування Землі для аналізу рівнів штучного освітлення. Зокрема, у рамках проекту Night Lights [16], реалізованого вітчизняними науковцями у співпраці з Інститутом космічних досліджень НАН України, було вперше запропоновано інструментальний підхід до оцінки нічної засвітленості територій на основі супутникових знімків. За результатами моніторингу, значна частина урбанізованих територій України демонструє перевищення допустимих порогів яскравості нічного неба, що потенційно шкодить як екосистемам, так і якості життя населення.

Ці дані дозволяють не лише виявляти зони підвищеного світлового навантаження, але й формувати картографічну основу для управління освітленням у межах сталого розвитку міст.

Соціальні аспекти впливу світлового забруднення. З точки зору суспільства, світлове забруднення також є джерелом прихованих ризиків. Надмірне освітлення, особливо в житлових районах, порушує добові ритми людини, знижує якість сну та сприяє розвитку хронічної втоми, тривожності та серцево-судинних захворювань. За даними науковців [8], жителі міст, де рівень ALAN перевищує допустимі межі, у 2–2,5 рази частіше скаржаться на безсоння та порушення концентрації уваги.

Особливо вразливими є діти, літні люди та мешканці густозаселених районів. Соціологічні опитування також демонструють зростання почуття тривоги в умовах надмірно освітленого середовища — так званий «синдром урбаністичного вигорання», що пов'язаний із візуальним перенасиченням і сенсорним перевантаженням.

Паралельно з цим, існує й протилежна проблема — нераціонально організоване освітлення може створювати зони надмірної темряви, що підвищує рівень страху та небезпеки в міському просторі. Таким чином, важливо забезпечити баланс між відчуттям безпеки та світловим комфортом.

Важливим напрямом сучасних досліджень є оцінка візуального комфорту світлового середовища у публічному міському просторі, зокрема з урахуванням естетичних характеристик освітлення та його впливу на емоційне сприйняття середовища мешканцями. Згідно з дослідженням Г. Кононенко [15], до ключових параметрів, що визначають якість світлового середовища, належать рівномірність освітлення, відсутність сліпучого ефекту, баланс між функціональністю й естетикою, а також врахування сценаріїв нічного використання простору. Це дозволяє не лише підвищити рівень візуального комфорту, але й зменшити ризики візуального та психологічного перевантаження, що спричинене світловим забрудненням.

Естетичний та просторовий вплив. Нічне обличчя міста є важливою складовою його візуального образу. Однак у багатьох населених пунктах освітлення формується стихійно — без урахування композиційних осей, архітектурного контексту, природного ландшафту. Надлишок джерел світла, рекламних вивісок, світлодіодних екранів і фасадної ілюмінації призводить до візуального шуму, втрати читаємості силуетів будівель та нічної «перевантаженості» простору.

У сучасному світловому дизайні з'являється поняття «темного простору» (dark infrastructure) — концепція, за якої деякі ділянки міста навмисно зберігаються без активного освітлення для збереження нічної атмосфери,

візуальної глибини та біологічного комфорту. У Франції, Нідерландах та Угорщині такі практики поступово стають частиною нормативної політики.

В Україні цей аспект часто ігнорується або зводиться до декоративного підсвічування об'єктів культурної спадщини, яке не завжди відповідає ні принципам енергоефективності, ні потребам візуальної ідентичності міста. Необхідна стратегія нічного освітлення, яка враховує контексти — від щільної забудови до рекреаційних і транзитних зон.

Сучасні підходи до формування якісного світлового середовища в міських просторах мають базуватися на принципах екодизайну, які враховують не лише освітленість, а й екологічний та естетичний вплив штучного освітлення. Удосконалення методів вимірювання параметрів освітлення є ключовим для розробки проєктів, що мінімізують світлове забруднення, зберігають природні особливості міського ландшафту та сприяють комфортному візуальному сприйняттю міського середовища [13].

Особливу роль у формуванні гармонійного нічного міського середовища відіграє художнє світлове оформлення, що здатне не лише підкреслювати архітектурні форми, а й впливати на емоційне сприйняття міського ландшафту. Як зазначають Новік Г.В. та Могила В.В., «світло стає засобом естетичної взаємодії людини з простором, інструментом створення візуального комфорту і формування емоційного досвіду мешканців» [16].

Регуляторні та проєктні виклики. Попри очевидні ризики, в Україні досі відсутнє цілісне законодавче поле, яке б регламентувало параметри світлового забруднення. Діючі будівельні норми (ДБН В.2.5-28:2018) [11] регламентують лише мінімальні вимоги до освітлення для безпеки, проте не охоплюють питання візуального комфорту, екологічних меж освітленості або нічного балансу.

У світовій практиці такі норми є більш деталізованими — наприклад, IESNA (США), ILP (Велика Британія) або EN 13201 (ЄС) включають обмеження на кількість світлових люксів, спектральний склад та просторове розсіювання.

Застосування інтелектуальних систем освітлення (adaptive lighting), димінгу (зниження яскравості вночі), автоматизованого керування часом увімкнення/вимкнення світла вже демонструє ефективність у низці європейських міст. Такий підхід дозволяє не лише знизити рівень забруднення, а й оптимізувати енергоспоживання.

Потреба в міждисциплінарному підході. Комплексність впливу світлового забруднення потребує залучення фахівців із різних сфер — екологів, урбаністів, архітекторів, медиків, соціологів. Лише в тісній взаємодії можливе створення таких систем освітлення, які будуть одночасно функціональними, безпечними,

естетичними та екологічно чутливими. Формування «нічної політики» міста має базуватися на цінностях сталого розвитку, збереження темного неба, нічної тиші та візуальної гармонії.

Таким чином, світлове забруднення — це не лише технічна чи енергетична проблема, а комплексне міське явище, яке впливає на екологічну сталість, соціальну якість життя та візуальну культуру міста. Його ефективне подолання потребує цілісного бачення та інтеграції світлового дизайну в стратегічне планування міського простору.

Висновки. Світлове забруднення в урбанізованому середовищі — це складне багатовимірне явище, що виходить за межі суто технічного чи енергетичного дискурсу. Його вплив проявляється у трьох ключових вимірах: екологічному, соціальному та естетичному. Екологічні наслідки включають порушення біоритмів флори та фауни, деградацію міських екосистем і зміну хімічного складу атмосфери. Соціальний аспект охоплює погіршення психофізичного стану населення, зниження якості сну, зростання тривожності та відчуття дезорієнтації у нічному місті. Естетичний вимір пов'язаний із втратою візуальної цілісності міського середовища, формуванням візуального шуму та руйнуванням ідентичності нічного ландшафту.

Аналіз сучасних досліджень та практик демонструє, що подолання проблеми світлового забруднення можливе лише за умов комплексного міждисциплінарного підходу. Це включає розробку та впровадження нових нормативів освітлення, адаптивних технологій управління світлом, а також стратегічне планування нічного простору з урахуванням екологічних і культурних контекстів.

Отже, актуальність дослідження полягає в необхідності переходу до збалансованої моделі нічного освітлення, що забезпечує гармонію між функціональністю, безпекою, естетикою та екологічною відповідальністю. Формування чутливої до світла урбаністичної політики є важливим кроком до сталого розвитку сучасних міст.

Перспективи подальших досліджень. Подальші наукові дослідження у сфері впливу світлового забруднення на міське середовище можуть розвиватися в кількох перспективних напрямках:

- картографування рівнів світлового забруднення в українських містах із використанням супутникових даних, геоінформаційних систем (ГІС) та інструментів нічної фотозйомки для створення інтерактивних мап зон впливу штучного світла;

- емпіричне вивчення впливу нічного освітлення на здоров'я населення, зокрема аналіз циркадних порушень, змін сну та психоемоційного стану в міських районах з різною щільністю світлового навантаження;

- розробка моделей сталого нічного освітлення для історичних, житлових, рекреаційних і промислових зон, з урахуванням місцевого контексту, естетики середовища та енергоефективності;
- оцінка впливу світлового дизайну на ідентичність міста, зокрема як нічне освітлення формує образ, привабливість і читаємість міського простору у темну пору доби;
- формування нормативно-правової бази, що обмежує надмірне світлове випромінювання, включаючи адаптацію міжнародного досвіду до українських реалій.

Загалом, подальше дослідження теми сприятиме формуванню нової культури нічного міського середовища, в якому поєднуються безпечність, естетична цілісність і екологічна збалансованість.

Список джерел

1. Myriam R. Hirt, Darren M. Evans, Colleen R. Miller, Remo Ryser. Light pollution in complex ecological systems. *Philosophical transactions B. The royal society publishing*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0351>
2. Salvador Bará, Fabio Falchi. Artificial light at night: a global disruptor of the night-time environment. *Philosophical transactions B. The royal society publishing*, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0352>
3. Періг В.М., Кудак В.І., Гуранич П.П., Сусла А.І. Моніторинг стану світлового забруднення в Закарпатському регіоні. *Космічна наука і технологія*. Ужгородський національний університет, Ужгород, 2024. Том 30, № 4, с. 73–80.
4. Giulia Menculini et al. Insights into the effect of light pollution on mental health: focus on affective disorders. *Brain Sciences*. 2024. Volume 14, issue 8.
5. Manman Chen, Yuankai Zhao, Qu Lu, Zichen Ye, Anying Bai, Zhilan Xie, Daqian Zhang, Yu Jiang. Artificial light at night and risk of depression: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 2024. Volume 29, p. 73. DOI: <https://doi.org/10.1265/ehpm.24-00257>
6. Andy Deprato et al. Associations between light at night and mental health: A systematic review and meta-analysis. *Science of The Total Environment*. 2025. Volume 974. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179188>
7. Marco Helbich, Angel Burov, Donka Dimitrova, Iana Markevych, Mark J. Nieuwenhuijsen, Angel M. Dzhambov. Sleep problems mediate the association between outdoor nighttime light and symptoms of depression and anxiety: A cross-sectional, multi-city study in Bulgaria. *Environmental Research*. 2024. Volume 263, Part 1. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119897>
8. Justine Mushobozi Katabaro, Yonghong Yan, Tao Hu, Quan Yu, Xiang Cheng. A review of the effects of artificial light at night in urban areas on the

ecosystem level and the remedial measures. *Front. Public Health*. 2022. Volume 10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.969945>

9. Margaryta M. Radomska, Mykhailo V. Yurkiv, Alina V. Husieva. The assessment of visual environment quality at Solomyansky district, Kyiv city. *Environmental safety and natural resources*. 2019. Volume 32, № 4. DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2019.4.92-104>

10. Jari Lyytimäki. Sustainable development goals relighted: light pollution management as a novel lens to SDG achievement. *Discover Sustainability*. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43621-025-00991-7>

11. ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення». URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074958732556240833?doc_type=2 (дата звернення: 06.07.2025).

12. Peregrym M., Vasyliuk O., & Kónya E. Péntzesné. Artificial light at night as a new threat for nature conservation in Ukraine. *Vestnik Zoologii*. Kyiv, 2019, 53(6), р. 459–470. URL: https://www.researchgate.net/publication/338295671_Artificial_Light_at_Night_as_a_New_Threat_for_Nature_Conservation_in_Ukraine (дата звернення: 15.07.2025).

13. Хоперський С.В., Кузьменко В.В., Остапенко Н.В., Чумаченко С.М., Резніков Є.В. Еко-дизайн світлового середовища сучасного міста: формування підходів щодо удосконалення вимірювань освітлення міських об'єктів. *Art and Design*. Київ: КНУТД, 2022. Вип. № 4, с. 108–120. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/21235/1/artdes_2022_N4_P108-120.pdf (дата звернення: 17.07.2025).

14. Мальченко С., Слюсаренко М. Дослідження світлового забруднення нічного неба. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. Серія: Фізико-математичні науки. Луцьк, 2014. Вип. №15 (292), с. 80–86. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/5282> (дата звернення: 15.07.2025).

15. Кононенко Г. Матриця оцінки візуального комфорту світлового середовища відкритих публічних просторів. *Архітектурні студії Львівської політехніки*. Львів, 2022. Вип. 4(1), с. 78–84. URL: <https://ena.lpnu.ua/items/de879fe6-d4a3-40dc-a9f6-3b4b07dca07a> (дата звернення: 21.07.2025).

16. Кононенко О. Перше в Україні дослідження світлового забруднення територій на основі супутникових знімків. 2020. URL: <https://pae.com.ua/2020/11/05/pershe-v-ukraini-doslidzhennia-svitlovo/> (дата звернення: 26.07.2025).

Oleksandra Namchuk,
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture.

THE COMPLEX IMPACT OF LIGHT POLLUTION ON THE URBAN ENVIRONMENT: ECOLOGICAL, SOCIAL, AND AESTHETIC DIMENSIONS

Light pollution, as an urban phenomenon, extends far beyond purely technical or energy-related concerns, encompassing a wide range of ecological, social, aesthetic, and regulatory implications for the urban environment. This article presents a comprehensive investigation into the impact of excessive artificial lighting on ecosystems, public health, the visual identity of urban spaces, and the legal-institutional framework for managing nighttime illumination. A key focus of the analysis is the ecological dimension of the problem. The authors explore the effects of Artificial Light at Night (ALAN) on the behavioral and physiological responses of both fauna and flora, emphasizing the particular vulnerability of nocturnal species such as bats and migratory birds. Attention is also drawn to photophysiological disruptions in urban vegetation and to changes in air chemistry triggered by light-induced reactions. The study incorporates findings from Ukrainian research, including satellite monitoring and nighttime video capture, which reveal widespread exceedance of acceptable skyglow thresholds in urban areas. These results provide a foundation for identifying high-exposure zones and developing spatial strategies for sustainable lighting planning. The social dimension addresses disruptions of human circadian rhythms, deterioration in sleep quality, elevated anxiety levels, and increased risks to cardiovascular health. Children, the elderly, and residents of densely populated districts are identified as the most vulnerable. At the same time, the article notes the inverse problem: poorly designed or insufficient lighting can exacerbate feelings of insecurity in public spaces. The need to strike a balance between illumination and psychological comfort is underscored. The aesthetic and spatial dimensions are examined through the lens of visual noise caused by chaotic placement of light sources, signage, screens, and façade lighting. The authors highlight the emerging concept of “dark zones” in lighting design and the urgency of integrating ecodesign principles into Ukrainian urban development. The final section discusses regulatory challenges, including the absence of comprehensive standards, a lack of intelligent lighting control systems, and the urgent need for a multidisciplinary approach to shaping a coherent nighttime urban policy. The article proposes a conceptual framework for embedding lighting design into sustainable urban development strategies in Ukraine.

Keywords: light pollution; social comfort; ecological impact; sustainable development; lighting design.

REFERENCES

1. Myriam R. Hirt, Darren M. Evans, Colleen R. Miller, Remo Ryser. (2023). Light pollution in complex ecological systems. *Philosophical transactions B. The royal society publishing*. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0351> {in English}
2. Salvador Bará, Fabio Falchi. (2023). Artificial light at night: a global disruptor of the night-time environment. *Philosophical transactions B. The royal society publishing*. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0352> {in English}
3. Perih, V.M., Kudak, V.I., Huranych, P.P., Susla, A.I. (2024). Monitorynh stanu svitlovoho zabrudnennia v Zakarpatskomu rehioni. [Monitoring the state of light pollution in the Zakarpattia region]. *Kosmichna nauka i tekhnolohiia. Uzhhorodskyi natsionalnyi universytet, Uzhhorod*. Vol. 30, № 4, p. 73–80. DOI: <https://doi.org/10.15407/knit2024.04.073> {in Ukrainian}
4. Giulia Menculini et al. (2024). Insights into the effect of light pollution on mental health: focus on affective disorders. *Brain Sciences*. Vol. 14, issue 8. DOI: <https://doi.org/10.3390/brainsci14080802> {in English}
5. Manman Chen, Yuankai Zhao, Qu Lu, Zichen Ye, Anying Bai, Zhilan Xie, Daqian Zhang, Yu Jiang. (2024). Artificial light at night and risk of depression: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Health and Preventive Medicine*. Vol. 29, p. 73. DOI: <https://doi.org/10.1265/ehpm.24-00257> {in English}
6. Andy Deprato et al. (2025). Associations between light at night and mental health: A systematic review and meta-analysis. *Science of The Total Environment*. Vol. 974. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179188> {in English}
7. Marco Helbich, Angel Burov, Donka Dimitrova, Iana Markevych, Mark J. Nieuwenhuijsen, Angel M. Dzhambov. (2024). Sleep problems mediate the association between outdoor nighttime light and symptoms of depression and anxiety: A cross-sectional, multi-city study in Bulgaria. *Environmental Research*. Vol. 263, Part 1. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119897> {in English}
8. Justine Mushobozi Katabaro, Yonghong Yan, Tao Hu, Quan Yu, Xiang Cheng. (2022). A review of the effects of artificial light at night in urban areas on the ecosystem level and the remedial measures. *Front. Public Health*. Vol. 10. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.969945> {in English}
9. Margaryta M. Radomska, Mykhailo V. Yurkiv, Alina V. Husieva. (2019). The assessment of visual environment quality at Solomyansky district, Kyiv city. *Environmental safety and natural resources*. Vol. 32, № 4. DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2019.4.92-104> {in English}

10. Jari Lyytimäki. (2025). Sustainable development goals relighted: light pollution management as a novel lens to SDG achievement. Discover Sustainability. DOI: <https://doi.org/10.1007/s43621-025-00991-7> {in English}
11. DBN V.2.5-28:2018 «Pryrodne i shtuchne osvittlennia». [DBN V.2.5-28:2018 «Natural and Artificial Lighting»]. URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3074958732556240833?doc_type=2 (Accessed on: July 06, 2025). {in Ukrainian}
12. Peregrym, M., Vasyliuk, O., Kónya E. Pézsesné. (2019). Artificial light at night as a new threat for nature conservation in Ukraine. Vestnik Zoologii. Kyiv. Vol. 53(6), p. 459–470. URL: https://www.researchgate.net/publication/338295671_Artificial_Light_at_Night_as_a_New_Threat_for_Nature_Conservation_in_Ukraine (Accessed on: July 15, 2025). {in English}
13. Khoperskyi, S.V., Kuzmenko, V.V., Ostapenko, N.V., Chumachenko, S.M., Rieznikov, Ye.V. (2022). Eko-dyzain svitlovogo seredovyscha suchasnoho mista: formuvannia pidkhodiv shchodo udoskonalennia vymiriuvan osvitleennia miskykh ob'ektiv. [Eco-design of the lighting environment of a modern city: developing approaches to improve lighting measurements of urban objects]. Art and Design. Kyiv: KNUTD. Issue № 4, p. 108–120. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/21235/1/artdes_2022_N4_P108-120.pdf (Accessed on: July 17, 2025). {in Ukrainian}
14. Malchenko, S., Sliusarenko, M. (2014). Doslidzhennia svitlovogo zabrudnennia nichnoho neba. [Study of light pollution of the night sky]. Naukovyi visnyk Shkhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Seriya: Fiziko-matematychni nauky. Lutsk. Issue №15 (292), p. 80–86. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/5282> (Accessed on: July 15, 2025). {in Ukrainian}
15. Kononenko, H. (2022). Matrytsia otsinky vizual'noho komfortu svitloho seredovyscha vidkrytykh publichnykh prostoriv. [Matrix for assessing the visual comfort of the lighting environment in open public spaces]. Arkhitekturni studii L'vivs'koi politekhniki. L'viv. Issue 4(1), p. 78–84. URL: <https://ena.lpnu.ua/items/de879fe6-d4a3-40dc-a9f6-3b4b07dca07a> (Accessed on: July 21, 2025). {in Ukrainian}
16. Kononenko, O. (2020). Pershe v Ukrayini doslidzhennia svitlovoho zabrudnennia terytorii na osnovi suputnykovykh znimkiv. [The first study in Ukraine on light pollution of territories based on satellite imagery]. URL: <https://pae.com.ua/2020/11/05/pershe-v-ukraini-doslidzhennia-svitlovo/> (Accessed on: July 26, 2025). {in Ukrainian}