

DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.72.220-236>

УДК 711

Намчук Олександра Валеріївна,

магістр архітектури,

*аспірантка кафедри архітектури будівель та споруд
Одеської державної академії будівництва та архітектури*

aleks.namchuk@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5185-8072>

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У ПРОЄКТУВАННІ ШТУЧНОГО МІСЬКОГО СВІТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Анотація: стаття присвячена аналізу сучасних тенденцій у проєктуванні штучного світлового середовища міст, з акцентом на використання інноваційних технологій, енергоефективних рішень і принципів екологічної стійкості. Актуальність дослідження обумовлена зростаючими вимогами до міських просторів, в яких освітлення є не лише функціональним елементом, а й важливим складником соціального, естетичного і екологічного середовища. Сучасні підходи до проєктування міського освітлення орієнтуються на інтеграцію новітніх технологій, що дозволяють оптимізувати енергоспоживання та знижувати негативний вплив на навколишнє середовище. Розглядаються питання створення комфортних і безпечних громадських просторів, а також боротьби з проблемою світлового забруднення, яке останніми роками стає все більш актуальним для мегаполісів по всьому світу. Розглянуті в статті інноваційні підходи до проєктування освітлення міських територій засновані на передових дослідженнях, як на міжнародному, так і на українському рівнях, що дозволяє сформулювати рекомендації щодо майбутнього розвитку міського освітлення та збереження енергоресурсів.

Ключові слова: енергоефективність; штучне міське освітлення; світлове забруднення; екологічна стійкість; технології штучного освітлення; інноваційні підходи; відновлювальні джерела енергії.

Постановка проблеми. У контексті стрімкого урбаністичного розвитку та зростаючої ролі міського середовища у формуванні якості життя, проєктування штучного світлового простору міст набуває особливої значущості. Сучасне міське освітлення вже давно вийшло за межі суто функціонального елементу інфраструктури, перетворившись на ключовий чинник формування безпечного, естетично привабливого й екологічно збалансованого простору. Разом з тим, традиційні підходи до освітлення часто не відповідають вимогам сталого

розвитку та енергоефективності, спричиняючи надмірне енергоспоживання, світлове забруднення та негативний вплив на екосистеми.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасних дослідженнях міського освітлення активно враховуються новітні технології та методи, що дозволяють вирішувати питання енергоефективності, світлового забруднення та безпеки в міських просторах. Оскільки ця тема є міждисциплінарною, наукові роботи охоплюють широкий спектр проблем — від технічних аспектів проєктування освітлювальних систем до соціальних та екологічних наслідків їхнього застосування.

Аналіз останніх публікацій вказує на те, що одним із основних напрямів є використання світлодіодних LED (light-emitting diode) технологій, які дозволяють значно знизити споживання енергії і зменшити викиди CO₂ в атмосферу. Дослідники Маєр Дж., Гасенерль У., Краузе К. та Поттгарст М. [1], розглядають LED – освітлення як енергоефективну та довговічну альтернативу традиційним джерелам світла. Використання світлодіодного освітлення в містах дозволяє досягти значних енергозбережень, що є важливим кроком до сталого розвитку. У своїй роботі вони також наголошують на важливості інтеграції таких систем з іншими інфраструктурними елементами, що робить міське середовище більш адаптивним до змін умов навколишнього середовища.

Іншим важливим напрямом є створення розумних освітлювальних систем, здатних адаптуватися до умов навколишнього середовища за допомогою датчиків і автоматичного управління. Книга Давудіан Н. [2] підкреслює важливість розвитку таких технологій у міських умовах. Вона зазначає, що інтелектуальне освітлення має бути «не просто технологічним рішенням», а частиною «дизайну, орієнтованого на людину». Авторка закликає до більш етичного та відповідального використання технологій – з урахуванням контексту, соціальних груп населення, поведінки людей у нічному місті. Дослідження показує, що інтеграція таких систем може змінити сприйняття міського простору, зробити його більш інклюзивним та доступним для мешканців.

Ще однією важливою темою є світлове забруднення, яке стає серйозною екологічною проблемою для великих міст. Роботи багатьох сучасних науковців досліджують, як сучасні технології можуть допомогти зменшити рівень світлового забруднення в міських умовах. Автори акцентують увагу на необхідності використання спрямованих джерел світла, що дозволяють знизити негативний вплив на навколишнє середовище і створити більш здорові умови для людей і тварин. Водночас, важливо враховувати, що міське освітлення повинно відповідати вимогам безпеки та комфорту жителів.

Крім того, в своїх останніх дослідженнях Горбовий О. В. та Колодрібський К. Г. [3], Шаповал С. П., Пришляк Ю. В., Гулай Б. І., Генсецький М. П., Касинець М. Є. [4], Філюк Я. О. [5], Білоус В. В. та Галат О. Б. [6], Бударін В. О., Нікульшин В. Р., Остапенко Л. Ю., Яценко М. С., Довгань Д. О. [7] розглядають питання інтеграції відновлювальних джерел енергії, таких як сонячні батареї, в систему міського освітлення. Окремі публікації звертаються до переваг використання таких джерел, зокрема, в умовах змінного клімату та обмежених ресурсів. Це дозволяє знизити витрати на електроенергію та збільшити стійкість системи до перебоїв з енергопостачанням.

Останні наукові публікації також звертають увагу на важливість врахування соціальних аспектів при проектуванні освітлення. Вони підкреслюють, що освітлення має великий вплив на соціальну поведінку, психоемоційний стан людей та їх відчуття безпеки в міському середовищі. Такий підхід забезпечує створення комфортних і привабливих умов для жителів міських просторів, що є ключовим фактором для покращення якості життя. До них можна віднести дослідження Кононенко Г. Ю. [8, 9], Праслової В. О. [10], Главацького О. С. [11].

Таким чином, аналіз останніх джерел показує, що розвиток технологій освітлення йде в напрямку інтеграції інтелектуальних систем, енергоефективності та зменшення впливу на навколишнє середовище. Водночас важливою проблемою залишається забезпечення балансу між технологічними новаціями та соціальними потребами, що вимагає комплексного підходу до проектування світлової середовища в містах.

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю впровадження інноваційних підходів до проектування світлового середовища, яке відповідає сучасним вимогам сталого розвитку, цифровізації та комфорту людини в урбанізованому просторі. Наукова новизна дослідження полягає в комплексному підході до аналізу сучасних тенденцій у проектуванні міського освітлення, де враховуються як технічні, так і соціальні та екологічні аспекти. Досліджено інтеграцію інтелектуальних систем управління освітленням, світлодіодних технологій і відновлювальних джерел енергії в єдину міську інфраструктуру, що дає нове бачення стійких та ефективних рішень для міст.

Результати дослідження мають як наукове, так і практичне значення. Наукове значення полягає в розширенні знань про новітні технології у проектуванні міського освітлення та їх вплив на соціальне і екологічне середовище, що є важливою частиною сучасних урбаністичних досліджень. Практичне значення полягає в тому, що результати дослідження можуть бути використані для розробки рекомендацій щодо оптимізації проектування освітлення в містах, покращення енергоефективності та зниження негативного впливу на навколишнє середовище.

Мета публікації полягає в аналізі сучасних тенденцій у проектуванні штучного світлового середовища міських територій, зокрема в контексті використання інноваційних технологій освітлення, енергоефективних рішень та принципів екологічної стійкості.

Завдання дослідження:

1. Оцінити роль сучасних технологій штучного міського освітлення у зниженні енергоспоживання та впливу на екологічну ситуацію в містах.
2. Розглянути інтеграцію відновлювальних джерел енергії в систему міського освітлення як спосіб забезпечення енергетичної стійкості.
3. Проаналізувати приклади успішних міжнародних проєктів міського освітлення та вивчити їх досвід застосування інноваційних технологій.
4. Виявити головні тенденції розвитку світлових технологій і наукові пріоритети в галузі освітлення міських просторів в умовах урбанізації та зміни клімату.

Матеріали та методи дослідження. Для досягнення мети та виконання завдань дослідження використовувався комплексний підхід, що включає як теоретичні, так і практичні методи аналізу. У ході дослідження були застосовані різні матеріали, методи збору та обробки інформації, а також проведено аналіз актуальних наукових і технічних публікацій.

Для розуміння поточних тенденцій і технологій, що використовуються у проектуванні міського освітлення, було проведено ретельний огляд наукових статей, монографій та публікацій провідних експертів у галузі. Аналіз наукової літератури дозволив узагальнити сучасний стан технологій освітлення та виявити ключові напрями розвитку.

Для вивчення міжнародного досвіду застосування новітніх технологій освітлення було здійснено порівняння різних підходів до проектування освітлення в міських умовах. Порівняння охоплювало застосування світлодіодних технологій, розумних систем управління освітленням та використання відновлювальних джерел енергії в містах Європи, Північної Америки та Азії.

Для оцінки ефективності впровадження сучасних технологій освітлення в урбаністичних умовах було досліджено кілька конкретних проєктів міського освітлення, здійснених у великих містах світу, таких як Лондон, Париж, Нью-Йорк та Токіо. Вивчення цих проєктів дозволило виявити кращі практики і можливості для адаптації технологій до місцевих умов.

Застосування цих методів дозволяє отримати комплексне розуміння сучасних тенденцій у проектуванні штучної світлової середовища, а також дозволяє розробити рекомендації для впровадження інноваційних технологій у міське освітлення з урахуванням соціальних, екологічних і технічних аспектів.

Основна частина. Міське освітлення є одним з основних елементів інфраструктури сучасних міст, яке не тільки виконує функцію забезпечення видимості та безпеки в нічний час, а й істотно впливає на соціальну, психологічну, економічну та екологічну складові міського життя, створює особливу атмосферу та естетичний вигляд міста. Протягом останніх десятиліть система освітлення в містах зазнала значних змін, пов'язаних з розвитком нових технологій, зростанням вимог до енергоефективності, а також необхідністю боротьби зі світловим забрудненням.

У XXI столітті тенденції у проєктуванні штучного світлового середовища ставлять перед науковцями та практиками нові виклики, які тісно пов'язані із розумними містами (smart cities), з інтеграцією передових технологій у системи освітлення (зокрема світлодіодних ламп), автоматизованими системами керування світлом, використанням відновлюваних джерел енергії та технологій, що мінімізують світлове забруднення. Завдяки таким підходам сучасне міське освітлення стає не просто інструментом підсвічування простору, а важливим елементом міського дизайну та інтегрованої інфраструктури.

Існує необхідності забезпечення балансу між функціональністю освітлення, екологічною стійкістю та економічною ефективністю. Оскільки міські території є осередками соціальних, культурних і економічних дій, то оптимізація освітлення міст повинна враховувати не лише технічні аспекти, а й людські потреби, а також вплив освітлення на психоемоційний стан мешканців. Урахування всіх цих чинників допоможе створити комфортне, безпечне та екологічно стійке міське середовище.

Сучасні дослідження в галузі світлотехніки, екології та урбаністики намагаються знайти рішення для зниження енергоспоживання та мінімізації негативного впливу світлового забруднення, а також покращити якість життя в урбанізованих територіях. Водночас, на практичному рівні, правильне впровадження інноваційних технологій у міську інфраструктуру вимагає науково обґрунтованих рекомендацій і практичних рішень, що відповідають вимогам сталого розвитку міст.

Таким чином, дослідження сучасних тенденцій у проєктуванні штучної світлової середовища міста є важливою частиною наукових і практичних завдань, спрямованих на створення гармонійного, екологічно стійкого і комфортного міського простору. Вирішення цих завдань дозволить значно покращити якість життя в містах, знизити навантаження на природні ресурси та забезпечити сталий розвиток урбаністичних територій у майбутньому.

Перехід до енергоефективного та адаптивного освітлення. Останніми роками все більше міст переходять на світлодіодні LED (light-emitting diode) системи освітлення, які забезпечують значну економію електроенергії та мають

триваліший термін служби порівняно з традиційними натрієвими лампами. Світлодіодні світильники дозволяють регулювати рівень освітленості залежно від часу доби, погодних умов та кількості пішоходів і транспорту на вулицях.

Згідно з дослідженням Міжнародної асоціації освітлення міст (LUCI), використання LED-освітлення може скоротити витрати електроенергії на 50-70% порівняно з традиційними джерелами світла [12]. Крім того, завдяки динамічному регулюванню яскравості (adaptive lighting), можливо зменшити світлове забруднення, покращити безпеку на дорогах та забезпечити комфортніше освітлення для мешканців.

Адаптивне освітлення активно впроваджується в багатьох містах світу. Приклад Барселони є одним із найвідоміших у світі щодо впровадження розумного міського освітлення (smart lighting) у рамках концепції «розумного міста» (Smart City) [13].

Ця інтелектуальна система вуличного освітлення базується на таких ключових принципах:

- регулювання яскравості: освітлювальні прилади обладнані датчиками руху та світловими сенсорами; у нічний час або під час слабкого пішохідного та автомобільного трафіку яскравість автоматично знижується, а при виявленні руху — підвищується;

- централізоване управління: уся система підключена до єдиної цифрової платформи, що дозволяє комунальним службам дистанційно керувати освітленням, моніторити його стан і ефективно проводити обслуговування;

- світлодіодне LED освітлення: встановлено енергоощадні LED-лампи, які мають тривалий термін служби та споживають значно менше електроенергії, ніж традиційні лампи;

- зменшення викидів CO₂: завдяки зниженню споживання електроенергії, зменшується й кількість викидів парникових газів.

До переваг цієї системи можна віднести:

- економія енергії: за оцінками, система дозволила знизити споживання електроенергії на до 30–40%;

- зниження світлового забруднення: менша інтенсивність світла вночі позитивно впливає на екологію та біоритми мешканців;

- підвищення безпеки: завдяки адаптивному освітленню в критичні моменти (наприклад, коли йде людина чи їде авто), освітлення автоматично стає яскравішим, що підвищує безпеку;

- мультифункціональність: стовпи освітлення у Барселоні також обладнані іншими сенсорами (наприклад, якості повітря, шуму, вологості), що робить їх частиною загальної інфраструктури розумного міста.

Інтеграція освітлення в концепцію «розумного міста». Розвиток технологій IoT (Internet of Things) відкриває нові можливості для управління міським освітленням. У багатьох містах встановлюють розумні освітлювальні системи, які підключені до центральної цифрової платформи та можуть змінювати параметри роботи в реальному часі.

Наприклад, у Лондоні в межах проєкту «Smart London» встановлено мережу інтелектуальних світильників, які обладнані датчиками руху та аналізують активність на вулицях. Це дозволяє автоматично регулювати яскравість світла та зменшувати споживання енергії без шкоди для безпеки [14].

Крім того, сучасні вуличні ліхтарі можуть мати додаткові функції - вимірювання рівня забруднення повітря, надання бездротового інтернету (Wi-Fi), вбудовані зарядні станції для електромобілів, камери відеоспостереження для підвищення рівня безпеки.

Такі багатофункціональні освітлювальні системи допомагають містам ставати екологічнішими, безпечнішими та більш інтегрованими в цифрове середовище.

Екологічне освітлення та боротьба зі світловим забрудненням. Світлове забруднення є серйозною проблемою для багатьох сучасних міст. Надмірне та нерациональне використання штучного освітлення негативно впливає на екосистеми, здоров'я людей та спостереження за зоряним небом, екологічну стійкість і загальний стан навколишнього середовища. Сучасні підходи до проєктування міського освітлення спрямовані на мінімізацію цього явища.

Використання світильників з контрольованим розподілом світла дозволяє зменшити розсіювання світла в небажаних напрямках. Наприклад, застосування світильників з асиметричними рефлекторами допомагає спрямовувати світло лише на необхідні зони, зменшуючи тим самим світлове забруднення. Правильний вибір світлотехнічних засобів та їх розташування у просторі сприяє створенню комфортного та екологічного світлового середовища.

Крім того, впровадження систем динамічного регулювання яскравості дозволяє знижувати інтенсивність освітлення в нічний час або за відсутності активності на вулицях, що сприяє збереженню енергії та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Одним з важливих аспектів є оптимізація енергоспоживання шляхом використання новітніх технологій, таких як світлодіоди та інтегровані сонячні панелі. Впровадження таких інноваційних рішень значно сприяє збереженню енергоресурсів і зменшенню викидів вуглекислого газу.

Сучасне освітлення не лише виконуватиме естетичну роль, а й стане одним із елементів екологічно чистого міського середовища, сприяючи енергозбереженню та мінімізації світлового забруднення. Цей підхід є основою

для розробки нових стратегій освітлення, що забезпечують баланс між технічними вимогами та потребами екології.

Дослідження також показують, що застосування енергоефективних технологій у поєднанні з відновлювальними джерелами енергії може значно зменшити навантаження на міські енергетичні системи. Як зазначено в роботі Джейсона Лівінгстона, використання енергоефективних джерел світла, таких як LED-технології, та систем керування освітленням, дозволить зменшити споживання енергії та підвищити ефективність освітлення [15]. Така парадигма дозволяє розробляти стійкі та економічно доцільні рішення для міських просторів.

Використання відновлюваних джерел енергії в освітленні. Інтеграція відновлюваних джерел енергії в системи міського освітлення стає все більш актуальною в контексті глобальних тенденцій до сталого розвитку. Використання сонячних панелей та вітрових турбін для живлення вуличних ліхтарів дозволяє зменшити залежність від традиційних енергоресурсів та знизити викиди парникових газів.

Наприклад, у багатьох містах світу встановлюють автономні світильники з вбудованими сонячними панелями та акумуляторами, які накопичують енергію протягом дня для використання вночі. Такий підхід не лише сприяє енергонезалежності, але й знижує витрати на електроенергію та інфраструктуру.

В Україні також спостерігається інтерес до впровадження відновлюваних джерел енергії в міське освітлення. Використання сонячних панелей у системах міського освітлення є перспективним напрямком для підвищення енергоефективності та екологічності міського середовища.

Інші дослідження також підтверджують важливість відновлювальних джерел енергії. Згідно з глобальними звітами, сонячне освітлення активно інтегрується у міську інфраструктуру, де особливо популярні автономні системи, здатні забезпечити вуличне освітлення навіть в районах, де доступ до традиційної енергосистеми обмежений [16].

У межах інноваційних підходів до створення екологічно чистої та енергонезалежної інфраструктури, вітрові турбіни дедалі частіше використовуються для живлення автономних систем вуличного освітлення — особливо в регіонах із постійними або сильними вітрами [17].

Малі вітрові турбіни встановлюються безпосередньо на опорах вуличних ліхтарів або поруч із ними. Енергія, що генерується турбіною, зберігається в акумуляторах, які живлять світлодіодні лампи вночі. Часто вітрові турбіни комбінуються з сонячними панелями, що забезпечує надійність у різних погодних умовах (сонце вдень — вітер уночі чи в похмуру погоду).

Переваги використання вітрових турбін для освітлення:

- автономність: система не потребує підключення до загальної електромережі, що знижує витрати на прокладку кабелів;
- енергоефективність: поєднання вітру та сонця забезпечує стабільне електропостачання при мінімальних витратах;
- екологічність: жодних шкідливих викидів чи шуму; такі установки повністю безпечні для навколишнього середовища;
- ідеально підходять для важкодоступних районів: наприклад, прибережні зони, гірські регіони, сільські території або нові урбаністичні проекти без інфраструктури.

Проекти використання системи вітрових турбін реалізовані у:

- Північній Європі (Данія, Нідерланди): установки з міні-вітровими турбінами на вуличних ліхтарях активно використовуються в прибережних районах;
- США (штат Техас, Каліфорнія): у деяких містах застосовуються гібридні системи — сонце + вітер — для автономного освітлення парків, паркінгів і автошляхів;
- Китаї та Південній Кореї: масове тестування таких рішень у нових “зелених” районах.

Така система, звісно, має і деякі обмеження. Ефективність залежить від географії — у місцевостях без стабільного вітру система може бути нерентабельною. Вартість на етапі впровадження вища, але з часом компенсується за рахунок економії на електроенергії та обслуговуванні.

Цей підхід ідеально вписується в концепції Smart City та Green City, та є яскравим прикладом сталого та інноваційного освітлення.

Людиноорієнтований підхід у проектуванні освітлення. Сучасні тенденції в дизайні міського освітлення все більше зосереджуються на потребах та комфорті мешканців. Людиноорієнтований підхід передбачає врахування біологічних ритмів людини, психологічного сприйняття світла та соціальних аспектів використання міського простору.

Девід Сім у своїй книзі «М'яке місто» зазначає: «Зближення та з'єднання людей один з одним і з усіма аспектами життя навколо них створює більш гармонійне та стає міське середовище» [16]. Це твердження підкреслює важливість створення таких світлових умов, які сприяють соціальній взаємодії та підвищують якість життя в місті. Наприклад, тепле біле світло сприяє створенню затишної атмосфери та позитивно впливає на настрій людей, тоді як холодне біле світло може використовуватися для підвищення уваги та концентрації в робочих зонах. Врахування цих аспектів при проектуванні освітлення громадських просторів, парків та вулиць сприяє створенню комфортного та привабливого міського середовища [15].

Інші дослідження підтверджують, що правильне освітлення має важливий вплив на психологічний стан людини. Наприклад, згідно з роботами Джейсона Лівінгстона, гарне освітлення не тільки покращує продуктивність, а й створює емоційний зв'язок з містом, підвищуючи рівень щастя його мешканців [15].

Інноваційні технології та дизайн у міському освітленні. Розвиток новітніх технологій відкриває нові можливості для дизайну та функціональності міського освітлення. Використання інтерактивних світлових інсталяцій, динамічного освітлення та інтеграція з іншими міськими системами дозволяє створювати унікальні та привабливі міські простори.

У статті «Інноваційні тренди дизайну у формуванні міського середовища» зазначається, що «сучасні тренди дизайну спрямовані на створення гармонійного та екологічного міського середовища, яке відповідає потребам мешканців та сприяє сталому розвитку» [17].

Наприклад, у багатьох містах світу реалізуються проєкти інтерактивного освітлення, які реагують на рух пішоходів або змінюють колір залежно від часу доби чи погодних умов. Такі рішення не лише покращують естетику міського середовища, але й сприяють залученню громадськості та підвищенню інтересу до міського простору. Інтеграція таких систем із цифровими технологіями дозволяє отримати новий рівень взаємодії громадян з міським простором, де кожен елемент освітлення стає частиною глобальної інфраструктури «розумного міста» [1]. Нові технології освітлення можуть значно покращити якість життя мешканців, створюючи безпечні та привабливі простори.

Роль освітлення у покращенні якості міського життя. Міське освітлення має величезний вплив на якість життя жителів. Від правильно спроектованої світлової середовища залежить не тільки естетичний вигляд міста, а й безпека на вулицях, психоемоційний стан людей і навіть рівень злочинності. Дослідження, проведене у книзі «Urban Lighting, Light Pollution and Society», показали, що освітлення відіграє вирішальну роль у зниженні рівня злочинності та підвищенні безпеки в міських районах [1].

Як зазначається в книзі «Urban Lighting for People: Evidence-Based Lighting Design for the Built Environment», розумне освітлення, яке автоматично регулюється відповідно до часу доби та активності людей на вулиці, сприяє зниженню енергоспоживання, а також покращує загальний вигляд міських просторів. Сучасні технології дозволяють створювати комфортне та безпечне освітлення для громадян без надмірних витрат енергії [2].

Майбутнє міського освітлення. Майбутнє міського освітлення визначатиметься розвитком технологій, що дозволяють зберігати ресурси, покращувати естетику простору та створювати безпечні умови для громадян.

Розумне місто, де освітлення є частиною інтегрованої інфраструктури, може стати моделлю для майбутніх урбаністичних розробок.

Не менш важливим є вирішення проблеми світлового забруднення. Давудіан Н. у своєму дослідженні підкреслює, що «Центральне місце освітлення в соціальному житті актуалізується через низку питань: освітлення пов'язане з величезними економічними та екологічними витратами, воно тісно пов'язане з питаннями ризику та безпеки, здоров'я та добробуту, воно пов'язане з іншими сучасними міськими проблемами, такими як світлове забруднення та втрата ночі і воно формує соціальність та стиль життя» [2].

Загалом, перехід на інтегровані освітлювальні системи, які зменшують негативний вплив на екологію, підвищують комфорт і безпеку, є важливим кроком до створення сталого міського середовища. Як зазначено в дослідженні Маєр Дж., Гасенерль У., Краузе К. та Поттгарст М., освітлення стало «полем боротьби за якість міського життя» [1]. Такі підходи дозволяють міським просторам бути адаптивними та чутливими до змінюваних умов.

Інтернаціональний досвід також демонструє важливість інтеграції нового освітлення з іншими міськими технологіями. Відповідно до висновків Давудіан Н., роль світла в місті переосмислена — воно виступає не лише як декорації чи безпековий інструмент, а як засіб формування доброзичливого, чутливого й привабливого міського простору [2].

Висновки. У результаті проведеного дослідження були проаналізовані сучасні тенденції у проектуванні штучної світлової середовища міських територій, зокрема в контексті застосування новітніх технологій, енергоефективних рішень та принципів екологічної стійкості. Оцінка міжнародного досвіду та дослідження наукових публікацій дозволили зробити низку важливих висновків. Встановлено, що основним напрямом розвитку сучасного міського освітлення є впровадження енергоефективних світлодіодних технологій та «розумних» систем управління освітленням, що забезпечують зниження енергоспоживання і зменшення впливу на навколишнє середовище. Такі технології дозволяють створювати більш адаптивні й ефективні освітлювальні системи, що відповідають реальним потребам мешканців і забезпечують високий рівень безпеки та комфорту.

Підвищена увага до зменшення світлового забруднення стала важливою складовою сучасних досліджень. Використання спрямованих джерел світла та впровадження технологій, що мінімізують вплив на навколишнє середовище, дозволяють зменшити негативний вплив освітлення на флору та фауну, а також на психоемоційний стан жителів.

Інтеграція відновлювальних джерел енергії, таких як сонячні батареї, в систему міського освітлення сприяє підвищенню енергетичної стійкості міст, знижує витрати на електроенергію та зменшує залежність від традиційних джерел енергії.

Встановлено, що проєктування світлової середовища повинно враховувати соціальні та культурні потреби мешканців, створюючи комфортні умови для людей і підвищуючи їх відчуття безпеки. Різні типи освітлення можуть впливати на соціальну поведінку людей, що важливо враховувати при плануванні міських просторів.

Перспективи подальших наукових досліджень у галузі проєктування міського освітлення включають:

1. Розвиток нових технологій. Оскільки технології освітлення швидко розвиваються, важливо продовжувати дослідження у напрямку створення більш енергоефективних та екологічно безпечних освітлювальних систем, які б враховували потреби міських жителів.

2. Інтеграція з іншими інфраструктурними системами. Однією з важливих перспектив є інтеграція освітлення з іншими елементами міської інфраструктури, такими як транспортні системи, безпека, і системи управління енергоспоживанням, що дозволить створювати комплексні рішення для сучасних міст.

3. Аналіз соціальних аспектів. Оскільки міське освітлення має значний вплив на соціальне середовище, подальші дослідження повинні зосереджуватися на вивченні взаємодії освітлення з соціальними, культурними та психологічними аспектами, що дозволить створювати більш комфортні та інклюзивні міські простори.

4. Сталий розвиток і адаптація до змін клімату. З огляду на глобальні зміни клімату, дослідження повинні спрямовуватись на розробку адаптивних систем освітлення, які б враховували умови змінюваного клімату і сприяли збереженню природних ресурсів.

Отже, подальші дослідження в галузі міського освітлення зосередяться на удосконаленні технологій, інтеграції інфраструктури та підвищенні соціальної адаптивності освітлення, що дозволить створити більш стійкі та комфортні міські середовища для сучасних та майбутніх поколінь.

Список літератури

1. Maier J., Gasenzerl U., Krause K., Pottgarst M. Urban Lighting, Light Pollution and Society. London: Routledge, 2015. 312 p.
2. Davoudian N. Urban Lighting for People: Evidence-Based Lighting Design for the Built Environment. London: RIBA Publishing, 2019. 160 p.
3. Горбовий О. В., Колодрібський К. Г. Вивчення ефективності системи вуличного освітлення на базі поновлювальних джерел енергії. Матеріали XIX Міжнародного форуму молоді «Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті». Харків, 2023. С. 163. URL: <https://biotechuniv.edu.ua/wp-content/uploads/2023/04/forum-6-7-04-23-zbirnyk.pdf> (дата звернення: 16.04.2025).
4. Шаповал С. П., Пришляк Ю. В., Гулай Б. І., Генсецький М. П., Касинець М. Є. Енергоефективні гібридні сонячні колектори інтегровані у світлопрозорі конструкції будівель. *Технічні науки та технології*. Національний університет «Чернігівська політехніка», Чернігів, 2024. Вип. (3 (37)), С. 217–227. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-3\(37\)-217-227](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-3(37)-217-227)
5. Філюк Я. О. Світлотехнічні установки з автономним живленням: автореф. дис. канд. техн. наук. Світлотехніка та джерела світла. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019. 28 с. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/27943/1/Avtoreferat.pdf> (дата звернення: 10.04.2025).
6. Білоус В. В., Галат О. Б. Використання сонячних елементів в інфраструктурі міста. Тези доповіді на XXIII Харківській конференції молодих науковців. Харків, 2019. С. 13 – 14. URL: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/1fd3637b-2bd6-4858-a4c0-e22784534395/content> (дата звернення: 06.04.2025).
7. Бударін В. О., Нікульшин В. Р., Остапенко Л. Ю., Яценко М. С., Довгань Д. О. Використання сонячних панелей для освітлення двосмугової дороги. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*. Тези доп. 31-ї Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2023. Харків: НТУ "ХПІ", 2023. С. 518. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/641a2b8c-3327-4b58-bd30-368d9f492296/content> (дата звернення: 18.04.2025).
8. Кононенко Г. Ю. Методи управління візуальними якість освітлення публічних просторів міста. *Український журнал будівництва та архітектури*. Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпро, 2024. Вип. № 3 (021), С. 117–129. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.040624.117.1064>
9. Кононенко Г. Ю. Критерії та рівні оцінки візуальних якостей штучного освітлення відкритих публічних просторів. *Архітектурний вісник КНУБА*. Київ,

2022. Вип. № 24-25, С. 57–66. DOI: <https://doi.org/10.32347/2519-8661.2022.24-25.57-66>

10. Праслова В. О. Світло як художній засіб проектування архітектурного та міського середовища. *Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування*. КНУБА, Київ, 2023. Вип. № 66, С. 58–69. DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.66.58-69>

11. Главацький О. С. Вплив вуличних світильників на якість міського простору. Матеріали VII Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання». Тернопіль: ТНТУ, 2014. Том 1, С. 145. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/12966> (дата звернення: 28.03.2025).

12. LUCI Association. Офіційний сайт. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.luciassociation.org> (дата звернення: 27.03.2025).

13. Rankup. Transforming Urban Living with IoT: The Smart City Success of Barcelona [Електронний ресурс] // LinkedIn. 27.10.2024. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/transforming-urban-living-iot-smart-city-success-barcelona-5hk2f?utm> (дата звернення: 02.04.2025).

14. Greater London Authority. Smart London [Електронний ресурс]. URL: <https://www.london.gov.uk/programmes-strategies/business-and-economy/mayors-priorities-londons-economy-and-business/smart-london> (дата звернення: 08.04.2025).

15. Livingston J. *Designing with Light: The Art, Science, and Practice of Architectural Lighting Design*. 2nd ed. Hoboken: Wiley, 2021. 432 p.

16. Сім Д. М'яке місто. Щільність забудови для щоденного життя. Київ: ArtHuss, 2023. 236 с.

17. Бондар І. Інноваційні тренди дизайну у формуванні міського середовища. *Деміург: ідеї, технології, перспективи дизайну*. Київ, 2022. Том 5(1), С. 49–66. DOI: <https://doi.org/10.31866/2617-7951.5.1.2022.257481>

References

1. Maier, J., Gasenzerl, U., Krause, K., Pottgarst, M. (2015). *Urban Lighting, Light Pollution and Society*. London: Routledge. 312 p. (in English)

2. Davoudian, N. (2019). *Urban Lighting for People: Evidence-Based Lighting Design for the Built Environment*. London: RIBA Publishing. 160 p. (in English)

3. Horbovyi, O. V., Kolodribskyi, K. H. (2023). *Vivchennia efektyvnosti systemy vulychnoho osvittennia na bazi ponovliuvalnykh dzherel enerhii*. [Study of the efficiency of street lighting system based on renewable energy sources]. *Materialy XIX Mizhnarodnoho forumu molodi «Molod i industriia 4.0 v XXI stolitti»*, Kharkiv.

P. 163. URL: <https://biotechuniv.edu.ua/wp-content/uploads/2023/04/forum-6-7-04-23-zbirnyk.pdf> (Accessed on: April 16, 2025). (in Ukrainian)

4. Shapoval, S. P., Pryshliak, Yu. V., Hulai, B. I., Hensetskyi, M. P., Kasinets, M. Ye. (2024). Enerhoefektyvni hibrydni soniachni kolektory intehrovani u svitloprozori konstruktsii budivel. [Energy-efficient hybrid solar collectors integrated into building glazing]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii. Natsionalnyi universytet «Chernihivska politekhnika»*, Chernihiv. Vyp. (3 (37), P. 217 – 227. DOI: [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-3\(37\)-217-227](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-3(37)-217-227) (in Ukrainian)

5. Filiuk, Ya. O. (2019). Svitlotekhnichni ustanovky z avtonomnym zhyvleniam: avtoref. dys. kand. tekhn. nauk. [Lighting installations with autonomous power: PhD abstract]. Ternopil: TNTU. 28 p. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/27943/1/Avtoreferat.pdf> (Accessed on: April 10, 2025). (in Ukrainian)

6. Bilous, V. V., Halat, O. B. (2019). Vykorystannia soniachnykh elementiv v infrastrukturi mista. [Use of solar cells in city infrastructure]. *Tezy dopovidi na XXIII Kharkivskii konferentsii molodykh naukovtsiv*, Kharkiv. P. 13–14. URL: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/1fd3637b-2bd6-4858-a4c0-e22784534395/content> (Accessed on: April 6, 2025). (in Ukrainian)

7. Budarin, V.O., Nikulshyn, V.R., Ostapenko, L.Yu., Yatsenko, M.S., Dovhan, D.O. (2023). Vykorystannia soniachnykh panelei dlia osvittlennia dvosmuhovoi dorohy. [Use of solar panels for two-lane road lighting]. *Materialy konf. MicroCAD-2023*. Kharkiv: NTU «KhPI». P. 518. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/641a2b8c-3327-4b58-bd30-368d9f492296/content> (Accessed on: April 18, 2025). (in Ukrainian)

8. Kononenko, H. Yu. (2024). Metody upravlinnia vizualnymy yakostiamy osvittlennia publichnykh prostoriv mista. [Methods for managing visual qualities of lighting in urban public spaces]. *Ukrainskyi zhurnal budivnytstva ta arkhitektury. PDABA*, Dnipro. Vyp. № 3 (021), P. 117 – 129. DOI: <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.040624.117.1064> (in Ukrainian)

9. Kononenko, H. Yu. (2022). Kryterii ta rivni otsinky vizualnykh yakostei shtuchnoho osvittlennia vidkrytykh publichnykh prostoriv. [Criteria and levels for evaluating artificial lighting in public open spaces]. *Arkhitekturnyi visnyk KNUBA*, Kyiv. Vyp. №24–25, P. 57 – 66. DOI: <https://doi.org/10.32347/2519-8661.2022.24-25.57-66> (in Ukrainian)

10. Praslova, V. O. (2023). Svitlo yak khudozhnii zasib proektuvannia arkhitekturnoho ta miskoho seredovyscha. [Light as an artistic means in architectural and urban design]. *Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia. KNUBA*, Kyiv. Vyp. № 66, P. 58–69. DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.66.58-69> (in Ukrainian)

11. Hlavatckyi, O. S. (2014). Vplyv vulychnykh svitylnykiv na yakist miskoho prostoru. [Impact of streetlights on urban space quality]. Materialy VII Vseukrainskoi studentskoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii «Pryrodnychi ta humanitarni nauky», TNTU, Ternopil. Vol. 1, P. 145. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/12966> (Accessed on: March 28, 2025). (in Ukrainian)
12. LUCI Association. (n.d.). LUCI Association official website. URL: <https://www.luciassociation.org> (Accessed on: March 27, 2025). (in English)
13. Rankup. (2024, October 27). Transforming urban living with IoT: The smart city success of Barcelona. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/pulse/transforming-urban-living-iot-smart-city-success-barcelona-5hk2f?utm> (Accessed on: April 2, 2025). (in English)
14. Greater London Authority. (n.d.). Smart London. <https://www.london.gov.uk/programmes-strategies/business-and-economy/mayors-priorities-londons-economy-and-business/smart-london> (Accessed on: April 8, 2025). (in English)
15. Livingston, J. (2021). Designing with Light: The Art, Science, and Practice of Architectural Lighting Design (2nd ed.). Hoboken: Wiley. 432 p. (in English)
16. Sim, D. (2023). M'iake misto. Shchilnist zabudovy dlia shchodennia. [Soft City: Density for Everyday Life]. Kyiv: ArtHuss. 236 p. (in Ukrainian)
17. Bondar, I. (2022). Innovatsiini trendy dyzainu u formuvanni miskoho seredovyscha. [Innovative design trends in shaping the urban environment]. Demiurh: idei, tekhnolohii, perspektyvy dyzainu. Kyiv. Vol. 5(1), P. 49–66. DOI: <https://doi.org/10.31866/2617-7951.5.1.2022.257481> (in Ukrainian)

Abstract

Oleksandra Namchuk, Master of Architecture, Postgraduate Student at the Department of Building and Structure Architecture, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture.

Contemporary Trends in the Design of Artificial Urban Lighting Environments

The article is dedicated to the analysis of contemporary trends in the design of artificial urban lighting environments, with a focus on the use of innovative technologies, energy-efficient solutions, and principles of environmental sustainability. The relevance of this research stems from the growing demands placed on urban spaces, where lighting functions not only as a practical necessity but also as a key component of the social, aesthetic, and ecological urban environment. Modern approaches to urban lighting design prioritize the integration of advanced technologies

that optimize energy consumption and minimize negative environmental impacts. The study explores issues related to the creation of comfortable and safe public spaces, as well as the increasingly pressing problem of light pollution, particularly in large metropolitan areas across the globe. One of the central challenges addressed in the article is the integration of environmentally safe and economically viable solutions into urban lighting systems. The use of LED lighting, smart control systems, and renewable energy sources not only helps reduce energy use and lower carbon emissions but also contributes to the overall quality of the urban environment, making it safer, more convenient, and visually appealing for residents. Particular attention is given to the impact of lighting design on the city's environmental resilience and on the psycho-emotional well-being of its inhabitants. The study highlights how modern technologies and innovative design solutions can create more comfortable living conditions, enhance public safety, increase nighttime visibility, and reduce street crime. The potential of intelligent lighting systems that adapt to environmental changes is also discussed, emphasizing their role in improving the quality of life and everyday comfort of city dwellers. Additionally, the article analyzes successful international case studies and identifies the most effective approaches to urban lighting design based on global best practices. The research demonstrates that a comprehensive approach—combining innovation, energy efficiency, and environmental awareness—is essential for shaping sustainable and harmonious urban spaces in the future. The innovative strategies presented in this paper are grounded in advanced studies conducted both internationally and within Ukraine, allowing for the formulation of recommendations regarding the future development of urban lighting and the conservation of energy resources. In conclusion, the study emphasizes the importance of continued scientific research in the field of new technologies, the development of sustainable and environmentally friendly lighting solutions, and the incorporation of expert and community input in the planning and design of public spaces.

Keywords: energy efficiency; artificial urban lighting; light pollution; environmental sustainability; artificial lighting technologies; innovative approaches; renewable energy sources.