

DOI: 10.32347/2076-815x.2025.90.425-437

УДК 628.971

к.т.н., доцент **Шишкін Е.А.**,
ed4shishkin@ukr.net, ORCID: 0000-0002-0440-9255,**Апатенко Т.М.**,
apatenkotanya82@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4145-3183,к.т.н., доцент **Безлюбченко О.С.**,
elen4iksokol@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6360-2880,Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова

ВПЛИВ КОЛІРНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ НА СИСТЕМУ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ МІСТ В КОНТЕКСТІ БУДІВЕЛЬНОЇ ФІЗИКИ

Система міського освітлення виступає ключовим елементом у забезпеченні функціонування інфраструктури міського простору. Останнім часом все більше зростає зацікавлення енергетичними, соціальними, економічними та екологічними перевагами впровадження сучасних технологій освітлення, що сприяє поширенню використання світлодіодних джерел світла. Метою цієї роботи є проаналізувати діапазон колірної температури світлодіодних ламп для правильного проєктування і реалізація системи вуличного освітлення. Визначення оптимального гармонійного світлового середовища в місті. У статті надано опис шкали світлових температур для основних кольорів. Визначено колірну температуру для світлодіодних ламп. Надано рекомендації щодо створення гармонійного світлового середовища яке базується на створенні сприятливої психологічної атмосфери в міському просторі.

Ключові слова: колірна температура; температура світла; шкала світлових температур; світлове середовище; зовнішнє освітлення

Постановка проблеми. Стрімке зростання та розширення міст разом із впровадженням новітніх технологій сприяють усвідомленню суспільством важливості здоров'я, а також підкреслюють необхідність створення більш стійкого міського середовища, здатного задовольнити запити, що виходять за межі традиційних рішень. Зокрема, значна увага приділяється ролі міського освітлення як одного з ключових елементів, який займає помітне місце не лише в державних стратегіях, а й у очікуваннях мешканців та суспільному сприйнятті.

На відміну від природного сонячного світла, яке походить від природного середовища, штучне освітлення відкриває величезні можливості для варіацій зовнішнього вигляду та адаптації, що дозволяє враховувати індивідуальні потреби та специфіку міських умов.

Освітлення кардинально змінює вигляд міста, додаючи йому урочистості та привабливості, безпеки та практичності. Воно підкреслює архітектурні риси, створює затишну обстановку для перехожих і водіїв, а також акцентує увагу на мальовничості міських ансамблів. Але неправильне планування та використання систем освітлення не лише порушує природну гармонію між світлом і темрявою, але й завдає шкоди здоров'ю як мешканцям міста, так і навколишньому середовищу. Світлове забруднення представляє собою антропогенну зміну природного рівня нічної освітленості через вплив штучних джерел світла, яке розсіюється у нижніх шарах атмосфери.

Якісне освітлення, зокрема на вулицях та у громадських місцях, суттєво покращує видимість у темний час доби, забезпечуючи більшу безпеку для пішоходів і водіїв. Значна кількість дорожньо-транспортних пригод трапляється вночі, коли через погані умови видимості водії нерідко помилково оцінюють дорожню обстановку. Щоб мінімізувати ризик аварій, часто достатньо дотримуватись одного простого, але надзвичайно важливого правила: бачити і бути видимим. За даними Державної служби України з безпеки на транспорті встановлення якісного зовнішнього освітлення на затемнених ділянках доріг дозволяє знизити кількість ДТП на третину, а в найбільш небезпечних місцях, таких як перехрестя чи «сліпі» повороти, – майже наполовину [1]. Кількість аварій за участю велосипедистів і мотоциклістів стає менше майже на 70%, а кількість травматичних випадків на дорозі зменшується на 45%. Водночас навіть пішохідні переходи, які вважаються найбезпечнішими зонами для перетину дороги, в умовах темряви перетворюються на потенційно небезпечні ділянки. Завдяки встановленню спеціального контрастного освітлення, що привертає увагу водіїв, кількість випадків наїзду на пішоходів знижується утричі.

Сучасне міське освітлення виконує не лише функцію безпеки або створення естетичної привабливості. Воно пропонує унікальну можливість кардинально покращити якість життя мешканцям міста. Якщо підходити до цього питання стратегічно, освітлення може стати потужним інструментом трансформації міського простору, посилюючи основи міського дизайну, збагачуючи культурний досвід і сприяючи активнішій соціальній взаємодії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями зовнішнього освітлення міст задавались багато дослідників та науковців. Кожен з них в той чи іншій мірі намагався виявити основну роль зовнішнього освітлення для

міста, вплив освітлення на безпеку дорожнього руху, неефективне використання енергії, якість освітлення, світлове забруднення, естетичні аспекти та визначити найефективніші методи його вдосконалення. Розв'язання зазначених проблем, що охоплюють аспекти безпеки, якості, естетики світла стало предметом детального аналізу у роботах таких дослідників, як Тарасенко М. Г., Оболонков Д.Ф., Мисюк Ю.П., Кліщ О.А. Праслова В. О. та інших [1–5]. Наслідком недостатньої уваги до проблем занепаду художньої культури та естетичної виразності є занедбаний стан і часто повна втрата художньо-емоційного та образного сприйняття міського архітектурного середовища, а також більшості громадських і житлових будівель та споруд в Україні. Одним із перспективних підходів до вирішення цієї проблеми є інтеграція відповідних методів і засобів художнього проєктування систем зовнішнього освітлення міської інфраструктури які були розглянуті такими фахівцями як Праслова В.О., Шпак С.В. та інших [6–10]. Не останню роль в якості штучного освітлення є керування режимами електропостачання та системами освітлення міст, створення розумних міст які можуть в автоматично режимі підлаштовуватися під процеси які відбуваються в місті. Саме вирішенням питання створення розумного міста останнім часом зайняті іноземні науковці, які висвітлюють свої напрацювання в своїх роботах [11–16]. Але для українських міст перш за все гостро стоїть питання реконструкції та відновлення системи електропостачання міст, що було відображено в монографіях виданих в ХНУМГ ім. О.М. Бекетова «Проблеми та перспективи розвитку житлової забудови в умовах комплексної реконструкції міста» [17]. та «Особливості управління комплексною реконструкцією житлової забудови на сучасному етапі розвитку міст» [18].

Постановка задачі. Проаналізувати діапазон колірної температури світлодіодних ламп для правильного проєктування і реалізація системи вуличного освітлення. Визначення оптимального гармонійного світлового середовища в місті.

Виклад основного матеріалу. Зовнішнє освітлення стрімко розвивається у всіх містах світу, що пов'язано з активним зростанням інфраструктури та зміною стандартів якості життя у мегаполісах. Все більше уваги приділяється створенню стратегій розвитку міського освітлення та ефективного управління цим процесом.

Для міст України важливе завдання полягає у розробці концепції єдиного колірно-світлового середовища, вона має враховувати розвиток архітектурно-художнього освітлення, впровадження енергозберігаючих технологій та гармонійне узгодження різних видів освітлення. Наявність достатньої кількості

світла високої якості стала невід'ємною умовою створення комфортного і безпечного міського простору.

Сучасний прогрес у сфері технологій освітлення та електронного управління дозволяє забезпечити у нічний час енергетично ефективно та комфортне міське середовище. Такий підхід створює відчуття благополуччя і задоволення, позитивно впливаючи фізіологічно та психологічно на людину.

Економічні аспекти також мають велике значення. Завдяки застосуванню сучасних світлодіодних рішень потенціал енергозбереження для зовнішнього освітлення сягає щонайменше 60%. Висока енергоефективність таких світильників сприяє їхньому широкому використанню. Одним із ключових показників роботи світлодіодних освітлювальних пристроїв є колірна температура. Її правильний вибір дозволяє впливати на емоційний стан людини та покращувати візуальне сприйняття міського простору. Це поняття тісно пов'язане з будівельною фізикою й описує величину, яка вимірюється в Кельвінах (K). Кожен колір має свою умовну «температуру». Абсолютний чорний колір характеризується мінімальним значенням у 0 K, що вказує на повну відсутність випромінювання або нагрівання.

Абсолютно чорне тіло нагрівається досягненням визначених температур і змінює свій колір. Наприклад: темно-червоний колір відповідає 800 K (приблизно 527 °C); яскраво-червоний проявляється при 1300 K (близько 1027 °C), що можна побачити, нагріваючи деякі метали; помаранчевий колір спостерігається при 2000 K (приблизно 1727 °C) – джерелами такого світла можуть бути свіча або розжарені вуглини; жовтий відтінок характерний для температури 2500 K (близько 2227 °C), і це світло нерідко асоціюється зі сходом сонця; білий колір досягається при 5500 K (близько 5227 °C), його можна спостерігати у сонця в zenіті. Синій колір властивий процесам термоядерного випромінювання і відповідає температурі 9000 K (близько 8727 °C). У природних умовах синє світло майже недоступне для щоденного сприйняття (рис. 1).

Колірна температура світлодіодних ламп також визначається в Кельвінах і класифікується на певні категорії: теплі відтінки – до 3500 K, нейтральні тони – в межах 3500–4500 K, холодні відтінки – від 4500 K і вище. Чим вище показник в Кельвінах, тим прохолоднішим виглядає світло, оскільки посилюється його компонента у синьому спектрі. Але сильне синє випромінювання може подразнювати сітківку і за тривалого впливу здатне спричинити проблеми із зором. Проте, світлодіоди самі не досягають таких високих температур – їхні значення є умовними порівняннями кольорів світіння.

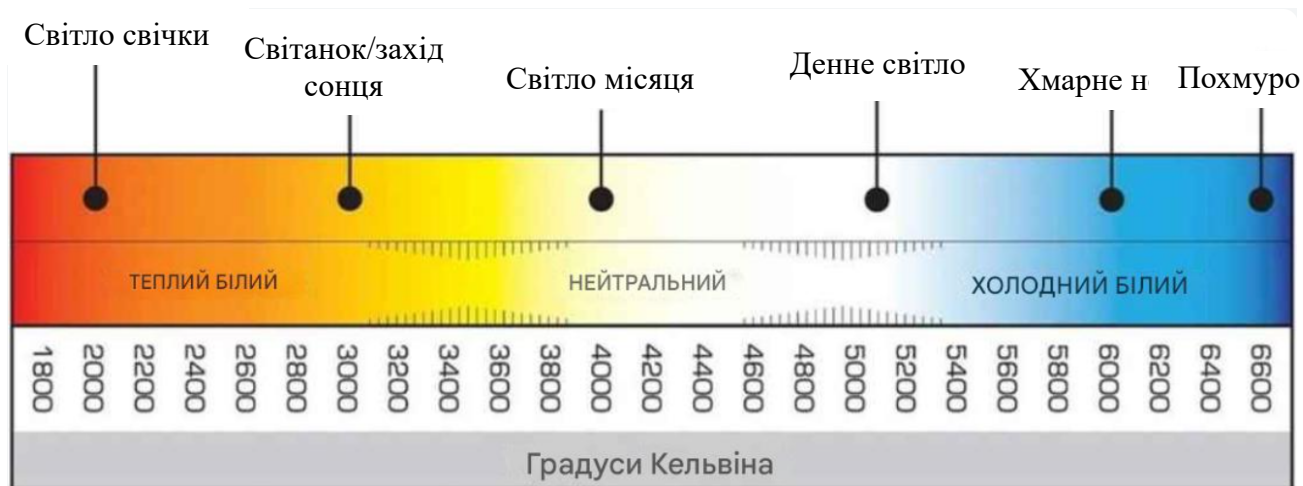


Рис. 1. Шкала світлових температур

Для освітлення часто використовується діапазон від 1000 K до 10000 K, який дозволяє охопити різноманітні варіації кольорів (рис. 2). Метод вимірювання та визначення властивостей кольорового відтворення джерел світла описано у ДСТУ СІЕ 13.3:2019 [19].



Рис. 2. Температура світла у Кельвінах (K)

Зір людини здатен сприймати широкий спектр колірної температури – від 2500 до 10000 K. Цей фактор важливий через вплив освітлення на психологічний стан і продуктивність. Теплі кольори гармонійно підходять для ранкових годин, допомагаючи плавно пробудитися, надихають на позитивний настрій і активізують енергію. Ввечері такі відтінки сприяють розслабленню і комфортному завершенню дня. Нейтральне біле освітлення підходить для місць довготривалого перебування або діяльності, оскільки воно максимально схоже на природне сонячне світло і сприяє ефективній роботі організму. Натомість лампи з високою колірною температурою варто використовувати з обережністю. Їх короточасний вплив може стимулювати активність організму, але при тривалому застосуванні викликає втомлюваність, загальмованість або навіть депресивний стан.

Поняття гармонійного світлового середовища базується на створенні сприятливої психологічної атмосфери, що слугує важливою передумовою для пожвавлення міського простору. Норми на проектування зовнішнього освітлення міст, вулиць, доріг, озелених територій описані у ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [20].

Освітлення від ліхтарів і прожекторів, розташованих вздовж доріг та тротуарів, значною мірою спрощує пересування як водіям, так і пішоходам. Саме тому правильне проектування і реалізація системи вуличного освітлення є одним із пріоритетних завдань для кожного населеного пункту. У типових пропозиціях світлодіодних світильників для вулиць найчастіше використовують три варіанти температури світла: 3500 К, 4000 К та 5000 К.

У 2002 році Девід Берсон зробив важливе відкриття, виявивши новий тип фоторецепторів у сітківці ссавців, що відповідають за біологічний вплив світла [21]. Це відкриття докорінно змінило уявлення про те, як світло впливає на психофізичний стан людини, зокрема на регуляцію циркадних ритмів та емоційний стан. Чутливість нового фотодетектора виявляє різну реакцію на випромінювання, залежно від довжини хвилі світла. Зокрема, оптичне випромінювання в діапазоні довжин хвиль $\lambda=430\text{--}470$ нм безпосередньо впливає на процес синтезу в організмі людини гормону, відповідального за втому – «мелатоніну». Тому для швидкісних доріг і магістралей зазвичай використовується натуральне денне біле світло. Біле світлодіодне освітлення під час темної пори доби забезпечує кращу видимість у порівнянні з жовтим світлом. Воно сприймається більш природно й підвищує відчуття безпеки для учасників дорожнього руху (рис. 3, а). Теплий білий колір із температурою 3500 К краще підходить для освітлення міських територій, парків, зон із історичною забудовою, пішохідних зон і двориків. Таке освітлення вважається найбільш вдалим для міських вулиць, адже в ньому відсутній синьо-фіолетовий спектр, який важче сприймається людським зором. Хоча жовте світло знижує видимість приблизно на 15%, воно значно покращує якість сприйняття зображень, що робить його зручним для багатьох міських просторів (рис. 3, б).

В зимовий період час роботи вуличного освітлення в рази збільшується в порівнянні з літом, тому це накладає необхідність уважного підходу до роботи з різними типами освітлення на вулицях, у дворових просторах, парках та пішохідних зонах. Світлодіодні світильники з температурою кольору від 3500К до 4000К часто стають головним джерелом тепла на вулицях. Активніше впровадження теплого освітлення сприятиме створенню міського середовища, яке буде не лише безпечним, а й візуально та психологічно комфортним для людини, водночас підкреслюючи його естетичну привабливість у вечірній і нічний час.



Рис. 3. Приклади освітлення вулиць в Україні: а – траса Київ – Чоп;
б – Аерокосмічний проспект, м. Харків

Потрібно враховувати інтереси всіх учасників процесу. Споживачами є мешканці та гості міста з різними потребами. Гості прагнуть шоу: світлодинаміки та яскравих вітрин, тоді як місцеві жителі віддають перевагу комфорту і достатньому освітленню. Це викликає різні підходи до створення світлового образу туристичних зон та житлових кварталів.

При розробленні загальної концепції єдиного світлоколірного середовища міста, уважно враховуючи розвиток архітектурно-художнього освітлення, необхідно встановити критерії, що інтегрують різні види освітлення. Цей процес базується на принципах гармонійного використання всіх засобів освітлення з метою підвищення комфорту та безпеки міського середовища в вечірній та нічний час.

На приклад, в архітектурному освітленні центральної частини міста варто акцентувати увагу на білому світлі, що сприяє збереженню поліхромії, яка є характерною для історичної архітектури центру. Водночас, на периферії з монотонними сірими забудовами, рекомендується застосування різноспектрального освітлення для забезпечення візуальної різноманітності на фасадах будівель та ландшафті пішохідних зон (рис. 4, а).

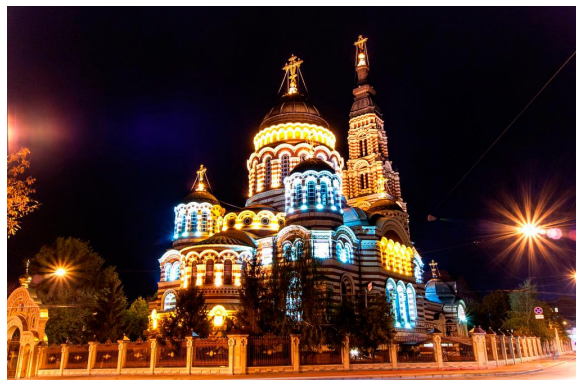
Системи освітлення пам'яток архітектури, які концентруються переважно у центрі міста, вигідно спроектувати із використанням заливаючого світла (рис. 4, б). Для сучасних зон забудови та пішохідно-рекреаційних просторів доцільно впроваджувати інноваційні методи, такі як локальне та вбудоване освітлення, застосування фасадів зі світлодіодами та елементи світлової графіки.

Освітлення фасадів будівель, їхніх окремих елементів або груп споруд, що утворюють єдину архітектурну композицію, а також освітлення рекламних конструкцій, вітрин, монументів, пам'ятників і фонтанів спрямоване на формування архітектурно-художнього образу міста. Воно може бути ключовим

елементом цього образу, створюючи гармонійний зв'язок між різними складовими і загальною системою міського освітлення.



а



б

Рис. 4. Приклади архітектурного освітлення: а – фасади будівель вздовж Аерокосмічного проспекту, м. Харків; б – Благовіщенський собор, м. Харків

Висновки. При визначенні ключових критеріїв вуличного освітлення слід враховувати всі фактори, які суттєво впливають на розвиток зовнішнього освітлення. По-перше, це нове розуміння впливу світла на людину. Відкриття у 2002 році в сітківці ока нового фоторецептора, що впливає на психофізичний стан людини, змушує переосмислити параметри комфортного світлового середовища. Особливу увагу потрібно приділяти колірній температурі. По-друге, міська влада та організації, які відповідають за освітлення, мають забезпечити економічність, довговічність і легкість в обслуговуванні систем. Світлодіодні світильники повністю відповідають цим вимогам. По-третє, підхід до розробки концепції освітлення кожного міста має бути індивідуальним.

Необхідно зважати на інтереси всіх споживачів, як мешканців, так і гостей міста, котрі мають різноманітні потреби. Це зумовлює різний підхід до формування світлового оформлення туристичних зон і житлових районів.

Кожне місто потребує унікального підходу, який би забезпечив його неповторний нічний вигляд. Відсутність стратегічного планування у сфері зовнішнього освітлення спричиняє низку соціальних і політичних викликів, з якими мешканці стикаються щодня. Освітлення відіграє ключову роль у житті міста, адже світло є невід'ємною складовою взаємодії між людиною та міським середовищем цілодобово.

Використана література:

1. Безпека на транспорті. Офіційний сайт Державної служби України з безпеки на транспорті. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dsbt.gov.ua/diialnist/bezpeka-na-transporti>.
2. Тарасенко М.Г. Енергоефективність моментів вмикання та вимикання зовнішнього освітлення міст і населених пунктів / М. Тарасенко, В. Бурмака, К. Козак // Матеріали

Міжнародної науково-технічної конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій» до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам'яті Івана Пулюя (100 річчя з дня смерті), 22-24 травня 2018. – Т.: ТНТУ, 2018. – С. 279–280. Режим доступу: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/25430>.

3. Оболонков Д.Ф., Негрей Ю.А. Вплив освітлення на безпеку руху / Д. Ф. Оболонков, Ю.А. Негрей; Збірник наукових праць ДонНАБА: Наук.-практ. журнал. – Краматорськ: ДонНАБА, 2020. Вип. 3. – С. 43-45. Режим доступу: <https://donnaba.edu.ua/journal/wp-content/uploads/2021/01/43-45.pdf>.

4. Мисюк Ю.П. Зовнішнє освітлення міст та безпека дорожнього руху / Світлотехніка та Електроенергетика: Міжн. наук.-техн. журнал, 2010. Вип. 3,4. – С. 33-39. Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/24727/1/33-39.pdf>.

5. Кліщ О.А. Світлова інсталяція як засіб композиційного формування образу міського простору: дис. на здобуття наук. ступеня канд. архітектури. Л.: Національний університет Львівська політехніка, 2015. 226 с. Режим доступу: https://old.lpnu.ua/sites/default/files/dissertation/2016/2711/dis._klishch_o.a.pdf.

6. Праслова В.О. Світло як художній засіб проектування архітектурного та міського середовища / Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. Збірник – Київ: КНУБА, 2023. – Вип. 66. – С. 58–69. Режим доступу: <http://archinform.knuba.edu.ua/article/view/285358>.

7. Праслова В.О. Медіа-арт як напрям розвитку художнього проектування архітектурного середовища / Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. Збірник – Київ: КНУБА, 2022. Вип. 62. – С. 304–313. DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2022.62.304-313>.

8. Praslova V.O. Techniques for implementing form and color in the artistic design of architectural and urban environment, Вісник одеської державної академії будівництва та архітектури. О.: ОДАБА, 2020. Вип. 81, – С. 26–32. DOI: <https://doi.org/10.31650/2415-377X-2020-81-26-32>.

9. Шпак С.В. Дослідження якості кольоропередавання світлодіодних ламп і світильників / С.В. Шпак, Л.М. Губа, Ю.О. Басова, С.А. Багіров, Г.М. Кожушко // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія: Технічні науки. – Полтава: ПУЕТ, 2019. Вип. 91. – С. 105–116. Режим доступу: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/8531>.

10. Будівельна фізика: підручник / Т.М. Апатенко, Т.В. Жидкова, Е.А. Шишкін; [за ред. Е.А. Шишкіна] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – 2-ге вид., випр. і допов. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2024. – 415 с. Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/64854/>.

11. Hovorov P., Kindinova A., Hovorov V., Abdelrhim O. Control of modes of power supply and lighting systems of cities based on the concept of Smart-Grid. 2022 IEEE 8th International conference on energy smart systems, 12-14 October 2022, Kyiv, Ukraine.

12. Zhuoran Lv, Huadong Guo, Lu Zhang, Dong Liang, Qi Zhu, Xuting Liu, Heng Zhou, Yiming Liu, Yiting Gou, Xinyu Dou, Guoqiang Chen. (2024). Urban public lighting classification method and analysis of energy and environmental effects based on SDGSAT-1 glimmer imager data. *Applied Energy*, vol. 355, ISSN 0306-2619. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.122355>.

13. Kati Brock, Elke den Ouden, Kees van der Klauw, Ksenia Podoynitsyna, Fred Langerak. (2019). Light the way for smart cities: Lessons from Philips Lighting. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 142, pp. 194–209, ISSN 0040-1625. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.021>.

14. Dayo Akindipe, Opeoluwa Wonuola Olawale, Richard Bujko. (2022). Techno-Economic and Social Aspects of Smart Street Lighting for Small Cities – A Case Study. *Sustainable Cities and Society*, vol. 84, 103989, ISSN 2210-6707. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103989>.

15. Enrico Petritoli, Fabio Leccese, Stefano Pizzuti, Francesco Pieroni. (2019). Smart lighting as basic building block of smart city: An energy performance comparative case study. *Measurement*, vol. 136, pp. 466-477, ISSN 0263-2241. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.12.095>.
16. Mohammad Javad Kalani, Mahdi Kalani, Mehdi Salay Naderi, Gevork B. Gharehpetian. (2022). Lighting control of LEDs considering ambient sound variations to meet the requirements of smart cities. *Computers and Electrical Engineering*, vol. 102, 108240, ISSN 0045-7906. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.108240>.
17. Проблеми та перспективи розвитку житлової забудови в умовах комплексної реконструкції міста: монографія / [Ю.І. Гайко, Т.В. Жидкова, Е.А. Шишкін та ін. ; за заг. ред. Ю.І. Гайка, Т.В. Жидкової]; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. – 246 с. Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/53203/>.
18. Гайко Ю.І. Особливості управління комплексною реконструкцією житлової забудови на сучасному етапі розвитку міст / Ю.І. Гайко, Е.А. Шишкін, Є.Ю. Гнатченко, В.В. Сливчук; Містобудування та територіальне планування: Наук-техн. Збірник – Київ: КНУБА, 2018. – Вип. 66. – С. 90–100. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2018_66_11.
19. Метод вимірювання та визначення властивостей кольорового відтворення джерел світла: ДСТУ СІЕ 13.3:2019. – [Чинний від 2020-01-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 23 с.
20. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28:2018. [Чинний від 2019-03-01]. – Київ: Мінрегіон України, 2018. – 137 с. Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=79885.
21. Berson D.M., Dunn F.A., Motoharu Takao. (2002). Phototransduction by Retinal Ganglion Cells That Set the Circadian Clock. *Science (New York, N.Y.)*, vol. 295. pp. 1070–1073. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1067262>.

Ph.D., associate Professor **Shyshkin Eduard**,
senior lecturer **Apatenko Tatiana**,

Ph.D., associate Professor **Bezlyubchenko Olena**,
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

THE INFLUENCE OF COLOR TEMPERATURE ON THE EXTERNAL LIGHTING SYSTEM OF CITIES IN THE CONTEXT OF BUILDING PHYSICS

Outdoor lighting is rapidly developing in all cities of the world, which is associated with the active growth of infrastructure and changing standards of quality of life in megacities. More and more attention is paid to the creation of strategies for the development of urban lighting and effective management of this process. The urban lighting system is a key element in ensuring the functioning of the infrastructure of urban space. Recently, there has been an increasing interest in the energy, social, economic and environmental benefits of implementing modern lighting technologies, which contributes to the widespread use of LED light sources. The purpose of this work is to analyze the range of color temperatures of LED lamps for the correct design and implementation of a street lighting system. Determination of the optimal harmonious lighting environment in the city. The article provides a

description of the light temperature scale for the main colors. The color temperature for LED lamps is determined. Recommendations are given for creating a harmonious lighting environment based on creating a favorable psychological atmosphere in urban space. When determining the key criteria for street lighting, all factors that significantly affect the development of outdoor lighting should be taken into account. Firstly, this is a new understanding of the impact of light on humans. The discovery in 2002 of a new photoreceptor in the retina of the eye that affects the psychophysical state of a person forces us to rethink the parameters of a comfortable lighting environment. Particular attention should be paid to color temperature. Secondly, city authorities and organizations responsible for lighting must ensure cost-effectiveness, durability and ease of maintenance of systems. LED lamps fully meet these requirements. Thirdly, the approach to developing the lighting concept of each city should be individual. It is necessary to take into account the interests of all consumers, both residents and guests of the city, who have various needs. This leads to a different approach to the formation of lighting design of tourist zones and residential areas.

Keywords: color temperature; light temperature; light temperature scale; lighting environment; outdoor lighting

REFERENCES

1. Bezpeka na transporti. Ofitsiinyi sait Derzhavnoi sluzhby Ukrainy z bezpeky na transporti. [Elektronnyi resurs]. Rezhym dostupu: <https://dsbt.gov.ua/diialnist/bezpeka-na-transporti> {in Ukrainian}
2. Tarasenko M.H. Enerhoefektyvnist momentiv vmykannia ta vymykannia zovnishnoho osvittlennia mist i naslenykh punktiv / M. Tarasenko, V. Burmaka, K. Kozak // Materialy Mizhnarodnoi naukovykh tekhnichnoi konferentsii «Fundamentalni ta prykladni problemy suchasnykh tekhnolohii» do 100 richchia z dnia zasnuvannia NAN Ukrainy ta na vshanuvannia pamiati Ivana Puliua (100 richchia z dnia smerti), 22-24 travnia 2018. – T.: TNTU, 2018. – S. 279–280. Rezhym dostupu: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/25430> {in Ukrainian}
3. Obolonkov D.F., Niehriei Yu.A. Vplyv osvittlennia na bezpeku rukhu / D. F. Obolonkov, Yu. A. Niehriei ; Zbirnyk naukovykh prats DonNABA: Nauk.-prakt. zhurnal. – Kramatorsk: DonNABA, 2020. Vyp. 3. – S. 43-45. Rezhym dostupu: <https://donnaba.edu.ua/journal/wp-content/uploads/2021/01/43-45.pdf> {in Ukrainian}
4. Mysiuk Yu.P. Zovnishnie osvittlennia mist ta bezpeka dorozhnoho rukhu / Svitlotekhnika ta Elektroenerhetyka: Mizhn. nauk.-tekhn. zhurnal, 2010. Vyp. 3,4. – S. 33-39. Rezhym dostupu: <https://eprints.kname.edu.ua/24727/1/33-39.pdf> {in Ukrainian}

5. Klishch O.A. Svitlova instaliatsiia yak zasib kompozytsiinoho formuvannia obrazu miskoho prostoru: dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. arkhitektury. L.: Natsionalnyi universytet Lvivska politekhnika, 2015. 226 s. Rezhym dostupu: https://old.lpnu.ua/sites/default/files/dissertation/2016/2711/dis._klishch_o.a.pdf {in Ukrainian}

6. Praslova V.O. Svitlo yak khudozhnii zasib proiektuvannia arkhitekturnoho ta miskoho seredovyscha / Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia: Nauk-tekhn. Zbirnyk – Kyiv: KNUBA, 2023. – Vyp. 66. – S. 58–69. Rezhym dostupu: <http://archinform.knuba.edu.ua/article/view/285358> {in Ukrainian}

7. Praslova V.O. Media-art yak napriam rozvytku khudozhnogo proektuvannia arkhitekturnoho seredovyscha / Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannia: Nauk-tekhn. Zbirnyk – Kyiv: KNUBA, 2022. Vyp. 62. – S. 304–313. DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2022.62.304-313> {in Ukrainian}

8. Praslova V.O. Techniques for implementing form and color in the artistic design of architectural and urban environment, Visnyk odeskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury. O.: ODABA, 2020. Vyp. 81, – S. 26–32. DOI: <https://doi.org/10.31650/2415-377X-2020-81-26-32> {in Ukrainian}

9. Shpak S.V. Doslidzhennia yakosti koloroperedavannia svitlodiodnykh lamp i svitylnykyv / S.V. Shpak, L.M. Huba, Yu.O. Basova, S.A. Bahirov, H.M. Kozhushko // Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli. Seriya: Tekhnichni nauky. – Poltava: PUET, 2019. Vyp. 91. – S. 105–116. Rezhym dostupu: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/8531> {in Ukrainian}

10. Budivelna fizyka: pidruchnyk / T.M. Apatenko, T.V. Zhydkova, E.A. Shyshkin; [za red. E.A. Shyshkina]; Kharkiv. nats. un-t misk. hosp-va im. O.M. Beketova. – 2-he vyd., vypr. i dopov. – Kharkiv: KhNUMH im. O. M. Beketova, 2024. – 415 s. Rezhym dostupu: <https://eprints.kname.edu.ua/64854/> {in Ukrainian}

11. Hovorov P., Kindinova A., Hovorov V., Abdelrhim O. Control of modes of power supply and lighting systems of cities based on the concept of Smart-Grid. 2022 IEEE 8th International conference on energy smart systems, 12-14 October 2022, Kyiv, Ukraine. {in English}

12. Zhuoran Lv, Huadong Guo, Lu Zhang, Dong Liang, Qi Zhu, Xuting Liu, Heng Zhou, Yiming Liu, Yiting Gou, Xinyu Dou, Guoqiang Chen. (2024). Urban public lighting classification method and analysis of energy and environmental effects based on SDGSAT-1 glimmer imager data. Applied Energy, vol. 355, ISSN 0306-2619. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.122355> {in English}

13. Kati Brock, Elke den Ouden, Kees van der Klauw, Ksenia Podoyntsina, Fred Langerak. (2019). Light the way for smart cities: Lessons from Philips Lighting. Technological Forecasting and Social Change, vol. 142, pp. 194–209, ISSN 0040-1625. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.021> {in English}

14. Dayo Akindipe, Opeoluwa Wonuola Olawale, Richard Bujko. (2022). Techno-Economic and Social Aspects of Smart Street Lighting for Small Cities – A Case Study. *Sustainable Cities and Society*, vol. 84, 103989, ISSN 2210-6707. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103989> {in English}
15. Enrico Petritoli, Fabio Leccese, Stefano Pizzuti, Francesco Pieroni. (2019). Smart lighting as basic building block of smart city: An energy performance comparative case study. *Measurement*, vol. 136, rr. 466-477, ISSN 0263-2241. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.12.095> {in English}
16. Mohammad Javad Kalani, Mahdi Kalani, Mehdi Salay Naderi, Gevork B. Gharehpetian. (2022). Lighting control of LEDs considering ambient sound variations to meet the requirements of smart cities. *Computers and Electrical Engineering*, vol. 102, 108240, ISSN 0045-7906. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.108240> {in English}
17. Problemy ta perspektyvy rozvytku zhytlovoi zabudovy v umovakh kompleksnoi rekonstruktsii mista: monohrafiia / [Iu.I. Haiko, T.V. Zhydkova, E.A. Shyshkin ta in.; za zah. red. Yu.I. Haika, T.V. Zhydkovoi] ; Kharkiv. nats. un-t misk. hosp-va im. O.M. Beketova. – Kharkiv: KhNUMH im. O.M. Beketova, 2019. – 246 s. Rezhym dostupu: <https://eprints.kname.edu.ua/53203/> {in Ukrainian}
18. Haiko Yu.I. Osoblyvosti upravlinnia kompleksnoiu rekonstruktsiieiu zhytlovoi zabudovy na suchasnomu etapi rozvytku mist / Yu.I. Haiko, E.A. Shyshkin, Ye.Yu. Hnatchenko, V.V. Slyvchuk; Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia: Nauk-tekhn. Zbirnyk – Kyiv: KNUBA, 2018. – Vyp. 66. – S. 90–100. Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2018_66_11. {in Ukrainian}
19. Metod vymiriuvannia ta vyznachennia vlastyvostei kolorovoho vidtvorennia dzherel svitla: DSTU CIE 13.3:2019. – [Chynnyi vid 2020-01-01]. – Kyiv: DP «UkrNDNTs», 2019. – 23 s. {in Ukrainian}
20. Pryrodne i shtuchne osvittlennia: DBN V.2.5-28:2018. [Chynnyi vid 2019-03-01]. – Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2018. – 137 s. Rezhym dostupu: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=79885 {in Ukrainian}
21. Berson D.M., Dunn F.A., Motoharu Takao. (2002). Phototransduction by Retinal Ganglion Cells That Set the Circadian Clock. *Science (New York, N.Y.)*, vol. 295, rr. 1070–1073. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1067262> {in English}