

УДК 72.01

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.040624.117.1064

## МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ВІЗУАЛЬНИМИ ЯКОСТЯМИ ОСВІТЛЕННЯ ПУБЛІЧНИХ ПРОСТОРІВ МІСТА

КОНОНЕНКО Г. Ю., *ст. виклад.*

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Харків, e-mail: [anndis13@gmail.com](mailto:anndis13@gmail.com),  
ORCID ID: 0000-0002-6102-0967

**Анотація. Постановка проблеми.** Освітлення – важливий аспект створення привабливого та комфортного міського середовища. Воно може поліпшити естетику нічних міст, виділяючи архітектурні деталі, підкреслюючи значущі місця та створюючи зони для громадської взаємодії. Грамотно спроектоване освітлення позитивно впливає на здоров'я та комфорт громадян. Воно може поліпшити настрій, сон, зменшити втомленість та поліпшити зорову функцію. З розвитком нових технологій освітлення та цифрових інновацій стає можливим упровадження в архітектурну практику сучасних підходів до планування міського освітлення. На сучасному етапі інноваційного розвитку технологій вуличного освітлення все більшу роль відіграють Urban Lighting Masterplan (ULMP). Це стратегії, що регламентують та фіксують основні вимоги до організації сталого штучного освітлення міських просторів. Дослідження присвячене принципам управління візуальними якість освітлюваного архітектурного середовища. Вперше пропонується каркас формування критеріїв оцінки візуальних якостей архітектурного середовища. Як перспективний інструментарій управління візуальними якість освітлення розглядається GIS, рівні якої формуються відповідно до функцій візуального комфорту. Визначено дев'ять функцій візуального комфорту, кожна з яких є базою для створення шарів GIS: адаптивна; аксіологічна; компенсаторна; інтегрувальна; естетична; культурна; функція соціальної пам'яті; гносеологічна; етична. Кожний наступний шар додає свої джерела світла. Для кожної з цих дев'яти функцій запропоновано дві властивості освітлення: колір і світло. Кожна властивість описується чотирма характеристиками: колір – насиченість, світлота, кольорова температура, кольоровий тон; світло (світловий потік) – яскравість, освітленість, контрастність. **Висновки.** Сформовано уявлення про підходи та структуру оцінки візуальних якостей освітлюваних публічних просторів. Висунуто гіпотезу про те, що оптимальним підходом до аналізу існуючих ситуацій в освітленні відкритих публічних просторів та формуванні комплексів вимог щодо поліпшення їх візуальних якостей є використання GIS. Сформовано гіпотезу про структуру критеріїв оцінки візуальних якостей освітлення, заснованої на психофізіологічних, емоційно-естетичних та образно-художніх рівнях сприйняття архітектурного середовища. Таким чином підхід, описаний у статті, дає змогу сформулювати критерії оцінки візуального комфорту штучного освітлення публічних просторів.

**Ключові слова:** *штучне світло; GIS; візуальний комфорт; Urban Lighting Masterplan*

## METHODS FOR MANAGING VISUAL QUALITIES OF LIGHTING IN PUBLIC SPACES OF THE CITY

KONONENKO H.Yu., *Sen. Lect.*

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, e-mail: : [anndis13@gmail.com](mailto:anndis13@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-6102-0967

**Abstract. Raising of problem.** Lighting is an important aspect of creating an attractive and comfortable urban environment. It can enhance the aesthetics of night-time cities by highlighting architectural details, highlighting significant urban locations and creating areas for public interaction. Properly designed lighting affects the health and comfort of citizens. It can improve mood, sleep, reduce fatigue and improve visual function. With the development of new lighting technologies and digital innovations, it becomes possible to introduce modern approaches to urban lighting planning into architectural practice. At the present stage of innovative development of street lighting technologies, the Urban Lighting Masterplan (ULMP) is playing an increasingly important role. These are strategies that regulate and fix the basic requirements for organizing sustainable artificial lighting in urban spaces. **Purpose.** This study is devoted to the principles of managing the visual qualities of the illuminated architectural environment. For the first time, a framework for the formation of criteria for assessing the visual qualities of the architectural environment is proposed. GIS is considered as a promising tool for managing the visual qualities of lighting, the levels of which are formed in accordance with the functions of visual comfort. The following nine basic functions of visual comfort are defined, each

of which is the basis for creating GIS layers: 1. Adaptive; 2. Axiological; 3. Compensatory; 4. Integrating; 5. Aesthetic; 6. Cultural; 7. Social memory function; 8. Epistemological; 9. Ethical. Each subsequent layer adds its own light sources. For each of these nine functions, two lighting properties are proposed: color and light. Each property is described by four characteristics: color – saturation, lightness, color temperature, color tone; light (luminous flux) – brightness, illumination, contrast. **Conclusion.** An idea of the approaches and structure of the assessment of the visual qualities of illuminated public spaces has been formed. It is hypothesized that the optimal approach to the analysis of existing situations in the lighting of open public spaces and the formation of sets of requirements for improving their visual qualities is the use of GIS. A hypothesis was formed about the structure of the criteria for assessing the visual qualities of lighting, based on the psychophysiological, emotional-aesthetic, and pictorial-artistic levels of perception of the architectural environment. Thus, the approach described in the article allows us to formulate criteria for assessing the visual comfort of artificial lighting of public spaces.

**Keywords:** *artificial lighting; GIS; visual comfort; Urban Lighting Masterplan*

**Постановка проблеми.** Сьогодні інновації в архітектурі, психології та генерації світла досягли такого рівня, на якому з'явилася принципова можливість розробити методи управління естетичними якостями штучного освітлення публічних просторів. До 1970 року вимоги щодо вуличного освітлення практично зводилися до цілей безпеки. Вимоги замовника були простими: дати максимум освітлення за мінімально можливою ціною. Наприкінці 1980-х років виникли нові потреби в освітленні, в яких усе більше уваги приділялося естетиці публічних просторів.

Дослідження психофізіологічних аспектів впливу штучного освітлення на людину отримали поштовх до активного розвитку з 1980-х років. Більш ранні експертні висновки стверджували, що яскраве нічне освітлення практично гарантує позитивний вплив на громадську безпеку у нічний час. Але цикли експериментів довели, що надмірне та неконтрольоване вуличне освітлення може навіть негативно вплинути на міські громади. Осліплення, що викликає дискомфорт, а іноді призводить до інвалідності, від погано спроектованого вуличного освітлення може зменшити світлосприйняття людського ока в нічний час, що знижує рівень безпеки на проїжджій частині. Проблеми дискомфорту штучного освітлення присвячені праці Гібонса та Едвардса [1], Ліна [2], Тюхова [3].

Інноваційний розвиток технологій вуличного освітлення з кожним роком робив проблематику візуального комфорту та безпеки для здоров'я дедалі гострішою. У результаті в 2016 році Рада з науки та

громадської охорони здоров'я Американської медичної асоціації (АМА) дійшла висновку, що повсюдне використання нічного освітлення створює потенційно шкідливі для здоров'я городян ефекти, і звернулася до уряду США з обґрунтуванням гострої необхідності більш ретельних досліджень впливу освітлення на здоров'я та безпеку людини, особливо з огляду на стрімке впровадження інновацій освітлення [4].

Сьогодні потрібен глибший та більш багатоаспектний аналіз характеристик освітлення, що враховує інформаційні процеси візуального сприйняття архітектурного середовища. Залучення до дослідження праць із сучасної психології сприйняття істотно поглиблюють розуміння складної ієрархічної структури процесів впливу архітектурного середовища на людину, дозволяють визначити механізми цього впливу, а також дослідити комфортні вимоги до візуально-екологічного стану сучасної архітектури, зокрема, проблем освітленості публічних просторів.

**Аналіз публікацій.** Узагальнення інформаційного масиву першоджерел, що описують базові аспекти формування освітлення відкритих публічних просторів, дозволило сформулювати предмет, цілі, завдання, межі та основну гіпотезу дослідження. Виявлено, що об'єкт дослідження належить до інноваційного тренду формування «Генеральних планів освітлення міст» (Urban Lighting Masterplan (ULMP)).

Urban Lighting Masterplan (ULMP) являє собою стратегічний документ, що регламентує та фіксує основні вимоги до

організації штучного освітлення міських просторів. Передбачається, що на підставі цього документа архітектори та світлотехніки розроблять локальні проекти освітлення, органічно вписані у загальний нічний дизайн міста [5].

Однак без розроблених нами підходів, що конкретизують, але не обмежують креативність архітекторів і світлотехніків, рекомендації щодо поліпшення деяких аспектів організації

штучного освітлення залишаються неповними.

На наш погляд, недостатня розробленість у провідних архітектурних шкіль методологічного апарату оцінювання візуальних якостей навколишнього середовища помітно стримує розвиток стратегічного планування, орієнтованого на підвищення бренду міст, комфорту та якості їх нічного життя, а, отже, і ділової активності.

Таблиця 1

Узагальнена структура майстер-плану освітлення відкритих міських просторів

Категорія	Складові елементи		
1. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	1.1. АНАЛІЗ ТЕРИТОРІЇ:		
	1.1.1	Історія району. Основні акценти та пам'ятки. Об'єкти, що виділяються городянами як знакові. Фотофіксація території у денний та нічний час	
	1.1.2	Аналіз існуючого освітлювального обладнання (з фотофіксацією поганого та гарного освітлення). Визначення ключових напрямів проведення глобального аудиту освітлення	
	1.1.3	Вимірювання існуючих рівнів освітленості та яскравості. Аналіз візуального комфорту освітлення.	
	1.1.4	Фіксація існуючих та планованих пішохідних, автомобільних та інших трафіків	
	1.1.5	Визначення нічної активності мешканців, гостей з інших міських районів та туристів	
	1.1.6	Визначення та фотофіксація існуючих ключових елементів міського простору (портали, кордони та мости, види та панорами/горизонти, місця зустрічей, домінанті, маршрути)	
	1.2. КОНСУЛЬТАЦІЇ ТА ЗВОРОТНИЙ ЗВ'ЯЗОК:		
	1.2.1	З міською громадою та державними органами, такими як місцева рада, органи безпеки та самоврядування тощо.	
	1.2.2	Із ключовими членами проектною командою дизайнерів	
	1.2.3	З іншими експертами, такими як консультанти з біорізноманіття, екологи, історики, співробітники служби безпеки та технічного обслуговування	
	2. ПРОЕКТУВАННЯ	2.1. ТВОРЧА ЧАСТИНА (належить до творчої концепції):	
		2.1.1	Ключові креативні ідеї (високорівневий дизайн)
		2.1.2	Пропозиції щодо підходу до освітлення на всій території: пішохідні, велосипедні та автомобільні маршрути, будівлі та споруди, площі та місця зустрічей, ландшафт (твердий та м'який), сімейство світильників, що використовуються на всій території, модернізація існуючого освітлення, що прилягає до будівельного та охоронного освітлення, тощо)
2.2. ФОРМАТ ПРЕЗЕНТАЦІЇ ІДЕЙ			
2.2.1		Мультимедійна візуальна презентація, дошки для презентацій, паперовий буклет і т.д. (Варіюється залежно від розміру проекту та угоди про контракт)	
2.3. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА			
2.3.1		Визначення етапів проекту майстер-плану та зон майбутнього розвитку	
2.3.2		Визначення посилань на політику, стандарти, процедури та настанови в галузі освітлення	
2.3.3		Визначення процесу проектування освітлення на основі етапів архітектурного проекту для конкретної території (початок та здійсненість, концептуальний дизайн, розроблення дизайну, робочий проект та виробництво, будівництво, фокусування та програмування)	
2.3.4		Визначення пропозицій щодо сортаменту світильників для використання на всій території	
2.3.5		Визначення техніки освітлення залежно від характеру джерела світла	
2.3.6		Визначення техніки освітлення на основі інтеграції освітлювального обладнання	
2.3.7		Визначення типів джерел світла на основі їх технології	
2.3.8		Визначення типів світильників та їх приладдя	
2.3.9		Визначення технічних критеріїв на основі стандартів та правил освітлення в конкретній країні - горизонтальна та вертикальна освітленість, яскравість, однорідність, колірна температура, перенесення кольорів, відблиски, розташування та висота обладнання, технічне обслуговування (заміна та очищення)	
2.3.10		Визначення екологічних зон, що належать до ділянки	
2.3.11		Розроблення рекомендацій щодо освітлення для орендарів, роздрібною торгівлі, торгівлі, світлових вивісок та рекламних / медіафасадів, людей з обмеженими можливостями (інклюзивний дизайн), стійкості та енергоспоживання, навколишнього середовища та екології	
2.4. ФОРМАТ ПРЕЗЕНТАЦІЇ			
2.4.1	Буклет із документацією на паперовому носії з таблицями, схемами тощо. Електронний варіант документа у форматі PDF (для широкого публічного обговорення)		

**Мета статті** – запропонувати підходи, що потенційно здатні значно поліпшити якість розроблених майстер-планів. Для цього визначені такі завдання:

- Розробити принципи впровадження в архітектурну практику методів оцінювання візуальних якостей архітектурного середовища на двох (творчому та

аналітичному) базових етапах формування майстер-плану освітлення: на аналітичному етапі створюються карти реально існуючих візуальних якостей архітектурного середовища, на творчому – його очікуваних якостей. Карти формуються на основі трьох груп критеріїв оцінки, що відповідають психофізіологічному, емоційно-естетичному та образно-мистецькому рівням сприйняття видимого середовища.

- Запропонувати методи відображення візуального комфорту штучного освітлення, що базуються на функціях візуального комфорту.

**Виклад матеріалу.** Автор статті виконав порівняльний аналіз структур майстер-планів освітлення таких міст: Путраджайя, Сан-Антоніо, Солт-Лейк-Сіті, Вестмінстер, Перт, Страсбург, Мельбурн та Саншайн-Кост. На основі виконаної роботи з'явилася можливість генерації узагальненої структури майстер-плану освітлення відкритих міських просторів (табл. 1).

Каркас майстер-плану освітлення – це узагальнення найбагатшого практичного досвіду архітекторів, екологів, дизайнерів, медиків, технологів та адміністраторів багатьох країн світу. Різні архітектурні школи розробили підходи до створення майстер-планів освітлення, що корелюються між собою. Це свідчить, що питання вивчене достатньою мірою. Однак і в аналітичній, і в практичній частинах досліджених майстер-планів не вистачає критеріїв оцінки візуального комфорту,

композиційних характеристик та інформативності просторів, що освітлюються.

Виявлено, що в усіх проаналізованих майстер-планах комфорт освітленості оцінюється на підставі медичних даних про сприйняття штучного світла та суб'єктивних оцінок експертів. Подібний підхід практично ігнорує цілий комплекс процесів рецепції архітектурного простору.

Науково-практичні розробки школи О. О. Фоменко «Візуальна екологія архітектурного середовища» дозволяють розширити логіку створення каркаса майстер-планів освітлення відкритих міських просторів. Подібна впевненість ґрунтується на тому факті, що в жодному з вивчених генеральних планів фактично немає науково обґрунтованих карт візуального комфорту. Усі рекомендації експертів обмежуються такими показниками: світлове забруднення нічного неба, засліплення, світлове проникнення, різкі світлові та колірні контрасти, мерехтіння, довжина хвилі, втрата орієнтації тощо. При цьому чітких критеріїв комфортного сприйняття видимого архітектурного середовища не задано в жодній із проаналізованих робіт.

У статті вперше дається каркас формування критеріїв оцінки візуальних якостей архітектурного середовища, який будується на основі функцій візуального комфорту (табл. 2).

Таблиця 2

Каркас формування критеріїв оцінки візуальних якостей архітектурного середовища

Чинники формування критеріїв оцінки візуальних якостей архітектурного середовища			Критерії оцінки візуальних якостей освітлення відкритих публічних просторів		
Рівні сприйняття архітектурної форми	Етапи формування архітектурного образу	Інформативність	Функція візуального комфорту архітектурного середовища	Характеристики освітлення архітектурного середовища	
				Властивості	Характеристика
Психофізіологічний рівень сприйняття архітектурної форми	Морфологічні характеристики архітектурного образу. Образ орієнтації формується за впливу наочно-дієвого мислення та тілесно-чуттєвої складової взаємодії з об'єктом; відповідає на запитання: де я? куди йти?	Насиченість середовища видимими елементами. Статистика середовища: чим більше відмінностей, надмірності, тим середовище більш динамічніше, інформативне.	1. Адаптивна – допомагає людині орієнтуватися до довкілля.	Колір	насиченість
					світлота
					кольорова температура
					кольоровий тон
				Світло	світловий потік
					яскравість
2. Аксиологічна	Колір	освітленість			
		контрастність			
					насиченість

			(ціннісна) – допомагає людині вибрати собі ті чи інші фрагменти архітектурного середовища.	Світло	світлота кольорова температура кольоровий тон світловий потік яскравість освітленість контрастність	
<b>Емоційно-естетичний рівень сприйняття</b>	Естетичні характеристики архітектурного образу. Образ інтуїції складається з продуктів несвідомо протікаючої розумової діяльності людини, зумовленої тілесністю людини; відповідає на запитання: як я відчуваюся?	Насиченість середовища емоційно активними елементами. Емоційна виразність, гра ліній, площин, кольору, просторів та обсягів, що становлять архітектурну форму як основа емоційного впливу на людину.	Емоційно-естетичні межі комфортного сприйняття архітектурного середовища			
			3. Компенсаторна (захисна) – допомагає людині у процесі сприйняття естетики довкілля відновлювати внутрішню емоційну гармонію	Колір	насиченість	
					світлота	
					кольорова температура	
				Світло	світловий потік	
					яскравість	
					освітленість	
			4. Інтегративна (що об'єднує) – створює в сприйнятті людини відчуття гармонійності, цілісності та причетності до навколишнього середовища	Колір	насиченість	
					світлота	
					кольорова температура	
				Світло	світловий потік	
					яскравість	
освітленість						
5. Гедоністична – формує задоволення від естетичних якостей архітектурного середовища	Колір	насиченість				
		світлота				
		кольорова температура				
	Світло	світловий потік				
		яскравість				
		освітленість				
<b>Образно-художній рівень сприйняття</b>	Семантичні ознаки культурного змісту архітектурного образу	Різноманітність архітектурного середовища	Образно-художні межі комфортного сприйняття архітектурного середовища			
			Образ визнавання, образ інтерпретації. Визначається впливом словесно-логічного та наочно-дієвого мислення; відповідає питанням: що це?	6. Культурна – формування культурно-стильових зразків особистості.	Колір	насиченість
						світлота
						кольорова температура
				Світло	світловий потік	
					яскравість	
					освітленість	
			7. Функція соціальної пам'яті – формування візуальних акцентів, що виділяють історично значущі об'єкти архітектурного середовища.	Колір	насиченість	
					світлота	
					кольорова температура	
				Світло	світловий потік	
					яскравість	
освітленість						
8. Пізнавальна – мінлива, постійно оновлювана тканина суспільних	Колір	насиченість				
		світлота				
		кольорова				

			просторів. Потужний стимул розвитку туризму та бренду міста.	Світло	температура
					кольоровий тон
					світловий потік
					яскравість
					освітленість
			контрастність		
			9. Етична – формує етичні норми освітленості.	Колір	насиченість
					світлота
					кольорова температура
					кольоровий тон
Світло					
					світловий потік
					яскравість
					освітленість
					контрастність

Для зручності сприйняття даних, наведених у таблиці 2, дано розшифрування таких термінів:

*Рівень зорового сприйняття* – послідовність психічних процесів складання реципієнтом цілісного уявлення про видиме середовище. У дослідженні запропоновано три рівні сприйняття [6].

*Категорія* – група однорідних предметів чи явищ, об'єднаних за певними ознаками. Кожен рівень сприйняття поєднує кілька категорій, які, у свою чергу, включають критерії формування візуального комфорту штучного освітлення публічних просторів [7].

*Критерій* – представляє групу аспектів оцінки візуального комфорту штучного освітлення громадських просторів [8].

*Аспект* – елемент видимого середовища. У нашому випадку кожен із критеріїв оцінюється за двома основними аспектами сприйняття світла: інформативності кольору та яскравості.

*Візуальний комфорт* – це комплексне відчуття фізичної чи психологічної легкості, що часто характеризується як відсутність труднощів при візуальному сприйнятті навколишнього середовища [9].

*Функція візуального комфорту навколишнього середовища* – відчуття візуального комфорту складається з безлічі факторів фізичного та психічного характеру, що його зумовлюють. Кожному з цих факторів відповідають такі візуальні якості довкілля, що його задовольняють. Отже

функція візуального комфорту – це континуум візуальних якостей довкілля, орієнтованих на адресне задоволення того чи іншого чинника її сприйняття.

*Характеристика освітлення* – виходячи з предмета дослідження як властивості освітленості архітектурного середовища обрано колір та світло. Кожна властивість має набір характеристик, вибраних як критерії оцінки візуальних якостей освітленості відкритих публічних просторів.

Для кольору набір характеристик такий:

- насиченість – характеристика кольору, яка описує чистоту хроматичного кольору, що він чистіший, то більше насичений;

- світлота – це характеристика, яка визначає близькість кольору до білого;

- колірна температура – величина, яка відображає «відтінок» світла, що випромінюється, в градації від холодного до теплого. Вимірюється у градусах Кельвіна (K);

- колірний тон – визначає відсотковий вміст кольорів спектра у хроматичному кольорі.

Для світла основні набори показників такі:

- світловий потік – кількість випромінюваного світла;

- яскравість – показує, скільки світла відбивається від поверхні об'єкта у бік спостерігача;

- освітленість – показує щільність розподілу світлового потоку на заданій площі;

- контрастність – різниця в освітленості двох точок, що одночасно спостерігаються.

Каркас формування критеріїв оцінки візуальних якостей архітектурного середовища структурно складається з двох блоків: факторів формування критеріїв оцінки візуальних якостей архітектурного середовища та критеріїв оцінки візуальних якостей архітектурного середовища.

Фактори формування критеріїв оцінки візуальних якостей архітектурного середовища, у свою чергу, поділяються на такі групи:

- рівні сприйняття архітектурної форми: психофізіологічний; емоційно-естетичний та образно-художній;

- етапи формування архітектурного образу: морфологічні характеристики архітектурного образу (належать до психофізіологічного рівня сприйняття); естетичні характеристики архітектурного образу (належать до емоційно-естетичного рівня сприйняття); семантичні ознаки культурного змісту архітектурного образу (належать до образно-художнього рівня сприйняття);

- інформативність. На психофізіологічному рівні Інформативність визначається «насиченістю середовища видимими елементами» і належить до статистичних методів оцінювання видимого середовища. Чим більше відмінностей, надмірності, тим середовище більш динамічне, інформативне. Чим більше характерних візуальних ознак, що дозволяють безпомилково ідентифікувати навколишній простір, тим легше відбувається орієнтація в ньому. Однак тут слід особливо позначити той факт, що недостатня чи надмірна кількість видимих елементів навколишнього простору можуть ускладнити орієнтацію в ньому.

На психофізіологічному рівні сприйняття інформативність оцінюється за насиченістю середовища видимими елементами; на емоційно-естетичному рівні – за насиченістю середовища емоційно активними елементами; на образно-художньому – за стильовим розмаїттям архітектурного середовища;

## **Функція візуального комфорту архітектурного середовища.**

Наступний чинник формування аспектів оцінки візуальних якостей архітектурного середовища у дослідженні названо «Візуальний комфорт архітектурного середовища». Цей фактор дозволяє визначати «психофізіологічні межі комфортного сприйняття архітектурного середовища». У цьому аспекті розгляду проблеми штучного освітлення відкритих просторів вкрай важливе поняття «Функції комфорту».

Професор Додж [10] визначив термін «комфорт» як «... наявність у людей психологічних, соціальних та фізичних ресурсів, необхідних їм для вирішення конкретних психологічних, соціальних та/або фізичних проблем». Отже, функцію комфорту в аспекті візуального сприйняття штучного освітлення відкритих публічних просторів можна визначити як візуальні якості середовища, що допомагають задовольняти конкретні психологічні, соціальні та/або фізичні проблеми людей, з тих, які можна задовольнити через органи зорового сприйняття.

Описані функції задають континуум аспектів оцінки візуального комфорту архітектурного середовища, що штучно освітлюється. Кожен з аспектів має набір морфологічних ознак, за якими його можна формалізувати та описати межі його комфортного сприйняття.

Характеристики аспектів архітектурного середовища на всіх рівнях сприйняття поділяються на візуальні характеристики освітлення: кольору та світлового потоку.

Колір – це суб'єктивна характеристика зорового сприйняття, зумовлена спектром світла, що взаємодіє з фоторецепторними клітинами ока. Фізичні характеристики кольору пов'язані з об'єктами або матеріалами на основі їх фізичних властивостей, таких як спектри поглинання, відбиття або випромінювання світла [11].

Характеристики світла – найважливіший показник освітленості публічних просторів, що регулюється безліччю нормативних національних та міжнародних актів.

Таким чином, визначено дев'ять функцій візуального комфорту: адаптивна; аксіологічна; компенсаторна; інтегруюча; естетична; культурна; функція соціальної пам'яті; гносеологічна; етична. Для кожної з цих функцій запропоновано дві властивості освітлення: колір і світло. Кожна властивість описується чотирма характеристиками: колір – насиченість, світлота, кольорова температура, кольоровий тон; світло (світловий потік) – яскравість, освітленість, контрастність.

У дослідженні пропонується кожному з функцій візуального комфорту виводити у вигляді окремого шару GIS, що дозволить комплексно оцінювати візуальний комфорт існуючого та проєктованого освітлення відкритих публічних просторів.

**Концепція покровокового формування візуального комфорту штучного освітлення публічних просторів.** Аналізуючи проблеми формування візуального комфорту штучного освітлення, слід особливо зазначити специфіку даного напрямку архітектурної діяльності. У процесі розроблення освітлення публічних просторів архітектор не створює нові об'єкти, а працює з існуючими, розробляючи світло-кольорову композицію, «граючись» із насиченістю, світлотою, кольором, контрастністю та іншими характеристиками світлових потоків [12].

Майстер-плани освітлення – це програмні документи, що намагаються впорядкувати та оптимізувати діяльність усіх учасників процесу освітлення міста. Вони задають загальний напрямок діяльності дизайнерів та архітекторів, формулюють загальну політику міста щодо нічного освітлення та регламентують більшість робочих моментів [13]. Це означає, що кожний розробник додає в карту загального освітлення публічного простору нові джерела світла, керуючись загальними вимогами програмного документа. При цьому формування візуального комфорту освітлення переважно спирається на смакові уподобання майстрів [14]. Частково це оправдано. Але потенційно може

спричинити не виправдані витрати та світло-кольоровий хаос.

Майстер-плани освітлення за останні десятиріччя стали суттєвою складовою майстер-планів розвитку сучасних міст [15]. Але результати попередніх досліджень переконливо доводять, що в галузі керування параметрами візуального комфорту освітлення ще не напрацьовано достатньо практичного та теоретичного досвіду. Недостатня розробленість методологічної бази починає помітно стримувати досягнення цілей, задекларованих у більшості майстер-планів, що було проаналізовано.

Серед означених цілей, практично однакових для всіх планів, можна виділити такі: підвищення бренду міста, активація центрів у вечірній період, привабливість публічних просторів для прогулянок, патріотичне ставлення до міста та деякі інші.

Як рефлексія на виявлену проблему результатом даного дослідження стало створення концепції циклів формування візуального комфорту штучного освітлення публічних просторів із використанням інструментарію геоінформаційних систем.

Як указувалось раніше, кожна з дев'яти функцій візуального комфорту має характерні для неї вимоги щодо освітлення архітектурного середовища та критерії їх оцінювання. Завдяки цьому в дослідженні вперше пропонується використання функцій візуального комфорту як науково обґрунтованої бази для створення ієрархічної послідовності накладання шарів GIS. Також у дослідженні вперше пропонуються три цикли – етапи створення карти освітлення відкритих публічних просторів. Перший – формування освітлення; другий – регулювання параметрів освітлення, третій – корегування отриманих результатів. Докладніше про цикли далі по тексту.

Концепція циклів формування візуального комфорту штучного освітлення публічних просторів відображена в моделі (рис.), яка виглядає як спіраль, що складається із трьох витків, які розходяться



від центра до периферії. Кожному витку відповідає цикл формування світло-кольорового профілю освітлення відкритих

громадських просторів. Цикли складаються з дев'яти етапів, відповідних функціям візуального комфорту.

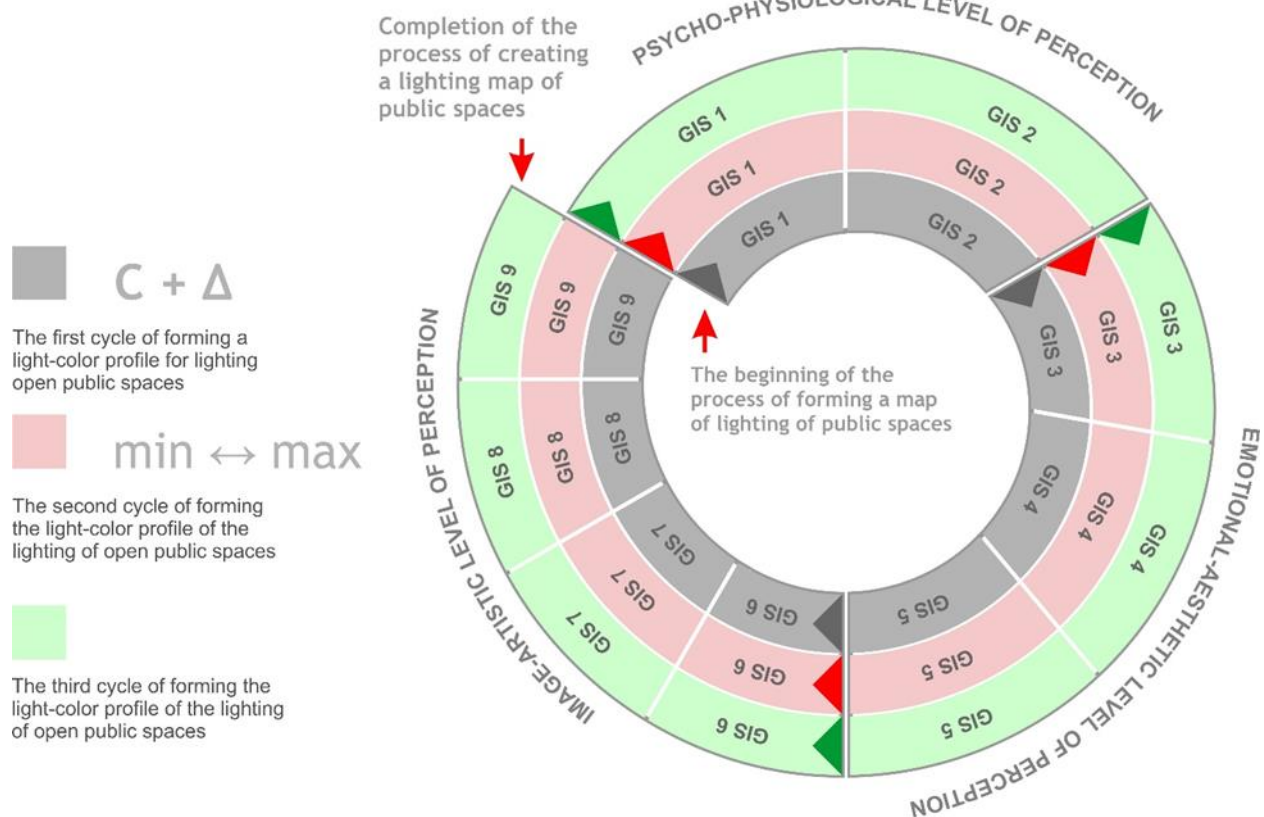


Рис. Модель формування візуального комфорту штучного освітлення публічних просторів

**Перший цикл** – «Формування карти освітлення», полягає у покроковому доданні джерел світла для задоволення потреб кожної з функцій візуального комфорту. В дослідженні розроблено ієрархічну послідовність накладання шарів GIS від першого шару – GIS 1 (Адаптивна функція візуального комфорту) до GIS 9 (Етичні норми освітлення). Всім шарам відповідають набори елементів архітектурного середовища, які треба освітити.

Нагадаємо, що на адаптивній функції це елементи, які відповідають за орієнтацію людини в просторі: шляхи та маршрути; орієнтири; краї – межі між двома освітлюваними областями тощо. Таким чином формується континуум джерел світла, що задовольняють потреби адаптивної функції. Кожна наступна функція (шар GIS n+1) додає свої джерела світла, світлокольорові параметри яких накладаються на попередні шари

геоінформаційної системи. До світлокольорових характеристик освітлення, що існують (C), додаються нові характеристики (Δ).

**Перший цикл** формування загальної карти освітлення публічних просторів – це практично ескізний етап проектування, на якому відбувається первинний набір джерел освітлення. Тут слід окремо зазначити, що цей набір джерел освітлення виконується не у вигляді «включення нових ламп», а відповідно до індивідуальних проектів освітлення всіх елементів відкритих публічних просторів. Для пояснення цього підходу можна навести таку послідовність:

Шар GIS 1. Адаптивна функція – допомагає людині орієнтуватися у навколишньому середовищі. На цьому шарі першими додаються проекти освітлення вулиць, перехресть, фіксуються основні орієнтири.

Шар GIS 2. Аксіологічна функція – допомагає людині вибрати собі ті чи інші

фрагменти архітектурного середовища. Цей рівень зверху шару 1 накладає проекти освітлення шлюзів, домінант, точок інтенсивної активності тощо.

Шар GIS 3. Компенсаторна функція пропонується як перший рівень обмеження агресивності світла. На цьому шарі відображені елементи архітектурного середовища, які допомагають людині досягати емоційної рівноваги. До таких елементів відносять локальні простори – зони відпочинку, вуличні кафе, набережні, алеї тощо. Як відомо яскраве, кольорово насичене світло руйнує компенсаторні функції візуального комфорту.

Шар GIS 4. Інтегровальна функція – створює в сприйнятті людини відчуття гармонійності, цілісності та причетності до навколишнього середовища. На цьому рівні додаються проекти освітлення перспектив, просторів комплекси забудови за єдиним мистецьким планом, майданів, площ тощо.

Шар GIS 5. Гедоністична – формує почуття естетичного задоволення від споглядання навколишнього, зокрема, й архітектурного середовища. На цьому рівні фіксуються міські краєвиди, пейзажі, архітектурні ансамблі як витвори архітектурного мистецтва. У своїй сукупності шари 1–5 створюють світло-кольорову основу для формування карт освітлення семантично насичених об'єктів образно-художнього рівня.

Шар GIS 6. Культурна функція – формування свідомості та смакових переваг соціуму, до об'єктів якої належать: релігійні, освітні та громадські центри.

Шар GIS 7. Функція соціальної пам'яті – формування візуальних акцентів, що виділяють історично значущі об'єкти архітектурної середовища, серед яких: меморіали та пам'ятні знаки, архітектурні об'єкти, що мають зв'язок із видатною особистістю або подією.

Шар GIS 8. Пізнавальна – мінлива, постійно оновлювана тканина суспільних просторів. Потужний стимул розвитку туризму та бренду міста. До цього рівня відносять локації свят, музейні та торговельно-розважальні комплекси, відкриті

майданчики та мости, туристичні маршрути, історичні центри міст тощо.

Шар GIS 9. Етична – формує етичні норми освітленості. Етична функція – це фінальний модуль формування параметрів освітлення та контролю за його візуальним комфортом. Тут є декілька важливих моментів.

Перший полягає в тому, що такі елементи міського середовища як вітрини магазинів, торговельні майданчики, рекламні панелі, сітілайти та деякі інші намагаються всіляко виділитись на загальному фоні освітлення. Це явище полягає у самій природі рекламних інформаційних елементів середовища. Часто вимоги замовників їх освітлення далеко виходять за межі естетики, художньої композиції та, навіть, здорового глузду.

Другий момент пов'язаний з намаганнями учасників нічного освітлення підвищити параметри безпеки своїх об'єктів, таких як зони, що особливо охороняються, будівельних майданчиків, автостоянок тощо.

Третій момент стосується намагань власників житла виділити своє майно серед інших.

До списку об'єктів, що регламентуються шарами 1–8 не потрапляють багато опцій, які потенційно здатні зруйнувати всю карту майстер-планів освітлення. Саме із цієї причини створено рівень 9 – етика освітлення, яка саме й регламентує роботу деяких недобросовісних власників нерухомості.

**Другий цикл** формування світло-кольорового профілю освітлення відкритих громадських просторів полягає у регулюванні параметрів освітлення, що сформовані у першому циклі. Треба особливо зазначити, що другий та третій цикли аналізують параметри освітлення всіх дев'яти шарів разом. Регулювання відбувається на підставі медичних та нормативних вимог, що здебільшого є критеріями оцінки комфорту освітленості на психофізіологічному рівні сприйняття.

Цей цикл регламентується такими межами комфортного сприйняття

освітленості як *min* та *max* показники двох базових параметрів: Кольору світла (насиченість, світлота, кольорова температура, кольоровий тон) та Світла (світловий потік, яскравість, освітленість, контрастність).

Фактично на цьому циклі регулювання майстер-плану загальна карта освітлення стає блідою, ніби жухне. Це очікуваний результат. Завдяки цьому циклу вирішується більшість конфліктів та невдалих перетинань світлокольорових потоків.

**Третій цикл** формування світло-кольорового профілю освітлення відкритих громадських просторів полягає у корегуванні візуального комфорту освітлення на основі методів нейромаркетингу. Особлива риса цього циклу – те, що корегування освітленості публічних просторів відбувається на основі емоційно-естетичних критеріїв оцінювання візуальних якостей навколишнього середовища. На другому циклі регулювання параметрів освітлення відбувалося на основі психофізіологічних критеріїв оцінки.

Образно-художні критерії оцінювання зводяться до специфічних вимог суспільної свідомості та виявляються простим анкетуванням. Саме із цієї причини «Wow Factor», на який так наполегливо орієнтовані практично всі майстер-плани освітлення, можна спробувати досягнути саме на рівні емоцій. Саме із цієї причини як інструментарій аналізу освітленості на третьому циклі обрано методи нейромаркетингу. Це відгалуження нейробіології накопичило дуже багатий практичний матеріал з аналізу емоційно-естетичних реакцій людей на видиме оточення. Точність та швидкість обробки даних спонукають нас розглядати методи даної парадигми як такі, що мають величезний науково-практичний потенціал. Очікуваним результатом використання цієї інновації стало суттєве поліпшення візуальних якостей освітлення публічних просторів.

#### **Висновки.**

1. Уперше запропоновано метод формування критеріїв оцінки візуального

комфорту штучного освітлення відкритих публічних просторів на основі функції візуального комфорту. Розроблено каркас формування критеріїв оцінки візуальних якостей архітектурного середовища. Запропоновано розподіл функцій візуального комфорту за трьома рівнями сприйняття видимого середовища: психофізіологічним, емоційно-естетичним та образно-художнім.

2. Розроблено критерії оцінки візуальних якостей штучного освітлення відкритих публічних просторів на психофізіологічному рівні сприйняття. Для цього рівня сприйняття виділено дві функції візуального комфорту: адаптивна (перший шар) – допомагає людині орієнтуватися у довкіллі. аксіологічна (другий шар) – допомагає людині вибрати собі ті чи інші фрагменти архітектурного середовища.

3. Розроблено критерії оцінки візуальних якостей штучного освітлення відкритих громадських просторів на емоційно-естетичному рівні сприйняття. Для цього рівня сприйняття виділено три функції візуального комфорту. Компенсаторна (третій шар) – допомагає людині досягати емоційної рівноваги. Інтегрувальна (четвертий шар) – створює у сприйнятті людини відчуття гармонійності, цілісності та причетності до навколишнього середовища. Гедоністична (п'ятий шар) – формує почуття естетичного задоволення від споглядання навколишнього, у тому числі й архітектурного середовища.

4. Розроблено критерії оцінки візуальних якостей штучного освітлення відкритих публічних просторів на образно-художньому рівні. Для цього рівня сприйняття виділено чотири функції візуального комфорту. Культурна (шостий шар) – відповідає за формування культурно-стильових зразків особистості. Соціальної пам'яті (сьомий шар) – формування візуальних акцентів, що виділяють історично значущі об'єкти архітектурної середовища. Пізнавальна (восьмий шар) – мінлива тканина суспільних просторів, що постійно оновлюється. Потужний стимулом розвитку туризму та бренду міста. Етична

(дев'ятий шар) – формує етичні норми освітленості.

5. Розроблено принципи ієрархічної побудови шарів геоінформаційних систем відповідно до функцій візуального комфорту штучного освітлення відкритих

громадських просторів. У своїй сукупності це дозволяє створити модель шарів GIS, які на новому рівні допоможуть аналізувати та проектувати візуально комфортне освітлення відкритих громадських просторів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Gibbons R. B., Edwards C. J. Review of disability and discomfort glare research and future direction. *18th Biennial TRB Visibility Symposium [United States]* (April 17–19, 2007). College Station TX, United States, 2007. URL: [https://www.researchgate.net/publication/228337685\\_A\\_Review\\_of\\_Disability\\_and\\_Discomfort\\_Glare\\_Research\\_and\\_Future\\_Direction](https://www.researchgate.net/publication/228337685_A_Review_of_Disability_and_Discomfort_Glare_Research_and_Future_Direction) (дата звернення: 15.01.2024).
2. Lin Y., Liu Y., Sun Y., Zhu X., Lai J., Heynderickx I. Model predicting discomfort glare caused by LED road lights. *Opt Express*. 2014. № 22 (15). Pp. 18056–18071. URL: <https://doi.org/10.1364/OE.22.018056> (date of access: 11.01.2024). (Назва з екрану).
3. Tyukhova Y. Discomfort glare from small, high luminance light sources in outdoor nighttime environments : Architectural Engineering Dissertations and Student Research. Lincoln, Nebraska, 2015. 296 p.
4. Motta M. American Medical Association Statement on Street Lighting. *Journal of American Association of Variable Star Observers*. 2018. Vol. 46, № 2. Pp. 193.
5. Zielinska-Dabkowska K. Urban lighting masterplan – origins, definitions, methodologies and collaborations. *Urban Lighting for People : Evidence-Based Lighting Design for the Built Environment*. Ed. by N. Davoudian. RIBA Publishing, 2019. Pp. 18–41.
6. Sanjana S., Guy B.-Y., Boix X. Minimal Images in Deep Neural Networks : Fragile Object Recognition in Natural Images. International Conference on Learning Representations New Orleans, Louisiana, United States, Feb. 8, 2019. ICLR, 2019. URL: [https://www.researchgate.net/publication/331208131\\_Minimal\\_Images\\_in\\_Deep\\_Neural\\_Networks\\_Fragile\\_Object\\_Recognition\\_in\\_Natural\\_Images#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/331208131_Minimal_Images_in_Deep_Neural_Networks_Fragile_Object_Recognition_in_Natural_Images#fullTextFileContent) (дата звернення: 12.01.2024). (Назва з екрану).
7. Mill J. S. A System of Logic : Ratiocinative and Inductive. University Press of the Pacific, 2002. 644 p.
8. Schwandt T. A. Farewell to Criteriology. *Qualitative Inquiry*. 1996. Vol. 2, № 1. Pp. 58–72. URL: <https://doi.org/10.1177/107780049600200109> (дата звернення: 15.01.2024). (Назва з екрану).
9. Kolcaba K. Comfort Theory and Practice : a vision. for Holistic Health Care and Research. Springer Publishing Company, 2002. 288 p.
10. Dodge R., Daly A. P., Huyton J., Sanders L. D. Challenge of defining wellbeing. *International Journal of Wellbeing*. 2012. № 2 (3). Pp. 222–235. URL: <https://doi.org/10.5502/ijw.v2i3.4> (дата звернення: 12.01.2024). (Назва з екрану).
11. Waldman G. Introduction to light: physics of light, vision, and color. (Dover Books on Physics). Courier Corporation, 2002. 228 p.
12. Sholanke A. B., Fadesere O., Elendu D. The Role of Artificial Lighting in Architectural Design : a literature review. *International Conference on Energy and Sustainable Environment*. (Oct. 10–14, 2021). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/665/1/012008> (дата звернення: 12.01.2024). (Назва з екрану).
13. Rozman C. M. Sustainable City Lighting Impact and Evaluation Methodology of Lighting Quality from a User Perspective. *Sustainability*. 2021. № 13. P. 3409. URL: <https://doi.org/10.3390/su13063409> (дата звернення: 15.01.2024). (Назва з екрану).
14. Johansson M., Rosén M., Küller R. Individual factors influencing the assessment of the outdoor lighting of an urban footpath. *Lighting Research & Technology*. 2011. Vol. 43, № 1. Pp. 31–43. URL: <https://doi.org/10.1177/1477153510370757> (дата звернення: 10.01.2024). (Назва з екрану).
15. Tavares P., Ingi D., Araújo L., Pinho P., Bhusal P. Reviewing the Role of Outdoor Lighting in Achieving Sustainable Development Goals. *Sustainability*. 2021. № 13. Pp. 12657. URL: <https://doi.org/10.3390/su132212657> (дата звернення: 12.01.2024). (Назва з екрану).

### REFERENCES

1. Gibbons R.B. and Edwards C.J. Review of disability and discomfort glare research and future direction. 18th Biennial TRB Visibility Symposium [United States], April 17–19, 2007, College Station TX, United States, 2007. URL: [https://www.researchgate.net/publication/228337685\\_A\\_Review\\_of\\_Disability\\_and\\_Discomfort\\_Glare\\_Research\\_and\\_Future\\_Direction](https://www.researchgate.net/publication/228337685_A_Review_of_Disability_and_Discomfort_Glare_Research_and_Future_Direction).
2. Lin Y., Liu Y., Sun Y., Zhu X., Lai J. and Heynderickx I. Model predicting discomfort glare caused by LED road lights. *Opt Express*. 2014, no. 22 (15), pp. 18056–18071. URL: <https://doi.org/10.1364/OE.22.018056>

3. Tyukhova Y. Discomfort glare from small, high luminance light sources in outdoor nighttime environments : Architectural Engineering Dissertations and Student Research. Lincoln, Nebraska, 2015, 296 p.
4. Motta M. American Medical Association Statement on Street Lighting. Journal of American Association of Variable Star Observers. 2018, vol. 46, no. 2, p. 193.
5. Zielinska-Dabkowska K. Urban lighting masterplan – origins, definitions, methodologies and collaborations. Urban Lighting for People : Evidence-Based Lighting Design for the Built Environment. RIBA Publ., 2019, pp. 18–41.
6. Sanjana S. Minimal Images in Deep Neural Networks : Fragile Object Recognition in Natural Images. International Conference on Learning Representations. New Orleans, Louisiana, United States, Feb. 8, 2019, ICLR, 2019. URL: [https://www.researchgate.net/publication/331208131\\_Minimal\\_Images\\_in\\_Deep\\_Neural\\_Networks\\_Fragile\\_Object\\_Recognition\\_in\\_Natural\\_Images#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/331208131_Minimal_Images_in_Deep_Neural_Networks_Fragile_Object_Recognition_in_Natural_Images#fullTextFileContent)
7. Mill J.S. A System of Logic : Ratiocinative and Inductive. University Press of the Pacific, 2002, 644 p.
8. Schwandt T.A. Farewell to Criteriology. Qualitative Inquiry. 1996, vol. 2, no. 1, pp. 58–72. DOI: 10.1177/107780049600200109.
9. Kolcaba K. Comfort Theory and Practice : a vision for Holistic Health Care and Research. Springer Publishing Company, 2002, 288 p.
10. Dodge R., Daly A.P., Huyton J. and Sanders L.D. Challenge of defining wellbeing. International Journal of Wellbeing. 2012, no. 2 (3), pp. 222–235. DOI: 10.5502/ijw.v2i3.4.
11. Waldman G. Introduction to light: physics of light, vision, and color. Dover Books on Physics. Courier Corporation, 2002, 228 p.
12. Sholanke A.B., Fadesere O. and Elendu D. The Role of Artificial Lighting in Architectural Design : a literature review. International Conference on Energy and Sustainable Environment, Oct. 10-14, 2021, IOP Conference Series : Earth and Environmental Science, 2021. DOI: 10.1088/1755-1315/665/1/012008.
13. Rozman C.M. Sustainable City Lighting Impact and Evaluation Methodology of Lighting Quality from a User Perspective. Sustainability. 2021, no. 13, p. 3409. DOI: 10.3390/su13063409.
14. Johansson M., Rosén M. and Küller R. Individual factors influencing the assessment of the outdoor lighting of an urban footpath. Lighting Research & Technology. 2011, vol. 43, no. 1, pp. 31–43. DOI: 10.1177/1477153510370757.
15. Tavares P., Ingi D., Araújo L., Pinho P. and Bhusal P. Reviewing the Role of Outdoor Lighting in Achieving Sustainable Development Goals. Sustainability. 2021, no. 13, p. 12657. DOI: 10.3390/su132212657.

Надійшла до редакції: 01.04.2024.