МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему: **«ІННОВАЦІЙНІ ПРИЙОМИ ФОРМУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ МЕДІА-АРІТЕКТУРИ»**

Виконав: магістрант 2 курсу, група 8.1923-мопа-дн
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
освітньо-професійної програми
«Містобудування та об'ємно-просторова архітектура»

Назіров Олександр Миколайович

Керівник: доцент кафедри міського будівництва і архітектури, канд. техн. наук **А.В. Банах**

Рецензент: професор кафедри міського будівництва і архітектури, доктор архітектури **Г.О. Осиченко**

Запоріжжя
2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра Міського будівництва і архітектури
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
(другий (магістерський) рівень)
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва)
Освітня програма «Містобудування та об'ємно-просторова архітектура»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
завідувач кафедри *міського будівництва і архітектури*
доцент А.В. Банах
"01" 10 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Назірову Олександру Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи «Інноваційні прийоми формування інтерактивних будівель із використанням засобів медіа -архітектури»

Науковий керівник роботи доц., к.т.н., Банах Андрій Вікторович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від "*30*" *09* 2024 року № *1486-с*

2. Термін подання студентом кваліфікаційної роботи *лютий 2025 р.*

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи *Актуальність обраного напрямку досліджень, перспективи впровадження майбутніх теоретичних та практичних досягнень, мета роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень, предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень, значимість у сучасному житті, можливості розвинення проблематики досліджень.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *дослідити інноваційні прийоми формування інтерактивних будівель із використанням засобів медіа-архітектури, розглянути технічні та естетичні аспекти медіа-архітектури. Навести практичні приклади впровадження.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Від восьми графічних аркушів із результатами аналітичних обґрунтувань наукового напряму досліджень, результатами практичних досліджень, доказами оптимальності запропонованих проєктних рішень.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магістра

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Банах А.В., к.т.н., доц.		
Розділ 2	Банах А.В., к.т.н., доц.		
Розділ 3	Банах А.В., к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання 01.10.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ПОНЯТТЯ ІНТЕРАКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ТА МЕДІА-АРХІТЕКТУРИ	1 грудня	
2	ІННОВАЦІЙНІ ПРИЙОМИ У ФОРМУВАННІ ІНТЕРАКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ	1 січня	
3	ТЕХНІЧНІ ТА ЕСТЕТИЧНІ АСПЕКТИ МЕДІА-АРХІТЕКТУРИ	1 лютого	
4	Попередній захист	10 лютого	

Студент _____ Назіров О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проєкту) _____ Банах А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Гребенюк І.В.
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Назіров О.М. Інноваційні прийоми формування інтерактивних будівель із використанням засобів медіа-архітектури.

Кваліфікаційна робота для здобуття другого ступеня вищої освіти за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Банах А.В. Інженерний науково-навчальний інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету, кафедра міського будівництва і архітектури, 2025.

У сучасному архітектурному просторі інтерактивні будівлі стають ключовим елементом міського середовища, поєднуючи передові технології та дизайн. Використання медіа-архітектури дозволяє створювати динамічні фасади, які змінюються залежно від зовнішніх факторів та взаємодіють із користувачами.

У дослідженні розглядаються інноваційні прийоми формування інтерактивних будівель, зокрема застосування медіафасадів, LED-технологій, доповненої та віртуальної реальності, а також алгоритмічного проектування.

Аналізуються сучасні методи інтеграції цифрових технологій у архітектуру та їхній вплив на естетичні, функціональні й соціальні аспекти міського середовища. Окрема увага приділяється можливостям адаптивних фасадних систем, що реагують на зміну освітлення, кліматичні умови та активність користувачів. Інноваційні рішення в медіа-архітектурі відкривають нові перспективи для створення розумних, екологічно ефективних та естетично привабливих будівель майбутнього.

Ключові слова: ІНТЕРАКТИВНІ БУДІВЛІ, ІННОВАЦІЙНІ ПРИЙОМИ, МЕДІА-АРХІТЕКТУРА, МЕДІАФАСАДИ, LED-ТЕХНОЛОГІЇ, МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ

ABSTRACT

Nazirov O. Innovative Methods of Forming Interactive Buildings Using Media Architecture Tools.

Qualifying final work for obtaining a higher education master's degree in specialty 192 Construction and civil engineering, scientific supervisor is A. Banach, Zaporizhzhya National University, Y.M Potebnya Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Urban Construction and Architecture, 2025.

In today's architectural space, interactive buildings are becoming a key element of the urban environment, combining advanced technology and design. Using media architecture allows you to create dynamic facades that change depending on external factors and interact with users.

The research examines innovative methods of forming interactive buildings, including the use of media facades, LED technologies, augmented and virtual reality, as well as algorithmic design.

Modern methods of integrating digital technologies into architecture and their impact on aesthetic, functional and social aspects of the urban environment are analyzed. Particular attention is paid to the capabilities of adaptive facade systems that respond to changes in lighting, climatic conditions and user activity. Innovative solutions in media architecture open new perspectives for creating smart, environmentally efficient and aesthetically attractive buildings of the future.

Keywords: INTERACTIVE BUILDINGS, INNOVATIVE PRACTICES, MEDIA ARCHITECTURE, MEDIA FACADES, LED TECHNOLOGIES, URBAN ENVIRONMENT

ЗМІСТ

ВСТУП..... 6

1 ПОНЯТТЯ ІНТЕРАКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ТА МЕДІА-АРХІТЕКТУРИ 9

1.1 Визначення інтерактивних будівель …..... 9

1.2 Суть і роль медіа-архітектури в сучасному дизайні …….. 14

1.3 Інтерактивність у створенні сучасного міського простору ….. 17

2 ІННОВАЦІЙНІ ПРИЙОМИ У ФОРМУВАННІ ІНТЕРАКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ …… 23

2.1 Інтеграція адаптивних технологій у будівлі …….. 23

2.2 Гармонізація медіа-архітектури з навколишнім середовищем.. 32

2.3 Сучасні технології освітлення та медіа-архітектури …….. 38

3 ТЕХНІЧНІ ТА ЕСТЕТИЧНІ АСПЕКТИ МЕДІА-АРХІТЕКТУРИ….. 45

3.1 Естетичне значення динамічних фасадів …… 45

3.2 Інформаційно-комп’ютерні технології у створенні інтерактивного середовища архітектурних об’єктів ……. 53

3.3 Особливості створення інтерактивних будівель за допомогою засобів медіа-архітектури …….. 62

ВИСНОВКИ.……..... 71

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..……..... 72

ВСТУП

Актуальність проблеми. Сучасний розвиток міст вимагає нових підходів до архітектурного проєктування, спрямованих на створення інтерактивних будівель, здатних адаптуватися до змін середовища та взаємодіяти з людьми. У цьому контексті медіа-архітектура відіграє важливу роль, поєднуючи передові цифрові технології з традиційними архітектурними формами. Використання інтерактивних фасадів, LED-панелей, сенсорних систем, доповненої та віртуальної реальності дозволяє не лише покращити естетичний вигляд будівель, а й забезпечити їхню функціональність, енергоефективність та комунікативність.

Попри значний прогрес у розвитку медіа-архітектури, в Україні досі бракує системного підходу до інтеграції цифрових технологій у будівництво та міське планування. Відсутність нормативної бази, недостатня обізнаність фахівців і висока вартість технологій уповільнюють процес впровадження інноваційних рішень.

Дослідження інноваційних прийомів формування інтерактивних будівель є актуальним, оскільки сприяє розробці ефективних методів застосування медіа-архітектури, що дозволить покращити комфорт, екологічність і технологічний рівень сучасного міського середовища. Інтеграція цих рішень у практику архітектурного проєктування сприятиме підвищенню привабливості міських просторів, розвитку креативних індустрій та формуванню «розумних» міст майбутнього.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Випускна робота виконана відповідно з планами науково-дослідних робіт кафедри міського будівництва і архітектури Запорізького національного університету. В основу роботи покладено теоретичні дослідження та практичні розробки щодо впровадження інноваційних прийомів формування інтерактивних будівель із використанням засобів медіа-архітектури.

Метою роботи є дослідження інноваційних прийомів формування інтерактивних будівель із використанням засобів медіа-архітектури.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачене рішення наступних задач:

– проаналізувати сучасні тенденцій у розвитку інтерактивної архітектури – дослідження новітніх підходів до проєктування будівель із використанням засобів медіа-архітектури;

– визначити можливості застосування LED-фасадів, інтерактивних екранів, сенсорних систем, доповненої та віртуальної реальності в архітектурному середовищі;

– дослідити вплив медіа-архітектури на міський простір – аналіз соціальних, естетичних і функціональних аспектів інтерактивних будівель у контексті сучасного урбаністичного середовища;

– обґрунтувати перспективи розвитку інтерактивних будівель – прогнозування майбутніх напрямів досліджень та можливостей застосування медіа-архітектури в умовах урбанізації та цифрової трансформації міст.

Об'єкт дослідження – процеси формування інтерактивних будівель із використанням засобів медіа-архітектури, зокрема цифрових технологій, інтерактивних фасадів, світлодіодних екранів, сенсорних систем та інших інноваційних рішень, що забезпечують взаємодію будівель із міським середовищем і користувачами.

Предмет дослідження – інноваційні прийоми та технології, що використовуються при формуванні інтерактивних будівель, зокрема засоби медіа-архітектури, їх вплив на естетику, функціональність і взаємодію будівлі з міським середовищем та користувачами.

Джерела дослідження. Під час дослідження теми були використані наукові статті в періодичних виданнях, монографії, дисертаційні рукописи, збірки тез доповідей науково-практичних конференцій, інтернет-ресурси наукових електронних бібліотек.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає у можливості використання інноваційних прийомів формування інтерактивних будівель для покращення функціональності, естетики та комунікативних можливостей міського середовища.

Особистий внесок автора полягає в проведенні комплексного дослідження інноваційних прийомів формування інтерактивних будівель із використанням засобів медіа-архітектури, а також у розробці практичних рекомендацій щодо їхнього застосування в архітектурному проєктуванні.

Основні аспекти особистого внеску:

– аналіз сучасних технологій медіа-архітектури та їх впливу на формування інтерактивного середовища;

– систематизація інноваційних методів інтеграції медіа-архітектурних елементів у будівлі різного призначення;

– розробка підходів до підвищення функціональності та енергоефективності інтерактивних фасадів та медіа-систем;

– визначення ролі інтерактивних будівель у формуванні сучасного міського простору та їхнього впливу на комфортність середовища;

– обґрунтування перспектив розвитку медіа-архітектури в умовах цифрової трансформації міст.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається з вступу, трьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 75 сторінках, містить 22 рисунка. Для написання даної роботи використано 33 літературних джерела.

1 ПОНЯТТЯ ІНТЕРАКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ ТА МЕДІА-АРХІТЕКТУРИ

1.1 Визначення інтерактивних будівель

Інтерактивні будівлі – це архітектурні об'єкти, які використовують сучасні технології для забезпечення активної взаємодії з людьми та навколишнім середовищем. Вони поєднують динамічні фасади, адаптивні елементи, цифрові екрани, сенсори та інші інноваційні рішення для створення унікального користувацького досвіду.

Головна ідея інтерактивних будівель полягає у використанні інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для забезпечення зворотного зв'язку між будівлею та її користувачами. Завдяки цьому архітектура стає не просто статичним елементом простору, а активним учасником міського життя.

Інтерактивність – це принцип побудови системи, за якого досягнення мети забезпечується завдяки активному інформаційному обміну між елементами цієї системи. Вона передбачає взаємодію, що базується на обміні даними, зворотному зв'язку та адаптації елементів один до одного для оптимального досягнення результатів [1].

Елементами інтерактивності є всі складові взаємодіючої системи, які забезпечують зв'язок і взаємодію з іншою системою – людиною (користувачем). Інтерактивність визначається як здатність інформаційно-комунікаційної системи активно, швидко та адекватно реагувати на дії користувача, створюючи зручний та інтуїтивний спосіб обміну інформацією. Ця властивість свідчить про наявність у системи ознак інтелекту, що робить її "розумною" та функціонально гнучкою.

Крім того, інтерактивність можна розглядати як можливість людини безпосередньо взаємодіяти з мультимедійними даними, використовуючи інноваційні технології, що забезпечують зворотний зв’язок у режимі реального часу, рис. 1.1 – 1.2.

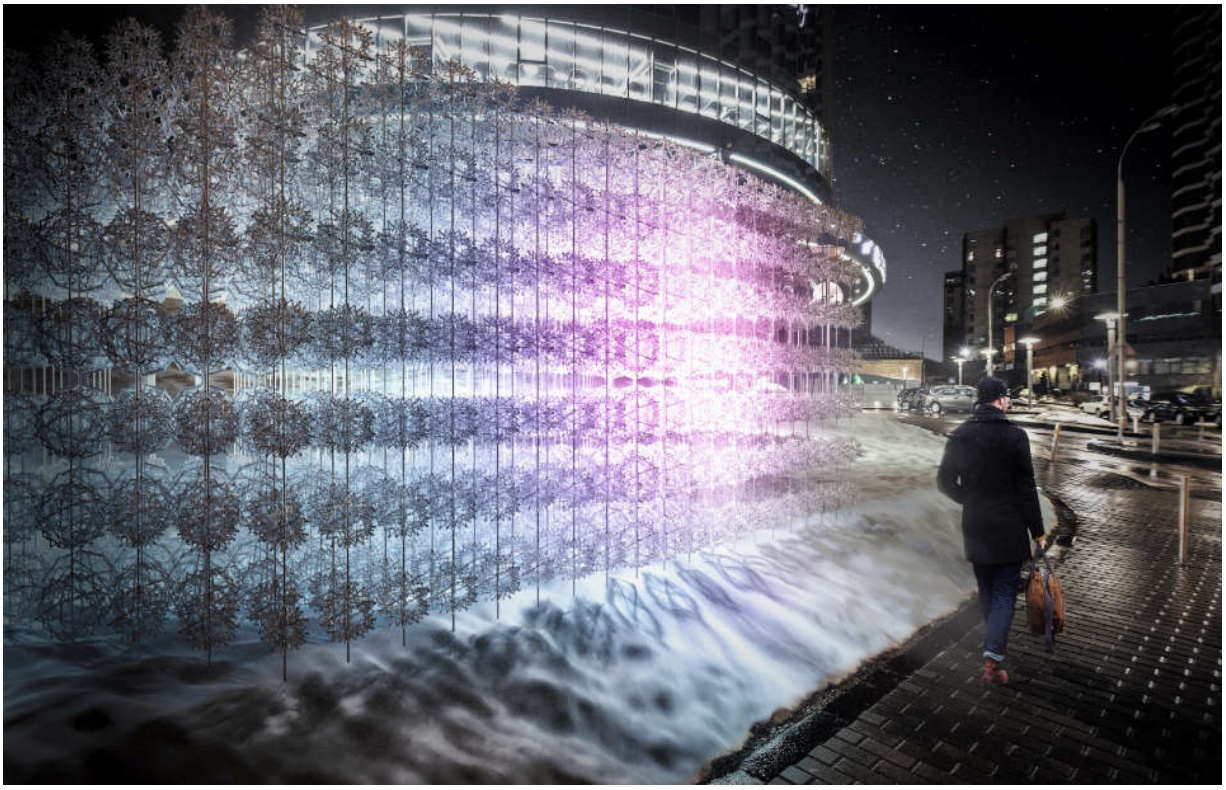


Рисунок 1.1 – Інтерактивна інсталяція [3]



Рисунок 1.2 – Інтерактивна інсталяція у режимі реального часу [3]

https://aranchii.com/ua/blog/ubiquitous/

Інтерактивні інструменти сприяють формуванню зручного та безпечного міського простору, де жителі можуть впливати на навколишнє середовище та виражати свої потреби [2].

UbIQuitos – це концепція кінематичної інтерактивної інсталяції для бізнес-центру IQ у Києві, розроблена як конкурсна пропозиція. Ця конструкція виступає тривимірним дзеркалом, яке відображає рух пішоходів і автівок, активно взаємодіючи з навколишнім середовищем. Використовуючи механічні трансформації та зміни кольорів, інсталяція реагує на місцеву активність, створюючи динамічний та емоційно насичений простір. Такий підхід дозволяє органічно інтегрувати технології в міський ландшафт, надаючи бізнес-центру новий рівень інтерактивності та естетичної виразності.

Проєкт також грунтується на принципах механіки сфери Хобермана, яка має здатність змінювати свій розмір, розширюючись або звужуючись в залежності від розташування людини. Таким чином, взаємодія з людьми виражається через зміни розміру сфер і колірного підсвічування, що дозволяє створити динамічний зв'язок між користувачем та інсталяцією.

Кожна з цих сфер виступає як тривимірний піксель, або воксель, що дозволяє не лише створювати двомірні зображення, але й враховувати третю координату, відкриваючи нові можливості для передачі просторової інформації та створення об'ємних ефектів. Це забезпечує більш глибоке й детальне відображення змін у навколишньому середовищі, що дозволяє інсталяції бути не лише візуальною, а й інтерактивною частиною міського ландшафту [3].

Інсталяція також має додатковий режим роботи: після зчитування людських силуетів вона припиняє виконувати функцію дзеркала і активує штучний інтелект. Від цього моменту тривимірні проекції починають взаємодіяти між собою без участі людини. Таким чином, хоча людина впливає на вхідні параметри системи, вона не може повністю зрозуміти, що відбувається далі. Її силует стає каталізатором для численних, часто непередбачуваних реакцій і взаємодій, які розгортаються в системі. Це створює ефект, подібний до великого вибуху, що дає початок нескінченній кількості нових світів і

взаємозв’язків, залучаючи людину у безперервний процес взаємодії, де вона стає частиною більш масштабної, автономної системи.

Такі будівлі створюють унікальний художній образ міста та сприяють формуванню нових об’ємно-просторових структур, які стають невід'ємною частиною сучасного міського середовища. Упродовж останніх десятиліть зовнішній вигляд міст зазнає значних трансформацій під впливом новітніх технологій, стилістичних експериментів, а також сучасних архітектурних і містобудівних концепцій [4].

У результаті з областей мистецтва, науки та інноваційних технологій в архітектурний простір міст інтегруються предметні прояви творчої діяльності людини. Вони формують нові просторові та структурні єдності, які є динамічними й адаптивними, трансформуючи архітектурний вигляд міста. Це сприяє формуванню "живих" смислових полів міського середовища, що безперервно взаємодіють із мешканцями, відображаючи їхні потреби, культурні цінності та прогресивні ідеї.

Такі зміни дозволяють не лише оновити міську інфраструктуру, а й розширити функціональність архітектурного середовища, забезпечуючи гармонійний розвиток міст у контексті сучасних викликів та запитів суспільства [5].

Таким чином, інтерактивні будівлі – це середовищні об’єкти, які поєднують у собі передові технології для реалізації різних функціональних процесів життєдіяльності населення в міському просторі. Їхня об’ємно-просторова структура включає використання мультимедійних технологій, адаптивних і трансформованих інтер’єрних систем, а також роботизованих архітектурних рішень. Такі будівлі не лише пристосовуються до потреб користувачів, але й сприяють створенню комфортного, екологічного та інноваційного середовища, що відповідає вимогам сучасного суспільства.

Усе це свідчить про те, що явище використання інформаційного середовища міста як інструмента архітектурного і середовищного формоутворення все більш поширюється у світі та стає майже

загальноприйнятим. Отже, актуальність створення інтерактивних будівель у міському середовищі не викликає сумнівів. Крім того, нове медіа-поле урбаністичного оточення змінює природу архітектури, роблячи її динамічною, змінюючи її традиційну характеристику – статику. Архітектура будівель усе більше пов'язується з міським середовищем, забезпечуючи взаємодію відкритого і закритого простору. Інформаційна функція архітектурного об'єкта стає не менш значущою, ніж його функціональна програма й об'ємно-просторова композиція.

Основні характеристики інтерактивних будівель:

– динамічність – будівлі змінюють зовнішній вигляд або функції залежно від зовнішніх факторів, таких як освітлення, погода чи активність людей;

– адаптивність – інтерактивні елементи пристосовуються до потреб користувачів у режимі реального часу;

– взаємодія: інтегровані сенсори, камери та інші пристрої дозволяють будівлі реагувати на дії людей або сигнали з оточення;

– екологічність – багато інтерактивних будівель використовують енергоефективні технології, знижуючи споживання ресурсів.

Компоненти інтерактивних будівель:

– інтерактивні фасади – використання світлодіодних панелей, проєкцій або інших візуальних засобів для відображення інформації або створення динамічного вигляду;

– сенсорні системи – виявлення руху, температури, шуму та інших показників, що впливають на функціонування будівлі;

– інформаційні платформи – взаємодія з користувачами через мобільні додатки, віртуальну реальність або інші цифрові інструменти.

Інтерактивні будівлі відіграють ключову роль у розвитку сучасної архітектури, поєднуючи передові технології, функціональність та естетику. Вони створюють нові можливості для взаємодії людей з міським простором, покращуючи якість життя та формуючи інноваційний образ міст майбутнього .

1.2 Суть і роль медіа-архітектури в сучасному дизайні

Медіа-архітектура є важливим напрямом сучасного дизайну, що поєднує традиційні архітектурні принципи з новітніми медіа-технологіями. Вона створює взаємодію між фізичним простором та віртуальним середовищем, активно використовуючи цифрові та мультимедійні технології для зміни та трансформації архітектурних форм і функцій. Медіа-архітектура не просто прикрашає будівлі, а й вносить інноваційні елементи інтерактивності, взаємодії з користувачем та змінює спосіб сприйняття міського середовища.

Медіа-архітектура поєднує в собі фізичну архітектуру та інформаційні технології. Вона включає в себе не тільки інтерактивні екрани, світлові інсталяції або відео-проекції, але й системи, які дозволяють змінювати будівельні елементи, адаптуючи їх під зовнішні умови або запити користувачів. Така інтеграція дає можливість створювати гнучкі, живі простори, що постійно змінюються залежно від часу доби, погодних умов або соціальної активності. Медіа-архітектура може бути реалізована як через використання великих світлових панелей, так і через інші цифрові технології, такі як проекції, сенсори руху, звукові системи та інші форми інтерактивності [6].

Сьогодні люди живуть у епоху глобалізації, коли роль зовнішніх чинників стає все більш важливою, а потреби суспільства в умовах швидких змін постійно еволюціонують. У зв’язку з цим набувають актуальності нові методи будівництва, де пошук архітектурної форми орієнтується на врахування змін у вимогах суспільства. Ці методи дозволяють передбачати адаптацію та трансформацію об'єктів залежно від їх функціональної значущості та змін у навколишньому середовищі.

Архітектура досі сприймається як завершений об’єкт, що має сталі межі і форми. Попри появу новітніх будівельних технологій, інноваційних матеріалів і підходів, архітектурні об’єкти залишаються переважно статичними. Це вказує на необхідність перегляду традиційних концепцій і розробки більш гнучких,

адаптивних рішень, які могли б реагувати на зміни в умовах навколишнього середовища та потребах людини.

Сучасні архітектурні підходи повинні враховувати не тільки естетичні та функціональні вимоги, але й здатність будівель до змін у часі. Це дозволить створювати середовище, яке активно взаємодіє з користувачами та адаптується до швидко змінюваного світу, забезпечуючи комфорт і ефективність у довгостроковій перспективі.

Сучасна архітектура набуває нової ролі як носій інформації, завдяки активній взаємодії з навколишнім середовищем. Вона відображає потоки інформації та органічно вписується в простір, взаємодіючи як із зовнішнім, так і з внутрішнім середовищем будівлі.

Ключовою особливістю сучасної архітектури є просторова свобода, що проявляється не тільки в зовнішньому вигляді будівлі, але й у її внутрішньому просторі. Ця свобода дозволяє створювати простір, що постійно змінюється та адаптується залежно від взаємодії з людьми. Через використання віртуальних та технологічних прийомів, будівля може деформуватися, змінювати свої характеристики та функції.

Будівля стає активною інсталяцією, де численні елементи і вузли постійно взаємодіють з іншими керувальними системами, користувачами та навколишнім середовищем. Це дозволяє створювати динамічні архітектурні об'єкти, які не лише відповідають на потреби користувачів, але й активно реагують на зміни навколишнього світу, роблячи міське середовище більш інтерактивним і технологічно розвиненим.

Інтерактивні будівлі виконують не лише утилітарну функцію, але й стають осередком соціальної активності. Вони сприяють:

– естетичному розвитку – унікальний дизайн таких будівель стає архітектурною домінантою міста;

– покращенню комунікацій – інформаційні фасади можуть транслювати важливі повідомлення чи рекламні матеріали;

– формуванню інноваційного іміджу міста: інтерактивна архітектура демонструє технологічний прогрес регіону.

Роль медіа-архітектури в сучасному дизайні. Інтерактивність і залучення користувачів – однією з головних особливостей медіа-архітектури є її здатність залучати користувачів до активної взаємодії з простором. Медіа-архітектура надає можливість кожному перехожому або мешканцю будівлі взаємодіяти з навколишнім середовищем через сенсорні технології, зміни кольорів, форм або інформації, що відображається на поверхнях будівель. Це дозволяє створювати більш персоналізовані та динамічні простори, що відповідають на потреби людей у режимі реального часу [7].

Трансформація простору та функціональність. Медіа-архітектура допомагає зробити простір більш адаптивним і функціональним. Наприклад, будівля може змінювати свою зовнішність або функцію залежно від потреб користувачів або часу доби. Взаємодія з такими системами може включати в себе зміну освітлення, інформування про події, або навіть зміну зовнішнього вигляду фасаду залежно від атмосфери, яку хочеться створити.

Естетичний аспект. Медіа-архітектура також сприяє розвитку нових естетичних напрямів у дизайні. Вона дозволяє створювати простори, які поєднують мистецтво, технології та функціональність. За допомогою медіа-систем архітектори можуть не лише візуально змінювати будівлю, а й створювати унікальні аудіо-візуальні композиції, які інтегруються в архітектурну форму.

Інтеграція з міським середовищем. Медіа-архітектура відіграє важливу роль у розвитку сучасних міст. Вона дозволяє впроваджувати нові технології в інфраструктуру міст, надаючи можливість для створення більш інтерактивного та інтелектуального середовища. Це можуть бути інсталяції на фасадах будівель, які взаємодіють з містом, або інтерфейси, що змінюють місто в реальному часі, враховуючи потреби його мешканців.

Екологічність і стійкість. Однією з ключових переваг медіа-архітектури є її здатність сприяти сталому розвитку та екологічному дизайну. Використання

енергоефективних технологій, таких як світлодіодні екрани, може допомогти зменшити енергоспоживання в міських просторах. Крім того, медіа-архітектура може сприяти покращенню умов навколишнього середовища, наприклад, шляхом інтеграції елементів природи або створення "розумних" будівель, що адаптуються до змін клімату.

Медіа-архітектура займає важливе місце в сучасному дизайні завдяки своїй здатності поєднувати технології, естетику та функціональність. Вона створює нові можливості для інтерактивної взаємодії з навколишнім середовищем, надаючи можливість для гнучких і динамічних змін у міських і приватних просторах. Медіа-архітектура не лише змінює зовнішній вигляд будівель, а й відкриває нові шляхи для розвитку інтелектуальних і адаптивних середовищ, які відповідають на запити сучасного суспільства.

1.3 Інтерактивність у створенні сучасного міського простору

Сучасні міста перебувають у стані постійних змін, пов’язаних із урбанізацією, технологічним прогресом та зростанням населення. В умовах таких трансформацій інтерактивність стала важливим елементом у створенні міських просторів. Суть інтерактивності полягає в можливості постійної взаємодії людини з навколишнім середовищем через використання різноманітних технологій. Вона дозволяє не лише покращити зручність та ефективність урбаністичного середовища, а й створює нові можливості для залучення мешканців до активного життя міста. Інтерактивні технології впливають на різні аспекти міського простору, включаючи архітектуру, транспорт, енергоефективність, комунікації та культурну складову.

Інтерактивність міського простору передбачає використання технологій, які дозволяють мешканцям і відвідувачам міста взаємодіяти з навколишнім середовищем через різноманітні пристрої, платформи і датчики. Це можуть

бути сенсори руху, інтерактивні панелі, мобільні додатки, електронні табло, а також інші форми мультимедійних інсталяцій, які реагують на дії людей.

Інтерактивність може проявлятися в кількох аспектах:

– інформаційні системи. Сучасні міста використовують інтерактивні інформаційні системи, які допомагають жителям орієнтуватися в просторі, отримувати актуальні новини та дізнаватися про важливі події. Це можуть бути інформаційні стенди на зупинках транспорту, системи навігації для пішоходів або мобільні додатки, що допомагають знайти найближчі об'єкти, магазини чи медичні заклади.

– інтерактивні архітектурні елементи. Архітектура міста також активно використовує інтерактивні елементи, такі як цифрові фасади, світлові інсталяції, а також інтерфейси, що змінюють вигляд будівель залежно від часу доби або взаємодії з користувачами. Ці технології дозволяють зробити міський простір більш динамічним і привертають увагу мешканців до архітектурних нововведень.

На рисунке 1.3 наведено як фасад використовує динамічне підсвічування для створення унікальних візуальних ефектів. Фасад використовує динамічне підсвічування для створення унікальних візуальних ефектів, які змінюються залежно від часу доби, погодних умов або взаємодії з навколишнім середовищем. Це дозволяє не лише підкреслити архітектурні особливості будівлі, але й інтегрувати її в міський ландшафт, створюючи емоційний зв'язок між об'єктом та його оточенням.

Динамічні світлові сценарії можуть змінюватися відповідно до подій у місті, святкових моментів або навіть реагувати на рух людей чи транспорту, що додає фасаду інтерактивний аспект. Такий підхід не тільки підвищує естетичну привабливість, а й покращує навігацію в урбаністичному середовищі, створюючи нові можливості для взаємодії мешканців і відвідувачів з архітектурним середовищем [8].

На рисунке 1.4 наведена Media-TIC (Барселона) де інноваційна фасадна система будівлі активно керує рівнем освітлення та температури, оптимізуючи

енергоспоживання. Завдяки інтерактивним технологіям вона адаптується до зовнішніх умов, сприяючи комфорту всередині приміщень і зменшенню викидів CO_2.



Рисунок 1.3 – Burj Khalifa (Дубай) [8]

Інтерактивна оболонка будівлі регулює рівень освітлення та температури, забезпечуючи енергоефективність.

Архітектура повинна мати штучний інтелект. Ось так архітектори влилися в когорту людей, які вирішують екологічні проблеми [9].

Навіть важко сказати, на що схожий фасад будівлі. Тому що частково фасад будівлі покритий бульбашками із важковимовного матеріалу етилентетрафторетилену (ETFE). Цікаво, що ці елементи можуть робити фасад прозорим чи непрозорим. Я не знаю, коли ви побачите будівлю ТІЦ, і чи буде фасад матовим або прозорим, рис. 1.5.

Крім того, "подушки" можуть надуватися і здуватися. Все це допомагає уникнути перегріву будівлі в періоди максимального тепла і називається діафрагма з ETFE.

Але ця система може керувати потоками повітря по всьому фасаду. М'які панело наповнені азотом та олією, які й створюють сонцезахисний "хмарний крем", рис. 1.5.

Дах будівлі є садом. Тут зе знаходиться і фотоелектричне покриття. А дощова вода збирається у спеціальний резервуар. Що стосується кондиціювання повітря, Media-TIC підключено до районної енергоефективної мережі Districlima. Температуру, освітлення, вологість та тиск регулюють понад 300 сенсорів [9].

Будівля ТІЦ-прозорий куб заввишки близько 40 метрів. Media-TIC має 14 000 м² площ. Ця будівля з 9 поверхів служить "інкубатором" інформаційних та комунікаційних технологій. Наприклад, у "Cibernàrium" відбувається навчання найбільш затребуваним спеціальностям у галузі IT технологій.

Інтерактивність також відіграє важливу роль у сфері транспорту. Системи "розумного" міського транспорту можуть змінювати маршрути і час прибуття транспортних засобів в залежності від реального трафіку та потреб користувачів. Мобільні додатки для планування подорожей, інтерактивні табло на зупинках, сенсори для відстеження ситуації на дорогах – всі ці технології сприяють зручності та ефективності міського транспорту.

Інтерактивність може також бути спрямована на вирішення екологічних проблем. Наприклад, системи моніторингу повітря та води, які збирають і відображають дані про стан навколишнього середовища, можуть допомогти в управлінні природними ресурсами і скороченні шкідливих викидів. Інтерактивні системи дозволяють оперативно реагувати на зміни в екологічному стані міста.

Інтерактивні елементи в міському просторі створюють умови для більш активного залучення мешканців до життя міста. Вони дають змогу не лише отримувати інформацію, але й впливати на навколишнє середовище.



Рисунок 1.4 – Media-TIC (Барселона): інноваційна фасадна система будівлі [9]



Рисунок 1.5 – Media-TIC (Барселона): інноваційна фасадна система будівлі [9]

Наприклад, на площах або в парках можуть бути встановлені інтерактивні скульптури чи інсталяції, що змінюють свій вигляд при взаємодії з людьми. Такі елементи сприяють розвитку творчості та культури в місті, а також створюють сприятливі умови для комунікації.

Інтерактивні технології також допомагають людям отримувати важливу інформацію в реальному часі, покращуючи їхню мобільність, безпеку та комфорт. Вони дозволяють мешканцям бути більш поінформованими про стан міського середовища, своєчасно реагувати на зміни та активно впливати на оточення.

Не дивлячись на численні переваги інтерактивних технологій, їх впровадження в міському просторі має низку викликів. Одним із основних є питання безпеки даних, оскільки інтерактивні системи часто залучають збір персональної інформації від мешканців. Важливою проблемою є також енергоспоживання інтерактивних технологій, яке може стати великим навантаженням на міські ресурси, якщо не будуть використовуватися енергоефективні рішення.

Іншою проблемою є необхідність адаптації старих міських інфраструктур до нових технологій. Багато міст мають обмеження у вигляді старих будівель та недостатньо розвинених комунікацій, що ускладнює інтеграцію сучасних технологій.

Перспективи розвитку інтерактивного міського простору. Інтерактивність в міському просторі буде продовжувати розвиватися з використанням нових технологій, таких як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект, великі дані та віртуальна реальність. Ці технології дозволять створювати ще більш адаптивні та персоналізовані середовища, що зможуть реагувати на потреби мешканців у реальному часі.

Міста майбутнього можуть стати не лише фізичними просторами для життя, але й "розумними" екосистемами, які підтримують стійкість, ефективність та інноваційність на кожному етапі свого розвитку.

2 ІННОВАЦІЙНІ ПРИЙОМИ У ФОРМУВАННІ ІНТЕРАКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

2.1 Інтеграція адаптивних технологій у будівлі

Інтерактивність у створенні сучасного міського простору є важливим елементом, який дозволяє підвищити ефективність використання міських ресурсів, покращити якість життя мешканців і створити адаптивне середовище для майбутніх поколінь. Вона відкриває нові можливості для взаємодії з навколишнім світом і для розвитку інтелектуальних технологій, що допомагають вирішувати складні завдання урбанізації, сталого розвитку та соціальної інтеграції.

На сучасному етапі розвиток цифрових технологій та постіндустріального суспільства визначає можливості створення інтерактивних архітектурних споруд. Це сприяє формуванню нової концепції архітектурних об’єктів – медіа-будівель, які поєднують інноваційні технології з динамічним середовищем. Такі споруди вже активно впроваджуються у багатьох розвинених країнах, змінюючи вигляд міських просторів, розширюючи межі взаємодії між людиною та архітектурою та відкриваючи нові перспективи для розвитку урбаністичних середовищ.

Інтерактивні будівлі відіграють ключову роль у розвитку сучасної архітектури, поєднуючи передові технології, функціональність і естетику. Вони змінюють спосіб взаємодії людей із міським середовищем, роблячи його більш динамічним, адаптивним і комфортним. Завдяки інтелектуальним системам управління, такі споруди не лише підвищують енергоефективність і покращують якість життя, але й сприяють формуванню інноваційного образу міст майбутнього. Подальший розвиток інтерактивної архітектури відкриває безмежні можливості для створення «розумних» міських просторів, що гармонійно поєднують екологічність, технологічність і потреби суспільства.

Медіа-архітектура – це тип архітектурних об’єктів, що інтегрують засоби інтерактивного спілкування та взаємодіють із навколишнім середовищем завдяки використанню мультимедійних систем і екранних технологій. Такі будівлі функціонують як динамічні комунікаційні платформи, через які відбувається обмін інформацією між простором, користувачами та цифровими технологіями.

Медіа-будівля може виступати як інструмент візуальної комунікації, коли після завершення її будівництва додаються медіа-екрани, що покращують її впізнаваність і функціональність. Водночас, концепція медіа-архітектури може бути закладена ще на етапі проєктування, коли інтерактивність будівлі стає невід’ємною частиною її структури. У такому випадку вона не лише забезпечує візуальний ефект, а й активно залучає користувачів до взаємодії, створюючи багаторівневий досвід, який може мати художній, соціальний або навіть екологічний вимір. Завдяки цьому медіа-архітектура сприяє трансформації міського середовища, роблячи його більш інтегрованим, адаптивним і технологічно розвиненим [10].

Об’єкти інтерактивної медіа-архітектури відіграють важливу роль у формуванні світлового середовища, сприяючи колірній модуляції простору та підсилюючи його візуальну виразність. Вони дозволяють змінювати сприйняття масштабу архітектурних форм, створюючи ефекти трансформації висоти, ширини та масивності будівель, аж до їхньої візуальної дематеріалізації.

Однією з найпоширеніших форм світлової архітектури є медіа-фасади, що оживляють статичні та монументальні структури завдяки динамічним світловим ефектам. Сучасні концепції архітектурного освітлення ґрунтуються на використанні автоматизованих «інтелектуальних» прожекторів, які забезпечують контрольоване світлове оформлення будівель. Це дозволяє програмно змінювати ілюмінацію без необхідності змінювати саму конфігурацію освітлювальних приладів.

Архітектурні прожектори використовуються для акцентування окремих елементів фасаду, таких як колони, карнизи чи укоси, незалежно від загального колірного фону будівлі. Під час світлових фестивалів або урочистих подій часто застосовуються «рухомі» світлові зображення, символи, логотипи та орнаменти, які проектуються на фасади. Такий прийом, відомий як «відео-маппінг» (video mapping), відкриває нові можливості для створення унікальних візуальних ефектів і підсилює інтерактивність міського середовища.

Міське середовище складається з просторів із різноманітними якісними характеристиками, які формують унікальні силуети та панорами сучасного мегаполісу, особливо в вечірній час. Вдало спроєктоване архітектурно-художнє освітлення не лише акцентує увагу на архітектурних ансамблях і комплексах, а й підкреслює значущість історичних, культурних і релігійних об’єктів міста. Завдяки технологіям медіа-архітектури світло стає потужним інструментом формування міської ідентичності, створюючи нові візуальні сенси та підсилюючи емоційне сприйняття простору [11].

Медіа-архітектура являє собою динамічну модуляцію світлових і кольорових композицій, що інтегруються як на вертикальні та горизонтальні поверхні будівель, так і в інтер’єрні простори. Вона забезпечує змінність візуального образу архітектури, роблячи її більш адаптивною та інтерактивною. Завдяки цьому міський простір отримує нові можливості для комунікації, художнього вираження та інтеграції цифрових технологій у повсякденне життя.

Медіа-фасад – це інтегрований у архітектурний вигляд будівлі дисплей довільного розміру та форми, який слугує засобом візуальної комунікації, транслюючи текстові повідомлення, графіку, анімацію та відео. Він може розміщуватися як на зовнішній поверхні будівлі, так і на внутрішній стороні прозорих фасадів, створюючи ефект доповненої реальності.

Медіа-фасади – це сучасні динамічні конструкції, призначені для відтворення текстової, анімаційної та відеоінформації. Приклади сучасних медіа-фасадів наведені на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Приклади сучасних медіа-фасадів [12]

Вони можуть бути запрограмовані та керовані за допомогою флеш-накопичувача, комп’ютера чи смартфона через дротове або бездротове з'єднання (Wi-Fi). Основне місце встановлення таких систем – фасади будівель і споруд.

Конструкція медіа-фасадів може мати різну геометричну форму, зокрема квадратну, прямокутну або циліндричну, що дозволяє інтегрувати їх у різні архітектурні стилі. Каркас виготовляється з легкого та міцного алюмінію й збирається у модульні кабінетні конструкції, які легко монтуються на фасад і з’єднуються між собою для синхронної роботи.

Сучасні міста активно впроваджують інноваційні технології медіа-архітектури, завдяки чому з’являється дедалі більше інтерактивних будівель із різноманітними варіантами медіа-фасадів. Вони не лише виконують декоративну функцію, а й слугують динамічним інструментом інформаційного наповнення та взаємодії з міським простором. Такі рішення використовуються для створення унікальних візуальних ефектів, формування цифрових арт-об’єктів, проведення масових заходів та інтеграції комерційного й соціального контенту в урбаністичне середовище.

Окрім медіа-фасадів, у структурі інтерактивних будівель широко застосовуються світлокольорові інсоляції, які інтегруються в огороджувальні поверхні, такі як підлога, стіни та стеля. Це дозволяє створювати динамічне середовище, що реагує на рух, зміну освітлення або інші зовнішні фактори, а також збагачує інтер’єрні простори за допомогою інноваційних технологій освітлення [13].

Різноманіття освітлюваних об’єктів – з урахуванням їхнього функціонального призначення, масштабів, архітектурного стилю, періоду забудови та розташування в структурі міста – вимагає індивідуального підходу до розробки медіа-архітектурних рішень. Оптимальне поєднання світлових ефектів і архітектурного задуму дозволяє гармонійно інтегрувати такі технології в міське середовище, зберігаючи баланс між функціональністю та естетикою.

Для створення виразного художнього виду інтерактивної будівлі при розробці, рис. 2.2 її медіа-архітектури необхідно враховувати:

– тип і функціональне призначення об’єкта, що освітлюється;

– його розташування в міській структурі та роль у формуванні загального архітектурного ансамблю;

– композиційні особливості будівлі, зокрема її габарити, архітектурний стиль, пластичну виразність, а також фактуру та колір облицювальних і будівельних матеріалів;

– інтерактивність і динамічність освітлення, яка може змінюватися в залежності від часу доби, подій чи активності користувачів;

– екологічні та енергетичні аспекти, що дозволяють оптимізувати використання ресурсів та зменшити світлове забруднення.



Рисунок 2.2 – Створення виразного художнього виду інтерактивної будівлі [14]

Медіа-фасади мають помірний рівень яскравості, який відрізняється від традиційних світлодіодних екранів. Мінімальна яскравість у 4500 кд/м² забезпечує чітке відображення зображень у нічний час або за похмурої погоди. Однак, для ефектної демонстрації контенту за умов яскравого денного освітлення або під прямими сонячними променями цього показника може бути недостатньо.

На відміну від медіа-фасадів, світлодіодні екрани характеризуються вищою яскравістю – від 6500 кд/м², що гарантує відмінну передачу кольорів та збереження чіткості зображення навіть у сонячну погоду.

Вибір між медіа-фасадом та LED-екраном залежить від цільового використання:

Медіа-фасади більше підходять для інтеграції у фасади будівель, слугуючи частиною їхньої архітектурної концепції, а також забезпечуючи м'яке й гармонійне сприйняття зображень у міському середовищі.

Світлодіодні екрани є ідеальним варіантом для розміщення рекламного контенту, оскільки їхня висока яскравість дозволяє ефективно транслювати відео та графіку за будь-яких умов освітлення.

Сучасні технології дозволяють комбінувати ці два підходи, забезпечуючи баланс між естетикою, функціональністю та енергоефективністю. Інноваційний вид будівель щодо створення виразного художнього виду інтерактивної будівлі наведений на рис. 2.3.

Сучасні технології дають змогу широко застосовувати медіа-фасади та світлодіодні екрани для оформлення фасадів великих бізнес-центрів, торговельно-розважальних комплексів, стадіонів та громадських просторів. Вони не лише виконують рекламну та інформаційну функцію, а й стають невід'ємною частиною сучасної міської естетики, підкреслюючи інноваційний вид будівель.

Інтерактивні медіа-рішення дозволяють:

– приваблювати увагу завдяки динамічним зображенням і яскравим світловим ефектам;

– підвищувати впізнаваність бренду через демонстрацію рекламного контенту, логотипів і візуальних повідомлень;

– створювати унікальний міський ландшафт, адаптуючи підсвічування будівель під конкретні події, сезони або святкові заходи;

– забезпечувати інтерактивність, наприклад, реагуючи на рухи перехожих або зміну погодних умов.



Рисунок 2.3 – Інноваційний вид будівель [15]

Розвиток LED-технологій робить можливим проєктування медіа-архітектури будь-якого масштабу, що сприяє формуванню нової естетики мегаполісів та створенню інноваційного середовища для комфорту жителів і гостей міста.

Комплексний підхід до проєктування інтерактивного освітлення сприяє створенню сучасних міських просторів, що поєднують функціональність, естетику та технологічні інновації.

Методи формування інтерактивних будівель залежать від їхньої типології та архітектурних особливостей. Виділяють три основні групи:

Будівлі зі складною пластикою архітектури. До цієї групи належать об’єкти, що відображають риси таких архітектурних стилів, як класицизм, бароко, готика, ампір, еклектика та ренесанс. Їхні фасади зазвичай містять класичні ордери, барельєфи, скульптурні композиції, колони, ліпнину, портики та антаблементи. Оскільки образ таких будівель сформувався історично та міцно закріпився в суспільній свідомості, найоптимальнішим рішенням для їхньої інтерактивної трансформації є використання заливного освітлення. Це дає змогу імітувати природне денне світло, зберігаючи автентичний вигляд архітектури та підкреслюючи її деталі без надмірного втручання.

Об’єкти сучасної архітектури. До цієї групи входять будівлі, виконані в стилі модернізму, постмодернізму, конструктивізму, деконструктивізму та хай-теку. Вони відзначаються великомасштабністю площин, геометричною незграбністю, превалюванням ліній і форм над об’ємом, а також активною взаємодією з технологічними рішеннями. У таких випадках інтерактивне освітлення може стати важливим елементом архітектурного задуму, доповнюючи будівлю динамічними світловими ефектами, проєкційними технологіями та інтерактивними дисплеями. Використання медіа-фасадів та LED-систем дозволяє створювати змінні зображення, що можуть реагувати на рух, час доби або соціальні події.

Культові споруди. Архітектура релігійних будівель традиційно орієнтована на символізм, сакральність і взаємодію зі світлом як елементом духовного сприйняття. Інтерактивне освітлення таких об’єктів повинно бути виваженим і гармонійним, підкреслюючи головні конструктивні елементи: куполи, арки, вітражі, дзвіниці. Найкращим рішенням є застосування м’якого акцентного підсвічування, що створює атмосферу урочистості та духовної піднесеності, з можливістю інтеграції динамічних ефектів, наприклад, зміни кольору в залежності від релігійних свят або подій.

Додаткові аспекти інтерактивної архітектури. Незалежно від типу будівлі, інтерактивне освітлення повинно:

– відповідати функціональному призначенню об’єкта та його історичному контексту;

– гармонійно інтегруватися в міський простір, уникаючи візуального дисонансу;

– використовувати сучасні енергозберігаючі технології, щоб мінімізувати негативний вплив на довкілля;

– забезпечувати взаємодію з глядачем, створюючи новий рівень комунікації між архітектурою та містянами.

Для об’єктів сучасної архітектури збереження їхнього денного вигляду відіграє другорядну роль. Натомість головним завданням є створення гармонійного поєднання двох різних архітектурних образів — денного та нічного. У деяких випадках ці образи можуть суттєво відрізнятися або навіть повністю змінювати сприйняття будівлі.

2.2 Гармонізація медіа-архітектури з навколишнім середовищем

Створення медіа-об’єктів із врахуванням особливостей людського сприйняття відіграє ключову роль у розробці сучасного міського середовища. Візуальне, емоційне та когнітивне сприйняття людини визначає ефективність медіа-фасадів, інтерактивних екранів та світлових інсталяцій.

Основні аспекти, які впливають на формування медіа-об’єктів:

– масштаб і дистанція огляду – яскравість, контрастність і деталізація контенту повинні відповідати відстані, з якої його сприймає людина;

– динаміка зображення – плавні переходи, ритмічність змін світла та кольору допомагають уникнути перевантаження уваги та сприяють гармонійному сприйняттю;

– колірна гама – теплі й холодні відтінки впливають на емоційний стан глядачів та можуть підсилювати архітектурний образ будівлі;

– контекст середовища – інтеграція медіа-об’єкта у загальну композицію міського простору забезпечує його відповідність культурним, історичним та функціональним особливостям локації;

– інтерактивність – залучення глядачів до взаємодії зі світловими інсталяціями чи цифровими дисплеями робить медіа-об’єкти більш привабливими та унікальними.

Врахування цих факторів дозволяє не лише створювати естетично привабливі та технологічно досконалі медіа-об’єкти, а й гармонійно вписувати їх у міське середовище, збагачуючи візуальну культуру сучасних мегаполісів [13].

Поєднання цифрових технологій з архітектурними формами дає змогу створювати інтерактивні, динамічні й функціональні простори, які взаємодіють з навколишнім середовищем. Проте, ефективна інтеграція медіа-архітектури в міське середовище потребує гармонізації з природним і штучним ландшафтом, культурним контекстом та особливостями сприйняття людини.

Основні принципи гармонізації медіа-архітектури:

– відповідність міському контексту: медіа-об'єкти мають органічно вписуватися в загальну архітектурну концепцію міста, не порушуючи його історичний вигляд і просторову гармонію. У районах з історичною забудовою варто використовувати м'які світлові ефекти, адаптовані до стилістики оточення;

– колірне та світлове балансування: важливим аспектом є підбір колірної гами та рівня яскравості медіа-фасадів. Надмірно яскраві або мерехтливі зображення можуть спричиняти візуальне перевантаження, що негативно впливає на психологічний комфорт мешканців міста;

– інтерактивність та адаптивність: сучасні технології дозволяють створювати медіа-фасади, що змінюють вигляд залежно від часу доби,

погодних умов або кількості людей у просторі. Такі рішення сприяють створенню більш гармонійного середовища, яке реагує на потреби громади;

– екологічна складова: важливо враховувати енергоефективність та екологічний вплив медіа-архітектури. Використання LED-освітлення з низьким споживанням енергії, можливість автоматичного регулювання яскравості та використання екологічних матеріалів допомагають зменшити вплив на довкілля;

– зручність для людей: гармонійна медіа-архітектура повинна сприяти комфорту мешканців та відвідувачів міста. Важливо уникати надмірного світлового забруднення, що може заважати водіям, пішоходам і жителям прилеглих будинків.

Взаємозв'язок людини зі світлокольоровим середовищем є фундаментальною складовою інтерактивної архітектури та втілюється через створення медіа-об'єктів і будівель. Синергія інформаційних технологій, архітектури та мистецтва сприяє появі нових форм просторової організації та розвитку художніх і соціальних архітектурних систем. Завдяки інтеграції цифрових технологій архітектурне середовище стає динамічним, адаптивним і здатним реагувати на зміну умов та потреб користувачів. Навігація в складному урбанізованому просторі забезпечується комплексними системами орієнтації у фізичному та віртуальному середовищах, що формує єдину інтегровану інформаційну мережу для комфортного й ефективного користування міським простором.

Сучасні медіа-фасади переважно складаються з сотень тисяч світлодіодів RGB, які інтегруються у зовнішню оболонку будівлі, перетворюючи її на динамічний екран для трансляції відеозображень, керованих за допомогою комп'ютерних програм. На відміну від традиційного неонового підсвічування, такі світлові фасади не просто освітлюють будівлю, а повністю охоплюють її, формуючи новий візуальний образ архітектурного об'єкта в темний час доби.

У міському просторі сучасних мегаполісів медіа-будівлі створюють унікальне візуальне середовище, де відео- та рекламні носії стають

невід'ємною складовою архітектури, змінюючи її функціональне та естетичне сприйняття. Завдяки цьому медіа-архітектура відкриває широкі можливості для формування художнього образу інтерактивної будівлі, що реалізується через різні підходи:

– світлова проєкція як засіб розширення соціальних взаємозв'язків, створюючи простір для комунікації та взаємодії громадян;

– використання медіа-фасадів і мембраноподібних оболонок, що виступають концентраторами інформаційного середовища, забезпечуючи інтеграцію цифрових технологій у міський ландшафт;

– симбіоз світла, кольору та фактур у структурі архітектурних комунікацій, що формує унікальний стиль міського простору та впливає на його атмосферу.

Медіа-архітектура не лише змінює вигляд сучасного міста, а й сприяє розвитку нових форматів взаємодії між людиною, технологіями та середовищем.

Приклади успішної гармонізації медіа-архітектури з навколишнім середовищем:

– медіа-фасади в Токіо та Гонконгу – інтеграція цифрових технологій із сучасною забудовою створює впізнаваний та динамічний міський простір; У Японії представили новий захопливий 3D-білборд на фасаді торгового центру. На величезному екрані Cross Shinjuku Vision у Токіо з'явилося об'ємне зображення, присвячене темі штучного інтелекту та популярного нині ChatGPT.

На фасаді ТРЦ у районі Сіндзюку можна побачити футуристичного робота-гуманоїда, який символізує штучний інтелект майбутнього. Завдяки передовим 3D-технологіям створюється ефект присутності, ніби робот виходить за межі екрану.

Це не перша реклама з використанням 3D-анімації на Cross Shinjuku Vision. Раніше тут транслювали ефектні відео з покемонами, тваринами та іншими візуальними сюжетами, які привертають увагу мешканців і туристів, роблячи міський ландшафт ще більш динамічним та інтерактивним.

Захопливий 3D-рекламний екран на фасаді торгового центру в Японії [16] наведений на рис. 2.4;



Рисунок 2.4 – Захопливий 3D-рекламний екран на фасаді торгового центру в Японії [16]



Рисунок 2.5 – Колірна гама медіа-об’єктів [17]

Сучасні засоби медіа-архітектури активно застосовуються для створення міської «сценографії», заснованої на сценарно-функціональному та образно-тематичному моделюванні відкритих архітектурних просторів. Вони відіграють важливу роль у формуванні світлокольорового середовища, збагачуючи міський ландшафт новими естетичними та інформаційними можливостями.

Основними інструментами організації архітектурного сценарію є:

– світло – ключовий елемент, що об’єднує взаємопроникні простори, створюючи нову архітектоніку та посилюючи їхню взаємодію;

– трансформація фасаду в інформаційний фільтр – фасади будівель стають засобом комунікації, відкриваючи нові аспекти внутрішнього функціонування архітектурних об’єктів;

– скло – як засіб візуального розшарування, що сприяє зміні сприйняття простору, розширюючи межі зорового сприйняття та інтегруючи внутрішній і зовнішній простір.

Сценарно-тематичний підхід у моделюванні міського середовища, особливо в центральних районах, може реалізовуватися через такі прийоми [18]:

– динамічне освітлення – змінювані світлові композиції, що реагують на час доби, погодні умови чи активність міста;

– інтерактивні медіа-фасади – адаптивні екрани, які реагують на рух, звуки чи навіть емоції перехожих, створюючи унікальний досвід взаємодії;

– проекційні технології – використання відеомапінгу для перетворення архітектурних об'єктів на динамічні арт-об'єкти, що змінюють своє сприйняття в залежності від заданого сценарію;

– використання театралізації та віртуалізації міського простору як засобу підвищення його інформативності та залучення мешканців до інтерактивної взаємодії;

– створення динамічного середовища шляхом інтерактивного управління смисловими акцентами та семантикою фасадних рішень;

– осмислене застосування світлодинаміки як інструменту художнього перетворення міського простору.

Сучасні унікальні світлові архітектурні простори використовують динамічне освітлення, що дозволяє змінювати візуальні композиції відповідно до режиму роботи: буденні дні, вихідні та святкові події. У святкові періоди в багатьох містах проводяться світлові шоу, де поєднання рухомого освітлення та багатої кольорової гами створює яскраву, запам’ятовувану атмосферу. Насичені, чисті кольори змінюють сприйняття архітектурних об’єктів, надаючи їм новий вигляд, а місту – унікальний візуальний стиль.

Все більшого поширення набуває концепція архітектурно-художнього освітлення міських просторів, що поєднує естетику, функціональність і новітні технології для створення комфортного та виразного урбаністичного середовища.

Такий підхід не лише покращує візуальне та функціональне сприйняття міського простору, а й створює нові можливості для комунікації та інтеграції мистецтва, технологій та архітектури в єдине середовище.

Гармонізація медіа-архітектури з навколишнім середовищем є ключовим аспектом розвитку сучасних міст. Вона передбачає інтеграцію цифрових технологій у міський простір з урахуванням архітектурного контексту, екологічних стандартів і зручності для мешканців. Збалансований підхід до використання медіа-об’єктів сприяє створенню комфортного, естетично привабливого та функціонального міського середовища, що відповідає вимогам сучасного суспільства.

2.3 Сучасні технології освітлення та медіа-архітектури

Сучасні технології освітлення та медіа-архітектури дозволяють перетворювати фасади будівель на інтерактивні полотна, що транслюють цифровий контент, змінюють колірну гаму чи реагують на зовнішні фактори, такі як рух, погода або соціальні події. Завдяки цьому будівля вдень може

залишатися стриманою й мінімалістичною, а вночі перетворюватися на динамічний арт-об’єкт або засіб візуальної комунікації.

Такий підхід дає змогу зробити архітектуру більш адаптивною та багатофункціональною, забезпечуючи її інтеграцію в цифрове міське середовище та формуючи новий рівень взаємодії між будівлями, людьми та технологіями.

Основний принцип освітлення висотних будівель полягає в тому, що їхні верхні частини повинні бути яскравішими за нижні. Це зумовлено природним асоціативним сприйняттям людини: небо зазвичай світліше за землю. Якщо ж нижня частина будівлі буде яскравішою за верхню, візуально вона здаватиметься приплюснутою, а темний верх створюватиме ефект «тиску» на світлу основу.

Оптимальний підхід передбачає підсвічування будівлі знизу, при якому яскраве світло поступово слабшає у напрямку верхніх поверхів. Це дозволяє досягти природного градієнта освітлення, а завершальним акцентом стає контурне підсвічування даху, яке пом’якшує вертикальну динаміку будівлі та візуально врівноважує її силует.

Зі стрімким розвитком інтерактивних технологій концепція архітектурно-художнього освітлення висотних споруд все частіше ґрунтується не лише на статичному підсвічуванні, а й на динамічних ефектах. Використання LED-панелей, відео-мапінгу та адаптивних світлових сценаріїв дозволяє змінювати образ будівлі в реальному часі, реагуючи на події, пору року чи активність міста. Це сприяє гармонійному поєднанню архітектури, світлового дизайну та цифрових технологій, що формує новий рівень інтерактивної взаємодії між міським середовищем і його мешканцями.

У найкращих дизайнерських рішеннях освітлення будівель формується з урахуванням дня тижня, часу доби та загальної атмосфери міського середовища. Використовуються різноманітні комбінації світлових ефектів та варіації їхньої інтенсивності, що дозволяє гнучко змінювати візуальний вигляд споруди [19].

Буденні дні характеризуються спокійним, рівномірним освітленням, яке підкреслює внутрішній об’єм будівлі та створює відчуття її стійкості й гармонійної інтеграції в міський простір.

У вихідні дні акцент зміщується на підсвічування окремих конструктивних елементів, що надає споруді виразності. Додатково можуть використовуватися світлодинамічні орнаменти та м'які градієнти світла на вершинах будівель, які сприяють більш святковому та розслабленому настрою.

Святкове освітлення є особливим видом світлового оформлення. У ці дні будівлі перетворюються на яскраві арт-об’єкти, де зміна кольорів, інтенсивності та динаміки підсвічування кардинально змінює сприйняття простору. Такі рішення можуть включати ритмічну гру світла, що відповідає тематиці свята, відтворення символічних зображень, анімацій або інтерактивних ефектів, що реагують на рух і активність містян.

Під час розробки святкової ілюмінації застосовується широкий спектр сучасних світлових технологій, серед яких:

Динамічне підсвічування інтер’єрів та фасадів будівель, що змінює їхній зовнішній вигляд у реальному часі, рис. 2.6.



Рисунок 2.6 – Динамічне підсвічування фасадів будівель

Світлодіодні панелі та елементи, які забезпечують енергоефективне та яскраве освітлення.

Проекційні технології та лазерні інсталяції, що дозволяють створювати масштабні світлові шоу та відео-мапінг на фасадах споруд.

Завдяки цим підходам архітектурне освітлення стає не лише естетичним елементом, а й важливим засобом комунікації, що формує атмосферу міського середовища та створює унікальну взаємодію між архітектурою, технологіями та людьми.

Ці методи освітлення дозволяють змінювати просторову динаміку архітектурних об'єктів та підкреслюють їхні особливості, так і приховують певні елементи. Завдяки світловим ефектам можна кардинально трансформувати зовнішній вигляд будівель, змінювати їхню колірну гаму, створювати різні візуальні образи та підсилювати атмосферу святковості в міському середовищі.

У мегаполісах та столицях святкове освітлення базується на сучасних світлодіодних технологіях, які можуть мати як точкову структуру, так і формувати масштабні композиції різних форм і розмірів. Використання LED-елементів у святковій ілюмінації дає змогу створювати складні світлові сценарії та забезпечувати високий рівень енергоефективності.

Основні переваги світлодіодного освітлення:

– економічність – низьке енергоспоживання порівняно з традиційними джерелами світла;

– гнучкість у монтажі та експлуатації – можливість інтеграції в різні архітектурні конструкції, простота встановлення та налаштування;

– довговічність – тривалий термін служби без необхідності частого обслуговування;

– висока яскравість і насиченість кольорів – чітке та виразне освітлення, що зберігає якість навіть на великій відстані;

– можливість комп’ютерного керування – дистанційне програмування колірних рішень, світлових ефектів та динамічних змін у реальному часі.

Інтеграція цих технологій у міське середовище сприяє створенню інноваційних інтерактивних будівель медіа-архітектури. Такі споруди можуть змінювати свій вигляд залежно від подій, часу доби або взаємодії з людьми, перетворюючись на елемент цифрової урбаністики та сучасного мистецтва.

Анімовані зображення та світлові ефекти, що транслюються на фасаді, у поєднанні з вертикальною сіткою ламелей кардинально змінюють сприйняття масштабу будівлі. Завдяки динамічним візуальним рішенням створюється унікальний архітектурний образ, який робить об’єкт впізнаваним і привабливим.

Екстер’єрний рівень медіа-архітектури – це використання 3D-проекцій на будівлі, що дозволяє архітектурі «оживати», набувати динаміки та навіть звучання. Завдяки відеомапінгу будівлі стають інтерактивними арт-об'єктами, здатними змінювати свій вигляд у режимі реального часу.

Цей формат ідеально підходить для масових заходів під відкритим небом, коли необхідно привернути увагу великої аудиторії. Яскраві, живописні й динамічні візерунки покривають поверхню будівлі, супроводжуючись музикою та звуковими ефектами. Унікальність проекції полягає в тому, що кожен елемент архітектури може змінювати колір та текстуру у відповідь на звукові хвилі, створюючи ефект синестезії – взаємодії візуального і звукового сприйняття.

Реалізація таких інсталяцій є результатом співпраці архітекторів, художників, дизайнерів і світлотехніків, які спільно розробляють світлокольорові концепції. У проектах задіюється високотехнологічне обладнання – відеопроектори, комп’ютерні системи, потужні прожектори, що дозволяють втілювати найсміливіші художні ідеї.

Завдяки такому підходу, міський простір перетворюється на динамічне середовище, де архітектура виходить за межі статичності, стаючи частиною інтерактивного мистецтва, що залучає глядачів до нового формату сприйняття міста.

Інтер’єрний рівень медіа-архітектури передбачає створення унікальних ілюзорних рішень у внутрішньому просторі, використовуючи проектування на стіни та стелі приміщень. Ці інсталяції дозволяють формувати динамічне освітлення нестандартної форми, змінювати основне освітлення та кольорові відтінки, створюючи неповторну атмосферу. Такий підхід ідеально підходить для інтер’єрів клубів, виставкових центрів та інших культурних чи комерційних просторів. Враження від візуальних композицій посилюється завдяки інтерактивним проекціям на рухомі об’єкти, що оживляють зображення і додають глибини простору.

Об’єктний рівень дозволяє перетворювати різні предмети в інтерактивні елементи, виділяючи їх контури та оживлюючи деталі. Проектування на окремі частини об’єкта дає змогу створювати його динамічне зображення, показувати рух або навіть створювати ілюзію руху, незважаючи на його статичне положення у реальності. Це може бути ефективним для реклами, мистецтва та інших сфер, де важливо привернути увагу до деталей.

Загалом, використання медіа-технологій в архітектурі, інтегруючи графіку та архітектурні форми, дає можливість створювати неповторні враження та найповніше відчути атмосферу простору. Подібні технології є економічно обґрунтованими, оскільки вони підвищують статус міста та привертають увагу туристів, надаючи урбаністичному середовищу новий рівень взаємодії та візуальної привабливості, рис. 2.7.

У медіа-архітектурі такі ефекти не лише виконують естетичну функцію, а й спрямовані на покращення комунікації та взаємодії між людьми. Вони стають інструментом інтеграції інформаційних, навігаційних і соціальних процесів у міському середовищі, допомагаючи орієнтуватися, передавати повідомлення та створювати простір для колективного досвіду [13].

Крім того, медіа-фасади відображають складність сучасного суспільства, де інформаційний потік є багатошаровим і динамічним. Вони демонструють здатність архітектури адаптуватися до швидкоплинних змін, реагувати на

культурні та технологічні виклики, перетворюючи будівлі на активних учасників міського життя.



Рисунок 2.7 – Методи створення інтерактивних будівель та конструкцій [13]

3 ТЕХНІЧНІ ТА ЕСТЕТИЧНІ АСПЕКТИ МЕДІА-АРХІТЕКТУРИ

3.1 Естетичне значення динамічних фасадів

Для аналізу естетичних особливостей сучасної медіа-активної архітектури важливо визначити та дослідити ключові компоненти, що поєднують матеріальний простір і медіа-середовище в єдину гармонійну систему. Такі компоненти можна розглядати через призму медійної складової, матеріально-архітектурної структури та характеру їхнього синтезу.

Медійний аспект естетики медіа-активної архітектури безпосередньо пов’язаний із трансляцією інформаційного потоку, ключовою характеристикою якого є форма подачі контенту. Візуальні образи, що проектуються на медіа-поверхні, часто стають домінуючим елементом композиції, тому їх слід ретельно узгоджувати з архітектурною концепцією, як за змістом, так і за візуальною мовою подачі інформації.

Форма представлення контенту може бути окреслена поняттям архітектурної медіа-текстури. Якщо у традиційному розумінні текстура є статичним патерном або зображенням на матеріальній поверхні, то медіа-текстура – це динамічно змінюваний візуальний образ, який взаємодіє з простором і глядачем. Вона може адаптуватися до контексту, реагувати на зміну середовища, а також слугувати засобом комунікації, підкреслюючи ідентичність архітектурного об’єкта. У результаті медіа-активна архітектура стає не лише носієм інформації, а й інтерактивним елементом міського середовища, що сприяє формуванню нового типу естетичного сприйняття простору.

Медійна складова відкриває можливість формування композиції в четвертому вимірі – часовому, що не є характерним для традиційної архітектури, проте властиве кіномистецтву, де композиція розгортається у

сценарній та сюжетній послідовності. Завдяки цьому медіа-активна архітектура отримує динамічний вимір, у якому простір може змінюватися залежно від часу доби, подій або навіть взаємодії з глядачем.

Додатковий візуальний медіа-шар, інтегрований у матеріальні поверхні, може нести різноманітні смислові навантаження: архітектурне, відсторонене чи комплексне. Ступінь адаптації медіа-текстури до конкретного архітектурного об’єкта визначає її композиційну виразність і вплив на загальне візуальне сприйняття будівлі.

Композиційний ефект медіа-текстури у взаємодії з архітектурною формою можна класифікувати за такими типами:

– акцентний – створює фокус уваги за рахунок яскравих, контрастних і динамічних елементів, що виділяються на статичному фоні;

– підкреслюючий – гармонійно взаємодіє з архітектурними формами, посилюючи їхню виразність;

– розчиняючий – візуально зменшує масивність об'єкта, роблячи його менш матеріальним;

– ілюзорний – створює оптичні ефекти, змінюючи сприйняття простору;

– деконструктивний – руйнує традиційну геометрію форми, додаючи хаотичні або нестандартні композиційні рішення.

Особливо ефективним є акцентний тип медіа-впливу, оскільки він базується на природній схильності людської уваги концентруватися на динамічних і яскравих об'єктах. Контрастні медіа-структури на статичному фоні архітектури привертають увагу, формують візуальні домінанти та можуть слугувати засобом навігації або інформаційного наповнення міського середовища.

Світова та вітчизняна архітектурна практика містить численні приклади успішного використання акцентного медіа-впливу. Вдало інтегровані медіа-елементи не лише підсилюють композиційну виразність архітектури, а й сприяють створенню нових сенсів, трансформуючи статичний простір у динамічну візуально-інформаційну систему.

Медійний акцент на архітектурній поверхні може створюватися за допомогою контрастної ділянки медіа-текстури, яка, незважаючи на невеликий розмір відносно матеріальної основи, значно впливає на загальну композицію. Такий елемент доцільно використовувати для посилення композиційного центру, спрямування уваги в певному напрямку або врівноваження інших частин просторової структури. Найчастіше медійними акцентами виступають різноманітні дисплеї, інтегровані в архітектурні поверхні або розташовані як окремі елементи.

Підкреслюючий вплив медіа-текстури полягає у виділенні виразних архітектурних деталей за допомогою світлових і колірних ефектів. На відміну від акцентного типу, який працює на контрасті, підкреслюючий вплив має більш нюансний характер, гармонійно взаємодіючи з матеріальною текстурою будівлі.

Завдяки підкреслюючому медіа-ефекту можна розкрити фактурність і пластику архітектурних форм, що особливо актуально для поверхонь із рефлексивними або люмінесцентними властивостями. Такі медіа-поверхні мають високу естетичну привабливість, оскільки світлові зміни та динамічні проекції не лише підкреслюють їхню матеріальність, а й надають архітектурному об’єкту додаткової виразності та візуальної глибини.

У сучасній практиці медіа-активної архітектури підкреслюючий ефект активно використовується для створення атмосферності, формування особливого сприйняття простору та посилення взаємодії між середовищем і глядачем. Це може бути м’яке підсвічування фасадних елементів, інтеграція динамічних світлових патернів або реактивне підсвічування, яке змінюється відповідно до зовнішніх умов чи активності в просторі.

Розчиняючий вплив медіа-текстури базується на використанні абстрактних, відсторонених візуальних форм, які візуально розмивають обриси матеріальної архітектури, створюючи ефект дематеріалізації будівлі. Композиційно цей ефект можна порівняти із дзеркальними фасадами модерністських хмарочосів

XX століття, де скляні поверхні відбивали небо та міський пейзаж, роблячи масивні об’єкти менш відчутними в просторі [20].

Однак, на відміну від аналогових віддзеркалювальних поверхонь, розчиняючий ефект медіа-текстури ґрунтується на цифрових технологіях, що дає змогу створювати складніші візуальні трансформації. Цифрові зображення, динамічні світлові патерни та інтерактивні графічні ефекти дозволяють не лише "стирати" фізичні межі архітектурного об’єкта, а й змінювати його сприйняття залежно від контексту, часу доби чи навіть реакції на рух або зовнішні подразники. Це відкриває можливості для гнучкої адаптації архітектурного середовища, перетворюючи будівлі на інтерактивні візуальні феномени.

Ілюзорний вплив медіа-текстури полягає у створенні візуального ефекту відтворення предметних, переважно архітектурних форм за допомогою цифрових медіа. Цей підхід дозволяє візуально змінювати або навіть "маскувати" реальну структуру будівлі, накладаючи на неї ілюзію іншої архітектурної форми або текстури.

Для максимальної ефективності цього композиційного прийому медіа-текстура має повністю охоплювати цільові поверхні фасадів або інтер’єрів, забезпечуючи злиття цифрової і фізичної архітектури. Такий підхід може використовуватися для збереження історичного вигляду будівель, тимчасового маскування реконструкційних робіт або створення ефектних ілюзорних просторів у міському середовищі.

Завдяки високій роздільній здатності сучасних медіа-фасадів та гнучкості цифрового контенту ілюзорний ефект може бути доповнений динамічними змінами перспективи, візуальними метаморфозами та інтерактивними реакціями на глядача. Це сприяє розширенню можливостей архітектурного дизайну та відкриває нові горизонти для естетичного й функціонального використання медіа-активного середовища.

Ілюзорний вплив медіа-текстури найчастіше реалізується за допомогою технології архітектурних проекцій, більш відомої як відео-меппінг. Цей метод

дозволяє змінювати сприйняття архітектурних форм шляхом створення віртуальних трансформацій, що можуть включати зміну текстур, додавання візуальних ілюзій або навіть моделювання нових архітектурних об’ємів поверх реальної будівлі. Відео-меппінг широко використовується для художніх інсталяцій, рекламних кампаній і створення інтерактивних міських середовищ.

Куб у ЖК Chicago Central House, рис. 3.1 – це перша в Україні постійна медіа-скульптура, яка є яскравим прикладом поєднання світлових технологій і цифрового мистецтва [21].

Деконструктивний вплив медіа-текстури полягає у візуальному розкладанні архітектурної форми на її базові складові, архетипи та структурні елементи, що створює ефект її розпаду або трансформації. Цей метод споріднений з ілюзорним впливом, оскільки використовує подібні технічні засоби, проте його метою є не імітація реальних форм, а їх руйнування та переосмислення. Деконструкція може реалізовуватися через хаотичні світлові патерни, зміну перспективи, динамічні ефекти "розриву" форми або фрагментацію об’єкта на незалежні компоненти.

Серед різних композиційних типів впливу медіа-текстури на архітектурну форму найбільш поширеними є акцентний та підкреслюючий прийоми, оскільки вони гармонійно взаємодіють з матеріальною структурою будівлі, посилюють її естетичну виразність і водночас є ефективними для трансляції комерційного контенту.

Розчиняючий та ілюзорний впливи менш поширені, проте особливо характерні для висотних будівель, які виконують роль своєрідних міських маяків. Використання медіа-текстури на масштабних вертикальних площинах дозволяє досягати вражаючих візуальних ефектів, перетворюючи будівлі на інтерактивні світлові об’єкти, що змінюють вигляд міського ландшафту.

Матеріальна складова естетики медіа-активної архітектури. Матеріальний аспект медіа-активної архітектури включає дизайнерське вирішення технічних медіа-елементів та їх гармонійне інтегрування у просторову композицію

будівлі. Важливою категорією в цьому контексті є медіа-фактура – структура поверхні, утворена технічними компонентами медіа-фасаду.

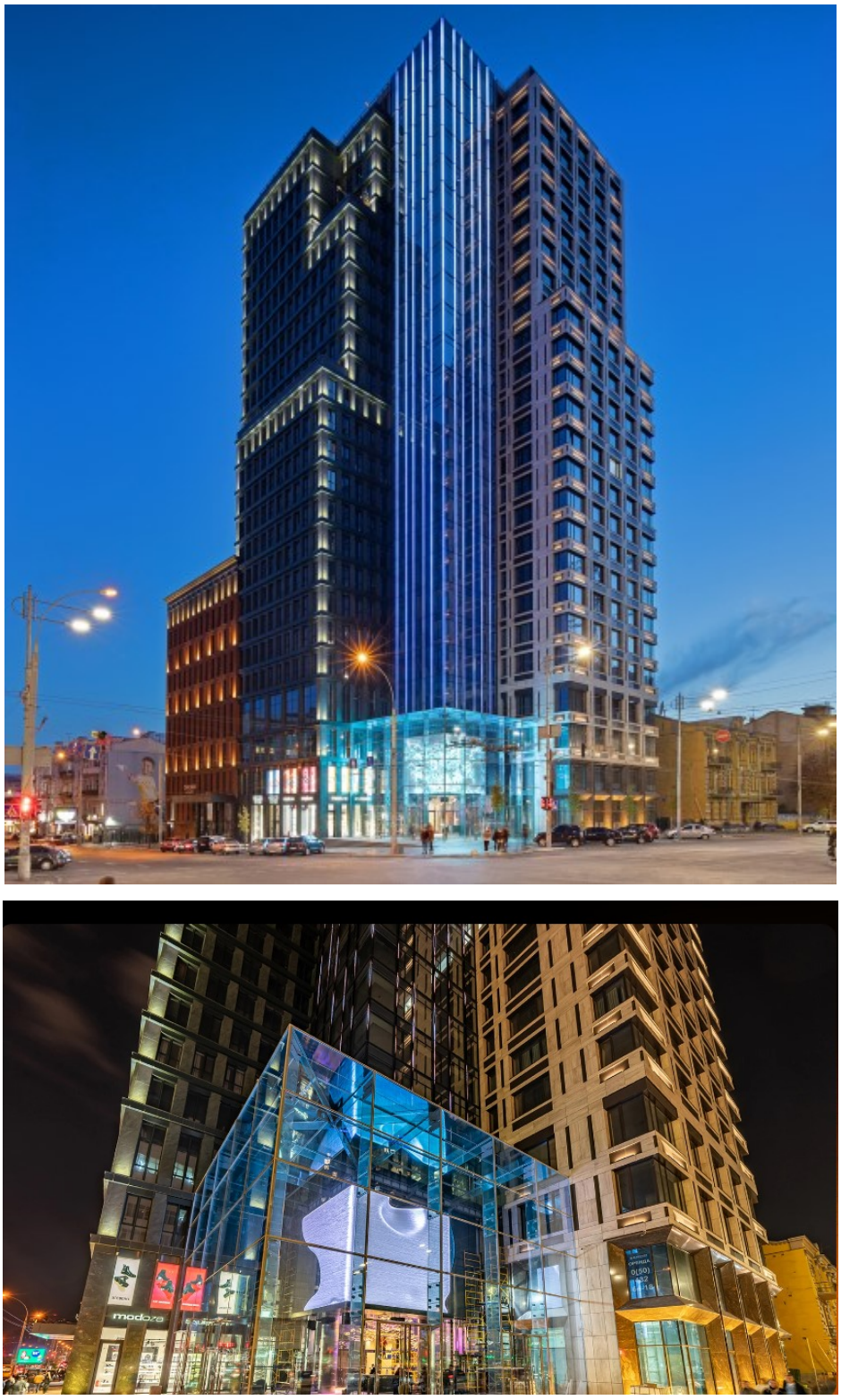


Рисунок 3.1 – Куб у ЖК Chicago Central House [21]

Традиційно фактура визначає рельєфну або матеріальну якість поверхні, тоді як медіа-фактура – це матриця, що складається з елементів, відповідальних за генерацію світлових, динамічних та інтерактивних ефектів. До таких елементів належать світлодіодні модулі, панелі відбиття і розсіювання світла, інтегровані кріплення та інші технічні компоненти.

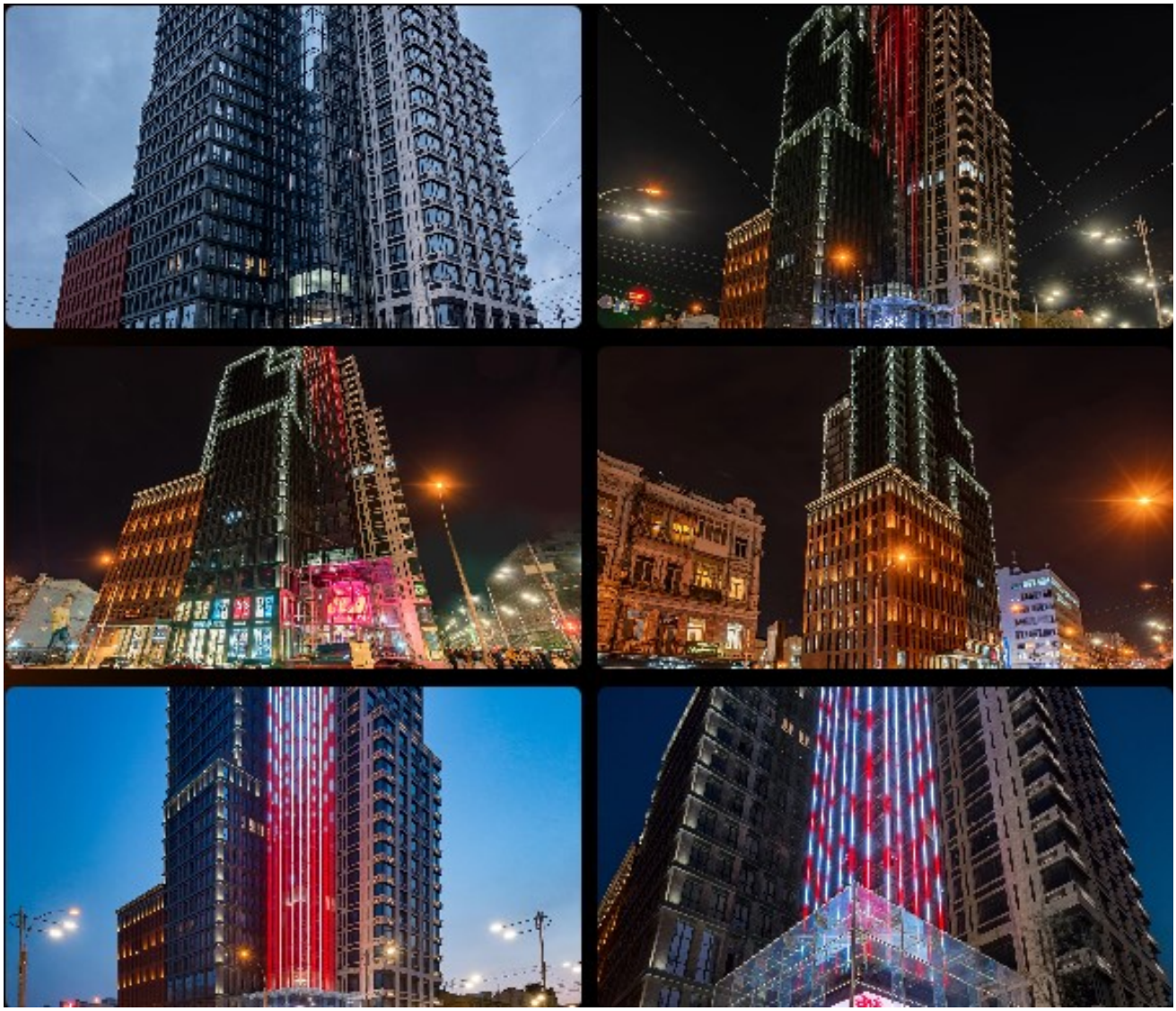


Рисунок 3.2 – Вплив медіа-текстури [21]

Окрім функціонального значення, складові медіа-фактури можуть мати самостійну естетичну цінність, формуючи унікальну виразність архітектурного об’єкта. Наприклад, відкриті світлодіодні сітки або панелі зі складною геометрією можуть створювати ефект "живої" поверхні, що змінюється в

залежності від точки зору, освітлення або заданих програмних сценаріїв. Таким чином, взаємодія матеріальної та медійної складових у медіа-активній архітектурі є ключовим фактором у створенні гармонійного, естетично завершеного та технологічно інноваційного середовища.

Якості синтезу в естетиці об’єктів медіа-архітектури визначаються ступенем гармонійного поєднання матеріальної архітектури, технічних засобів медіа-трансляції та змістовності інформаційного повідомлення. Ефективність цього синтезу можна оцінити через аналіз загальної концептуальної цілісності та доцільності застосованого композиційного рішення. Важливими критеріями є взаємодія форми й змісту, баланс між архітектурною структурою та медіа-компонентами, а також рівень емоційного та когнітивного впливу на глядача.



Рисунок 3.3 – Вплив медіа-фактури на унікальну виразність архітектурного об’єкта [21]

Гармонійність вирішення медіа-активного архітектурного об’єкта визначається трьома ключовими складовими:

– медійною складовою – що включає інформаційний контент, технології його трансляції та медіа-текстуру;

– архітектурною складовою – що охоплює матеріальну основу, медіа-фактуру та засоби архітектурної композиції;

– якістю їх поєднання (синтезу) – що залежить від змістовності, доцільності та сюжетної логіки взаємодії між цифровими і фізичними елементами.

Окрім базових складових, на естетичний ефект впливають фактори нижчого рівня, такі як динаміка візуальних змін, інтеграція контенту у міський простір, рівень інтерактивності та відповідність медіа-елементів контексту середовища.

Досконале поєднання архітектурної та медійної складової не лише забезпечує високу естетичну виразність, а й створює потужний соціокультурний та емоційний вплив. Такі об’єкти можуть виконувати як суто естетичну або інформаційну функцію, так і відігравати роль знакових елементів міського середовища, що формують новий рівень взаємодії між простором, технологіями та людиною.

3.2 Інформаційно-комп’ютерні технології у створенні інтерактивного середовища архітектурних об’єктів

Сучасні інформаційно-комп’ютерні технології все активніше інтегруються у створення інтерактивного середовища архітектурних об’єктів, сприяючи їх динамічності, функціональності та комунікативності. Серед найбільш поширених технологій, що забезпечують таку взаємодію, виділяються:

– віртуальна та доповнена реальність;

– інформаційні інтерфейси;

– навігаційні елементи.

Віртуальна реальність (VR) – це штучно створений світ, що моделюється технічними засобами і передається користувачеві через його сенсорні системи сприйняття: зір, слух, тактильні відчуття, а інколи навіть нюх та смак. Вона дозволяє зануритися у цифровий простір, що імітує або доповнює реальність, забезпечуючи повну присутність та інтерактивність.

Доповнена реальність (AR) – це технологія, що накладає цифрову інформацію (зображення, текст, 3D-об’єкти) на фізичний світ у реальному часі, розширюючи можливості його сприйняття. Використання AR у медіа-архітектурі дозволяє створювати динамічні фасади, інтерактивні експозиції та адаптивні середовища.

Інтерфейс користувача – це сукупність засобів та методів, що забезпечують взаємодію людини з пристроями, системами або архітектурним простором. Він функціонує у двосторонньому режимі: користувач передає команди через сенсори, кнопки, голосові або жестові команди, а система реагує за допомогою візуального, звукового чи тактильного зворотного зв’язку.

Сучасні медіа-архітектурні об’єкти часто використовують адаптивні інтерфейси**,** що змінюються залежно від часу доби, погодних умов або поведінки користувачів. Вони можуть інтегрувати сенсорні екрани, голосове управління, голографічні дисплеї та інтерактивні поверхні, що реагують на дотик або рух.

Навігаційні системи, що активно використовують технології взаємодії з користувачем, допомагають орієнтуватися у міському середовищі, визначаючи поточне місцезнаходження людини та прокладаючи оптимальні маршрути до заданих пунктів. Вони можуть бути реалізовані у вигляді:

– цифрових карт та сенсорних інформаційних панелей;

– голосових та візуальних навігаційних підказок;

– розумних вказівників з елементами AR;

– нтерактивних інформаційних стійок.

Завдяки постійному розвитку інформаційних технологій, архітектурний простір стає більш адаптивним та чутливим до потреб користувачів. У

майбутньому інтерактивні системи отримають ширше застосування у міському середовищі, розширюючи можливості навігації, інформаційної підтримки та створення персоналізованого досвіду взаємодії людини з архітектурою.

Розвиток інформаційно-комп'ютерних технологій у створенні інтерактивної архітектури. Інформаційно-комп'ютерні технології продовжують еволюціонувати, сприяючи подальшому розвитку інтерактивної архітектури та її інтеграції у міське середовище. Вдосконалення цифрових інструментів, сенсорних систем і штучного інтелекту відкриває нові можливості для створення будівель, які здатні реагувати на зміну зовнішніх умов, взаємодіяти з користувачами та адаптуватися до соціальних, екологічних і функціональних потреб.

На основі проведеного аналізу встановлено, що ключовими засобами формування інтерактивних будівель є:

– кінетична техно-архітектура;

– медіа-архітектура.

Кінетична техно-архітектура базується на використанні передових технічних рішень, які дозволяють створювати будівлі-трансформери. Такі споруди можуть змінювати свою форму, функціональність і конфігурацію в режимі реального часу залежно від умов середовища чи потреб користувачів.

До них належать мобільні фасади, рухомі конструктивні елементи, динамічні дахи та адаптивні перегородки. Особливості створення інтерактивних будівель за допомогою медіа-архітектури наведені на рис. 3.4 - 3.6.

Медіа-архітектура передбачає застосування світлокольорових композицій, інтерактивних дисплеїв та цифрових панелей для створення динамічного візуального образу будівлі. Це можуть бути фасадні екрани, проекційні системи, світлодіодні панелі, а також технології доповненої та віртуальної реальності, що розширюють можливості архітектурного простору. Концепція інтерактивних будівель у міському середовищі повинна відповідати певним

принципам, що забезпечують їхню ефективність, естетичну виразність і комфортність для користувачів. До основних принципів належать:

– принцип інженерно-технічної доцільності – інтеграція технологій має ґрунтуватися на ефективності використання ресурсів, надійності конструкцій та відповідності сучасним технічним стандартам.

Принцип інженерно-технічної доцільності передбачає раціональний підхід до конструктивної основи будівлі з інтеграцією елементів кінетичної техно-архітектури та медіа-архітектури.



Рисунок 3.4 – Медіа фасади Інституту Арабського миру, м. Париж, Франція



Рисунок 3.5 – Механічний медіа-фасад [22]



Рисунок 3.6 – Будівля торгівельного центру UNStudio, м.Ухань, Китай [23]

Конструктивне вирішення інтерактивної будівлі може базуватися виключно на кінетичних архітектурних технологіях. У такому випадку система повинна складатися з технічних компонентів, що здійснюють рух один відносно одного, не порушуючи цілісності архітектурного об’єму.

За допомогою рухомих механізмів можливі такі трансформації:

– зміна форми та розмірів усієї будівлі (довжина, ширина, висота);

– динамічна зміна окремих архітектурних елементів, зокрема фасадів, покрівель та внутрішніх перегородок.

Найчастіше такі конструктивні системи будуються на основі адаптивних модулів, що керуються за допомогою програмного забезпечення. Кінетична архітектура передбачає використання різних типів руху, що забезпечують гнучкість і адаптивність будівлі до функціональних, естетичних та технологічних вимог.

– принцип інформативності та інтелектуальності – інтерактивні будівлі повинні забезпечувати доступ до корисної інформації, адаптуватися до поведінки користувачів та взаємодіяти з ними через цифрові інтерфейси.

Принцип інформативності забезпечує максимальне розкриття інтерактивних аспектів будівлі в міському середовищі через використання різноманітних якісних і кількісних характеристик. Якісні характеристики дають змогу виявити об'ємно-просторові рішення будівлі завдяки технічним засобам, які застосовуються для трансформації елементів, таких як покрівля та стіни, а також завдяки обертам об'єму навколо його осі. Ці трансформації створюють специфічний візуальний ефект, що сприяє формуванню індивідуального художнього образу будівлі. Інформативність також посилюється завдяки правильному використанню кольору та яскравості об'єкта і фону, введенню контрастів, а також застосуванню світлокольорових прийомів у композиційній організації будівлі, включаючи масштаби, метр, ритм, співпідпорядкованість і пропорції, тобто використанню всіх засобів медіа-архітектури.

Кількісні характеристики інформативності сприяють формуванню об'єму будівлі через зміну її фізичних параметрів – висоти, ширини та довжини. Ці зміни можуть бути реалізовані за допомогою елементів кінетичної техно-архітектури або медіа-архітектури. Висота будівлі може змінюватися ввечері та вночі завдяки світловим і кольоровим інсталяціям, а вдень – через використання різних методів трансформації покрівлі.

– принцип структурного формування – архітектурні та технічні рішення повинні бути логічно впорядковані, враховувати модульність, гнучкість та можливість подальшої модернізації.

Принцип структурного формоутворення полягає у створенні лаконічного геометричного або пластичного нелінійного об'єму будівлі, який має потенціал для трансформації та адаптації до особливостей місцевості. Це також передбачає структурування інтер'єрних і екстер'єрних просторів з урахуванням соціального статусу та функціонального призначення об'єкта. Структурне формоутворення визначається природно-кліматичними та функціонально-

технологічними факторами. На нього значно впливають температурний та вітровий режим території будівництва, що визначає необхідність створення будівель з комфортними мікрокліматичними умовами, які забезпечують трансформацію фасадів за допомогою природних факторів. Структурування об'єму інтерактивної будівлі повинно також враховувати функціонально-технологічні особливості її формоутворення.

Функціональні особливості повинні гарантувати відповідність архітектурного середовища функціональним процесам та забезпечувати раціональне пересування людей по всіх типах будівельних структур, з чіткою орієнтацією в просторі та створенням предметно-просторового середовища відповідно до демографічних груп (діти, молодь, дорослі). Принцип структурного формоутворення має забезпечити використання нових технологій, зокрема еко-технологій, для створення об'єму будівлі з інтер'єрними та екстер'єрними просторами, оснащеними медіа-екранами, а також з елементами, що забезпечують ефективну трансформацію як будівлі в цілому, так і її окремих елементів.

– принцип естетичної унікальності – інтерактивні будівлі мають відповідати сучасним тенденціям архітектури, зберігаючи унікальний стиль та гармонійність у міському середовищі;

Принцип естетичної унікальності полягає в створенні індивідуального та виразного художнього образу інтерактивної будівлі через використання новітніх технологій, сучасних матеріалів, оригінальних композиційних рішень об'єму будівлі з елементами трансформації, а також завдяки світлокольоровим інсоляціям для екстер'єрних і інтер'єрних просторів. Естетичний вигляд інтерактивної будівлі повинен формуватися, перш за все, з урахуванням її функціонального призначення. Зазвичай такі будівлі мають громадську та житлову функцію, і це повинно знаходити відображення в її художньому образі за допомогою композиційних засобів і прийомів. Будинки можуть мати компактну, протяжну або вертикальну форму (висотні домінанти). Найбільш

ефективними для виявлення їх художнього образу є прийоми медіа-архітектури.

Сучасні світлокольорові прийоми та композиційні засоби в поєднанні з мультимедійними та інтерактивними технологіями дозволяють змінювати візуальні та змістовні характеристики архітектурного середовища, виражені через планувальну структуру та світлову композицію будівель, створюючи «віртуальне» образне вираження міста. Технологія світлових інсталяцій має на меті підкреслити унікальність, викликати емоційні переживання та посилити взаємодію людини з навколишнім середовищем, використовуючи формотворну властивість штучного світла. Це дозволяє візуально оживити об'ємно-просторову структуру будівлі через динамічне управління режимами освітлення. Окремо розвивається технологія сенсорно-інтелектуального світла, яка реагує на зміни в середовищі та змінює звичний образ архітектурних об'єктів і структур. Структурна роль і логіка використання світла і кольору залежать від їхніх об'єктивних і ілюзорних властивостей, які викликають психологічні асоціації. Використання медіа-фасадів, інтерактивних і світлодіодних технологій дає можливість візуально трансформувати об'ємно-просторові характеристики міста через динамічне управління освітленням.

– принцип зорової комфортності – використання світлових і медійних технологій повинно бути збалансованим, щоб уникати надмірного навантаження на зір та зберігати комфортне сприйняття простору;

Принцип зорової комфортності має забезпечити сприйняття об'єкта в міському середовищі з найбільш ефективних точок огляду всієї будівлі. Це сприйняття може бути цілеспрямованим, спрямованим на вивчення динамічних форм руху елементів будівлі (дах, фасади), або випадковим (довільним), коли немає конкретної мети, і сприйняття відбувається під час пересування містом. Важливу роль у сприйнятті інтерактивної будівлі відіграє час доби – денний, вечірній чи нічний.

Елементи трансформації будівлі найкраще сприймаються вдень за природного освітлення. Ввечері та вночі основою для сприйняття стає штучне

світло, яке є необхідною складовою світлокольорового образу будівлі. Цей образ виникає та утримується в людській свідомості, а його характеристики залежать від значущості ідей, закладених у проекті об’єкта, і ступеня їхнього вираження. Нічний вигляд інтерактивної будівлі може надовго залишитися в пам'яті людей завдяки зоровій пам’яті, що має велике значення для орієнтації в міському середовищі. Такий нічний образ можна створити лише за допомогою медіа-архітектури.

– принцип екологічної системності – інтерактивна архітектура має враховувати енергоефективність, екологічні матеріали та стратегії мінімізації впливу на довкілля.

Принцип екологічної системності полягає в створенні енергоощадної будівлі, розміщеної на різних рівнях відносно ландшафтних поверхонь, з системою сталого автономного функціонування та регулювання мікрокліматичних показників інтер’єрних і екстер’єрних просторів, в яку інтегровані природні елементи. Він передбачає формування об’ємно-просторової структури (інтерактивних будівель), що враховує природні ресурси ділянки.

Вибір оптимальних джерел енергії здійснюється з урахуванням регіональних особливостей, таких як клімат, ландшафт, енергозабезпечення та інші фактори, а також реакція на зовнішні впливи через планування і пластичне вирішення фасаду. Об’єм будівель залежить від рельєфу місцевості та напрямку вітрів. Дані про мікроклімат і клімат визначають вибір несучих і огороджувальних конструкцій і матеріалів, а також впливають на прийоми поліпшення середовища в цілому. Будівля повинна бути інтегрована в міське середовище у соціальну, інженерну та транспортну інфраструктуру і розвиватися в тісному зв'язку з навколишньою забудовою. Вплив зведеної будівлі на навколишнє середовище проявляється в змінах швидкості та напрямку повітряних потоків, а також у створенні тіней на інших будівлях і ділянках. Вхідна група та перший поверх повинні бути тісно пов’язані з міським простором і плавно з'єднувати будівлю з навколишнім середовищем.

3.3 Особливості створення інтерактивних будівель за допомогою засобів медіа-архітектури

Принцип екологічної системності передбачає першочергове вирішення екологічних завдань у всіх аспектах архітектурно-містобудівної інфраструктури інтерактивних будівель. У таких будівлях необхідно забезпечити нормативні показники щодо шуму, інсоляції, вітрового режиму та чистоти повітря. Ці стандарти досягаються завдяки відповідним об'ємно-просторовим рішенням і застосуванню новітніх ефективних технологій. Конструктивна основа будівлі має бути економічно виправданою та може залишатися традиційною й статичною, включаючи несучі, самонесучі та огороджувальні елементи.

Важко не помітити рекламу, що займає значну частину фасаду будівлі. Яскраві та оригінальні відеотрансляції, створені за допомогою сучасних технологій, привертають увагу з першого погляду. Якщо ви прагнете ефективно зацікавити споживачів і виділити свій бізнес, встановлення медіафасаду стане ідеальним рішенням для презентації вашої інформації в найкращому вигляді.

На відміну від звичайних LED-екранів, медіафасади можуть мати значно більші розміри при меншій вазі. Монтаж таких конструкцій можливий на зовнішні стіни будь-якої конфігурації. Одна з головних переваг – світлодіодна сітка не перешкоджає огляду з вікон усередині приміщення [24].

Види медіафасадів:

– трубчасті та сітчасті конструкції;

– прозорі внутрішні світлодіодні екрани;

– прозорі плівкові LED-екрани – ідеальні для скляних фасадів;

Також існують SMD- та DIP-екрани:

– SMD-технологія забезпечує високу роздільну здатність де піксельний крок від 4 мм та чудову якість зображення зблизька. Яскравість таких екранів становить 3500-9000 кд/м²;

– DIP-медіафасади мають більший піксельний крок, що робить їх ідеальними для відображення яскравих зображень на відстані. Встановлення таких конструкцій на висоті значно збільшує охоплення аудиторії та потенційних клієнтів.

Медіафасади відрізняються не лише розмірами, а й параметрами пікселів, які впливають на якість зображення. Оптимальний піксельний крок – близько 16 мм**.** Для нічних трансляцій рекомендована яскравість 6000 кд/м²**,** а для цілодобового використання – 8000-10000 кд/м²**.** Кут огляду медіафасадів становить 110-120 градусів як по горизонталі, так і по вертикалі [24].

Приклади медіафасадів наведені на рис. 3.7.



Рисунок 3.7 – Приклади медіафасадів [24]

Прикладом сучасної медіа-архітектури є бізнес-центр ARENA TOWER у м. Дніпро, рис. 3.8. Бізнес-центр розташований майже на найвищій точці Дніпра, на вершині центрального схилу, він є знаковим елементом міської панорами та добре помітний з іншого берега й мостів. Тому необхідно було поєднати статичне підсвічування бічних частин фасаду з інтерактивним медійним екраном у центральній частині, який вдень залишається непомітним, гармонійно інтегруючись у фасад.

Інтерактивні медійні елементи були спеціально спроєктовані для пом'якшення яскравості світла та підвищення комфорту сприйняття. Простими словами, конструкція влаштована так, що світлодіоди випромінюють світло не безпосередньо назовні, а всередину, що робить його менш різким і не спричиняє дискомфорту для очей.

Медіа-архітектура бізнес-центр ARENA TOWER у м. Дніпро наведена на рис. 3.9.

У концепції врахували:

– плановість – підкреслення структури фасаду через поєднання різних методів освітлення;

– "Фасад у фасаді" – створення виразного світлового образу, що гармонійно поєднує статичні та динамічні світлові ефекти;

– унікальність матеріалу – використання заливного світла з різними видами оптики для підкреслення текстури фасаду у вечірній час.

Принципи освітлення:

– інтегровані лінійні світильники з програмованими динамічними ефектами;

– заливне світло – підкреслення каскадної структури вертикальних площин фасаду;

– безопорне освітлення прилеглої території – створення комфортного світлового середовища;

– відбите світло – м’яке додаткове освітлення завдяки відбиттю від дерев і фасаду [25].

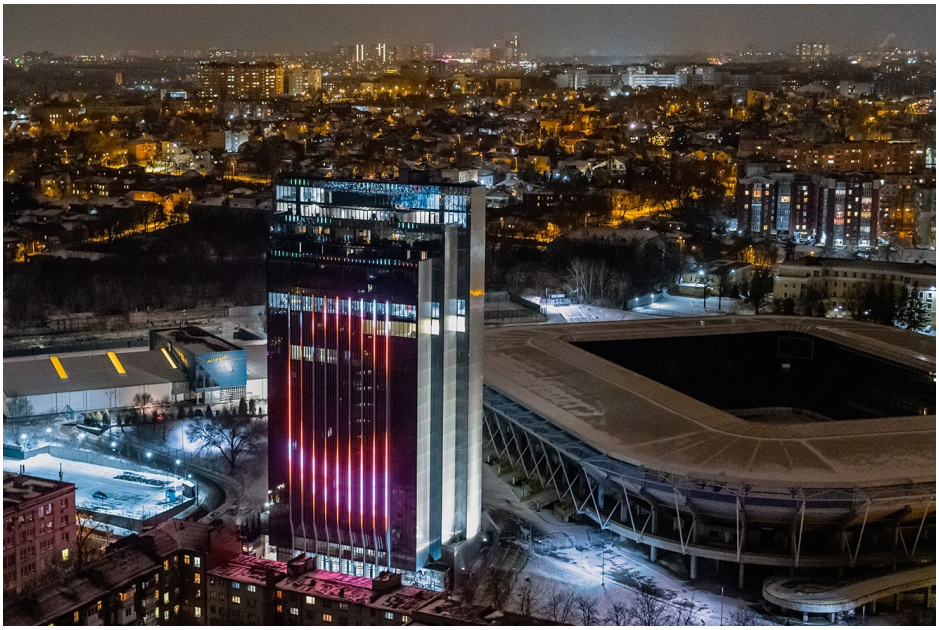


Рисунок 3.8 – Бізнес-центр ARENA TOWER у м. Дніпро [25]



Рисунок 3.9 – Медіа-архітектура бізнес-центр ARENA TOWER у м. Дніпро [25]

У контексті медіа-архітектури ключову роль відіграють вертикальні поверхні, які використовуються для розміщення медіа-екранів із різноманітним інформаційним контентом. Такі екрани найчастіше встановлюються на огороджувальних стінах як усередині приміщень, так і на зовнішніх фасадах будівлі. Особливості освітлення бізнес-центру ARENA TOWER у м. Дніпро наведені на рис. 3.10.



Рисунок 3.10 – Особливості освітлення бізнес-центру ARENA TOWER у м. Дніпро [25]

Однією з найбільш поширених форм медіа-архітектури є відеостіни – великих розмірів екрани, призначені для одночасної трансляції інформації широкій аудиторії. Вони можуть складатися з модульних панелей, що забезпечують гнучкість у проєктуванні та масштабуванні. Технічне обладнання для таких конструкцій розміщується в спеціальних пристроях, які містять комп’ютери, лазерні системи, датчики та інше технічне забезпечення.

У перспективі найбільш актуальним напрямом стане створення інтерактивних будівель, що поєднують кінетичну техно-архітектуру та медіа-архітектуру. Такі будівлі зможуть змінювати свої візуальні, інформаційні та просторові характеристики залежно від потреб користувачів і зовнішніх умов. Їхня конструктивна основа має включати всі необхідні компоненти, що забезпечать функціональність, адаптивність і технологічну інтеграцію.

Останні роки демонструють стрімкий розвиток архітектурного проєктування та дизайну середовища, що зумовлено впровадженням передових технологій. Серед ключових інновацій варто відзначити штучний інтелект (AI), VR-технології віртуальної реальності, а також програмування та кодування на основі блокчейну із застосуванням NFT. Ці інструменти сприяють підвищенню точності та ефективності проєктування, покращують взаємодію з користувачами та забезпечують якісніший досвід їхнього залучення до проєктів.

Важливо зазначити, що використання подібних технологій і дослідження їхнього впливу на діяльність архітекторів є відносно новим явищем в Україні. Раніше сучасне програмне забезпечення, доступне спеціалістам за кордоном, сьогодні є у вільному доступі для українських фахівців. Однак у науковій спільноті досі бракує досліджень, які б аналізували ефективність і необхідність новітніх технологій у сфері проєктування, дизайну та архітектури.

Крім того, значний прорив у сфері архітектурного проєктування та дизайну середовища забезпечило використання глобальних баз даних архітектурних проєктів. Це значно розширює доступ до знань і матеріалів, які можуть бути застосовані у процесі створення нових рішень. Водночас усе більше уваги приділяється ергономіці та формуванню здорового середовища, що стає ключовим чинником у розробці сучасних проєктів. Інтеграція цих аспектів дає змогу забезпечити більш інноваційний та якісний підхід до архітектурного проєктування та дизайну середовища.

Параметричний підхід відіграє ключову роль у сучасному проєктуванні, адже концепція та дизайнерські рішення базуються на певних вимогах і

параметрах, що забезпечують максимальну ефективність та зручність використання проєктів:

– точність і ефективність: використання штучного інтелекту (AI) та блокчейн-технологій із застосуванням NFT сприяє підвищенню точності й оптимізації процесів проєктування.

– інтерактивність: VR-технології віртуальної реальності дають змогу користувачам глибше взаємодіяти з проєктами, що покращує їхній досвід та розуміння простору;

– доступ до глобальних ресурсів: використання міжнародних баз даних архітектурних проєктів розширює можливості спеціалістів, надаючи їм доступ до великого обсягу інформації та передових рішень;

– ергономіка та здорове середовище: ці фактори стають дедалі важливішими для створення комфортних та безпечних просторів, що позитивно впливає на здоров'я користувачів.

В Україні поступово інтегруються новітні технології у сферу архітектури та дизайну середовища, проте ще не всі аспекти поєднані в єдиний комплексний підхід. Наприклад, штучний інтелект та віртуальна реальність ще не набули широкого застосування у проєктуванні, а багато архітекторів і дизайнерів не мають достатньої обізнаності щодо NFT та блокчейн-технологій [26].

Відсутність системного дослідження та інтеграції новітніх методів у сфері архітектури гальмує розвиток та впровадження інноваційних рішень. Зокрема, недостатня увага до вивчення параметричного проєктування, VR та AR-технологій, а також пов'язаного програмного забезпечення негативно впливає на темпи розвитку галузі в Україні. Молоді спеціалісти стикаються з браком нормативної бази для освоєння цих технологій, що уповільнює їхнє впровадження та загальний прогрес у сфері архітектурного проєктування.

Отже, інтеграція всіх аспектів у єдиний інноваційний підхід у проєктуванні архітектури та дизайну середовища є перспективним рішенням для України. Це сприятиме впровадженню передових технологій, підвищенню якості та ефективності проєктування, а також покращенню взаємодії з користувачами,

надаючи їм більш якісний досвід використання проєктів. Об’єднання різних інструментів та методів у параметричному проєктуванні архітектури та дизайну середовища має значний практичний ефект. Воно дозволяє підвищити ефективність і точність проєктування, сприяє створенню інноваційних рішень та покращує якість реалізованих проєктів.

Застосування параметричних інструментів дає змогу автоматизувати численні процеси, мінімізувати ймовірність помилок, що виникають під час ручного проєктування, а також забезпечує високу гнучкість і швидкість внесення змін відповідно до потреб замовника. Окрім того, використання сучасного програмного забезпечення розширює можливості спеціалістів, підвищуючи ефективність їхньої роботи та збагачуючи інструментарій для реалізації проєктів. Впровадження передових методів у сферу архітектури та суміжних галузей здатне спричинити революційні зміни, зробивши процес проєктування більш адаптивним, технологічним та інтерактивним.

Поєднання новітніх технологій, таких як штучний інтелект (AI), VR-технології віртуальної реальності, а також блокчейн з використанням NFT, разом із параметричним проєктуванням відкриває можливості для створення складніших і більш інноваційних проєктів, що відповідають сучасним вимогам ринку. Крім того, доступ до глобальних баз даних дозволяє архітекторам і дизайнерам використовувати величезний масив інформації та досвіду, що сприяє покращенню якості та інноваційності нових розробок.

Параметрична архітектура – це унікальний стиль, що поєднує скульптуру, математику, архітектуру та дизайн. Вона спрямована на створення складних моделей, які виходять за межі традиційних форм і конструктивних рішень. Популярність цього підходу значно зросла з розвитком передових параметричних дизайнерських систем. На сьогодні параметризм є ключовим і домінуючим інструментом авангардистської практики, що охоплює широкі масштаби – від архітектури та дизайну інтер’єру до урбаністичного проєктування.

Створення параметричної архітектури у складі медіа-архітектури базується на використанні сучасних комп'ютерних програм, які не лише дозволяють моделювати параметричні форми, а й застосовувати математичні алгоритми та логічні умови для автоматичного пошуку оптимальних рішень. Це значно розширює можливості проєктування складних структур і форм.

Щоб оцінити вплив цифрових технологій на сучасну архітектуру та дизайн, варто звернутися до роботи Тоні Котника "Digital Architectural Design as Exploration of Computable Functions". Незважаючи на відсутність комплексної теоретичної бази для викладання цифрового дизайну в архітектурі, ця стаття пропонує концептуальне обґрунтування на основі обчислюваних функцій. Такий підхід дозволяє формалізувати та згрупувати сучасні методи цифрового дизайну, а також виявити їх логічні зв'язки. На теоретичному рівні це відкриває можливість інтеграції понять із різних наукових дисциплін в архітектурне проєктування [27].

Сучасне програмне забезпечення надає архітекторам ефективні інструменти для роботи з параметричними моделями. Програми, такі як Grasshopper, Dynamo, Revit, ArchiCAD, Fusion 360 та інші, дозволяють створювати складні параметричні конструкції, які легко модифікувати й оптимізувати. Це значно спрощує вирішення проєктних завдань і сприяє покращенню якості архітектурних рішень [28].

Одним із яскравих прикладів інтеграції цифрових технологій є моделювання штучного освітлення. Сьогодні симуляції природного освітлення відіграють важливу роль у проєктуванні, допомагаючи оптимізувати якість простору та підвищити його ефективність.

Подальший розвиток інтерактивних будівель передбачає глибшу інтеграцію цифрових технологій**,** таких як штучний інтелект, біометричні системи розпізнавання, екологічні датчики та адаптивні енергозберігаючі рішення. Використання таких інновацій дозволить створювати розумні, адаптивні та екологічно відповідальні архітектурні об'єкти**,** які стануть невід'ємною частиною майбутніх міст.

ВИСНОВКИ

1. Інтерактивні будівлі є важливим етапом розвитку сучасної архітектури. Вони поєднують інноваційні технології, функціональність і естетику, створюючи нові можливості для взаємодії між людьми та міським простором. Такі споруди не лише покращують якість життя, але й сприяють формуванню інноваційного образу міст майбутнього. Їх подальший розвиток відкриває нові горизонти для архітектури та містобудування.

2. Медіа-архітектура як інноваційний напрямок є ключовим елементом сучасного урбаністичного простору, що поєднує в собі архітектуру, цифрові технології та інтерактивність. Використання інтерактивних фасадів та динамічних світлодіодних панелей дозволяє не лише покращити естетичну привабливість будівель, а й створити новий рівень взаємодії з містянами.

3. Технологічна основа медіа-архітектури включає використання LED-екранів, проекційних систем, доповненої та віртуальної реальності, а також алгоритмічного дизайну, що дозволяє інтегрувати динамічний контент у будівлі. Такі технології сприяють створенню унікального архітектурного образу та адаптації простору під потреби суспільства.

4. Інтерактивні будівлі як елемент "розумного міста" відіграють важливу роль у розвитку цифрової урбаністики, забезпечуючи функціональність, енергоефективність та можливість комунікації між людиною та архітектурою. Інноваційні фасадні системи можуть використовувати дані в реальному часі для адаптації контенту, що сприяє їхньому широкому застосуванню в культурних, комерційних та громадських просторах.

5. Перспективи розвитку медіа-архітектури полягають у подальшій інтеграції штучного інтелекту, великих даних та сенсорних технологій, що дозволить створювати ще більш адаптивні та розумні будівлі. Також важливим напрямком є підвищення екологічності інтерактивних фасадів шляхом використання енергоощадних технологій та екологічних матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інтерактивність. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C (дата звернення: 10.04.2024).

2. Розумне місто. Вікіпедія: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%83%D0%BC%D0%BD%D0%B5_%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82%D0%BE (дата звернення: 10.04.2024).

3. Інтерактивна інсталяція. URL: https://aranchii.com/ua/blog/ubiquitous/

4. Гончаренко О. В. Інтерактивні будівлі в сучасній архітектурі. Київ: Архітектурна спілка України, 2021.

5. Приклади інтерактивних будівель. URL: https://www.youtube.com/watch?v=jULyPt1lI6c

6. Медісон Р. Технології майбутнього у містобудуванні. Лондон: TechPress, 2020.

7. Медіа-архітектура – нові технології та нові можливості / А. Я. Костенко // Архітектурний вісник КНУБА. 2013. Вип. 1. С. 337-350. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/avk_2013_1_49

8. Офіційний сайт Burj Khalifa. (Дубай) URL: https://emiratica.com/showplace/burj-khalifa

9. Media-TIC (Барселона): інноваційна фасадна система будівлі. URL: https://www.delmarmaria.org/zdanie-media-tic-v-barselone/

10. M. Hank Hauesler. MEDIA FACADES – HISTORY, TECHNOLOGY AND CONTENT (Ханк Хойслер. Медиа-фасады и медиа-архитектурные конструкции. Avedition. 2007. 250 p.

11. Офіційний веб сайт Медіа-архітектурного інституту. About the Institute. URL: http://www.mediaarchitecture.org/about/

12. Приклади сучасних медіа-фасадів. URL: https://ledleader-pro.com.ua/catalog/reklamni-konstruktsii/media-fasady/

13. Вотінов М. А. Інноваційні прийоми формування інтерактивних будівель і споруд у міському середовищі : монографія / М. А. Вотінов, О. В. Смірнова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 112 с. ISBN 978-966-695-492-6

14. Створення виразного художнього виду інтерактивної будівлі. URL: https://peldigitus.com.ua/uk/blog/mediafasad-i-svetodiodnyj-ekran-v-chem-raznica

15. Інноваційний вид будівель. URL: https://peldigitus.com.ua/uk/blog/mediafasad-i-svetodiodnyj-ekran-v-chem-raznica

16. Захопливий 3D-рекламний екран на фасаді торгового центру в Японії. URL: https://www.ucsc.org.ua/vrazhayuchyj-3d-bilbord-na-fasadi-yaponskogo-trcz-video/

17. LED Медіа-фасади. URL: https://ledleader-pro.com.ua/catalog/reklamni-konstruktsii/media-fasady/

18. Вражаючий 3D-білборд на фасаді японського ТРЦ. URL: https://www.ucsc.org.ua/vrazhayuchyj-3d-bilbord-na-fasadi-yaponskogo-trcz-video/

19. Медіафасад та світлодіодний екран: У чому різниця? URL: https://peldigitus.com.ua/uk/blog/mediafasad-i-svetodiodnyj-ekran-v-chem-raznica

20. Трофимчук С. М. Композиційна роль медіа-засобів у сучасній архітектурі / С. М. Трофимчук // Сучасні проблеми архітектури та містобудування : наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. ; відп. ред. М. М. Дьомін. Київ : КНУБА, 2015. Вип. 41. С. 215-218. URL: https://repositary.knuba.edu.ua/items/6593a316-e84a-4e47-8d4a-d23ce5a02e32

21. Куб у ЖК Chicago Central House. URL: https://expolight.net/uk/project/chicago-central-house

22. Медіа фасади Інституту Арабського миру, м. Париж, Франція. URL: https://www.sortiraparis.com/ru/chto-posetit-v-parizhe/istoriya-naslediye/articles/304914-znaete-li-vy-fasad-instituta-arabskogo-mira-dvizetsa-vmeste-s-solncem

23. Будівля торгівельного центру UNStudio, м.Ухань, Китай. URL: https://www.dezeen.com/2013/11/27/shopping-centre-covered-in-silver-balls-by-unstudio/

24. Медіафасади. URL: https://art-light.com.ua/mediafasady

25. Бізнес-центр ARENA TOWER у м. Дніпро. URL: https://expolight.net/uk/project/arena-tower

26. Впровадження практичної параметрики в архітектурних об'єктах та в дизайні середовища. URL: https://www.cult-design.com.ua/param/parametrykya-v-arhitekturnyh-obyektah-ta-dyzajni-seredovyshha/

27. Parametric Design – A New Paradigm in Architecture. URL: https://www.architecturaldesign.com.au/

28. The Evolution of Parametric Design. URL: https://www.architecturaldesign.com.au/

29. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. [Чинний від 2019-01-10]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2019. 177 с. URL:

30. ДБН Б.1-1-22:2017. Склад та зміст плану зонування території. [Чинний від 2018-01-08]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. 22 с.

31. ДБН А.2.2–3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво. [Чинний від 2014-01-10]. Київ : Мінрегіон, 2014. 40 с.

32. Helali S. Systems and Network Infrastructure Integration: Design, Implementation, Safety and Supervision. Wiley-ISTE. 2020. 208 p.

33. World Energy Outlook 2022. Part of World Energy Outlook. – International Energy Agency, Flagship report, October 2022, https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022.