

ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АРХІТЕКТУРНОМУ РОЗВИТКУ МІСТ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз ключових інноваційних технологій, що застосовуються у сучасному архітектурному розвитку міст, з акцентом на їхню роль у забезпеченні енергоефективності та функціональності міського середовища. Робота узагальнює тенденції, спрямовані на створення адаптивного, естетично привабливого та комфортного міського простору, що відповідає викликам сьогодення та майбутнього.

Ключові слова: архітектура, інноваційні технології, 3D-друк, BIM-моделювання, наноматеріали, сталий розвиток, розумні міста.

Abstract

An analysis of key innovative technologies used in the modern architectural development of cities was carried out, with an emphasis on their role in ensuring energy efficiency and functionality of the urban environment. The work summarizes trends aimed at creating an adaptive, aesthetically attractive and comfortable urban space that meets the challenges of the present and the future.

Keywords: architecture, innovative technologies, 3D printing, BIM modeling, nanomaterials, sustainable development, smart cities.

Вступ

Сучасний розвиток міської архітектури стикається з серйозними проблемами - такими як зміна клімату, потреба в енергоефективних будівлях і стрімке зростання населення. Щоб міста стали «розумними» (Smart Cities) і стійкими до змін, необхідно активно впроваджувати сучасні технології, які здатні забезпечити комфортне та якісне життя населення. Звичні підходи до проєктування та будівництва вже застаріли та не відповідають сучасним вимогам, оскільки вони не завжди дозволяють створювати міське середовище, яке було б гнучким, функціональним і екологічно безпечним. Тому важливо досліджувати та узагальнювати досвід використання новітніх цифрових інструментів, передових методів будівництва та «розумних» матеріалів, що мають велике значення як для науки, так і для практики.

Метою дослідження є визначення, аналіз та систематизація основних інноваційних технологій, які використовуються в архітектурному розвитку міст, а також обґрунтування їхнього впливу на створення сталого, енергоефективного та естетично привабливого міського простору.

Результати дослідження

Сучасна архітектура міст розвивається з урахуванням глобальних проблем - таких як потреба в екологічній безпеці, економному використанні енергії та створенні зручних і гнучких міських просторів[2],[3]. Щоб вирішити ці завдання, важливо використовувати новітні технології, вони є ключовими для побудови комфортного, ефективного та сталого міського середовища.

Можна виділити такі сучасні інноваційні технології в архітектурному розвитку міст.

1) Цифровізація та віртуалізація проєктування:

Цифрові технології не тільки дозволяють швидше створювати проєкти, але й забезпечують їхню високу точність та сприяють кращій співпраці між фахівцями з різних галузей.

- BIM-моделювання (Building Information Modeling):
Технології BIM (Building Information Modeling) стали основою для створення комплексних цифрових моделей, що об'єднують усі дані про об'єкт та забезпечують його управління протягом усього життєвого циклу.

ВІМ-моделювання - це процес створення та управління цифровою моделлю будівлі чи інфраструктурного об'єкта, який включає всі необхідні дані, пов'язані з конструкцією, матеріалами, інженерними мережами, кошторисами та іншим. На відміну від традиційного 2D-проектування, ВІМ дозволяє побудувати тривимірну модель з можливістю детального опрацювання кожного елемента проекту [1].

- **Параметричний (обчислювальний) дизайн:**
Цей підхід, який є частиною ширшої ідеї обчислювального дизайну, дозволяє архітекторам створювати складні, часто органічні або кінетичні форми, які неможливо було розрахувати традиційними методами. Він базується на алгоритмах та параметрах, що дає змогу швидко вносити зміни у весь проєкт, а також створювати унікальні форми, що не залежать від місця розташування [4].
- **Віртуальна (VR) та доповнена реальність (AR):**
Технології розширеної реальності (XR) є потужним інструментом для візуалізації та комунікації. Віртуальна реальність (VR) дає змогу ще на етапі концепції зануритися у тривимірну модель об'єкта, що значно полегшує розуміння просторових рішень. Доповнена реальність (AR), у свою чергу, дозволяє накладати цифрові елементи на реальне міське середовище, що особливо корисно для оцінки того, як нові конструкції інтегруються в існуючий простір. [5].

2) Сучасні та екологічні матеріали:

Інноваційні матеріали стали основою для створення сучасної екологічної архітектури. Їхнє застосування дозволяє скоротити енергоспоживання, продовжити термін служби будівель і підвищити їхню безпеку.

- **Наноматеріали:**
Наноматеріали (НМ) - це дисперсні або масивні матеріали (структурні елементи – зерна, кристали, блоки, кластери), геометричні розміри яких хоча б в одному вимірі не перевищують 100 нм і такі, що мають якісно нові властивості, функціональні й експлуатаційні характеристики, які проявляються завдяки наномасштабним розмірам [6].
Ось наноматеріали, які застосовуються в будівельній галузі:
-вуглецеві нанотрубки або випарені аморфні кулі з діоксиду кремнію для поліпшення стійкості цементів, бетону або пластмас;
-нанотитану діоксид (TiO_2) –завдяки його самоочисним властивостям у фарбах, цементах або склі;
-наносрібло –за його бактерицидні та фунгіцидні властивості в покриттях підлоги та стін;
-наночастинки міді для поліпшення тріщиностійкості сталей.
- **«Розумні» матеріали:**
«Розумні» матеріали - це матеріали, які здатні змінювати свої фізико-хімічні властивості у відповідь на зміну зовнішніх умов або вплив зовнішніх сигналів. Це можуть бути зміни форми, кольору, щільності, електричних характеристик та інших параметрів. Основна відмінність розумних матеріалів від традиційних полягає в тому, що вони здатні "відчувати" зовнішній вплив і "реагувати" на нього, що відкриває нові можливості для їх застосування в будівництві.
Однією з головних переваг розумних матеріалів є їх здатність підвищувати енергоефективність будівель. Використання термохромних і фотохромних покриттів на фасадах дозволяє суттєво зменшити тепловтрати або перегрів приміщень у літній період. Інтелектуальні вікна здатні автоматично блокувати надмірне сонячне світло в спекотні дні та пропускати сонячні промені в холодні місяці, що значно знижує потребу в кондиціонуванні повітря та опаленні.
- **Біоматеріали:**
Біоматеріали - це будівельні матеріали, що отримуються з відновлюваних біологічних ресурсів або створюються з використанням живих організмів. Біорозкладні будівельні матеріали являють собою альтернативу традиційним матеріалам, володіючи екологічністю та здатністю повністю розкладатися в природному середовищі після завершення життєвого циклу будівлі[7].
Інтеграція біоматеріалів в архітектуру сприяє розвитку екологічного та сталого будівництва. Біофільний дизайн з природними матеріалами не лише покращує технічні характерис-

тики будівель, а й позитивно впливає на психологічний комфорт. Біоматеріали знижують вуглецевий слід, покращують тепло- та звукоізоляцію, регулюють вологість, не виділяють токсичних речовин, сприяють енергоефективності та довговічності. Їхня низька теплопровідність робить їх оптимальними для пасивних будинків, а застосування принципів циркулярної економіки мінімізує вплив на довкілля.

3) Інтерактивна архітектура:

Інтерактивна архітектура є не лише новим етапом у розвитку урбаністичного простору, а й важливим інструментом для формування адаптивного, динамічного та функціонального середовища, що здатне реагувати на соціальні, культурні та екологічні виклики сучасності.

- Кінетична архітектура:

Концепція кінетичної архітектури – це проектування будівель та окремих елементів цих будівель, що здатні до фізичних змін своєї форми чи положення. Форма будівлі змінюється відповідно до вимог людей і адаптується до умов навколишнього середовища. Рух цих структур може бути реалізований за допомогою складання, переміщення, розширення та трансформації як форми, так і розмірів.

Сучасний вигляд кінетичної архітектури визначається використанням рухомих кінетичних структур та елементів, які надають будівлям динамічний і адаптивний характер. Основний принцип їх роботи базується на використанні різноманітних механізмів – від простих шарнірів і петель до складних пневматичних, хімічних, магнітних, природних та механічних систем[8].

- Медіа-фасади:

Медіа-фасади - це світлодіодні екрани на фасадах будівель, які стали ключовим елементом сучасного міського архітектурного розвитку. Вони використовуються для трансляції рекламного, інформаційного та художнього контенту, що дозволяє трансформувати старі будівлі, покращувати зовнішній вигляд міста та створювати нові інтерактивні простори. Технологія дозволяє проєктувати динамічний відеоконтент, анімацію або інформаційні повідомлення на будь-які, навіть складні та нерівні поверхні [9]. Це перетворює будівлю на масштабний екран, який працює вночі, не порушуючи при цьому естетики денного вигляду.

Медіа-фасади надають міському простору індивідуальний художній образ та стають «візитівкою» або домінантою району, залучаючи людину в мистецьке дійство. Вони відроджують активність на певній ділянці міського простору, сприяючи його соціальній та культурній трансформації.

Висновки

В даній роботі було проаналізовано застосування інноваційних технологій у сучасному розвитку міст. Отже, вони відіграють ключову роль у трансформації архітектурного розвитку сучасних міст, забезпечуючи їхню адаптивність, енергоефективність та екологічну сталість. Цифрові інструменти, такі як BIM-моделювання, параметричний дизайн і XR-технології, змінюють підходи до проєктування, роблячи їх більш точними та інтерактивними. Використання наноматеріалів, розумних і біологічних матеріалів сприяє створенню безпечного, комфортного та ресурсозберігаючого середовища. Інтерактивна архітектура, зокрема кінетичні конструкції та медіа-фасади, формує нову якість урбаністичного простору, здатного реагувати на соціальні та культурні потреби мешканців. Сукупність цих технологій відкриває перспективи для сталого розвитку міст, орієнтованого на людину, довкілля та майбутні виклики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Що таке BIM-моделювання і як воно застосовується в проєктуванні. <https://kmcgeo.com/ua/chto-takoe-bim-modelyrovanye-y-kak-ono-prymenyaetsya-v-proektyrovanyy/>
2. Тренди сучасної архітектури. <https://saten.com.ua/>
3. Архітектурні тренди: стилі, форми та матеріали, які домінують у сучасному будівництві. <https://blog.poltava.to/atlant/17206/>

4. НОВІТНІ ТЕНДЕНЦІЇ В АРХІТЕКТУРІ XXI СТ. | Сучасні проблеми Архітектури та Містобудування. <http://archinform.knuba.edu.ua/article/view/229377>
5. Топ-8 нових тенденцій в архітектурі: формуємо майбутнє - Property Times. https://propertytimes.com.ua/trends/top8_novih_tendentsiy_v_arhitekturi_formuemo_maybutne
6. Nanochastinki v budivel'nih materialah ta inshih dodatkah ta naslidki vikoristannya nanochastinok [Nanoparticles in Construction Materials and Other Applications, and Implications of Nanoparticle Use].(Text from the screen). <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6804222/#:~:text=Among%20the%20many%20different%20types,nanoparticles%20in%20the%20construction%20sector>
7. Використання біоматеріалів у архітектурному плануванні: шлях до зеленої архітектури. <https://ua-stroy.org/ua/using-biomaterials-in-architectural-planning>
8. FOX M. YEH B. INTELLIGENT KINETIC SYSTEMS. KINETIC DESIGN GROUP, MASSACHUSETTS, INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT), DEPARTMENT OF ARCHITECTURE. CAMBRIDGE. 1999
9. Інноваційні прийоми формування інтерактивних будівель і споруд у міському середовищі – ХНУМГ. <http://eprints.kname.edu.ua/55319/1/2019%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%20%D0%9C%D0%9D%20%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F%20%D0%A1%D0%BC%D0%B8%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%2C%20%D0%92%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%20%202019.pdf>

Кацага Марія Михайлівна — студентка групи БМ-23б, факультет будівництва та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mashakacaga2005@gmail.com

Очеретний Володимир Петрович — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, email: ocheretny@vntu.edu.ua

Kacaga Mariia Mykhailyvna - student of the BM-23b group, Faculty of Construction and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: : mashakacaga2005@gmail.com

Ocheretnyy Volodymyr Petrovich – PhD, Associate Professor of Construction, Urban Economy and Architecture, Vinnytsia National Technical University, e-mail: ocheretny@vntu.edu.ua