УДК 72.01:502.131.1

В. О. Галяновська
В. П. Очеретний

БІОНІЧНА АРХІТЕКТУРА: ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ СТРУКТУР У ПРОЄКТУВАННІ СТАЛИХ СПОРУД

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто особливості біонічної архітектури як перспективного напряму сучасного архітектурного проєктування. Досліджено основні принципи біомімікрії та використання природних структур у створенні сталих споруд. Проаналізовано сучасні матеріали та конструктивні рішення, приклади реалізації біонічних об'єктів у світовій практиці, а також перспективи розвитку цього напряму в умовах сталого розвитку міст. Встановлено, що використання природних закономірностей сприяє підвищенню енергоефективності, екологічності та функціональності архітектурних об'єктів.

Ключові слова: біонічна архітектура, біомімікрія, сталий розвиток, енергоефективність, природні структури, містобудування, адаптивні фасади..

Abstract

This paper examines the characteristics of bionic architecture as a promising direction in contemporary architectural design. It explores the fundamental principles of biomimicry and the application of natural structures in the creation of sustainable buildings. The study analyzes modern materials and structural solutions, reviews examples of bionic projects implemented globally, and discusses the future development of this field within the context of sustainable urban development. It is established that the application of natural patterns contributes to enhanced energy efficiency, environmental sustainability, and functionality in architectural structures.

Keywords: bionic architecture, biomimicry, sustainable development, energy efficiency, natural structures, urban planning, adaptive facades.

Вступ

Сучасний розвиток архітектури супроводжується активним пошуком нових підходів до проєктування будівель і споруд, які б відповідали принципам раціонального природокористування та сталого розвитку. У зв'язку зі зростанням урбанізації, погіршенням екологічного стану міст та необхідністю зменшення енергоспоживання особливого значення набувають природоорієнтовані архітектурні рішення.

Одним із найперспективніших напрямів такого розвитку є біонічна архітектура, яка базується на вивченні та використанні принципів організації живої природи. Біонічний підхід спрямований не лише на запозичення зовнішніх форм природних об'єктів, а й на використання механізмів їх функціонування, адаптації до зовнішнього середовища та ефективного використання ресурсів. Це дозволяє створювати споруди, які поєднують архітектурну виразність із високими показниками енергоефективності та екологічності.

Основна частина

Біонічна архітектура є одним із сучасних напрямів архітектурного проєктування, який базується на вивченні та використанні природних закономірностей для створення ефективних будівель і споруд. Її концепція полягає не лише у відтворенні природних форм, а насамперед у застосуванні принципів організації живих систем, що забезпечують максимальну функціональність при мінімальних витратах ресурсів [1; 7].

Основою біонічної архітектури є біомімікрія, яка передбачає запозичення у природи конструктивних, енергетичних та композиційних рішень. Завдяки багатомільйонній еволюції природні системи виробили механізми адаптації до навколишнього середовища, ефективного використання матеріалів та

раціонального розподілу навантажень. Саме тому природа розглядається як джерело інноваційних рішень для сучасного будівництва [1].

Важливу роль у розвитку біонічної архітектури відіграють принципи морфогенезу, які пояснюють процес формування природних структур. Дослідження закономірностей росту рослин, будови мушель, кісткових тканин та інших природних утворень дозволяє створювати конструкції зі складною геометрією, що відзначаються високою міцністю та ефективністю використання матеріалів [10]. Завдяки сучасним цифровим технологіям архітектори можуть моделювати такі форми та адаптувати їх до потреб сучасного будівництва.

Одним із перспективних напрямів є використання інноваційних матеріалів. Зокрема, фібробетон відрізняється високою міцністю, довговічністю та можливістю формування складних біонічних поверхонь. Використання цього матеріалу дозволяє реалізовувати архітектурні об'єкти з плавними органічними формами, що були б складними для виконання традиційними методами будівництва [3].

Значного поширення набувають адаптивні фасадні системи, конструкція яких базується на принципах функціонування природних оболонок живих організмів. Такі фасади здатні регулювати надходження сонячного випромінювання, природного освітлення та повітря, що позитивно впливає на енергоефективність будівель [8; 9]. Водночас важливим елементом біонічних споруд є інтеграція зелених насаджень у структуру будівель через вертикальне озеленення та створення зелених дахів. Такі рішення сприяють покращенню мікроклімату, зменшенню рівня забруднення повітря та підвищенню екологічної стійкості міського середовища [6].

Практичне застосування біонічних принципів демонструють відомі архітектурні об'єкти світу. Серед них житловий комплекс Bosco Verticale у Мілані, який поєднує багатоповерхову забудову з вертикальним озелененням, комплекс Eden Project у Великій Британії з біоморфними купольними конструкціями та Eastgate Centre у Зімбабве, система вентиляції якого відтворює принцип роботи термітників. Ці приклади підтверджують, що використання природних аналогів дозволяє підвищити функціональність споруд та скоротити енергетичні витрати.

Перспективи розвитку біонічної архітектури пов'язані з поширенням концепції сталого розвитку та smart city. Інтеграція біонічних принципів у містобудування дає змогу створювати більш екологічне та комфортне міське середовище, у якому архітектурні об'єкти функціонують як елементи єдиної природно-техногенної системи [4; 5]. Подальший розвиток цього напряму сприятиме формуванню нової архітектурної естетики, заснованої на гармонійному поєднанні природи, технологій та потреб людини.

Висновки

Проведене дослідження показало, що біонічна архітектура є одним із перспективних напрямів розвитку сучасного будівництва, який поєднує досягнення науки, техніки та природні закономірності. Використання принципів біомімікрії дозволяє створювати енергоефективні, екологічні та функціональні споруди, здатні адаптуватися до умов навколишнього середовища.

Встановлено, що застосування інноваційних матеріалів, адаптивних фасадних систем, вертикального озеленення та сучасних цифрових технологій створює нові можливості для розвитку сталого архітектурного середовища. Аналіз практичних прикладів підтвердив ефективність біонічних підходів як у проєктуванні окремих будівель, так і в розвитку сучасних міст.

Отже, біонічна архітектура є важливим інструментом реалізації принципів сталого розвитку та формування комфортного середовища життєдіяльності людини.

Список використаної літератури

1. Benyus J. Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. New York : HarperCollins, 2002. 308 p.
2. Dorokhina N. Adaptive structures in bionic architecture. International Journal of Architecture. 2021. Vol. 9(1). P. 55–62.
3. Дорохіна Н. О. Fibroconcrete as a material for bionic structures. Construction Materials Science. 2024. Vol. 12(3). P. 144–152.
4. Galat A. Integration of bionic principles in Ukrainian urban planning. Urban Studies and Architecture. 2022. Vol. 5(3). P. 101–109.
5. Галат А. В. Біонічні принципи в архітектурному проєктуванні. Вінниця : ВНТУ, 2024. С. 45–52.
6. Paas A. V., Pankevych O. D. Зелені дахи та вертикальне озеленення як інструмент сталого розвитку міського середовища. Вінниця : ВНТУ, 2024.
7. Pawlyn M. Biomimicry in Architecture. London : RIBA Publishing, 2016. 256 p.
8. Popov V., Huifang L. The study of facade composition uniqueness of bionic buildings based on the coupling analysis of building energy efficiency and aesthetic strategy. Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи. Вінниця : ВНТУ, 2025. С. 112–118.
9. Попов В. О. Біонічні фасадні композиції: енергоефективність та естетика. Вісник ВНТУ. 2024. № 2. С. 33–41.
10. Weinstock M. Morphogenesis and the mathematics of emergence in architecture. Architectural Design. 2010. Vol. 80(4). P. 26–33.

Галяновська Вікторія Олегівна - студентка групи БМ-24б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: viktoriya.halyanovska@gmail.com.

Очеретний Володимир Петрович - к.т.н., доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет. Email: ocheretny@vntu.edu.ua.

Halianovska Viktoriia O. - student of group BM-24b, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : viktoriya.halyanovska@gmail.com.

Ocheretny Volodymyr P. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University. Email: ocheretny@vntu.edu.ua.