

ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТОК БІОНІКИ В АРХІТЕКТУРІ

Кравцов Д. С.,

д. філ., ас. каф. архітектури будівель та споруд,
kravtsov.abs@ogasa.org.ua, ORCID: 0000-0002-1060-4276

Цвіговська І. К.,

ст. каф. архітектури будівель і споруд,
tsvihovska.irina@gmail.com*Архітектурно-художній інститут,
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса*

Анотація. Статтю присвячено дослідженню застосування біонічних форм у сучасній архітектурі. Розглядається питання формування типів біоніки, наведено характерні риси кожного типу та способи їх перенесення в архітектурний та містобудівний простір. Автором відзначається чіткий взаємозв'язок між біонікою й архітектурою, наведено приклади, що його підтверджують та наочно ілюструють. На підставі аналізу зазначених типів визначено найбільш актуальні напрями поширення біонічних форм у проектуванні новітніх будівель та споруд. Наведено рекомендації щодо подальшого розвитку сучасної архітектурної біоніки.

Ключові слова: біоніка, біомімікрія, біо-тек, біонічна архітектура, адаптивний дизайн, стійка архітектура.

Вступ. Протягом усієї історії архітектури зодчі використовували природні форми як аналог і об'єкт наслідування. Наприкінці XIX — у першій половині XX ст. під час пошуків принципово нової мови архітектури розпочалося усвідомлене творче і концептуальне використання принципів природного формоутворення. В архітектурі XX ст. виділяють такі пов'язані з біонікою архітектурною напрями: метаболізм у японській архітектурі (К. Танге); проектування міст і мостів майбутнього (П. Солері, 1919–2013, Італія); тентові підвісні конструкції (Ф. Отто); тонкостінні криволінійні покриття (Ф. Кандела, 1910–1997; Іспанія — США); конструкції стрижневих і ребристих куполів, склепінь і опор (Р. Б. Фуллер, П. Л. Нерві) та ін.

На ранніх етапах свого розвитку архітектурна біоніка зосереджувалася переважно на принципах, виявлених при дослідженні структури матеріалу природних об'єктів. На основі зовнішньої і структурної подібностей розроблено нові форми архітектури як «оболонки» процесів життєдіяльності людини. Ці форми підвищували несучу здатність конструкцій та ефективність використання конструкційних матеріалів.

Метою розвитку архітектурної біоніки є створення архітектурних форм унаслідок моделювання живих систем у взаємозв'язку їхньої матеріальної та просторової характеристик із функціональними процесами.

Постановка завдання. Визначити найбільш характерні риси у сучасній біонічній архітектурі. Виявити типологію у цьому архітектурному напрямку. Розглянути визначення біоніки та її зв'язок з архітектурою.

Основний матеріал і результати. Згідно з етимологічним словником іноземних слів, біоніка означає наукову дисципліну, що досліджує механізм і функції тваринних організмів з точки зору технічного використання.

Інші джерела визначають його як дисципліну, що досліджує природні форми (від макро- до наноструктур) і природний відбір (який при перекладі на інженерний термін означає буквально оптимізацію), що оцінює результати для адаптації в інших сферах. У літературі для

опису цієї міждисциплінарної теми також використовуються терміни «Біомімікрія» або «Біоміметика» [1].

Архітектурна біоніка, Біо-тек — напрям архітектурної діяльності, що полягає у вивченні й практичному використанні принципів природи для створення архітектурних форм і конструкцій. Поєднує як наукові дослідження, так і проектно-творчу діяльність: аналіз законів, закономірностей і принципів проектування природних форм з метою створення і вдосконалення архітектурних форм та відповідних проектних розробок [2].

Зв'язок між архітектурою та біонікою є безперечним. Результати їх взаємодії на рівнях мікро- та макророзмірів можуть допомогти досягти стійкості, екологічного дизайну, оптимізованих конструкцій та розумних, адаптивних будівель. Таблиця 1 наочно демонструє співвідношення характерних рис біоніки із використанням їх у проектуванні.

Таблиця 1. Зв'язок між біонікою та архітектурою [3]

Рівень	Риси біоніки	Використання при проектуванні
Макро	Форми та естетика	Формоутворення та естетика конструкції
	Структура та механіка	Високопродуктивні несучі конструкції
	Характеристики матеріалів	Ефективність структури та адаптація
Мікро	Функції та механізми	Багатофункціональні компоненти
	Використання енергії та її джерела	Екологічно чисті методи та стійкість
	Інтелектуальні та чутливі системи	Самоконтроль і самовідновлення

тимчасові, пізніше постійні будинки. Основною метою був захист від небезпек навколишнього середовища, таких як погода та дикі тварини. Найдавніші архітектурні рішення все ще можна знайти в багатьох частинах світу, наприклад, архітектура аборигенів Африки (рис. 1).



Рис. 1. Будинки хадзи в Африці, що наслідують будову гнізда ткача

Крім адаптації форми, використовувані будівельні матеріали також пов'язані з навколишнім середовищем – у сільській архітектурі все ще використовуються матеріали, які можна знайти в безпосередній близькості (рис. 2).

Таким чином, біоніка, пов'язана з будівництвом, з'являється в народній архітектурі, де структура та матеріал натхненні природою.

Крім окремих будівель і матеріалів, структура поселення також може мати ознаки структурної біоніки. Меса-Верде, одна з громад індіанців анасазі, має схожість з пташиними гніздами піщаного Мартіна, які еволюціонували з міркувань захисту (рис. 3).



Рис. 2. Цегла ручної роботи з саману, для виготовлення якої використовуються ті ж компоненти, що й у гнізді ластівки

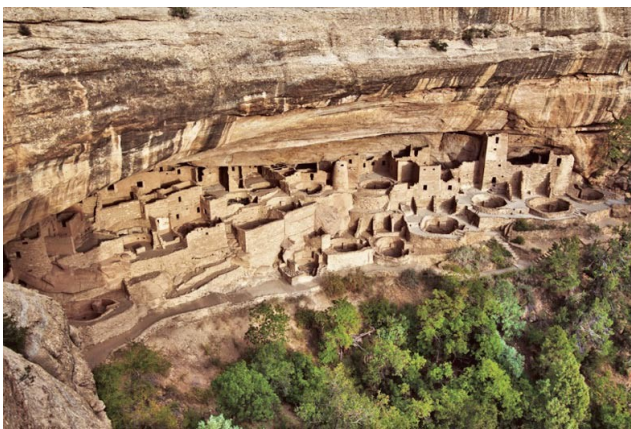


Рис. 3. Гнізда Меса-Верде і піщаного Мартіна, подібні за внутрішньою структурою

Вищезгадані приклади в основному є адаптацією біоніки макрорівня, використовуючи форму, структуру та матеріали природного джерела.

Природне натхнення з'являлося у багатьох формах на будівлях минулого. Нижче наведено лише кілька прикладів. Будівельну біоніку можна спостерігати у великих кам'яних спорудах, таких як єгипетські гіпостильні зали. Наприклад, у Великому Гіпостильному залі Карнака (рис. 4), побудованому в 13 столітті до нашої ери, колони демонструють цікаву ознаку біоніки: основа колон вужче, що не може бути викликано конструктивними міркуваннями, оскільки більша стабільність була б забезпечена більш широкими розмірами. Однак це відбиток більш древнього методу будівництва, адаптованого з часів, коли єгиптяни використовували папірусні палі.

Варто зауважити, що вищезгаданий зал дуже глибокий. Він має просторову структуру, пізніше названу «Базилікою», де неф знаходиться вище за прохід, тому високі вікна на його стіні забезпечують освітлення простору. Колонки, освітлені вікнами, мають відкриті квіткові капітелі, а колони, розташовані в темніших частинах проходу, мають колони бутонів, що є чітким посиленням на життя та зростання, які забезпечує Сонце, таким чином адаптуючи мікро- та макрорівні біоніки.

Орнамент завжди присутній протягом історії архітектури. При дослідженні будівель, побудованих в різних архітектурних стилях, оздоблення поверхні є найбільш помітною частиною, на якій можна виявити природні аналогії, наприклад, у візантійській архітектурі, де рослинні візерунки використовувалися для покриття рівнинних конструкцій (рис. 5).

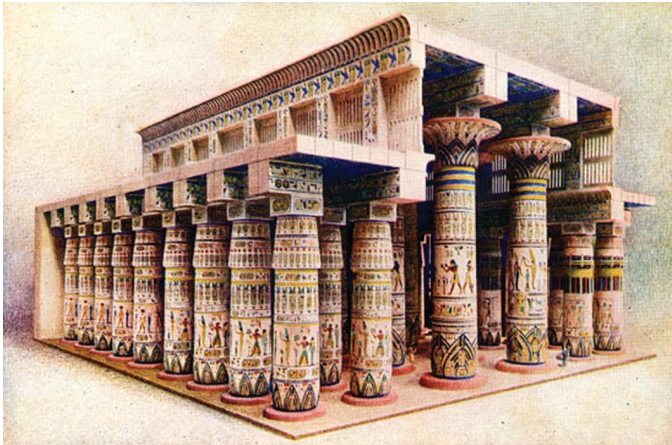


Рис. 4. Вид у розрізі Великого Гіпостильного залу Карнака з капітелями квіткових і бутонькових колон.
Храм Амона-Ра, арх. Менхеперрасенеб, Єгипет, XIV—XIII ст. до н. е.



Рис. 5. Приклад капітелі візантійської колони, що ілюструє використання орнаменту рослинного походження

Готичну архітектуру слід також згадати як приклад структурної аналогії. Своїми формами та каркасною конструкцією будівельники розширювали межі каменю, свого основного будівельного матеріалу. Стиль приніс абсолютно новий набір архітектурних рішень. З часом конструкції ставали все більш скелетними, досягаючи меж матеріалу. Таким чином деякі вежі та собори завалилися під час будівництва. Як прекрасний приклад філігранної конструкції слід назвати готичне віялове склепіння, яке нагадує молюска чи пальмовий лист (рис. 6), структурно адаптуючи природні явища на макрорівні.



Рис. 6. Конструкція раковини та готичного віяльного склепіння, що наслідує форму

Каталонський архітектор Антоні Гауді створив цілком індивідуальний, фірмовий стиль, який також називають модерном, хоча рівень його мімікрії містить орнаменти не лише як поверхні, а й будівельні конструкції, використовуючи біоніку як складне джерело адаптації.

Гауді зрозумів, що природні форми здатні забезпечити більше, ніж красу. Природні структури є не тільки естетичними, а й у всіх сенсах оптимізованими функціональними блоками. Його стовпи подібні до людських кісток або листя (рис. 7), що дозволяє мінімізувати витрати матеріалу [4].



Рис. 7. Конструкції в Саграді Фамільї, що подібні до гілок дерев.
Храм святого Сімейства, Барселона, Іспанія, 1882—до нашого часу,
арх. Антоніо Гауді

В даний час за допомогою програмного комп'ютерного моделювання та конструкційного проектування відкрився широкий спектр нових можливостей.

Що стосується будівель Сантьяго Калатрави, перше, що спадає на думку людям, знайомим з його роботами, це яскраво виражене біоморфне утворення. Його архітектурні форми використовують аналогії скелета людини чи тварини, демонструючи естетичну привабливість будівельної та структурної біоніки. Серед людських аналогій видатним є планетарій Калатрави в Іспанії, спроектований за начерком очного яблука (рис. 8).



Рис. 8. Планетарій Калатрави в Іспанії

Калатрава приніс унікальні, кардинально інноваційні конструкції, створюючи в їх структурах форми, натхненні природними. Будинки, зведені за 30 років його роботи, включно з 40 мостами та 10 станціями, є знаковими пам'ятками, однак його інвестори час від часу відчують певні незручності: будівлі зазвичай значно перевищують запланований бюджет [5].

У випадку сучасної архітектури аналіз біоніки не означає обов'язкового огляду будівель або будинків у буквальному сенсі: композиції громадських просторів та інші незвичайні інсталяції також є частиною теми. Однією з таких, поки що не реалізованих, хоча і чудових ідей, є так званий «Дерев'яний бутон» (рис. 9), який являє собою пристрій у формі дерева, що імітує механізм справжнього дерева. Подібно до живої рослини, він може виробляти кисень із вуглекислого газу в повітрі. Його гілки служать затіненням тротуару під ним, а сонячні фотоелектричні панелі, встановлені на гілках, створюють електроенергію. Електрика використовується для подачі прихованого в конструкції пристрою очищення повітря. Крім того, конструкція буде виготовлена з перероблених ПЕТ-пляшок, що зробить її більш екологічною.

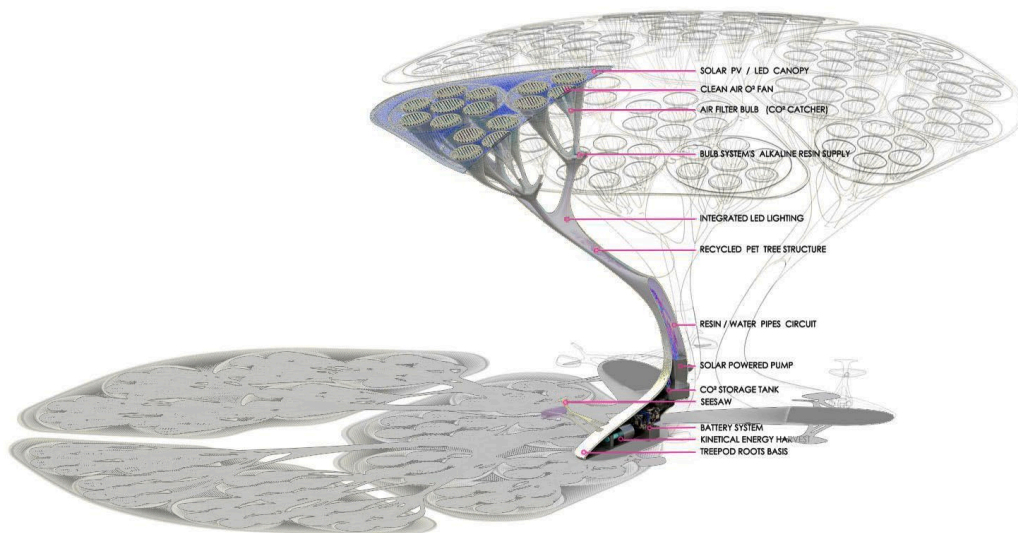


Рис. 9. Проект «Дерев'яний бутон», створений для очищення повітря від вуглекислого газу, принцип роботи запозичений у справжнього дерева.
Матеріал – перероблений пластик

Висновки. Ця стаття є коротким оглядом обширної теми біоніки в архітектурі. Вищезгадані будівлі та споруди є лише добіркою, повний перелік будівель та описів, пов'язаних з біомімікрією, виходить за межі цього дослідження.

Приклади показують, що біоніка та архітектура тісно пов'язані одна з одною, оскільки акт будівництва такий же старий, як і людська цивілізація, яка, очевидно, використовує навколишні природні явища як основне натхнення.

Паралельно зі своїм прогресом архітектурна наука віддалялася від природи, але останнім часом знову почала усвідомлювати великі досягнення еволюції.

З розвитком матеріалознавства доступні не тільки революційні рішення для формування форми, але й сучасні матеріали, спрямовані на економію витрат і матеріалів, високоефективні конструкції.

Розумні системи, як імітація живої екосистеми або організації, пропонують інтелектуальні системи спостереження, чутливі будівлі і навіть можливість синхронізувати всю енергетику району.

Можна також зробити висновок, що в стародавній архітектурі можна спостерігати біоніку на макрорівні, імітуючи форму та структуру природи. Однак у міру розвитку галузі матеріалознавства та інженерії біоніка на мікрорівні все більше і більше здатна використовувати природні явища як джерело, створюючи розумні та чутливі системи, що відображають ідеально оптимізовані природні системи.

Загроза глобального потепління підштовхує людство до стійких та екологічно чистих рішень. Однак у цьому контексті розвиток архітектури триває, нові рішення з'являються день у день. Архітектура завжди повільніше застосовувала найновіші інновації, але в той же час останні дизайнерські пропозиції показують, що сучасна і майбутня архітектура потребує інновацій біоніки, щоб створити стійкі будівлі та міста.

Література

- [1] P. Gates, “Nature Got There First: Inventions Inspired By Nature”, Kingfisher, London, 2010, 978-1554534678
- [2] J. M. Benyus “Innovation Inspired by Nature”, Harper Perennial, New York, 2002, 978-0060533229
- [3] H. Nan, D. Gollan, F. Peng, “Value Of Bionic Research For Engineering Design Of Civil Structures”, in International Bionic Engineering Conference, 2011
- [4] M. P. Zari, “Bio-inspired architectural design to adapt to climate change”, in World Sustainable Building Conference, Foliente, 2008, pp. 1-8. SB08
- [5] W. Nachtigall, “Bionik- Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler”, Springer, 1998, 27 p.

References

- [1] P. Gates, “Nature Got There First: Inventions Inspired By Nature”, Kingfisher, London, 2010, 978-1554534678
- [2] J. M. Benyus “Innovation Inspired by Nature”, Harper Perennial, New York, 2002, 978-0060533229
- [3] H. Nan, D. Gollan, F. Peng, “Value Of Bionic Research For Engineering Design Of Civil Structures”, in International Bionic Engineering Conference, 2011
- [4] M. P. Zari, “Bio-inspired architectural design to adapt to climate change”, in World Sustainable Building Conference, Foliente, 2008, pp. 1-8. SB08
- [5] W. Nachtigall, “Bionik- Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler”, Springer, 1998.

PREREQUISITES FOR THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF BIONICS IN ARCHITECTURE

Kravtsov D. S.,

PhD Arch., Assistant, Department of Architecture of Buildings and Structures,
kravtsov.abs@ogasa.org.ua, ORCID: 0000-0002-1060-4276

Tsvihovska I. K.,

Student, Department of Architecture of Buildings and Structures,
tsvihovska.irina@gmail.com

*Institute of Architecture and Art,
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa*

Abstract. The article is devoted to the study of the use of bionic forms in modern architecture. The question of the formation of bionics types is considered, the characteristic features of each type and the ways of their transfer to the architectural and urban space are given. The author notes a clear relationship between bionics and architecture, gives examples that confirm and clearly illustrate it. Based on the analysis of these types, the most relevant directions of the spread of bionic forms in the design of new buildings and structures are identified. Taking into account the research, the definition of sustainable design is given. The features and recommendations for further development of modern architectural bionics are provided.

Adaptation of forms and phenomena of nature is not a modern concept. Observation of natural mechanisms has been the main source of innovation since prehistoric ages, which can be perceived through the history of architecture. This idea is now coming to the fore again through sustainable architecture and adaptive design.

The study of natural innovation and the clarity of evolution during the 20s of the XX century led to the creation of a separate scientific discipline - bionics. Architecture and bionics are closely related to each other, as the process of building is as old as human civilization - moreover, its first formal and structural source was obviously the environment.

This article is a brief overview of the vast topic of bionics in architecture. The buildings and structures mentioned above are only a selection, a complete list of buildings and descriptions related to biomimicry is beyond the scope of this study. At the same time, it is necessary to pay more attention to this underrepresented topic in university education, because the development of architecture continues, new solutions appear every day. Modern and future architecture requires innovation and the use of advanced technologies.

Keywords: bionics, biomimicry, bio-tech, bionic architecture, adaptive design, sustainability.