

ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ БІОНІЧНИХ ФОРМ В АРХІТЕКТУРІ ТА ДИЗАЙНІ

Дмитрік Н. О.,
док.філ. (PhD), доцент,
nadja.dmitrikk@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3628-313X

Самойлова О. М.,
аспірантка,
amsam288@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0748-519X

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Анотація. Стаття присвячена актуальності інтерпретації біонічних форм в архітектурі та дизайні, аналізуючи теоретичні та методологічні аспекти цього напрямку. В умовах сучасних екологічних та соціальних викликів, архітектори та дизайнери все частіше звертаються до біоніки, як джерела натхнення для створення стійких та функціональних об'єктів. У статті досліджуються основні принципи біонічного підходу, які спрямовані на запозичення природних форм, структур та процесів, що забезпечують гармонійну взаємодію з довкіллям. У статті розглядаються історичні контексти застосування біонічних форм та їх вплив на сучасну архітектурну практику. Особлива увага приділяється існуючим теоретичним підходам та методології інтерпретації біонічних форм, виявлення прогалин у наукових дослідженнях та встановлення недоліків поточних методик. Насамкінець демонструється необхідність подальшого дослідження теоретико-методологічних основ біоніки, а також її потенціалу для формування стійких архітектурних рішень, що забезпечують екологічну безпеку. підкреслюється важливість інтеграції біоніки в архітектурну практику для створення сталого середовища, що відповідає вимогам сучасності, екологічним стандартам та сучасним естетичним запитам суспільства.

Ключові слова: біонічні форми, біоніка, теорія та методологія, біонічний підхід, біонічна архітектура, біодизайн.

Вступ. Постановка проблеми. В умовах сучасних екологічних та соціальних викликів архітектура та дизайн потребують нових підходів, які сприяють гармонійній взаємодії людини з навколишнім середовищем. Одним із найперспективніших напрямків є інтеграція біонічних форм, натхнених природними структурами та процесами, в створюване людиною, штучне середовище, що дозволяє проєктувати та реалізовувати стійкі й інноваційні простори. Біоніка, звертаючись до законів природи, відкриває нові естетичні можливості і пропонує ефективні рішення підвищення міцності, економічності та екологічності об'єктів.

Актуальність дослідження полягає у необхідності систематизувати та адаптувати методологічні підходи до інтерпретації та застосування біонічних форм в архітектурі й дизайні. Сучасні технологічні досягнення, наприклад, такі як комп'ютерне моделювання, дозволяють глибше вивчати та відтворювати принципи природи, проте їх теоретико-методологічна база залишається фрагментарною та недостатньо розробленою. В умовах зростання інтересу до сталого розвитку та екологічного дизайну обґрунтування та стандартизація цих підходів стають все більш важливими для створення об'єктів штучного середовища, що відповідають як потребам людини, так і вимогам щодо збереження навколишнього природного середовища.

Дослідження теоретико-методологічних аспектів інтерпретації біонічних форм в архітектурі та дизайні має значний потенціал для формування нових принципів

проектування та сприяє зростанню популярності біонічних рішень в архітектурному середовищі. Біоніка, як концепція, є дисципліною, що вивчає принципи та форми живої природи, з метою їх адаптації для вирішення технічних, дизайнерських та архітектурних завдань [1]. Вона досліджує результати еволюційного розвитку, де природні форми є стійкими, ефективними та функціональними. В архітектурі та дизайні біоніка надихає на створення структур та об'єктів, які імітують природні форми, процеси та матеріали, роблячи їх більш адаптивними та екологічно стійкими. Застосування біоніки в архітектурі й дизайні включає такі напрями і вектори уваги, як біонічне формоутворення, ефективні конструкції та матеріали, екологічність та енергоефективність [2]. Природні форми, такі як клітини, листя, скелети та раковини, надихають архітекторів на створення функціональних й естетично унікальних конструкцій, що мають високу стійкість й оптимізовані для простору. Біонічні конструкції дозволяють застосовувати природні принципи розподілу навантаження та самоорганізації, як, наприклад, у структурі бджолиних сот. Це сприяє створенню легких та міцних архітектурних форм, що економлять матеріали та ресурси. Біонічні принципи дозволяють проектувати екологічні та енергоефективні об'єкти, що мінімально впливають на навколишнє середовище, завдяки адаптації систем теплоізоляції, вентиляції та енергозбереження, що спостерігається в природних системах. Таким чином, біоніка допомагає не тільки створювати візуально оригінальні, а й функціонально виправдані та екологічні об'єкти та простори в архітектурі й дизайні, які, подібно до природних, органічно вписуються в навколишнє середовище та адаптуються до потреб людини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні і практичні питання біодизайну, принципи побудови біоформ висвітлені в книгах В. Є. Михайленка, О. В. Кащенко [3]. Основні поняття та принципи біодизайну докладно представлені у навчальному посібнику С.В. Сьомки «Біоніка в дизайні середовища» [4]. Історію виникнення і розвитку біодизайну розглянуто у фундаментальній праці Ю. С. Лебедева, В.І. Рабиновича, Є. Д. Положая «Архітектурна біоніка» [5]. О. І. Лазарєв проаналізував біонічний підхід як науковий напрям в архітектурі та дизайні [6]. Дослідники І. О. Кузнецова та В. Л. Захарчук торкнулись певних аспектів використання природних форм в об'єктах біодизайну [7]. О. Шандренко підкреслила значення в дослідженні сфери дизайну наукових розробок Г. Земпера, Дж. Роскіна, Г. Ріда, що були здійснені в кінці ХІХ ст. – на початку ХХ ст. Їх роботи з біонічного дизайну залишаються підґрунтям до сучасних наукових досліджень. Також відзначається важливість робіт В. Гропіуса, Т. Хауффе, Д. Понті, В. Глазичева, Н. Ковешникової, Ю. Легенького, О. Смоляр. В них дизайн розглядається в контексті культурної, філософської проблематики його становлення та існування [8]. Сучасні вітчизняні дослідники в області теорії та практики дизайну О. А. Крижанівський, І. Р. Співак вивчають біонічні принципи в архітектурі та дизайні [9]. Використання біологічних методів та структур для формування гармонійного середовища, а саме дизайну інтер'єру досліджує С.М. Бець [10]. Біонічні засоби формоутворення в сучасному дизайні: теоретичні засади і практика їх застосування в предметному середовищі проаналізовані в праці О. Жежері [11].

Дослідження біонічних принципів стрімко розвивається у галузях біології, фізики, архітектури, інженерії, медицини та ін. Підвищення ефективності застосування біонічного підходу у сучасних архітектурних та дизайн-проектах полягає у формуванні певної бази напрацювань, створенні структурованої системи з досліджень особливостей розвитку та функціонування природних об'єктів. Такий підхід створить умови переходу на більш ефективний рівень проектування. На основі аналізу сучасних досліджень принципів біоніки та інтерпретації природних форм можна стверджувати, що досі не сформована чітка структура методів та підходів до використання біонічного підходу в практичній архітектурній та дизайнерській діяльності. Саме тому виникає необхідність більш детального вивчення та структурування теоретичних та методологічних аспектів біоніки в сфері архітектури та дизайну.

Постановка завдання. Метою статті є обґрунтування актуальності дослідження теоретико-методологічних аспектів інтерпретації біонічних форм в архітектурі та дизайні.

Дослідження спрямоване на виявлення потенціалу біонічних принципів для створення екологічних, стійких та естетично виразних об'єктів та просторів, а також на визначення необхідності систематизації та розвитку наукової бази, що забезпечує ефективне впровадження біоніки у сучасні архітектурну та дизайнерську практичну діяльність.

Основний матеріал і результати. Біоніка як концепція набуває значущість в архітектурі та дизайні завдяки її величезному потенціалу у формуванні стійких та адаптивних об'єктів, що відповідають вимогам сучасності. Тема біонічних форм в архітектурі та дизайні набуває все більшої значущості на тлі глобальних тенденцій до сталого розвитку та пошуку інноваційних підходів у проектуванні. Принципи біоніки дозволяють архітекторам та дизайнерам черпати натхнення у природних структурах та процесах, створюючи об'єкти, які не лише естетично виразні, а й гармонійно інтегровані у навколишнє середовище.

Для архітектури і дизайну біонічні форми є джерелом ідей з точки зору конструкцій і матеріалів. Складні та функціонально оптимізовані форми, натхненні природою, дозволяють створювати легкі та міцні конструкції, які більш стійкі до фізичних навантажень і вимагають менших витрат матеріалів. Це сприяє створенню високотехнологічних об'єктів, які адаптуються до умов середовища, наприклад, погодних змін і т.д. Біонічні форми відкривають нові можливості в дизайні для покращення естетики та функціональності об'єктів. Подібно до природних об'єктів, біонічні форми та структури в дизайні створюють унікальні та незабутні образи, які наближають людину до природи та сприяють підвищенню комфорту та ергономіки середовища. Біонічний підхід у дизайні, починаючи від предметів меблів та закінчуючи ландшафтним дизайном, дозволяє створювати предмети, що відповідають одночасно функціональним та естетичним потребам користувача.

Для сталого розвитку біоніка є важливим підходом, що сприяє мінімізації екологічного сліду штучних об'єктів. Природні системи, які є натхненням для штучних біонічних форм, еволюційно пристосовані до максимальної ефективності використання ресурсів. Застосування цих принципів в архітектурі та дизайні сприяє економії матеріалів, зниженню енерговитрат та створенню об'єктів, що мінімально впливають на навколишнє середовище. В умовах стрімкого зростання населення та урбанізації біоніка надає потужні інструменти для проектування архітектурних просторів, що не виснажують природні ресурси. Таким чином, дослідження теоретико-методологічних аспектів інтерпретації біонічних форм виходить за межі естетичних міркувань, стаючи фундаментом для більш глибокого розуміння та впровадження принципів стійкості та екологічної рівноваги в архітектуру майбутнього.

Сучасна архітектура та дизайн стикаються з низкою екологічних, соціальних та технологічних викликів, які вимагають перегляду традиційних підходів та пошуку нових рішень. Ці виклики відображають зростаючу потребу в адаптації міського середовища та житлових об'єктів до мінливих умов, а також у підтримці сталого розвитку. Розглянемо декілька ключових. Найбільш важливими є *екологічні виклики*. Глобальні кліматичні зміни викликають екстремальні погодні явища, такі як повені, посухи та урагани, що потребує відповідних архітектурних та дизайнерських рішень. Будівельні об'єкти повинні бути стійкими до змінних кліматичних умов, що передбачає пошук нових матеріалів та конструктивних рішень, здатних протистояти суворим кліматичним навантаженням. Також актуальною є проблема вичерпання природних ресурсів: Дефіцит природних ресурсів, таких як прісна вода, корисні копалини та енергія, потребує впровадження ефективніших методів проектування та технологій. Актуальними стають конструкції та матеріали, здатні до самооновлення та зменшення потреби в ресурсах. У сучасних умовах велика увага приділяється зниженню негативного впливу на довкілля, наприклад, вуглецевого сліду. Це призводить до потреби в нових методах будівництва та розробки матеріалів, що мінімально впливають на природу в процесі виробництва, експлуатації та утилізації.

До *соціальних викликів* належать такі проблеми, як зростання чисельності населення та урбанізація, соціальна нерівність та доступність, якість життя та здоров'я. Швидке збільшення чисельності міського населення потребує створення доступних та зручних

житлових об'єктів та просторів, при цьому стає важливим проектування таких середовищ, які задовольняють основні потреби людей, є комфортними і відповідають естетичним запитам. Розшарування суспільства призводить до необхідності розробки доступного житла, громадських просторів та інфраструктури, які б забезпечували рівні умови для всіх. Дизайн, що сприяє інклюзивності та доступності, стає одним із головних завдань, особливо в густонаселених містах. Архітектура та дизайн повинні враховувати фізичне та психологічне здоров'я людини, пропонуючи рішення, що покращують мікроклімат приміщень, сприяють зменшенню стресу та створенню комфортного середовища. Це стосується як житлових, так і суспільних просторів, які відіграють важливу роль у житті сучасної людини.

Серед технологічних викликів, з якими має справу сучасне суспільство, можна виділити такі як: цифровізація та автоматизація життя, пошук інноваційних матеріалів та конструкцій, використання енергозбереження та «розумних» технологій. Технічний прогрес та впровадження цифрових технологій створюють нові можливості у проектуванні, але також потребують зміни методів роботи. Архітектура та дизайн сьогодні використовують можливості 3D-моделювання, віртуальної реальності, що дозволяє створювати унікальні форми та оптимізувати процеси. Однак ця технологія потребує оновлення знань та навичок фахівців. Поява нових матеріалів, таких як наноматеріали та технологій, таких як 3D-друк, розширює можливості архітектурного та дизайнерського проектування. Використання цих матеріалів дозволяє створювати екологічні та адаптивні конструкції, проте також вимагає тестування та сертифікації, що обмежує їхнє масове впровадження. Сучасні будівлі та об'єкти дизайну все частіше оснащуються системами енергозбереження та «розумними» технологіями, такими як автоматичне керування освітленням, клімат-контроль та системи моніторингу. Незважаючи на величезний потенціал цих технологій, їх застосування потребує додаткової енергоефективної інтеграції та підтримки цифрової інфраструктури.

Ці екологічні, соціальні та технологічні виклики вимагають від архітектури та дизайну пошуку більш гнучких, екологічних та адаптивних рішень. Біонічний підхід, який орієнтується на природу як джерело ідей і рішень, здатний надати відповіді на ці проблеми. Біонічні форми, природні структури та процеси пропонують потужний інструмент для вирішення сучасних завдань в архітектурі та дизайні. Використання біонічних принципів дозволяє не тільки покращити екологічні та функціональні характеристики об'єктів, але й надати їм естетичної унікальності, що наближає людину до природи і робить штучне середовище більш гармонійним та привабливим.

Біоніка, як міждисциплінарна область, що досліджує біонічні природні форми, стає важливим джерелом інновацій в архітектурі та дизайні. Ця концепція спрямована на застосування природних форм та процесів для вирішення складних завдань, пов'язаних із проектуванням, функціональністю, стійкістю та естетикою.

Розглянемо основні аспекти, у яких біоніка робить значний внесок у розвиток архітектури та дизайну.

1. *Натхнення від природи.* Біоніка досліджує адаптацію природних організмів до довкілля. Архітектори та дизайнери черпають натхнення з природних форм, таких як клітинні конструкції, раковини, крила комах ін. Такий підхід допомагає створювати унікальні і ефективні форми, які є естетично привабливими та функціонально виправданими.

2. *Оптимізація конструкцій.* Використання біонічних принципів дозволяє створювати рішення в архітектурі та дизайні, які оптимізовані для балансу, мінімізації матеріалу та максимізації міцності. Природні форми, такі як стовбури дерев або кісткові структури, демонструють, як можна досягти високої міцності за мінімальної ваги. Цей підхід призводить до розробки легких та стійких конструкцій, які знижують споживання ресурсів та дозволяють будувати більш ефективні та довговічні об'єкти.

3. *Енергоефективність та стійкість.* Біонічний підхід в архітектурі та дизайні сприяє пошуку і впровадженню рішень, спрямованих на покращення енергоефективності та стійкості. Наприклад, будівлі можуть бути спроектовані з урахуванням принципів природної вентиляції, сонячного нагрівання та пасивного охолодження, що ґрунтуються на

спостереженнях за природою. Застосування таких технологій не лише знижує експлуатаційні витрати, а й мінімізує вуглецевий слід, роблячи архітектуру більш екологічною.

4. *Інноваційні матеріали.* Розвиток біоніки пов'язані з дослідженнями нових матеріалів, що можуть імітувати властивості природних об'єктів. Використання біоматеріалів, таких як композити на основі рослинних волокон або синтетичні полімери, натхненні природними структурами відкриває нові горизонти для проектування. Ці матеріали можуть мати унікальні властивості, такі як висока міцність, легкість і екологічна безпека.

5. *Адаптивні та інтерактивні системи.* Біоніка пропонує підходи до створення адаптивних та інтерактивних архітектурних систем, які можуть змінювати свої властивості залежно від умов довкілля. Наприклад, будівлі можуть бути оснащені «розумними» фасадами, які автоматично регулюють рівень освітлення, температури та вентиляції залежно від погодних умов. Це підвищує комфорт відвідувачів та покращує енергоефективність.

6. *Естетика та емоційний зв'язок з середовищем.* Природні форми та структури, що використовуються в біонічному дизайні, сприяють створенню естетично привабливих та гармонійних просторів. Вони допомагають людям відчувати зв'язок із природою, що особливо важливо за умов сучасного міського життя. Естетика біонічних форм може викликати позитивні емоції, сприяти розслабленню та покращенню психоемоційного стану.

7. *Міждисциплінарний підхід.* Біоніка поєднує знання з різних галузей, включаючи біологію, фізику, інженерні науки та архітектуру. Ця крос-дисциплінарна взаємодія сприяє генерації інноваційних ідей та рішень, які можуть застосовуватися не тільки в архітектурі, але й в інших галузях, таких як промисловий дизайн, урбаністика, ландшафтна архітектура.

Отже, біоніка є потужним джерелом інновацій в архітектурі та дизайні, дозволяючи створити більш стійкі, функціональні та естетично привабливі об'єкти. Застосування принципів біоніки відкриває нові можливості для проектування, сприяє екологічній усвідомленості та підвищує якість життя людей у міському середовищі. Природа завжди продовжуватиме надихати архітекторів та дизайнерів на пошук нових рішень, що відповідають сучасності та потребам суспільства, а біонічний підхід зробить можливим реалізацію найцікавіших результатів у реальних архітектурних та дизайнерських об'єктах.

Історичний огляд застосування біонічних форм в архітектурі показує, як саме ідеї, натхненні природою, були використані у проектуванні на різних етапах розвитку людства. Ці ідеї варіювалися від простих форм до складних структур, ілюструючи як технологічний прогрес, так і зміни у сприйнятті природи та архітектури. До біонічних форм людство зверталось ще у часи стародавніх цивілізацій. У давніх культурах архітектори знаходили натхнення у природі. Наприклад, єгипетські піраміди та грецькі храми демонструють використання пропорцій та форм, що гармонують із навколишнім середовищем. У Стародавньому Китаї архітектура часто інтегрувала елементи ландшафту, що можна розглядати як попередників біонічного підходу. У Середні віки архітектура готичного стилю спиралася на природні форми для створення легких та високих конструкцій, таких як стрічасті арки та ребристі склепіння, що імітують кісткові структури. У період Ренесансу архітектори, такі як Філіппо Брунеллескі, досліджували пропорції та симетрію, натхненні природою та людською анатомією. Ідеї того часу передбачили пізніші біонічні концепції, засновані на гармонії та природних формах. Розвиток технологій у 19 столітті надав архітекторам можливість експериментувати з новими матеріалами та конструкціями. Використання скла та заліза дозволило створювати великі та легкі структури. Одним із яскравих прикладів є Кришталевий палац (1851) у Лондоні, спроектований Джозефом Пакстоном, який використовував конструкції, натхненні рослинами та природними формами. Ця будівля вважається одним із перших прикладів застосування біонічних принципів в архітектурі. XX століття відзначилося такими стилями, як модернізм та органічна архітектура. У XX столітті органічна архітектура, представлена такими архітекторами як Френк Ллойд Райт, активно використовувала природні форми. Райт стверджував, що архітектура має бути «природною» і гармонійно поєднуватися з довкіллям. Його проект «Будинок на водоспаді» (1935) є яскравим прикладом інтеграції будівель у

ландшафт та використання природних форм [12]. З появою сучасних технологій у 60-х роках ХХ століття розпочалося активне дослідження біонічних форм. Архітектори, такі як Оскар Німейєр, використовували плавні, органічні лінії у своїх проектах, що відбивало прагнення створення форм, натхненних природою [13]. У цей час також спостерігається зростання інтересу до екології та сталого будівництва. В останні десятиліття ХХ століття та на початку ХХІ століття біоніка стала більш структурованим напрямком в архітектурі. Архітектори та дизайнери почали активно використовувати комп'ютерні технології та програмне забезпечення для моделювання та проектування, що дозволило створювати складні біонічні форми [14]. Сучасні архітектори та дизайнери продовжують використовувати біонічні принципи, розвиваючи ідеї стійкості та екологічної усвідомленості як в масштабах містобудування так і в дизайні інтер'єрних просторів [15].

Історичний огляд застосування біонічних форм в архітектурі демонструє еволюцію мислення, що ґрунтується на ідеях, що черпають натхнення з природи. З часом інтерес до біоніки лише зростає, відбиваючи наростаюче усвідомлення важливості гармонії між архітектурою та природою. Сучасні дослідження та практики в цій галузі відкривають нові горизонти для проектування в архітектурі та дизайні, забезпечуючи гармонійніше співіснування людини та навколишнього середовища.

Розглянемо декілька основних існуючих теоретичних підходів до біоніки в архітектурі та дизайні. Сучасні теоретичні підходи до біоніки в архітектурі та дизайні ґрунтуються на різних концепціях та принципах, які поєднують ідеї з біології, екології, філософії та інженерії. Ці підходи допомагають архітекторам та дизайнерам розуміти та впроваджувати біонічні принципи у свої проекти. Нижче наведено огляд основних теоретичних підходів.

1. Біомімікрія – це підхід, при якому рішення для проектування черпаються з природних форм, систем та процесів. Архітектори можуть вивчати, як природа вирішує певні проблеми, наприклад, як терміти регулюють температуру у своїх мурашниках або як листя рослин оптимізує поглинання сонячного світла. Ці спостереження можуть призвести до створення будівель з покращеною вентиляцією або енергоефективністю, наприклад, завдяки використанню природних форм у проектуванні, таких як «розумні» фасади, які змінюють свої властивості залежно від зовнішніх умов.

2. Екологічна естетика фокусується на візуальних та естетичних аспектах біонічних форм, наголошуючи, як природа може надихати на створення красивих та функціональних просторів. Естетика біонічних форм може впливати на сприйняття простору та емоційну реакцію людей на архітектурні об'єкти. Наприклад, використання в проектах форм, що нагадують природні елементи, такі як листя, квіти або тварини для створення надихаючих та органічних архітектурних об'єктів та об'єктів дизайну.

3. Еволюційний підхід досліджує, як біологічні форми та структури розвиваються через природний відбір. Архітектори можуть застосовувати еволюційні алгоритми для генерації форм та структур, які оптимізують продуктивність та функціональність. Наприклад, для пошуку архітектурних рішень, які є втіленням природних зразків, що еволюціонують на основі певних критеріїв, таких як міцність, легкість чи стійкість до погодних умов. Як результат це може бути створення складних фасадів або структур, які адаптуються до навколишнього середовища та мінімізують витрати ресурсів.

4. Системний підхід розглядає архітектурні та дизайнерські рішення як частину ширшої системи, в якій будівлі та довкілля взаємопов'язані. Він наголошує на взаємодії між компонентами, а не на їх ізольованому функціонуванні, так, при проектуванні будівель з урахуванням навколишнього ландшафту, кліматичних умов та соціальних факторів, що створює більш стійке середовище; як більш масштабний результат – створення «розумних» міст, де будинки, транспортні системи та інфраструктура працюють у єдиному контексті.

5. Міждисциплінарний підхід. Біоніка в архітектурі та дизайні вимагає інтеграції знань з різних дисциплін, таких як біологія, екологія, інженерія, соціологія та мистецтво. Спільні дослідження архітекторів та біологів допомагають розробити глибші та ефективніші рішення

на основі природних зразків. Таким чином здійснюється проектування будівель та просторів, що враховують соціальні та культурні контексти, а також екологічні аспекти.

6. Параметричне проектування. Цей підхід включає використання сучасних технологій для створення складних форм і структур, що ґрунтуються на біонічних принципах. Параметричне проектування дозволяє архітекторам маніпулювати геометрією та формою будівель у відповідь на певні параметри, такі як світло, вітер та інші погодні умови. Цей метод використовується, наприклад, у проектуванні фасадів, які змінюються в залежності від часу доби або погодних умов за допомогою програмного забезпечення.

Існуючі теоретичні підходи до інтерпретації біонічних форм в архітектурі та дизайні створюють багату основу для подальших досліджень та практичного застосування. Вони допомагають архітекторам та дизайнерам розробляти стійкі, функціональні та естетично привабливі рішення. Ці підходи наголошують на важливості взаємодії об'єктів архітектури та дизайну з навколишнім середовищем в умовах сучасних викликів.

Поруч з перевагами методологій інтерпретації біонічних форм існують і певні проблеми та недоліки. Розглянемо деякі ключові проблеми, з якими можуть зіткнутися дослідники та практики в даній галузі. Однією з найбільших є складність відтворення природних процесів. Природа використовує складні та багаторівневі системи для вирішення різних завдань. Відтворити ці процеси в архітектурних рішеннях може бути дуже складно. Обмежені знання про біологічні системи можуть призвести до неповних чи хибних інтерпретацій, що робить проектування менш ефективним. Також існують проблеми з адаптацією до локальних умов. Принципи, які працюють в одній екосистемі, можуть не застосовуватися в іншій. Локальні кліматичні умови, культурні аспекти та доступні ресурси можуть суттєво відрізнятись. Це може обмежити універсальність біонічних рішень і вимагати додаткових досліджень кожної конкретної ситуації. Не менш важливим є питання технічних обмежень та вартості. Багато біонічних рішень вимагають використання сучасних високих технологій та інноваційних матеріалів, що може призвести до значних витрат. Таким чином, висока вартість реалізації проекту може стати перешкодою до можливості втілення таких проектів, особливо у регіонах з обмеженим бюджетом. Також залишається питання щодо невизначеності результатів. Експерименти з новими біонічними формами та технологіями можуть призвести до непередбачуваних результатів, що викликає ризик і невизначеність у проектуванні. Це може призвести до розчарування клієнтів та інвесторів, а також негативно вплинути на репутацію архітекторів та дизайнерів. Актуальним є і питання нестачі стандартів та методик у галузі біонічного дизайну, що ускладнює процес проектування та впровадження. Це може призвести до невідповідності між проектами, ускладнюючи їх порівняння та оцінку ефективності. Також спостерігаються складнощі у міжгалузевому співробітництві при створенні та реалізації проектів, що містять інтерпретації біонічних форм. Потребується постійне та продуктивне співробітництво між різними дисциплінами, такими як біологія, інженерія та архітектура. Відмінності в мові, методах та цілях між представниками окремих спеціальностей можуть призвести до недостатнього взаєморозуміння та неефективної співпраці. Певні труднощі виникають і у візуалізації та поданні проектних ідей, що містять інтерпретації біонічних форм. Вони можуть бути складними для візуалізації та сприйняття як замовникам, так і широкому загалу. Це може ускладнити процес узгодження та прийняття рішень, що, у свою чергу, може гальмувати реалізацію проектів. Таким чином, незважаючи на значні переваги, методології інтерпретації біонічних форм в архітектурі та дизайні мають і багато проблем та недоліків. Подолання цих викликів потребує подальших досліджень, інновацій та співробітництва між різними дисциплінами. Усунення недоліків може сприяти більш ефективному використанню біонічних принципів у практичній діяльності та підвищенню якості та цінності проектних рішень в архітектурі та дизайні.

Потреба систематизації методології та теоретичної бази для інтерпретації біонічних форм в архітектурі та дизайні обумовлена кількома ключовими факторами. Систематизація

необхідна для того, щоб більш ефективно і послідовно застосовувати принципи біоніки в проектуванні, а також для вирішення проблем і викликів, що виникають, наприклад:

- Збільшення складнощів проектування в сучасних архітектурі та дизайні потребує нових підходів до вирішення завдань. Біонічні форми, засновані на еволюційних та екологічних принципах організації природного середовища в цілому, та живих об'єктів зокрема, пропонують інноваційні рішення, але для їх успішного застосування необхідна чітка методологія. Систематизація допоможе визначити послідовність дій, критерії вибору та способи оцінки результатів. Також може сприяти створенню більш стійких та екологічно чистих архітектурних та дизайнерських рішень, які мінімізують негативний вплив штучних об'єктів на навколишнє середовище, враховують ресурси та підтримують біорізноманіття.

- Сучасні наукові дослідження та інновації також важливі для розвитку та прогресу в архітектурі та дизайні. Систематизація теоретичної бази допоможе виявити прогалини в поточних знаннях та спрямувати наукові дослідження в галузі біонічного дизайну. Це може сприяти розвитку та винаходу нових матеріалів, технологій та підходів, що ґрунтуватимуться на принципах біоніки.

- Міждисциплінарний підхід є однією з успішних і плідних форм співпраці в галузі архітектури та дизайну. Інтерпретація біонічних форм потребує знань із різних дисциплін, таких як біологія, екологія, інженерія та дизайн. Систематизація методології дозволить об'єднати ці знання, створити єдине поняття, що сприятиме ефективнішій взаємодії між фахівцями. Це, у свою чергу, підвищить якість проектування та реалізації біонічних рішень.

- Оптимізація процесів є ще одним з перспективних напрямів розвитку. Стандартизація та систематизація методології допоможуть оптимізувати процеси проектування, мінімізувати помилки та покращити комунікацію між усіма учасниками проектування. Чітка методологія дозволить зменшити час та витрати на проектування та реалізацію об'єктів, а також підвищити якість кінцевого продукту.

- В сфері освіти та навчання систематизація методології та теоретичної бази необхідна для формування освітніх програм та курсів з біонічного дизайну. Це дозволить підготувати фахівців, які зможуть успішно інтегрувати біонічний підхід та принципи інтерпретації природних форм у свою роботу. Також наявність чіткої структури теоретичних знань та методології покращить обізнаність суспільства про важливість та потенціал біоніки в архітектурі та дизайні.

Потреба систематизації методології та теоретичної бази для інтерпретації біонічних форм в архітектурі та дизайні стає все більш актуальною у світлі сучасних викликів. Чітка структура та принципи, засновані на наукових дослідженнях та практичному досвіді, допоможуть створити ефективні та стійкі архітектурні рішення, здатні вирішувати проблеми, пов'язані з екологією, технологією та естетикою.

Висновки і перспективи подальших досліджень у даному напрямі. Розглянувши теоретико-методологічні аспекти інтерпретації біонічних форм в архітектурі та дизайні, та зробивши акцент на їх актуальності та значущості для пошуку ефективних проектних рішень в умовах сучасних екологічних, соціальних та технологічних викликів, можна зробити такі основні висновки:

- Біонічні форми та їх інтерпретація в архітектурі та дизайні є актуальними та перспективними напрямами. В умовах глобальних екологічних змін та необхідності переходу до сталого розвитку біоніка є ефективним інструментом, що дозволяє архітекторам та дизайнерам знаходити інноваційні рішення для створення функціональних та естетично привабливих об'єктів.

- Інновації та акцент на стійкості об'єктів доводять, що біонічні форми можуть значно підвищити екологічність будівель та просторів, сприяючи оптимізації використання ресурсів, покращенню енергоефективності та збереженню біорізноманіття.

- Міждисциплінарний підхід є ключовим для успішного застосування біонічних принципів і потребує інтеграції знань із різних галузей, таких як біологія, екологія, інженерія

та штучний інтелект. Це створює умови для розробки нових, ефективніших методологій та підходів в архітектурі та дизайні.

– Наголошується на необхідності систематизації знань: Існуючі дослідження в галузі біоніки часто є розрізненими та неструктурованими. Створення теоретичної бази та методологічних основ для інтерпретації біонічних форм є важливим кроком для їх впровадження у практичну діяльність архітекторів та дизайнерів.

– Потрібно визначити перспективи майбутніх досліджень. Актуальні напрями майбутніх досліджень можуть включати розробку нових матеріалів, вивчення соціальних аспектів, адаптивну архітектуру та критичний аналіз існуючих практик. Такі дослідження мають потенціал для значного покращення якості життя та взаємодії людини з навколишнім середовищем.

Таким чином, біоніка відкриває нові горизонти для архітектури та дизайну, пропонуючи цілу низку можливостей для створення стійких, адаптивних та інноваційних рішень. Продовження досліджень у цій галузі є необхідним для формування теоретичної та методологічної основи, яка допоможе подолати сучасні виклики та рухатися до сталого майбутнього. Загалом біоніка відкриває нові горизонти для архітектури та дизайну, пропонуючи безліч можливостей для сталого та інноваційного проектування, що робить подальші дослідження в цій галузі вкрай необхідними.

Література

- [1] Біоніка. Енциклопедія сучасної України. URL: <https://esu.com.ua/article-35330> (дата звернення: 15.10.2024)
- [2] Шмиг Р.А., Боярчук В.М., Добрянські І.М., Барабаш В.М. Термінологічний словник довідник із будівництва та архітектури : навчальний посібник / за заг. ред. Р.А. Шмига. Львів, 2010. 222 с.
- [3] Михайленко В. Є., Кащенко О. В. Основи біодизайну: навч. посіб. К.: Каравела, 2011. 224 с.
- [4] Сьомка С. В. Біоніка в дизайні середовища: навч. посіб. Київ: Ліра-К, 2021. 248 с.
- [5] Ю.С. Лебедев, В.И. Рабинович, Е.Д. Положай и др. Архитектурная бионика; Под ред. Ю.С.Лебедева. – М.: Стройиздат, 1990. – 269 с.
- [6] Лазарев О.І. Сучасний досвід теорії і практики архітектурної біоніки в дизайні/ОІ Лазарев//Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв.-2008.-№ 6.-С. 33-42.
- [7] Кузнецова І. О., Захарчук В. Л. Використання структури природних форм в об'єктах біодизайну. Теорія та практика дизайну: зб. наук. праць. К.: Київський національний авіаційний університет, 2013. Вип. 4. С. 82-90.
- [8] Шандренко О. М. Біонічний дизайн в контексті сучасних наукових досліджень / О. М. Шандренко, А. В. Кіріллова // Вісник [Київського національного університету культури і мистецтв]. Мистецтвознавство. - 2014. - Вип. 30. - С. 124-129. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vknukim_myst_2014_30_19.
- [9] Крижанівський О.А., Співак І.Р. Біонічні принципи в архітектурі та дизайні. Теорія та практика дизайну: зб. наук. праць. Архітектура та будівництво. 2023. Вип. 29–30. С. 72–81. doi: <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2023.29-30.8>
- [10] Бець С.М. Біоніка та дизайн інтер'єру. Використання біологічних методів та структур для формування гармонійного середовища. Теорія та практика дизайну: зб. наук. праць. Дизайн. К.: НАУ, 2022. Вип. 25. С. 150-157. doi: [10.18372/2415-8151.25.16791](https://doi.org/10.18372/2415-8151.25.16791)
- [11] Жежеря О. Біонічні засоби формоутворення в сучасному дизайні: теоретичні засади і практика їх застосування в предметному середовищі. Вісник Львівської національної академії мистецтв 2021. Вип. № 46. С. 114-122.
- [12] Френк Ллойд Райт: батько «органічної архітектури». URL: <https://yourforest.ua/uk/frenk-lloyd-rayt-otec-organicheskoy-arhitektury> (дата звернення: 12.10.2024).

- [13] The man who built Brasilia. URL:<https://pragmatika.media/en/chelovek-kotoryj-postroil-brazilia/> (дата звернення: 15.10.2024)
- [14] SmartCity: технології міста майбутнього URL: <https://minfin.com.ua/ua/realty/articles/smartcity-tehnologii-goroda-budushego/> (дата звернення: 15.10.2024).
- [15] Біоніка в інтер'єрі – об'єднання природи та ультрасучасних технологій. URL: <https://vipdesign.kiev.ua/ua/bionika-stil-ua/> (дата звернення: 15.10.2024).

References

- [1] Bionika. Entsyklopediia suchasnoi Ukrainy. URL: <https://esu.com.ua/article-35330> (data zvernennia: 15.10.2024)
- [2] Shmyh R.A., Boiarchuk V.M., Dobriansky I.M., Barabash V.M. Terminolohichniy slovnyk dovidnyk iz budivnytstva ta arkhitektury : navchalnyi posibnyk / za zah. red. R.A. Shmyha. Lviv, 2010. 222 s.
- [3] Mykhailenko V. Ye., Kashchenko O. V. Osnovy biodyzainu: navch. posib. K.: Karavela, 2011. 224 s.
- [4] Somka S. V. Bionika v dyzaini seredovyshcha: navch. posib. Kyiv: Lira-K, 2021. 248 s.
- [5] Yu.S. Lebedev, V.Y. Rabynovych, E.D. Polozhai y dr. Arkhytekturnaia byonyka; Pod red. Yu.S.Lebedeva. – M.: Stroiizdat, 1990. – 269 s.
- [6] Lazariyev O.I. Suchasnyi dosvid teorii i praktyky arkhitekturnoi bioniky v dyzaini/OI Lazariyev//Visnyk Kharkivskoi derzhavnoi akademii dyzainu i mystetstv.-2008.-№ 6.-S. 33-42.
- [7] Kuznetsova I. O., Zakharchuk V. L. Vykorystannia struktury pryrodnykh form v ob'ektakh biodyzainu. Teoriia ta praktyka dyzainu: zb. nauk. prats. K.: Kyivskiy natsionalnyi aviatsiinyi universytet, 2013. Vyp. 4. S. 82-90.
- [8] Shandrenko O. M. Bionichniy dyzain v konteksti suchasnykh naukovykh doslidzhen / O. M. Shandrenko, A. V. Kirillova // Visnyk [Kyivskoho natsionalnoho universytetu kultury i mystetstv]. Mystetstvoznavstvo. - 2014. - Vyp. 30. - S. 124-129. - Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vknukim_myst_2014_30_19.
- [9] Kryzhanivskiy O.A., Spivak I.R. Bionichni pryntsypy v arkhitekturi ta dyzaini. Teoriia ta praktyka dyzainu: zb. nauk. prats. Arkhitektura ta budivnytstvo. 2023. Vyp. 29–30. S. 72–81. doi: <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2023.29-30.8>
- [10] Bets S.M. Bionika ta dyzain interieru. Vykorystannia biolohichnykh metodiv ta struktur dlia formuvannia harmoniinoho seredovyshcha. Teoriia ta praktyka dyzainu: zb. nauk. prats. Dyizain. K.: NAU, 2022. Vyp. 25. S. 150-157. doi: 10.18372/2415-8151.25.16791
- [11] Zhezheria O. Bionichni zasoby formoutvorennia v suchasnomu dyzaini: teoretychni zasady i praktyka yikh zastosuvannia v predmetnomu seredovyshchi. Visnyk Lvivskoi natsionalnoi akademii mystetstv 2021. Vyp. № 46. S. 114-122.
- [12] Frenk Lloid Rait: batko «orhanichnoi arkhitektury». URL: <https://yourforest.ua/uk/frenk-lloyd-rayt-otec-organicheskoy-arhitektury> (data zvernennia: 12.10.2024).
- [13] The man who built Brasilia. URL:<https://pragmatika.media/en/chelovek-kotoryj-postroil-brazilia/> (data zvernennia: 15.10.2024)
- [14] SmartCity: tekhnolohii mista maibutnoho URL: <https://minfin.com.ua/ua/realty/articles/smartcity-tehnologii-goroda-budushego/> (data zvernennia: 15.10.2024).
- [15] Bionika v interieri – obiednannia pryrody ta ultrasuchasnykh tekhnolohii. URL: <https://vipdesign.kiev.ua/ua/bionika-stil-ua/> (data zvernennia: 15.10.2024).

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE FORMATION OF BIONIC FORMS IN ARCHITECTURE AND DESIGN

Dmytrik N. O.,

PhD in Architecture, Associate Professor,
nadja.dmitrikk@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3628-313X

Samoylova O. M.,

PhD student,
amsam288@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0748-519X

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. This article is dedicated to the examination of the significance of bionic forms in the realms of architecture and design. It delves into the theoretical and methodological aspects of this phenomenon in a comprehensive manner. In the context of contemporary environmental and social movements, architects and designers are increasingly turning to bionics as a means of creating durable and functional objects. The article examines the historical contexts of the development of bionic forms and their subsequent influence on contemporary architectural practice. Particular attention is paid to new theoretical approaches and methodologies for interpreting bionic forms, identifying shortcomings in scientific research and the lack of precise techniques.

The conclusions of the article indicate that in the conditions of global environmental changes and the need for sustainable development, bionic forms are an effective tool for creating functional and aesthetically attractive architectural objects. Bionic forms contribute to increasing the environmental sustainability of buildings, improving their energy efficiency, and optimizing the use of resources, which contributes to the preservation of the environment and biodiversity. The successful application of bionic principles requires the integration of knowledge from different fields such as biology, ecology, and engineering, which creates new opportunities for the development of effective methodologies and approaches in architecture and design. The article emphasizes the need to systematize knowledge in order to create a theoretical and methodological basis for interpreting bionic forms and their implementation in practice. In general, bionics opens new horizons for architecture and design, offering many opportunities for sustainable and innovative design, making further research in this field imperative.

Ultimately, the necessity for additional research into the theoretical and methodological underpinnings of bionics is illustrated, as well as the prospective development of sustainable architectural solutions that guarantee environmental security. The necessity of incorporating bionics into architectural practice for the development of a contemporary environment that aligns with modern requirements, environmental standards, and the contemporary aesthetic preferences of the public is underscored.

Keywords: bionic forms, bionics, theory and methodology, bionic approach, bionic architecture, biodesign.