

DOI: 10.18372/2415-8151.25.16791
УДК 72.012

БІОНІКА ТА ДИЗАЙН ІНТЕР'ЄРУ. ВИКОРИСТАННЯ БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ТА СТРУКТУР ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ГАРМОНІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА

Бець Світлана Миколаївна

*к. філос. н., доцент Київського національного університету будівництва і архітектури,
м. Київ, Україна
e-mail: bets.sm@knuba.edu.ua, orcid: 0000-0002-9672-1368*

***Анотація:** З'ясовано, що використання еволюційного досвіду природи сприяє появі інноваційних матеріалів, технологій у різних сферах, зокрема і у дизайн-проектванні. Виявлено, що проаналізовані у статті дослідження біоніки та біодизайну останнього десятиріччя умовно можна розділити на певні групи: вивчення архітектурної біоніки, застосування біоніки у створенні нових матеріалів - біоміметики, застосування біоніки для енергоефективності, а також незначна кількість наукових праць на тему біодизайну меблів та інтер'єру. Було помічено, що у наукових працях здебільшого описуються окремі напрями та методи біоніки, або різні типи їх класифікацій. Тому в процесі дослідження було здійснено узагальнення наявних класифікацій напрямів та методів дослідження біоніки в контексті їх реалізації у дизайн-проектванні. Адже застосування системного підходу, наявності зв'язку між фундаментальними дослідженнями та формування баз даних біоніки сприятиме підвищенню ефективності їх подальшого використання у проектній діяльності.*

Описано характерні особливості біоніки у дизайні інтер'єру: стилізоване відтворення природних форм та їх структурної будови; єдність елементів інтер'єру; використання екологічних інноваційних матеріалів; застосування новітніх технологій, зокрема саморегуляції, відновлення та енергоефективності.

Встановлено, що у дизайн-проектванні для формування гармонійного середовища варто застосовувати біонічний принцип співставлення цілісності та єдності елементів живого організму. Це стосується, як симбіотичних відносин між архітектурою та навколишнім середовищем, так і між архітектонікою та елементами інтер'єру. Застосування біоніки у дизайні інтер'єру варто застосовувати не лише для естетизації простору, а також і для досягнення саморегулювання, самозабезпечення, енергоефективності та екологічності.

***Ключові слова:** біоніка, дизайн, біодизайн, архітектура, інтер'єр, біоміметика, біомімікрія, структура, методи, проектування, дизайн-проектвання, принципи, морфологія.*

ВСТУП

Сукупність складових сучасного дизайну включає в себе питання не лише естетизації а й проектування максимально гармонійного, комфортного, екологічного середовища для життєдіяльності людини. Застосування біологічних форм та структур у дизайн-проектуванні сприяє формуванню інноваційних принципів і підходів у сфері художнього конструювання, появи нових матеріалів, а також прогресивному розвитку нових технологій. Стає дедалі актуальнішим аналіз використання біоніки у дизайн-проектуванні інтер'єрів, та необхідності класифікації та систематизації існуючих прийомів і підходів. Адже формування методології використання біоніки сприятиме підвищенню якості та ефективності творчості дизайнерів.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження біоніки стрімко розвиваються у галузі хімії, біології, архітектури, інженерії, медицини та біомедичної інженерії. Прослідковуються сучасні позитивні тенденції, а саме те, що вчені все частіше відмовляються від банального копіювання, відтворення форм живої природи в технічних засобах, натомість розвивають методи функціонального та структурного моделювання, що базуються на застосуванні ізоморфізму технічних систем і біологічних прототипів. Також прослідковуються тенденції формування системного підходу в аналізі об'єктів природи їх ефективної взаємодії та подальшій ретрансляції цих знань у технічні розробки [9].

Проектанти, застосовуючи біонічний підхід у своїй творчості, переважно використовували дослідження лише тих особливостей функціонування живого організму, які необхідні і достатні для рішення конкретних завдань. Продуктивність залучення еволюційного досвіду біологічних структур у проектуванні відкрило перед науковцями нові горизонти. Маючи на меті підвищити ефективність застосування біоніки у нових технічних розробках, вчені почали формувати певні бази знань в галузі дослідження структури і функціонування живих організмів, їх взаємозв'язків та взаємодії. Такий підхід сприяє переходу на новий більш якісний та ефективний рівень проектування.

Проаналізовані у цій статті дослідження біоніки та біодизайну останнього десятиріччя умовно можна розділити на певні групи: вивчення архітектурної біоніки, застосування біоніки у створенні нових матеріалів — біоміметики, застосування біоніки для енергоефек-

тивності, а також незначна кількість наукових праць на тему біодизайну меблів та інтер'єру.

Аналіз застосування біоніки в архітектурному проектуванні здійснив Цзин Лі [7]. Вейцзе Чжун, Торстен Шредер, Джульєт Беккерінг досліджували біофільний дизайн в архітектурі та його вплив на людину [21]. Шубенков М. описав структурні закономірності архітектурного формотворення [20].

Яньпін Юань, Сяопін Ю., Сяоцзяо Ян, Імін Сяо, Бо Сянга, Ван І. здійснили аналіз екологічного та енергоефективного аспектів архітектурної біоніки. Е. Круз, Т. Юбер, Г. Чанкоко, О. Наім, Н. Чаюмор-Хейл, Р. Корнетт, Ч. Менезо, Л. Бадарна, К. Раскін, Ф. Ожар розглянули процеси проектування та мультирегуляції біоміметичних будівельних покриттів для енергоефективності будівель [22, 5].

Лонг Чжен, Цзяньцзюнь Ву, Сі Чжан, Шишуай Сун, Чжихуй Чжан, Сун Лян досліджують біонічний зв'язок градієнта твердості з текстурою поверхні для покращення якісних властивостей зносостійкості матеріалів [11].

Сара Гамаль розглядає застосування біоніки у дизайні інтер'єру [15]. Деспот К. та Сандева В. описали інновації біонічної концепції дизайну меблів [4].

Об'єднанням досягнень різних наукових спілок, освітніх закладів де впроваджують біонічні концепції займається міжнародна організація BIOKON - мережа компетенцій з біоніки. Членами BIOKON є представники близько двадцяти різних країн, зокрема і України [2].

Першим європейським вищим навчальним закладом, що присвоює ступінь бакалавра з біоміметики став в 2003-2004 роках університеті прикладних наук м. Бремен, Німеччина. Також із 2006 року в університеті «Політехніка» м. Бухарест теж було прийнято рішення запровадити курс біоніки [14]. Біоніка стає рушійною силою для розвитку інновацій різних сфер, тому її вивчення необхідно залучати до обов'язкових освітніх програм. Зокрема, Нейрор Р. зазначає, що «передача ідей і знань з біології у світ інженерії є відповідною точкою для розвитку нових дисциплін. Тому розробка системного підходу, відповідального за забезпечення зв'язку між фундаментальними дослідженнями в галузі біології та інноваційною інженерією, є дуже важливою, і тепер настав час впровадити відповідні концепції навчання в інженерній освіті» [14, с. 92]. Ґрунтовне комплексне вивчення та дослідження біоніки у дизайн освіті зможе сформувати нову більш прогресивну та інноваційну школу.

Серед сучасних українських науковців, що досліджують біодизайн є: Михайленко В.Є., Кащенко О.В, Лебедев Д.В., Гедзик А.М., Юр-

женко В.В., Сорокіна С.І., Норченко В.І., На-
силенко К.В., Юр А.С., які описали основні
системні засади та положення біоніки та бі-
одизайну; Лазарев О.І. — аналізує сучасний
досвід біоніки в дизайні; Кузнецова І.О. та
Захарчук В.Л. – застосування структури при-
родних форм в об'єктах біодизайну; Федор І.
— архітектурну біоніку [8, 9, 10, 13, 16, 19].

На основі проведеного аналізу сучасних
досліджень біоніки, можна стверджувати, що
у дискурсі питань застосування біологічних
форм та закономірностей функціонування у
дизайні ще не сформована чітка структура
класифікації методів та підходів. Також існує
незначна кількість досліджень використання
біоніки у галузі дизайну інтер'єру. Саме тому
виникає необхідність більш детального осмис-
лення.

МЕТА

Метою дослідження є класифікація на-
прямів і методів біоніки та аналіз їх застосу-
вання у дизайн-проектванні інтер'єрів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Прихильники біоніки дійшли висновку,
що для вирішення інженерних завдань у про-
ектуванні максимально гармонійного сере-
довища потрібно базуватись на застосуванні
принципів дії живих систем та біологічних
процесів. Адже, такий підхід дає змогу вико-
ристовувати безмежну базу знань та експе-
риментів накопичену еволюційними проце-
сами. Формування естетичного, екологічного,
функціонального та економічного середовища
можливе шляхом інтеграції біології у художнє
конструювання.

До основних етапів біонічних досліджень
та їх практичної реалізації відносяться:

- дослідно-аналітичний — вивчення
морфології, структури та функціонування
природних систем;
- теоретичний формування баз даних,
створення математичних моделей;
- технічний — застосування моделей те-
оретичної біоніки для вирішення практичних
задач [10].

За методами біонічні дослідження при-
родних організмів та систем можна умовно
розділити на:

- морфологічно-фізіологічні (вивчення
морфологічних, фізіологічних особливостей);
- функціональні (аналіз закономірностей
процесів живих систем);
- комунікативно-новігаційні (вивчення
способів та засобів сприйняття, передачі і об-
робки інформації);

- наномолекулярні та цитологічні (дослі-
дження нано-частинок, молекулярних структур
для створення нанотехнологій, відтворення
структурних зв'язків) [15, 10].

Також до напрямів використання біо-
логічних методів та структур для розробки
інженерних рішень відносять: біоміметіку,
біомімікрію та структурну біоніку. Біоміме-
тика та біомімікрія є похідними від: міметика
— відтворенні та передачі біологічних методів
та структур, а мімікрія - імітуванні зовніш-
нього вигляду, застосування хімічних сполук
або ознак природних об'єктів для підвищення
ефективності функціонування об'єктів про-
ектування. Біоміметіку застосовують для
розробки енергоефективних будівельних
систем за рахунок створення нових видів по-
криттів [5]. Біомімікрія у дизайні інтер'єру
окрім окремих властивостей матеріалів також
може використовуватись і для маскування
певних технічних інженерних елементів.

Структурна біоніка в архітектурній бі-
оніці є найбільш зрілим та поширеним ме-
тодом [7].

У структурній біоніці існує розподіл
форми об'єктів як структури трьох різновидів:

- з невизначеною структурою (напри-
клад, газоподібних речовин);
- з фіксованою структурою (наприклад,
фрактали, кристали мінералів, сніжинки,);
- з варіативною структурою (наприклад,
природні організми, технічні пристрої). Також
за абрисом форми можна класифікувати на:
клітинні структури, в основі яких лежить
структурна одиниця — клітина та розгалужені
структури, які мають нерегулярну сітку, в ос-
нові якої лежить структурна одиниця — гілка
[8, 20].

Кемп Чарльз та Тененбаум Джошуа Б.
виділяють вісім різновидів взаємозв'язків
структурних форм: «розподіл», «ланцюг»,
«порядок», «кільце», «ієрархія», «дерево»,
«сітка» та «циліндр» [3]. Основним прин-
ципом структурної біоніки є те, що основні
характеристики виробу в ході розробки його
конструкції та подальшої практичної реалі-
зації визначають властивості структури при-
родних об'єктів, обраних за прототип для на-
слідування [8, 20].

Локальне дослідження структур живої
природи з метою створення ефективних, до-
сконалих об'єктів в архітектурі і дизайні від-
криває великі можливості використання зако-
номірностей побудови біосистем як в області
взаємодії суспільства та природи в цілому, так
і в питаннях урбанізації середовища [9].

Біоніку поділяють на кілька самостійних
напрямів: нейробіоніку, гідробіоніку, архітек-

турну біоніку.

Хоч і існує певний поділ на окремі напрями біоніки та досить часто надбання кожного з них можуть перетинатись, наприклад, всі вони можуть бути використані у біодизайні інтер'єру, який в більшій мірі можна віднести до архітектурної біоніки.

Нейробіоніка – це розділ біоніки спрямований на дослідження і моделювання зав'язків та функцій нервової системи, зокрема нейронів і нейронних сіток на основі вивчення фізіології об'єктів живої природи. Науковці галузі нейробіоніки створюють та вдосконалюють електронні технології і штучний інтелект. Дослідження спеціалістів із нейробіоніки у дизайні інтер'єру можуть застосуватись при створенні систем "розумного будинку" для саморегуляції мікроклімату, інсоляції, безпеки, самозабезпечення та заощадливого використання енергоресурсів. Перевагами застосування нейробіоніки є адаптація та впровадження принципів функціонування нервової системи у алгоритми технологічних процесів [16]. Простим технічним прикладом, коли реакцією на сприйняття зовнішньої інформації є певна дія, може бути принцип роботи світлодіодних лампи із датчиком руху

Гідробіоніка вивчає особливості морфології, функціонування та взаємодії об'єктів природи водного середовища з метою створення принципово нових систем, технічних пристроїв, розробці технологій та виготовленню нових матеріалів. Розділяють два основні напрями гідробіоніки :

- гідродинамічний, який включає дослідження морфології, структурної будови та закономірностей функціонування підводних організмів. Прикладом може бути розробка, на основі досліджень покриттів підводних організмів, нових вологостійких та водонепроникних матеріалів і пристроїв;

- ехолокаційний, що вивчає методи передачі інформації через акустичні та радіохвилі.

Архітектурна біоніка спрямована на використання можливостей, закладених у живій природі (рельєфи, контури, принципи формотворення і взаємодії), для вирішення проблем формотворення і технічного забезпечення будівельних конструкцій і споруд, для підвищення екологічності, ефективності, економічності та естетизації архітектурних споруд. При цьому здійснюється перехід від аналітики морфології та функціонування біологічних об'єктів до інженерної реалізації на основі попередньо розроблених моделей [1, 19].

Також науковці використовують визначення "біонічний дизайн" — це інноваційний

підхід, в якому природа і природні процеси стають джерелом натхнення для створення продуктів, процесів і засобів. Проблеми проектування вирішуються шляхом розробки та застосування природних стратегій, методів і принципів, сформованих на основі систематичного вивчення природних форм і геометричному аналізі їх основ [4].

Реалізація інноваційних ідей біодизайну та біоінженерії обмежується загальним рівнем знань про об'єкти природи та розвитку методів і технологій досліджень. Тому існує постійна взаємозалежність творчого процесу та доступних для цього засобів. Зростання та розширення бази знань про морфологічні, структурні та функціональні особливості природних об'єктів сприяє прогресу науки та технологій [4].

На рівні із терміном біодизайн вживають визначення «біофільний дизайн». Наприклад, Вейцзе Чжун, Торстен Шредер та Джульєт Беккерінг стверджують, що «структура біофільного дизайну охоплює широкий вибір «природних» дизайнів, від фізичного, сенсорного, метафоричних, морфологічних, матеріальних до духовних переживань. Деякі елементи (наприклад, повітря, денне світло, рослини і ландшафт) надають можливості для розробки стратегій дизайну з різними перевагами, особливо для покращення здоров'я та благополуччя, продуктивності, біорізноманіття, циркулярності та стійкості. Всебічне розуміння біофільного дизайн може допомогти збагатити творчість та організувати просторовий досвід, що сприяє інноваційному дизайну та покращує якість будівництва в гонитві за стійкою архітектурою» [21, с.135].

Цікавим прикладом застосування біоніки є реалізація інноваційного проекту українських науковців із компанії «haus.me», а саме це розробка автономних, мобільних пасивних будинків. Особливостями яких є:

- повна автономність (усі системи працюють на сонячній енергії. Наявні автономні системи водопостачання і каналізації. Подача води реалізується шляхом накопичення вологі із повітря та застосовується цифрова рециркуляційна душева система);

- енергоефективність (мінімізація тепловтрат, системи економії та накопичення енергії);

- застосування системи «розумний дім» (усіма основними системами можна керувати віддалено. Хмарна система моніторингу та центральної діагностики може виявити проблеми з обслуговуванням до того, як вони з'являться. Використовується система затінення вікон: штори, розумні жалюзі із пультом

управління тонованим склінням);

- безпека (3-D композитний полімерний каркас будинка безпечний під час ураганів і землетрусів);

- мобільність (може транспортуватись повністю зібраним та обладнаним);

- антибактеріальний і антивірусний захист (здійснюється розширений контроль якості повітря HEPA) [6].

Дуже перспективними напрямками архітектурної біоніки та біодизайну є розробки біонічних технологій будівництва за принципом регіональної придатності, адаптованості до клімату, екологічного співіснування; енергоефективності; використання будівельних матеріалів, які здатні до самовідновлення та самоочищення; застосування високотехнологічних систем саморегуляції. Використання в біонічних будівельних матеріалах, механізми самокомпенсації, регулювання та обслуговування, дозволило будівлям активно адаптуватися до навколишнього середовища, відображаючи симбіотичні відносини між архітектурою та навколишнім середовищем, а також досягнення екологічності будівель з високою ефективністю та низьким споживанням енергії [22].

Дизайн інтер'єру повинен бути логічним продовженням архітектурної концепції. Прихильники біоніки, черпаючи натхнення з механічних властивостей, структурних взаємозв'язків та характеристик матеріалів природних об'єктів, створюють цільний об'єкт, що включає як самі конструкції будівель так і дизайн екстер'єру та інтер'єру, його інженерні та технологічні складові.

Копіювання природних форм у дизайні інтер'єру відбувалось в певній мірі із давніх часів, та повноцінною самостійною стилістичною течією біоніку визнали лише в сімдесятих роках минулого сторіччя [18].

У проектуванні, використовуючи принципи біоніки, дизайнерам варто не просто копіювати природні форми, присвоюючи їм нові функції, а опираючись на знання про закономірності функціонування, конструктивні, структурні особливості живої природи формувати інноваційні об'єкти. Шляхом стилізації можна досягнути необхідних трансформацій образів, запозичених з природи, у новій їх інтерпретації.

Характерними ознаками біоніки у дизайні інтер'єру є:

- цілісність конструкцій;
- інтеграція, об'єднання меблів та аксесуарів із архітектонікою;
- просторість;
- мінімалізм - доцільність та функціо-

нальність кожного предмета інтер'єру;

- меблі та обладнання з плавними, подібними на природні лініями та формами;

- плавні перетікання площин, як певне відтворення рельєфу;

- використання пастельних натуральних відтінків;

- поєднання природнього та штучного освітлення (з можливістю регулювання інтенсивності);

- асиметричність і унікальність, непарність меблів та аксесуарів;

- високотехнологічність;

- застосування систем саморегуляції;

- екологічність;

- енергоефективність;

- використання матеріалів здатних до самовідновлення та самоочищення.

У конструкціях біонічних меблів цікавим рішенням є застосування перфорації, як імітації кісткової структури, з метою зменшення візуальної ваги окремих елементів та економії матеріалів [18].

З появою та поширенням технології 3D друку її почали використовувати для реалізації проектів з архітектурної біоніки та біодизайну, а саме безпосереднього виготовлення, як суцільних монолітних конструкцій так і окремих їх елементів. Таким чином процес створення об'єктів після проектування зводиться до розробки 3D моделей і їх подальшого відтворення принтерами. Це підвищило точність, скоротило терміни, здешевило процеси, створило можливість ідентичного серійного виготовлення об'єктів дизайну нестандартних криволінійних форм.

Загалом біодизайн спрямований не лише на естетизацію, але й на функціональність. «Дизайнерське рішення може бути біонічним за формою, матеріалом, структурою, процесом або функцією» [4]. Та найефективнішими є об'єкти проектування де реалізується одночасне об'єднання цих характеристик.

ВИСНОВКИ

Науковці все більше схиляються до висновку, що доцільніше відтворювати методи, принципи, стратегії функціонування, структурні особливості будови, замість простого копіювання природних форм живих організмів.

Нині біоніка починає набувати більш ефективного застосування через появу можливості більш досконалого та всебічного вивчення об'єктів живої природи, обробки та практичної реалізації отриманих даних для створення інноваційних технологій.

Необхідно здійснювати не лише дослі-

дження властивостей будови, закономірностей функціонування, структурні особливості об'єктів природи, але й вести систематизацію отриманих знань. Адже саме на основі цих інформаційних баз можна здійснювати більш прогресивні подальші відкриття інноваційних матеріалів, пристроїв та технологій.

Біоніку поділяють на напрями: нейро-біоніку, гідробіоніку, архітектурна біоніку. За методами біонічні дослідження розділяють на: морфологічно-фізіологічні; функціональні; комунікативно-новіаційні; наномолекулярні та цитологічні. До напрямів використання біологічних методів та структур для розробки інженерних рішень відносять: біоміметіку, біомімікрію та структурну біоніку. Частиною архітектурної біоніки є біодизайн, як визначення застосування біоніки у дизайн-проектванні.

До характерних особливостей реалізації досягнень біоніки у дизайні інтер'єру можна віднести: стилізоване відтворення природних форм та їх структурної будови; єдність елементів інтер'єру; відсутність чіткого зонування

приміщення; використання як натуральних так і інноваційних матеріалів; застосування новітніх технологій, зокрема саморегуляції та відновлення, енергоефективності.

Досить прогресивним для подальших досліджень є співставлення єдності елементів живого організму у розробках біодизайну та архітектурної біоніки. Подібна цілісність може розглядатись по відношенню до єдності архітектоніки та елементів інтер'єру. А також, як симбіотичні відносини між архітектурою та навколишнім середовищем, як можливість споруд адаптуватися до навколишнього середовища, що стають можливими якщо застосувати біонічні матеріали та технології із властивостями, механізмами та системами самокомпенсації, саморегулювання, самообслуговування і самозабезпечення.

Такий підхід у архітектурній біоніці та дизайн-проектванні інтер'єрів сприятиме формуванню гармонійного архітектурного середовища, яке буде самодостатнім, екологічним та енергоефективним.

ЛІТЕРАТУРА

[1] Біоніка. Енциклопедія сучасної України. URL: https://esu.com.ua/search_articles.php?id=35330 (дата звернення: 12.02.2022).

[2] BIOKON – Auch international erfolgreich. URL: <https://www.biokon.de/netzwerk/international/> (дата звернення: 13.02.2022).

[3] Charles Kemp, Joshua B. Tenenbaum. The discovery of structural form. PNAS. 2008. URL: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0802631105> (дата звернення: 13.04.2022).

[4] Despot K., Sandeva V. Bionika concept for design of furniture. Innovation and entrepreneurship. 2017. Vol. 5, N 2. P. 89-95. URL: <https://eprints.ugd.edu.mk/id/eprint/18196> (дата звернення: 08.05.2022).

[5] Cruz E., Hubert T., Chancoco G., Naim O., Chayaamor-Heil N., Cornette R., Menez C., Badarnah L., Raskin K., Aujard F. Design processes and multi-regulation of biomimetic building skins: A comparative analysis. Energy and Buildings. 2021. Vol. 246. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111034>

[6] FAQ. URL: <https://haus.me/faq/> (дата звернення: 01.05.2022).

[7] Jing Li. Research on the Application of Bionics in Modern Architectural Design. 2018 International Workshop on Advances in Social Sciences (IWASS 2018). Francis Academic Press, UK. 2018. P. 676-679. DOI: 10.25236/iwass.2018.143

[8] Кузнецова І.О., Захарчук В.Л., Використання структури природних форм в об'єктах біодизайну. Теорія та практика дизайну. Київ, 2013. Вип. 4. С. 82-90. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tprd_2013_4_13 (дата звернення: 15.02.2022).

[9] Лазарев О.І. Сучасний досвід теорії і

REFERENCES

[1] Bionika. [Bionics]. Entsyklopediia suchasnoi Ukrainy. [Encyclopedia of modern Ukraine]. https://esu.com.ua/search_articles.php?id=35330 [in Ukrainian].

[2] BIOKON – Auch international erfolgreich. [BIOKON – Also internationally successful]. Retrieved from <https://www.biokon.de/netzwerk/international/> [in German].

[3] Charles Kemp, Joshua B. (2008). Tenenbaum. The discovery of structural form. PNAS. Retrieved from <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.0802631105> [in English].

[4] Despot K., Sandeva V. (2017) Bionika concept for design of furniture. Innovation and entrepreneurship. (Vol. 5, N 2). P. 89-95. Retrieved from <https://eprints.ugd.edu.mk/id/eprint/18196> [in English].

[5] Cruz E., Hubert T., Chancoco G., Naim O., Chayaamor-Heil N., Cornette R., Menez C., Badarnah L., Raskin K., Aujard F. (2021) Design processes and multi-regulation of biomimetic building skins: A comparative analysis. Energy and Buildings. (Vol. 246). doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111034> [in English].

[6] FAQ. Retrieved from <https://haus.me/faq/> [in English].

[7] Jing Li. (2018) Research on the Application of Bionics in Modern Architectural Design. 2018 International Workshop on Advances in Social Sciences (IWASS 2018). Francis Academic Press. p. 676-679. Retrieved from https://webofproceedings.org/proceedings_series/ESSP/IWASS%202018/IWASS1231143.pdf [in English].

[8] Kuznetsova I.O., Zakharchuk V.L. (2013) Vykorystannia struktury pryrodnykh form v ob'ektakh biodyzainu. Teoriia ta praktyka dyzainu. [The use of the structure of natural forms in biodesigns]. Teoriia ta praktyka dyzainu. (Vol. 4). P. 82-90. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/tprd_2013_4_13 [in Ukrainian].

[9] Lazarev O.I. (2008) Suchasnyi dosvid teorii i

практики архітектурної біоніки в дизайні. Вісник харківської державної академії дизайну та мистецтва. Харків, 2008. №6. С.33-42. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/had_2008_6_6 (дата звернення: 15.02.2022).

[10] Лебедев Д.В., Гедзык А.М., Юрженко В.В. Основы проектной діяльності біоніка як наука та її використання у проектуванні. Трудове навчання. 2017. URL: <https://mozok.click/1772-osnovi-proektnoyi-dyalnost-bonka-yak-nauka-ta-yiyivikoristannya-u-proektuvann.html> (дата звернення: 15.02.2022).

[11] Long Zheng, Jianjun Wu, Si Zhang, Shishuai Sun, Zhihui Zhang, Song Liang. Bionic Coupling of Hardness Gradient to Surface Texture for Improved Anti-wear Properties. Journal of Bionic Engineering volume 13. 2016. P. 406-415. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1672-6529\(16\)60313-X](https://doi.org/10.1016/S1672-6529(16)60313-X)

[12] Максим Гербут: Автономні будинки, як це влаштовано. URL: <https://tqm.com.ua/ua/likbez/ua-articles/avtonomnyi-budynok-maksym-gerbut> (дата звернення: 15.05.2022).

[13] Михайленко В.Є., Кащенко О.В. Основы биодизайну: навч. посіб. К.: Каравела, 2018. 224 с.

[14] Neurohr R. Defining new Goals in Engineering Education at "Politehnica" of Bucharest. Portugal September 3-7, 2007 International Conference on Engineering Education - ICEE 2007 Bionics in Engineering. URL: https://www.researchgate.net/publication/229046093_Bionics_in_Engineering-Defining_new_Goals_in_Engineering_Education_at_Politehnica_University_of_Bucharest (дата звернення: 01.05.2022).

[15] [لعل عتس الكنعن او موهفمك سركنوي بيلبا. خيشلا فراس /م. م. لعل خادللا مي مصتلا](https://jdsaa.journals.ekb.eg/article_86837_70a6a6c5067f1026010f63322c505c9a.pdf). URL: https://jdsaa.journals.ekb.eg/article_86837_70a6a6c5067f1026010f63322c505c9a.pdf (дата звернення: 11.05.2022).

[16] Сорокіна С.І., Норченко В.І., Насиленко К.В., Юр А.С. Наслідвання природи наукою. Наукові записки екологічної лабораторії УДПУ. Умань, 2018. Вип. 21. С. 89-95.

[17] Стиль біоніка в інтер'єрі. URL: <https://prointerior.info.ua/bionics-ua/> (дата звернення: 10.05.2021).

[18] Сучасні приклади біоніки в архітектурі і дизайну інтер'єрів. URL: <https://remontu.com.ua/suchasni-prikladi-bioniki-v-arxitekturi-i-dizajni-interyeriv> (дата звернення: 10.05.2021).

[19] Федор І. Архітектурна біоніка. 2016. URL: http://kolosok.org.ua/wp-content/uploads/2017/08/kolosok_04_2016.pdf (дата звернення: 11.10.2021).

[20] Шубенков М. Структурные закономерности архитектурного формообразования: учеб. пособ. М.: Архитектура-С, 2006. 320с.

[21] Weijie Zhong, Torsten Schröder, Juliette Bekering. Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. Frontiers of Architectural Research. 2022. Vol. 11, Issue 1. P. 114-141. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.07.006>

[22] Yanping Yuan, Xiaoping Yu, Xiaojiao Yang, Yimin Xiao, Bo Xianga, Yi Wang. Bionic building energy efficiency and bionic green architecture: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017. Vol. 74, P. 771-787. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.004>

i praktyky arkhitektturnoi bioniky v dizajni. [Modern experience in the theory and practice of architectural bionics in design]. Visnyk kharkivskoi derzhavnoi akademii dyzainu ta mystetstva. (Vol. 6). P. 33-42. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/had_2008_6_6 [in Ukrainian].

[10] Lebediev D.V., Hedzyk A.M., Yurzhenko V.V. (2017) Osnovy proektnoi diialnosti bionika yak nauka ta yii vykorystannia u proektuvanni. [Fundamentals of bionics project activity as a science and its use in design]. Trudove navchannia. Retrieved from <https://mozok.click/1772-osnovi-proektnoyi-dyalnost-bonka-yak-nauka-ta-yiyivikoristannya-u-proektuvann.html> [in Ukrainian].

[11] Long Zheng, Jianjun Wu, Si Zhang, Shishuai Sun, Zhihui Zhang, Song Liang. (2016) Bionic Coupling of Hardness Gradient to Surface Texture for Improved Anti-wear Properties. Journal of Bionic Engineering. (Vol. 13). P. 406-415. doi: [https://doi.org/10.1016/S1672-6529\(16\)60313-X](https://doi.org/10.1016/S1672-6529(16)60313-X) [in English].

[12] Maksym Herbut: Avtonomni budynky, yak tse vlashtovano. [Maxim Gerbut: Autonomous houses, as it is arranged]. Retrieved from <https://tqm.com.ua/ua/likbez/ua-articles/avtonomnyi-budynok-maksym-gerbut> [in Ukrainian].

[13] Mykhailenko V.Ie., Kashchenko O.V. (2018). Osnovy biodyzainu: navch. posib. [Fundamentals of bio-design]. K.: Karavela. [in Ukrainian].

[14] Neurohr R. (2007). Defining new Goals in Engineering Education at "Politehnica" of Bucharest. International Conference on Engineering Education - ICEE 2007 Bionics in Engineering. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/229046093_Bionics_in_Engineering-Defining_new_Goals_in_Engineering_Education_at_Politehnica_University_of_Bucharest [in English].

[15] Sarah Gamal (2020) [Bionics as a concept and its reflection on the interior design] Retrieved from https://jdsaa.journals.ekb.eg/article_86837_70a6a6c5067f1026010f63322c505c9a.pdf doi: 10.21608/JDSAA.2020.28550.1018 [in Arabic].

[16] Sorokina S.I., Norchenko V.I., Nasylenko K.V., Yur A.S. (2018). Nasliduvannia pryrody naukou. [Imitation of nature by science]. Naukovi zapysky ekolohichnoi laboratorii UDPU. [Scientific notes of the ecological laboratory of the UDPU]. (V. 21). P. 89-95. [in Ukrainian].

[17] Styl bionika v interieri. [Bionic style in the interior]. Retrieved from <https://prointerior.info.ua/bionics-ua/> [in Ukrainian].

[18] Suchasni pryklady bioniky v arkhitekturi i dyzainu interieriv. [Modern examples of bionics in architecture and interior design]. Retrieved from <https://remontu.com.ua/suchasni-prikladi-bioniki-v-arxitekturi-i-dizajni-interyeriv> [in Ukrainian].

[19] Fedor I. (2016). Akhitekturna bionika. [Architectural bionics]. Retrieved from http://kolosok.org.ua/wp-content/uploads/2017/08/kolosok_04_2016.pdf [in Ukrainian].

[20] Shubenkov M. (2006). Strukturnye zakonomernosti arhitekturnogo formoobrazovaniya: ucheb. posob. [Structural patterns of architectural shaping]. M.: Arhitektura-S. [in Russian].

[21] Weijie Zhong, Torsten Schröder, Juliette Bekering. (2022). Biophilic design in architecture and its contributions to health, well-being, and sustainability: A critical review. Frontiers of Architectural Research. (Vol. 11). doi: <https://doi.org/10.1016/j.foar.2021.07.006> [in English].

[22] Yanping Yuan, Xiaoping Yu, Xiaojiao Yang, Yimin Xiao, Bo Xianga, Yi Wang. (2017). Bionic building energy efficiency and bionic green architecture: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (Vol. 74). doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.004> [in English].

ABSTRACT***Bets. S. M. Bionics and interior design.***

The use of bionics methods and structures to form a harmonious environment. The use of evolutionary experience of nature contributes to the emergence of innovative materials and technologies in various fields, including design.

The research of bionics and bionics design of the last decade analyzed in the article can be divided into certain groups: study of architectural bionics, application of bionics in creating new materials — biomimetics, application of bionics for energy efficiency, and a small number of scientific papers on furniture bionics design and interior design.

The scientific works mostly describe certain areas and methods of bionics or different types of their classifications. Therefore, in the course of the research the existing classifications of directions and methods of bionics research in the context of their implementation in design were generalized. The application of a systematic approach, the connection between basic research and the formation of bionics data-bases will help increase the efficiency of their further use in project activities.

Characteristic features of bionics in interior design are described: stylized reproduction of natural forms and their structure; unity of interior elements; use of environmentally friendly innovative materials; application of the latest technologies: self-regulation, recovery and energy efficiency.

Bionic principle of comparing the integrity and unity of the elements of a living organism should be used in design to form a harmonious environment. This applies both to the symbiotic relationship between architecture and the environment, and between architecture and interior elements.

The use of bionics in interior design should be used not only to aestheticize the space, but also to achieve self-regulation, self-sufficiency, energy efficiency and environmental friendliness.

Keywords: bionics, design, architecture, interior, biomimetics, biomimicry, structure, methods, principles, morphology.

AUTHOR`S NOTE:

Bets Svitlana, Candidate of Philosophical Sciences (Ph. D), associate Professor of department of fine arts and architectural graphics, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: bets.sm@knuba.edu.ua, orcid: 0000-0002-9672-1368

Стаття подана до редакції 25.05.2022 р.

Стаття прийнята до друку 01.06.2022 р