УДК 69

СТРОИТЕЛЬСТВО БУДУЩЕГО: ПОМОЩЬ БИОМИМЕТИКИ В СОЗДАНИИ ИННОВАЦИОННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

♦♦♦♦♦

BUILDING THE FUTURE: BIOMIMETICS ASSISTANCE IN THE CREATION OF INNOVATIVE BUILDINGS AND STRUCTURES

Тлехусеж Марина Александровна
кандидат химических наук,
доцент кафедры химии,
Кубанский государственный технологический университет
mtlehusezh@mail.ru

Косенко Оксана Витальевна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
oksanakosenko667@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению принципа использования биомиметики, или же бионики, в мире строительства и архитектуры, акцентируя внимание на том, как окружающая среда может служить источником вдохновения для постройки уникальных сооружений. Продемонстрированы примеры объектов успешного внедрения биомиметических подходов. Оцениваются современные подходы к развитию данного направления.

Ключевые слова: биомиметика, бионика, строительство, инновационные технологии, архитектура.

Tlekhusezh Marina Aleksandrovna
Candidate of Chemical Sciences,
Associate Professor
of the Department of Chemistry,
Kuban State Technological University
mtlehusezh@mail.ru

Kosenko Oksana Vitalievna
Student,
Kuban State Technological University
oksanakosenko667@gmail.com

Annotation. The article is devoted to the principle of using biomimetics, or bionics, in the world of construction and architecture, focusing on how the environment can serve as a source of inspiration for the construction of unique structures. Examples of objects of successful implementation of biomimetic approaches are demonstrated. Modern approaches to the development of this area are evaluated.

Keywords: biomimetics, bionics, construction, innovative technologies, architecture.

В последние десятилетия наблюдается возрастающий интерес к развитию экологически чистых технологий в различных отраслях, и сфера строительства – не исключение. Человек в первобытное время находился в единстве с природой, научился не только выживать, но и использовать её в своих целях. Природа является важным источником вдохновения, а также представляет собой модель для разработки современных технологий. В этом контексте биомиметика, или по-другому биомимикрия, приобретает особенно важное значение.

Биомиметика (от лат. bios «жизнь» и mimesis «подражание») – это междисциплинарный подход, основанный на изучении и имитации природных процессов и структур, который позволяет находить решения для создания эффективных и инновационных архитектурных идей. Она возникла на стыке биологии и технических наук [1]. Понятие «биомиметика» было введено американским биофизиком Отто Шмидтом в 1957 г., а официальное объявление этого направления случилось в городе Дейтон 13 сентября 1960 года Джеком Э. Стиломом на открытии Международного симпозиума «Живые прототипы – ключ к новой технике». Наблюдая за принципами, заложенными в природе, архитекторы и инженеры стремятся создать здания, которые не только вписываются в окружающую среду, но и являются функциональными, высокоэкономичными и надёжными. Таким образом, биомиметика в строительстве представляет собой важный шаг к обеспечению гармоничного сосуществования человека и природы, предлагая методы, способствующие сохранению ресурсов и одновременно повышающие качество жизни [2]. Для этого специалисты исследуют органы чувств и механизмы животных для получения новой информации. Природа – это огромная лаборатория, где все характеристики прошли огромный этап эволюции. Крылья птиц, ульи пчёл, панцири черепах – всё это выглядит необычно и вдохновляюще. Биомиметика не просто копирует природу, а адаптирует её концепцию под нужды человека, помогая усовершенствовать свои навыки.

В настоящее время в биомиметике различают три области [3]: биологическая (изучение процессов природы), теоретическая (построение теоретических моделей), техническая (применение полученных знаний на практике).

Многие человеческие изобретения имеют аналоги в живой природе. Римский архитектор Витрувий 2100 лет назад впервые написал о «расположении зданий храмов и их пропорции». Образцами стали пропорции высшей ступени развития живых организмов природы – человека [4]. Так продолжалось вплоть до XVIII столетия, пока люди не стали охватывать другие создания животного и растительного мира в соответствии с идеей, что искусственные структуры подчиняются тем же физическим законам, как и естественные.

Лист амазонской виктории (лат. Victoria amazonica) – растение, местообитанием которого являлась вода (родственник кувшинки), может достигать двух метров в диаметре. Ее корневая система достаточно крупная с множеством придаточных корней. Этот остов делает лист виктории таким прочным, что был способен выдержать вес Анни – внучки британского архитектора Джозефа Пакстона (Paxton). Изначальной профессией Пакстона являлось садоводство, но впоследствии он получил приглашение стать главным военнослужащим в поместье Чатсуорт, где попробовал себя в качестве архитектора. Он вырастил в оранжерее единственный черенок виктории, привезенный из Гайаны. Растение выросло, размножилось и распространилось до огромного количества из-за чего Пакстон вынужден был придумать другое архитектурное сооружение для его содержания. Он задумал строение из стекла, имеющее такой же каркас, как лист виктории. Его «Дом лилий» («Lily House») получил огромный успех [3]. Затем эта конструкция вдохновила Пакстона на создание Хрустального дворца в Лондоне. Пакстон нарисовал проект этого сооружения всего за 9 дней. Это изящное, но очень прочное строение долгое время было центром множества выставок, пока его не разрушил пожар. Однако сохранилось подобие Хрустального дворца – оранжерея «Виктория» в ботаническом саду Страсбурга, переименованная в оранжерею де Бари (de Barry) в честь первого директора этого сада.

Скелеты животных тоже служат хорошими моделями. Неофициальный титул «отца бионики» принадлежит Леонардо да Винчи. Он первым в истории цивилизации попытался применить опыт природы при создании искусственных машин. Из его чертежей и записей видно, что при разработке собственного летательного аппарата он уделял особое внимание механизму, с помощью которого птицы машут крыльями и создают подъемную силу.

Другой случай имел место в Японии. Эйдзи Накацу являлся генеральным директором отдела развития поездов в Японии. Его главная цель была сделать поезда тише и быстрее, так как они проходили через чрезмернонаселённые районы и множество туннелей. Наиболее громкий звук возникал из-за соединений с контактными проводами (пантографами) и при выходе поездов из туннелей на поверхность, что создавало звуковые волны, слышимые жителям на расстоянии до 400 м. Накацу обратил внимание на шумопоглощающие элементы перьев совы, известные как фимбрии. Эти элементы представляют собой гребнеобразные зазубрины, расположенные на переднем крае первичных перьев крыльев. Фимбрии помогают расщеплять поток воздуха, проходящий через крыло, создавая микротурбулентности, что значительно снижает звук, который обычно возникает в крыльях без этой особенности [5].

Вдохновением являются не только сами животные и растения, но и жилища, построенные ими. Конструкция пекинского национального стадиона, созданная к проведению летних Олимпийских игр 2008 года, в точности повторяет форму птичьего гнезда. Стадион Пекина был признан самым большим в мире сооружением из стали и самым сложным в постройке [6].

Здание международного терминала в Хараре, расположенного в крупнейшем аэропорту Зимбабве, можно отнести к этой же категории. Его система вентиляции разработана по аналогии с термитниками. Термиты строят свои жилища таким образом, чтобы регулировать температуру, несмотря на экстремальные внешние условия. Архитекторы применили этот принцип, что позволило снизить энергозатраты на кондиционирование воздуха [7].

Спираль (от лат. spiralis «загнутый, завитый», spira «изгиб») одна из базовых характеристик природы, которая проявляется во многих аспектах. Такая форма встречается часто: от молекул ДНК до папиллярного рисунка пальцев человека, от водоворотов, тайфунов, смерчей до галактик. Ее многообразие мы можем наблюдать и в растительном мире, и в мире животных.

Спираль – один из самых распространенных узоров в искусстве. Эта форма имеет несколько видов и обладает рядом геометрических характеристик [4]. Виды спиралевидных кривых: архимедова спираль, логарифмическая спираль, спираль Корню, параболическая спираль, гиперболическая спираль, жезл. Чаще всего, употребляя термин «спираль», подразумевают плоские кривые, которые обходят вокруг одной (или нескольких точек), приближаясь или удаляясь от неё. Винтообразные кривые не относят к спиралям, хотя их можно рассматривать как частный случай. Спираль рассматривается как наиболее рациональная форма материи, обеспечивающая минимальные энергозатраты на собственное создание и поддержание своего существования. Сегодня такая форма используется в технике на каждом шагу: от винтового шурупа, мясорубки, ледобура или электронагревателя до шнека снегоуборщика, змеевиков в холодильных установках и др. [8].

Ещё издавна люди понимали значимость и эффективность применения такой формы. Например, Вавилонская башня представляется как особая квадратная пространственная спираль, с помощью которой люди стремились добраться до небес. В истории развития традиционной архитектуры спираль встречается не часто, но отражает определенные этапы ее развития. В качестве примера здесь можно привести и спиралевидную мечеть в Самарре (Ирак, IX в.), и спиралевидный купол церкви Сант-Иво алла Сапиенца в Риме (1642–1667 гг.). В России – это завитки купола храма Василия Блаженного на Красной площади в Москве, обрамление входа Меншиковой башни и т.п. [9]. В градостроительстве эту форму связывают с именем Теодора Фрича, который в 1896 г. опубликовал труд «Город будущего», где описал город, развивающийся по спирали, считая, что такая форма даёт возможность свободно ему развиваться, одновременно сохраняя компактность. Это имело большое значение в условиях быстрого разрастания индустриальных городов. Позже эта идея была реализована в проекте индийского города Ауровиль [8].

В современной архитектуре широко используется основное достоинство спиралевидных форм. Ярким примером может служить музей Гуггенхайма в Нью-Йорке архитектора Ф.Л. Райта. Протяженная картинная галерея длиной 1200 м решена в виде компактной, расширяющейся кверху спиралеобразованной формы пандуса. Галерея на пандусе освещена со стороны атриума перекрытым светопрозрачным куполом. К главной спирали внутри атриума примыкает сбоку крутой второй спиралеобразованный пандус для соединения между этажами [8].

Этот бионический принцип используется для создания динамичных, компактных и пластичных форм. Особое распространение принципы построения спиральных форм нашли в небоскребах, построенных по всему миру. В России же необычным примером бионической архитектуры является башня Эволюции (арх. Филипп Никандров). Башня отличается своей необычной закручивающейся формой, напоминающей молекулу ДНК.

В то же время для архитекторов широкое применение находят достижения химии, позволяя воссоздавать объекты культурного наследия, улучшая при этом свойства материалов, входящих в состав конструкции при проведении реставрационных работ [10].

Вопрос рационального и эффективного строительства с применением принципов построения и механизма действия рецепторов и анализаторов в биологических системах, обеспечивающих малое потребление энергии, является актуальным для всего мира. Исследования, способствующие выявлению возможных путей технической реализации, являются важным инструментом для использования природных принципов, что снижает негативное воздействие на окружающую среду [11].

Литература

1. Биомиметика. Компетентность // Лань: электронно-библиотечная система. – 2011. – № 8. – С. 13. – URL : https://e.lanbook.com/journal/issue/293157 (дата обращения 30.01.2025).
2. Денисенко Е.В. Принципы живой природы в архитектуре / Е.В. Денисенко, А.А. Жандарова // Приволжский научный журнал; Лань: электронно-библиотечная система. – 2022. – № 2. – С. 146–153. – URL : https://e.lanbook.com/journal/issue/321608 (дата обращения 30.01.2025).
3. Быкова Г.И. Использование принципов бионики в архитектуре / Г.И. Быкова, Е.И. Иванова, О.В. Косточкина // Вестник Московского информационно-технологического университета – Московского архитектурно-строительного института. – 2021. – № 3. – URL : https://cyberle ninka.ru/article/n/ispolzovanie-printsipov-bioniki-v-arhitekture (дата обращения 30.01.2025).
4. Гийо А. Бионика. Когда наука имитирует природу / А. Гийо, Ж. Мейе; Перевод с французского М.С. Широкова // Лань : электронно-библиотечная система. – М. : Техносфера, 2013. – 280 с. – URL : https://e.lanbook.com/book/110944 (дата обращения 15.12.2024).
5. Бибиков С.В. Движущийся поезд как источник звуковых волн, распространяющихся по рельсовому пути / С.В. Бибиков, А.В. Шапарь // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2012. – № 5(81). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/dvizhuschiysya-poezd-kak-istochnik-zvukovyh-voln-rasprostranyayuschihsya-po-relsovomu-puti (дата обращения 04.05.2025).
6. Ловелл Д. Необычайно восхитительно: архитектура и власть в Китае // Лань: электронно-библиотечная система. – 3-е изд. (эл.). – М. : Стрелка Пресс, 2017. – 51 с. – URL : https://e.lanbook.com/book/114826 (дата обращения 04.05.2025).
7. Сычёв С.А. Перспективные технологии строительства и реконструкции зданий : монография / С.А. Сычёв, Г.М. Бадьин // Лань: электронно-библиотечная система. – 3-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2022. – 368 с. – URL : https://e.lanbook.com/book/249833 (дата обращения 04.05.2025).
8. Принципы формирования устойчивого развития в архитектуре : учебник / Т.Р. Забалуева [и др.]; Под редакцией Т.Р. Забалуевой // Лань: электронно-библиотечная система. – М. : МИСИ – МГСУ, 2022. – 81 с. – URL : https://e.lanbook.com/book/342521 (дата обращения 04.05.2025).
9. Гончарова Т.В. Перспектива бионического дизайна в архитектуре / Т.В. Гончарова, Т.Д. Батаков // Молодой исследователь Дона. – 2021. – № 5(32). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/perspektiva-bionicheskogo-dizayna-v-arhitekture (дата обращения 30.01.2025).
10. Жилина А.В. Реставрация архитектурного наследия и роль химии в этом вопросе / А.В. Жилина, М.А. Тлехусеж // Этнос и культура в эпоху глобализации. Сборник материалов V Международной научной очно-заочной конференции, Сухум, 30 июня – 01. 2022 года. – Сухум : Издательство КубГТУ, 2022. – С. 162–168.
11. Яковлев А.А. Формирование научно-теоретической базы знаний об идее заимствования природного аналога в архитектуре / А.А. Яковлев, А.В. Захарчук // Приволжский научный журнал; Лань: электронно-библиотечная система. – 2022. – № 1. – С. 151–156. – URL : https://e.lanbook.com/journal/issue/319547 (дата обращения 30.01.2025).

References

1. Biomimetics. Competence // Lan: electronic library system. – 2011. – № 8. – P. 13. – URL : https://e.lanbook.com/journal/issue/293157 (date of application 30.01.2025).
2. Denisenko E.V. Principles of Wildlife in Architecture / E.V. Denisenko, A.A. Zhandarova // Privolzhsky Scientific Journal; Lan: Electronic Library System. – 2022. – No. 2. – Pp. 146–153. – URL : https://e.lanbook.com/journal/issue/321608 (date of application 30.01.2025).
3. Bykova G.I. Using Bionics Principles in Architecture / G.I. Bykova, E.I. Ivanova, and O.V. Kostochkina // Bulletin of the Moscow Information Technology University – Moscow Architectural and Construction Institute. – 2021. – № 3. – URL : https://cyberle ninka.ru/article/n/ispolzovanie-printsipov-bioniki-v-arhitekture (date of application 30.01.2025).
4. Guillo A. Bionics. When science imitates nature / A. Guillot, J. Meyer; Translated from French by M.S. Shirokov // Lan : electronic library system. – M. : Technosphere, 2013. – 280 p. – URL : https://e.lanbook.com/book/110944 (date of application 12/15/2024).
5. Bibikov S.V. A moving train as a source of sound waves propagating along a rail paths / S.V. Bibikov, A.V. Shapar // Scientific and Technical Bulletin of Information Technologies, Mechanics and Optics. – 2012. – № 5(81). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/dvizhuschiysya-poezd-kak-istochnik-zvukovyh-voln-rasprostranyayuschihsya-po-relsovomu-puti (date of application 04.05.2025).

6. Lovell, D. Extraordinary Delight: Architecture and Power in China // Lan : Electronic Library System. – 3rd edition (electronic). – M. : Strelka Press, 2017. – 51 p. – URL : https://e.lanbook.com/book/114826 (date of application 04.05.2025).
7. Sychev, S.A. Promising Technologies for Construction and Renovation of Buildings: A Monograph / S.A. Sychev, G.M. Badin // Lan: Electronic Library System. – 3rd Edition, Ster. – SPb. : Lan, 2022. – 368 p. – URL : https://e.lanbook.com/book/249833 (date of application 05/04/2025).
8. Principles of the formation of sustainable development in architecture : textbook / T.R. Zabalueva [et al.]; Edited by T.R. Zabalueva // Lan: electronic library system. – M. : MISI – MGSU, 2022. – 81 p. – URL : https://e.lanbook.com/book/342521 (date of application 05/04/2025).
9. Goncharova T.V. The perspective of bionic design in architecture / T.V. Goncharova, T.D. Batakov // Young Researcher of the Don. – 2021. – № 5(32). – URL : https://cyberleninka.ru/article/n/perspektiva-bionicheskogo-dizayna-v-arhitekture (date of application 30.01.2025).
10. Zhilina AV Restoration of architectural heritage and the role of chemistry in this issue / AV Zhilina, MA Tlekhusezh // Ethnos and culture in the era of globalization. Collection of materials of the V International scientific face-to-face and correspondence conference, Sukhum, June 30 – 01. 2022. – Sukhum : Publishing house of KubSTU, 2022. – P. 162–168.
11. Yakovlev AA Formation of a scientific and theoretical knowledge base on the idea of borrowing a natural analogue in architecture / AA Yakovlev, AV Zakharchuk // Privolzhsky scientific journal; Lan: electronic library system. – 2022. – № 1. – P. 151–156. – URL : https://e.lanbook.com/journal/issue/319547 (date of application 30.01.2025).