

БИОМИМЕТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ В АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Комарова Анна Александровна

магистрант,
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»;
архитектор,
ООО «Проектно-строительная компания «Центр инженерных технологий»»
Россия, Ростов-на-Дону, e-mail: annakessedi@gmail.com

Клименко Пётр Яковлевич

доцент кафедры архитектуры.
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»
Россия, Ростов-на-Дону, e-mail: p-e-t-e-r@ya.ru

УДК: 72.01

DOI: 10.47055/1990-4126-2021-2(74)-3

Аннотация

В статье раскрываются главные понятия биомиметической архитектуры, рассматривается влияние биомиметического подхода на архитектурную деятельность на основе изучения и анализа отечественного и зарубежного опыта проектирования. Разбираются основные принципы биомиметики, которые можно использовать для создания гармоничной архитектурно-природной среды. Актуальность применения биомиметических принципов определяется рядом задач, которые возникают сегодня перед архитектором в связи с усложнением объектов проектирования, повышенным вниманием к экологическим и социально-экономическим факторам. Рассматриваемые биомиметические принципы основываются на природных заимствованиях и обращаются к эволюционной биологической модели живого организма, которая отвечает за его жизнеспособность. Внедрение данных принципов увеличивает долговечность и устойчивость архитектурных объектов, а также позволяет создать неповторимый и уникальный облик архитектурной среды.

Ключевые слова:

биомиметика, устойчивость, биомиметические принципы, адаптация, экологическая архитектура

BIOMIMETIC PRINCIPLES IN ARCHITECTURAL DESIGN

Komarova Anna A.

Master's Degree student.,
Don State Technical University;
Architect,
«Center of Engineering Technologies» Design and Construction Company
Russia, Rostov-on-Don, e-mail: annakessedi@gmail.com

Klimenko Peter Ya.

Associate Professor, кафедры архитектуры.
Don State Technical University,
Russia, Rostov-on-Don, e-mail: p-e-t-e-r@ya.ru

УДК: 72.01

DOI: 10.47055/1990-4126-2021-2(74)-3

Abstract

The article outlines the main concepts of biomimetic architecture and considers the influence of the biomimetic approach on architectural activity based on a review of domestic and foreign design experiences. The basic principles of biomimetics that can be used to create a harmonious architectural and natural environment are examined. The relevance of biomimetic principles is determined by a number of challenges that are facing an architect today as the complexity of objects to be designed increases and the focus of attention shifts to environmental and socio-economic factors. The biomimetic principles considered are based on the emulation of nature and are associated with the evolutionary biological model of living organisms that is responsible for their viability. The implementation of these principles increases the durability and sustainability of architectural objects while enabling architectural environments to acquire a distinctive and unique look.

Keywords:

biomimetics, biomimetic principles, adaptation, ecological architecture

Введение

В современной архитектурной практике одним из наиболее актуальных направлений является экологическая архитектура, которая находит свое наиболее яркое отражение в биомиметическом методе. Биомиметика – это особый подход к созданию архитектурных объектов, который основывается на заимствовании идей у живой природы. При применении биомиметического метода происходит не простое копирование природной формы, а производится подробный анализ принципов и систем организации живого мира.

Еще в 1987 г., в опубликованном докладе комиссии ООН по окружающей среде и развитию «Наше общее будущее» представлен план действий, направленных на устойчивое развитие, при котором «обеспечиваются нужды нынешнего поколения без ограничения возможностей следующего поколения удовлетворить его потребности» [1].

На протяжении всей истории архитектуры можно проследить множество примеров, когда архитектура развивалась через «модель сосуществования человека и природы: от адаптации к сосуществованию и сопротивлению» [2]. Концепция взаимодействия природы и архитектурного проектирования заключается в подробном анализе биологического формообразования, так как оно претерпело значительные эволюционные изменения в способности приспособляться и выживать из-за постоянно меняющейся среды обитания. Сегодня особое значение придается взаимодействию человека, архитектурной среды, живой природы, основывающемуся на поиске закономерностей, которые впоследствии переносятся на архитектурные объекты. Описанное взаимодействие можно найти в бионической архитектуре. «Многочисленные примеры стационарных каркасов динамических оболочек, меняющихся форм на протяжении жизненного цикла растительных организмов и мира животных и птиц, рыб и насекомых. От подражания во внешнем облике и строении архитектурных объектов бионики мы приходим к глубинному осмыслению жизненного цикла форм в биомиметике. При этом «биомиметические принципы, то есть применение единых подходов к развитию природной и архитектурной сред» рассматриваются как принципы архитектурного проектирования, что, безусловно, даст новые импульсы в развитии форм и организации пространственной среды» [2].

Негативные последствия индустриализации, а также потребительское отношение к природе привели к диссонансу архитектурной и природной среды. Значительную роль в архитектурном проектировании несет устранение негативных последствий, а также восстановление гармонии искусственно созданной среды с окружающим миром. Помимо этого, обязательным условием внедрения биомиметических принципов, является наделение архитектурной среды или объекта адаптационными свойствами, основывающимися на исследованиях индивидуального развития природного организма.

Основные понятия биомиметической архитектуры

«Биомиметика (лат. *bios* – жизнь и *mimesis* – подражание), создание устройств, приборов, механизмов или технологий, идея и основные элементы которых заимствуются из живой природы» [3].

«Биомиметическая архитектура – это фундамент современной философии архитектуры, который находит решения для устойчивости в природе не путем репликации естественных форм, но понимая правила, утверждающие эти формы» [4].

«Биомиметические (БМ) принципы – применение единых подходов к развитию природной и архитектурной сред, способны разрешить ряд задач, возникших в архитектурной сфере человека» [5]. Такой метод может улучшить архитектурную практику, сделав искусственно созданную среду более устойчивой к внешним условиям, снизить негативное влияние на окружающую среду, а также повысить выразительность и уникальность архитектурного облика.

Основополагающие принципы в концепции биомиметической архитектуры

Отечественные и зарубежные специалисты выделяют следующие основные биомиметические принципы:

- устойчивость [6];
- адаптацию [7];
- взаимосвязь компонентов [5];
- минимизацию информации [5].

Отечественный и зарубежный опыт проектирования биомиметической архитектуры

Несмотря на актуальность темы, довольно редко встречаются исследования, посвященные биомиметическим принципам в отечественной практике проектирования. Однако существует множество примеров, являющихся предпосылками возникновения биомиметического подхода. Рассмотрим отечественный опыт применения формальных и конструктивных аспектов природной среды, углубляя исследование темы применения биомиметических принципов с точки зрения подхода конструктивного природного заимствования.

Хотелось бы отметить яркий пример советского периода, отражающий данный подход в модели сверхвысотного сооружения с демпфирующими устройствами архитектора А.И. Лазарева. Он заложил аналоговую программу в исследование: «сооружение=живой организм».

Пространственно-временные связи этой системы определяются получением и обработкой информации о действующих факторах окружающей среды и реакцией архитектурного объекта на эти факторы.

Аналогом природного заимствования послужил стебель злаков. Форма междоузлий стебля в целом имеет веретенообразный характер, что позволяет уменьшить горизонтальный прогиб и придает стеблю восстанавливающую способность при его отклонениях от устойчивого положения.

Ткани, выполняющие опорную функцию стебля, – несущий каркас, отнесены на периферию. Круглые в плане междоузлия, сочлененные прочными узлами, демпферами, являющимися одновременно гасителями колебаний, создают в целом устойчивую упругогибкую пространственную структуру с большой несущей способностью.

Узел-демпфер представляет собой динамическую систему, в которой междоузлия соединены упругими волокнами и окружены высокоорганизованной массой основной ткани с погруженными в нее вязкоупругими тяжами (амортизаторами). Рассмотренный пример природного заимствования является предпосылкой возникновения биомиметического принципа архитектурной адаптации к условиям окружающей среды [4].

Рассмотрим принцип архитектурной адаптации, внедренный в архитектурное проектирование на примере зарубежного опыта.

Одним из наиболее ярких примеров, отражающих названный принцип, является проект «Адаптивное дыхание», разработанный Марко Капрани, Алексом Дорном и Андреа Террено во время семинара Smart Skin, состоявшегося в сентябре 2010 года в Политехническом институте Турина совместно со Школой архитектуры RPI под руководством Кг и Тед Нгай (рис.1).

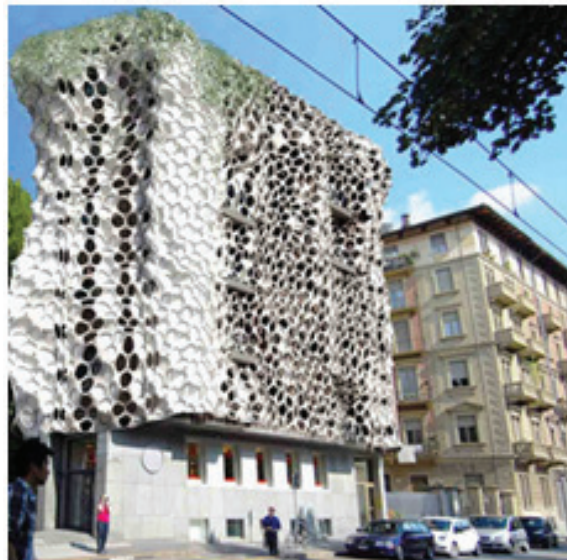


Рис. 1. Проект «Адаптивное дыхание». Арх.: Марко Капрани, Алекс Дорн, Андреа Террено.
Источник: http://www.suckerpunchdaily.com/wp-content/uploads/2012/09/Final-Render-2_GAUDI_FRONT.jpg

Перед проектированием было проведено углубленное исследование процесса дыхания игуаны, этот принцип был использован в биологической структуре, чтобы не только понять поведение естественной системы, но и предоставить информацию для проектирования созданной системы. В этом контексте перенесенный принцип адаптации позволяет облегчить регулирование нескольких систем одновременно, что дает возможность управлять биоклиматическими потоками и поддерживать стабильную внутреннюю среду в архитектурном объекте [8].

Взаимосвязь компонентов. Система природных элементов в живой среде закономерна. Она выполняет между природными компонентами множество взаимодействий, которые, в свою очередь образуют присущую системе целостность. Таким образом, все ее части зависят одна

от другой и влияют одна на другую [9]. Примером может послужить проект, который стал результатом серии исследований, демонстрирующих потенциал вычислительного проектирования, моделирования и производственных процессов в области биомиметической архитектуры, совместно задуманный и реализованный тремя институтами Штутгарстского университета в Германии (рис. 2).



Рис. 2. Биомиметический павильон ITECH 2018/19. Университет Штутгарта (ICD / ITKE / ITFT).

Источник: <https://materialdistrict.com/article/architecture-ladybug-wings/architecture-ladybug-wings-materialdistrict-5/>

Павильон состоит из двух адаптивных складывающихся элементов, которые запрограммированы на открывание и закрывание подобно крыльям божьей коровки. Проект наделен принципом взаимосвязи компонентов, как у живой структуры крыльев божьей коровки, демонстрирующих закрывание и открывание их в случае избегания опасности. Крылья складываются по отдельным гибким шарнирным зонам со специально определенными механическими свойствами. В сложенном виде в шарнирах накапливается упругая энергия, позволяющая быстро их раскладывать.

Посредством анализа и геометрических описаний стало возможным при исследовании абстрагироваться от кинематического поведения, что позволило материализовать отдельные упругие шарнирные зоны с помощью специально запрограммированных градиентов материала внутри армированного волокном пластика.

Используя упругую деформацию отдельных гибких шарнирных зон, чтобы обеспечить пространственную реконфигурацию, павильон выявляет потенциал использования армированных волокном пластмассовых материалов в крупномасштабных кинетических системах складывания. Благодаря интерактивной системе управления, состоящей из встроенных датчиков, онлайн-коммуникации и внутренней вычислительной обработки, крылья можно перемещать либо физическим прикосновением, либо дистанционно через подключенное устройство [7].

Принцип минимизации информации также используется в архитектурной деятельности, что позволяет повысить уникальность и разнообразить среду городского полотна.

Примером может послужить проект исследовательского центра в Эр-Рияде (Саудовская Аравия), автором которого является Заха Хадид (рис.3).



Рис. 3. Проект исследовательского центра в Эр-Рияде (Саудовская Аравия). Архитектурное бюро Zaha Hadid Architects. Источник: <https://adcitymag.ru/issledovatel'skij-centr-po-proektu-zaxi-xadid-v-er-riyade/>

Научно-исследовательский центр нефти имени короля Абдуллы (KAPSARC) в Саудовской Аравии – некоммерческая организация, занимающаяся изучением энергопотребления в мировом масштабе.

Кампус KAPSARC был построен в 2017 г. и состоит из пяти корпусов. Главный корпус получил сертификат Leed Platinum и статус первого экологичного здания бюро Zaha Hadid Architects.

Архитектурные шестигранные компоненты образуют структуру сот и взаимосвязаны между собой. Такой принцип построения позволил снизить расход строительных материалов и создать архитектурное единство. При необходимости увеличения исследовательского центра возможно добавление новых корпусов с отсутствием негативного влияния на построенный архитектурный объект [10].

На основании рассмотренных примеров опыта применения биомиметического подхода в архитектурном проектировании можно сделать следующие выводы:

- в основе создания биомиметических объектов заложены исследования свойств и характеристик живого организма, которые впоследствии переносятся на решение архитектурной задачи объекта, а не простое заимствование природной формы;
- особое значение в биомиметической архитектуре имеет взаимосвязь и взаимодействие архитектурных компонентов между собой и с окружающей средой.

Таким образом, можно выделить следующие основные качества, которыми биомиметические принципы наделяют архитектурный объект: адаптация к природным условиям и реагирование (климатическим и атмосферным особенностям, ориентации по сторонам света, рельефных условий) или к городским (окружающей застройке, функциональному зонированию территории и т.п.); устойчивость на уровне конструктивных особенностей, заимствованная из природных организмов; минимизация информации (повторение элементов, фрактальность формы).

Отличительной особенностью биомиметического подхода к освоению природной формы является установление взаимосвязи между законами развития живой природы и архитектуры. На данном этапе не просто копируются внешние формы живой природы, а присваиваются архитектурным объектам свойства или качества, отражающие функции или явления природного организма, для решения разной степени сложности задач, возникающих в архитектурной практике.

Библиография

1. Евтеева, С.А. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР.) / С.А. Евтеева. – М: Прогресс, 1989. – 374 с.
2. Есаулов, Г.В. Энергоэффективность и устойчивая архитектура как векторы развития / Г.В. Есаулов // АВОК: вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2015. – №5. – С. 4–13.
3. Энциклопедический словарь нанотехнологий [Электронный ресурс] // academic.ru – URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/nanotechnology/386/биомиметика>
4. Лебедев, Ю.С. Архитектура и бионика / Ю.С. Лебедев. – М: Знание, 1971. – 119 с.
5. Гридюшко, А.Д. Биомиметические принципы в архитектурном проектировании: дис. ... канд. архитектуры / А.Д. Гридюшко. – М., 2013. – 212 с.
6. Janine, M. Benyus Biomimicry: Innovation Inspired by Nature . UK: HarperCollins, 2009. 472 с.
7. Biomimétisme en architecture. État, méthodes et outils [Электронный ресурс] // journals.openedition.org – URL: <https://journals.openedition.org/craup/309>
8. Adaptive Respiration [Электронный ресурс] // suckerpunchdaily.com – URL: <https://www.suckerpunchdaily.com/2012/09/19/adaptive-respiration/#more-24725>
9. ITECH Research Demonstrator 2018-19 [Электронный ресурс] // icd.uni-stuttgart.de – URL: <https://www.icd.uni-stuttgart.de/projects/itech-research-demonstrator-2018-19/>
10. Zaha Hadid Architects Completes Honeycomb-Shaped Research Centre In Riyadh [Электронный ресурс] // worldarchitecture.org – URL: https://worldarchitecture.org/architecture-news/cvvgf/zaha_hadid_architects_completes_honeycombshaped_research_centre_in_riyadh.html

References

1. World Commission on Environment and Development (1987) Our common future. In: Development and International Economic Cooperation: Environmental Issues. Oxford: Oxford University Press, p. 482
2. Esaulov, G. V. (2015). Energy Efficiency and Sustainable Architecture as Development Vectors. Ventilation, Heating, Air Conditioning, Heat Supply and Construction Thermophysics (AVOC) [online]. 21.03.2015. Available from: <https://rucont.ru/efd/271978> (in Russian)
3. Academic.ru, (2010). Biomimetics. [online] Available from: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/nanotechnology/386/биомиметика> [accessed March 28, 2021].
4. Lebedev, Yu. S. (ed.) (1971) Architecture and Bionics. Moscow: Znanie, p. 119. (in Russian)
5. Gridyushko, A.D. (2013) Biomimetic Principles in Architectural Design. Ph.D. dissertation (Architecture). Moscow Architectural Institute (State Academy). (in Russian)
6. Benyus, J.M (2009). Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. UK: HarperCollins.
7. Journals.openedition.org (2018) Biomimétisme en architecture. État, méthodes et outils [online] Available from: <https://journals.openedition.org/craup/309> [Accessed: 2 Mar. 2021].
8. Suckerpunchdaily.com (2016) Adaptive Respiration. [online] Available from: <https://www.suckerpunchdaily.com/2012/09/19/adaptive-respiration/#more-24725> [Accessed 28 Feb. 2021].
9. Icd.uni-stuttgart.de (2018) ITECH Research Demonstrator. [online] Available from: <https://www.icd.uni-stuttgart.de/projects/itech-research-demonstrator-2018-19/> [Accessed 1 Mar. 2021].
10. Worldarchitecture.org (2017) Zaha Hadid Architects Completes Honeycomb-Shaped Research Centre In Riyadh. [online] Available from: https://worldarchitecture.org/architecture-news/cvvgf/zaha_hadid_architects_completes_honeycombshaped_research_centre_in_riyadh.html [Accessed 2 Mar. 2021].



Лицензия Creative Commons

Это произведение доступно по лицензии Creative Commons «Attribution-ShareAlike» («Атрибуция - на тех же условиях»).

4.0 Всемирная

Дата поступления: 08.04.2021