

УДК 72.01

МЕТОДЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ БИОМИМЕТИЧЕСКИХ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

А. А. Комарова, П. Я. Клименко

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Рассмотрено применение вычислительных методов при создании биомиметических архитектурных объектов. На сегодняшний день вычислительное проектирование все чаще используется при решении различных задач, возникающих перед инженерами, архитекторами, проектировщиками, дизайнерами. Вычислительные методы, применяемые в архитектурном проектировании, позволяют работать с огромными объемами данных, в том числе воспроизводить модели и процессы живой природы. Таким образом, можно говорить, что возник новый этап развития потенциала уже известного ранее подхода в архитектурном проектировании — биомиметическая архитектура, которая представляет собой исследование природы, ее моделей, систем, процессов с целью получения решений для возникающих в архитектурной практике задач. На примерах мирового опыта в области исследований вычислительного проектирования были определены его достоинства, позволяющие находить наилучшие варианты решений в архитектурной практике посредством заимствования принципов из живой природы. Цель данного исследования — выявить особенности применения вычислительных методов при формировании биомиметических архитектурных объектов.

Ключевые слова: вычислительный метод, биомиметические принципы, адаптация, трансформирование, особенности метода, симуляция среды, генеративное проектирование.

COMPUTATIONAL DESIGN METHODS FOR CREATION OF BIOMIMETIC ARCHITECTURAL OBJECTS

A. A. Komarova, P. Ya. Klimenko

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The article discusses the use of computational methods in the creation of biomimetic architectural objects. Today, computational design finds more and more applications in solving various problems faced by engineers, architects, planners, and designers. Computational methods used in architectural design make it possible to work with huge amounts of data, including the reproduction of models and processes of living nature. Thus, a new stage in the development of the potential of the previously known approach in architectural design — biomimetic architecture, which is the study of nature, its models, systems, processes in order to obtain solutions for problems arising in architectural practice, has arisen. Based on the examples of world experience in the field of research in computational design, its merits have been determined, which make it possible to find the best solutions in architectural practice, by borrowing principles from living nature. The aim of the study is to identify the features of the application of computational methods in the formation of biomimetic architectural objects.

Keywords: computational method, biomimetic principles, adaptation, transformation, method features, environment simulation, generative design.

Введение. В последние несколько десятилетий биомиметический подход используется в различных областях, которые нуждаются в применении заимствований идей и элементов из живой природы. Современные методы вычислительного проектирования, выступая в качестве

инструмента, помогают симулировать реальные физические объекты и процессы в виртуальных моделях. Такие модели демонстрируют огромный потенциал данного подхода в проектировании и организации эффективного функционирования архитектурных объектов в окружающей среде.

Вычислительные методы используются в алгоритмическом проектировании, которое расширило границы в представлении формальных проектов, и теперь они могут включать в себя симуляцию внешней среды, анализ и цифровое производство. Процесс, который происходит в создаваемом алгоритме, можно описать как передаваемый «ген» объекта, предоставляющий набор результатов с учетом влияния внешних условий, а в алгоритме он является исходным набором данных. Конечным результатом выполнения такого алгоритма является наиболее подходящая архитектурная форма, которая является жизнеспособной для конкретных условий в выбранной среде. Следовательно, геном алгоритма — это многочисленные комбинации наложенных параметров с определенным итогом. На настоящий момент существует множество различных инструментов визуального программирования, которые могут создавать симуляцию физики окружающей среды и подбирать самые благоприятные варианты. Эти новые составляющие позволяют архитекторам точнее переводить свои идеи в реальность, оптимизируя процесс проектирования и значительно сокращая время и трудозатраты на их реализацию, а также дают возможность внедрять принципы биомиметической архитектуры, делая проекты более устойчивыми к условиям внешней среды.

Понятие вычислительного проектирования. Вычислительное проектирование — это широкий термин, охватывающий множество видов деятельности, от создания дизайна до автоматизации задач. Главной его особенностью является использование инструмента визуального программирования. Если сравнивать между собой классический подход к решению задач в архитектурном проектировании, в котором архитекторы полагаются на интуицию, опыт и определенные требования для получения результата, и подход в вычислительном проектировании, то в последнем действие направлено на улучшение этого процесса путем алгоритмизации проектных решений с использованием визуального программного кода [1].

В современную эпоху вычислительное проектирование помогло архитектуре достичь новой высоты и получить название Parametricism 2.0, которое можно определить как «параметризм с важными параметрами», представленное одним из его основоположников и теоретиков П. Шумахером.



Рис. 1. Проект павильона ICD/ITKEA (Штутгарт)

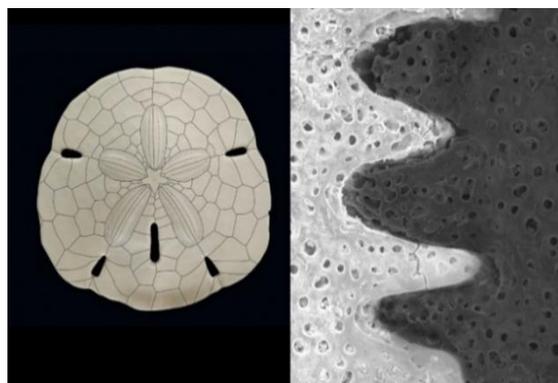


Рис. 2. Прообраз проектов — структура панциря морского ежа

Мировой опыт создания биомиметической архитектуры с внедрением вычислительных методов. Примером биомиметической архитектуры вычислительными методами могут послужить проекты «биомиметических поверхностных структур»

исследовательской группы Института вычислительного проектирования (ICD) и Института строительной конструкции и конструктивного проектирования (ITKE). Проекты были представлены на федеральной садовой выставке (Bundesgartenschau — BUGA). Легкие конструкции павильонов способны выдерживать за счет своей формы большие нагрузки (рис. 1–2) [2].

Один из представленных павильонов достигает в высоту семи метров и представляет собой место для проведения концертов и публичных мероприятий. Принцип соединения структуры был перенят у природной формы панциря морского ежа, морфологию которого исследовательская группа изучала в течение 10 лет. Поверхность состоит из 376 многоугольных элементов пиломатериалов из слоеного шпона. Элементы соединяются между собой креплением, напоминающим соединение панциря морского ежа. Конструкция такого павильона способна выдерживать нагрузку при нормальном функционировании в $36,8 \text{ кг/м}^2$.

Весь процесс производства, начиная от сборки павильона и заканчивая проверкой его соответствия параметрам качества, доведен до автоматизма и подчиняется написанным алгоритмам. Собирались проекты с помощью роботизированной платформы, которая создавала элементы конструкции и собирала их в одну цельную. Фрезерная обработка одного элемента составляла около 40 минут, а сама сборка — восемь минут. Вся конструкция была возведена в течение 10 дней. Павильон является мобильным, все его элементы могут быть использованы повторно [3].

Второй исследовательский проект павильона ICD/ITKE был изготовлен по схожему принципу, но материалом являлись очень тонкие листы фанеры — 6,5 мм (рис. 3).



Рис. 3. Исследовательский проект павильона ICD/ITKEA (Штутгарт)

На примере этих двух сооружений исследовательские группы продемонстрировали влияние вычислительных методов на биомиметическую архитектуру [4].

Еще одним примером, демонстрирующим методы вычислительного проектирования при формировании биомиметических архитектурных элементов, может служить работа бюро Morphosis — фасадные элементы корпуса голливудской школы искусств Emerson College (Лос-Анджелес) (рис. 4) [5].

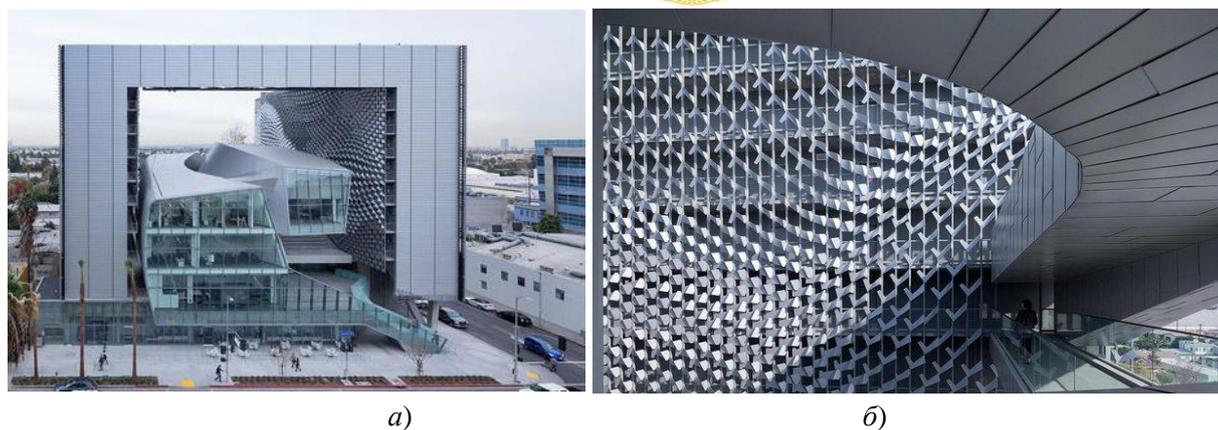


Рис. 4. Голливудская школа искусств Emerson College (Лос-Анджелес)

Архитекторы проекта BAD Yoga — общественного здания — для поддержания внутреннего климата помещений перенесли принцип защиты наружного покрова организма от патогенов и повреждений между внутренней и внешней средой (рис. 5–6) [6].



Рис. 5. Проект BAD Yoga

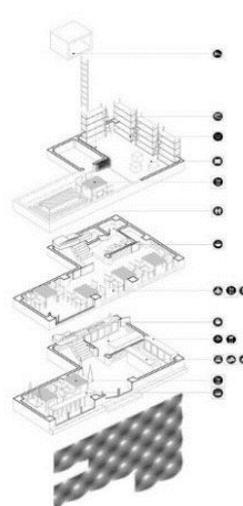


Рис. 6. Схема проекта BAD Yoga

Заключение (выводы). Проанализировав примеры из мирового опыта проектирования, можно выделить главные особенности вычислительного подхода при формировании биомиметической архитектуры:

- создание архитектурной формы любой сложности;
- симуляция влияния внешних воздействий;
- процессы эволюционного генерирования.

Применение вычислительного метода проектирования и биомиметических принципов помогает справиться с возникающими проблемами в современном мире архитектуры и повысить ее эффективность и эстетичность.

Анализируя современный опыт проектной методологии, можно сделать вывод о том, что существует связь вычислительных методов с современными проектными подходами в биомиметической архитектуре. Такая связь показывает изменённый инструментарий архитекторов и новые методы в проектировании.

Следует отметить главные преимущества вычислительного проектирования: работа с большим объемом данных в процессе проектирования, включая симуляцию действий физических явлений на биомиметический объект архитектуры, взаимосвязь с производством и возможность

прямой передачи данных разрабатываемого объекта, обходя создание большого количества чертежей.

Библиографический список

1. Образование архитектурной формы с применением алгоритмических методов / А. А. Комарова, С. В. Пыхтюк, Д. А. Чернышов, М. Е. Дымченко // Инженерный вестник Дона. — 2019. — № 8 (59). — С. 200–209.
2. Сивцова, А. Словарный запас: параметризм / А. Сивцова // Strelka mag : [сайт]. — URL: <https://strelkamag.com/ru/article/vocabulary-parametricism> (дата обращения: 22.12.2020).
3. Измайлова, А. Павильоны «биологического происхождения» / А. Измайлова // Archi.ru : [сайт]. — URL: <https://archi.ru/world/83344/pavilony-biologicheskogo-proiskhozhdeniya> (дата обращения: 23.12.2020).
4. ICD/ITKE Research Pavilion 2011 // Futuresplus.wordpress.com. Available from: <https://futuresplus.wordpress.com/2011/11/03/icditke-research-pavilion-2011/> (accessed: 21.12.2020)
5. Фролова, Н. Компактный кампус / Н. Фролова // Archi.ru : [сайт]. — URL: <https://archi.ru/world/53463/kompaktnyi-kampus> (дата обращения: 20.12.2020).
6. The Bad Cafe / Nudes // Archdaily.com Available from: https://www.archdaily.com/796873/the-bad-cafe-nudes?ad_medium=gallery (accessed: 20.12.2020).

Об авторах:

Комарова Анна Александровна, магистрант кафедры «Архитектура» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), annakessedi@gmail.com

Клименко Пётр Яковлевич, доцент кафедры «Архитектура» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), pyklimenko@donstu.ru

Authors:

Komarova, Anna A., Master's degree student, Department of Architecture, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), annakessedi@gmail.com

Klimenko, Petr Ya., Associate professor, Department of Architecture, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), pyklimenko@donstu.ru