

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Кравченко Г.М., Труфанова Е.В., Шинкаренко А.А.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Ключевые слова: бионика, аналитическая поверхность, параметрическая архитектура, информационные технологии, цифровая модель, конструкция, метод конечных элементов.

Аннотация. Актуальность статьи связана с внедрением объектов параметрической архитектуры на основе бионики при проектировании уникальных зданий. Развитие информационных технологий позволило ускорить не только исследование эволюции формообразования, но и основные этапы проектирования. Выполнено построение объединенной модели двух аналитических поверхностей в ПК САПФИР, что позволило исследовать объект бионики с применением BIM. В ПК ЛИРА-САПР определены динамические характеристики объекта. Представлены главные формы колебаний и напряженно-деформированного состояния при совместной работе двух аналитических поверхностей.

INFORMATION MODELLING OF A BIONIC OBJECT OF PARAMETRIC ARCHITECTURE

Kravchenko G.M., Trufanova E.V., Shinkarenko A.A.

Don State Technical University, Rostov-on-Don

Keywords: bionics, analytical surface, parametric architecture, information technology, digital model, design, finite element method.

Abstract. The relevance of the article is related to the introduction of parametric architecture objects based on bionics in the design of unique buildings. The development of information technology has accelerated not only the study of shape evolution, but also the main stages of design. The construction of a joint model of two analytical surfaces in the SAPFIR software package was carried out, enabling the study of a bionics object using BIM. Dynamic characteristics of the object are determined in the LIRA software package. The basic forms of oscillation and stress-strain state when the two analytical surfaces work together are presented.

Развитие информационных технологий позволило внедрить в городскую застройку объекты с уникальным внешним обликом. Используя программные комплексы, возможно разработать проект здания сложной архитектурной формы на основе бионики. Одними из таких объектов являются здания бионической архитектуры. Понятие бионика включает в себя стремление найти применение принципам организации, свойств, функций и строения живых организмов в технических устройствах и системах [1, 2]. Реализованным примером объединения бионической архитектуры и информационных технологий является дом Наутилус в Мексике (рис.1 а,б).

Целью данной работы является построение сложного объекта параметрической архитектуры на основе бионического прототипа с применением цифровых технологий (рис. 1в). Исследована эволюция формообразования нормальной циклической поверхности с плоской круговой линией центров и образующей окружностью переменного радиуса и поверхности зонтичного типа

на циклоидальном плане, образованной кубическими параболой [3]. В ПК САПФИР выполнено совмещение двух аналитических поверхностей, в соответствии с критериями рациональности и функционального назначения объекта (рис. 2). Это позволило исследовать объект бионики с применением ВМ.

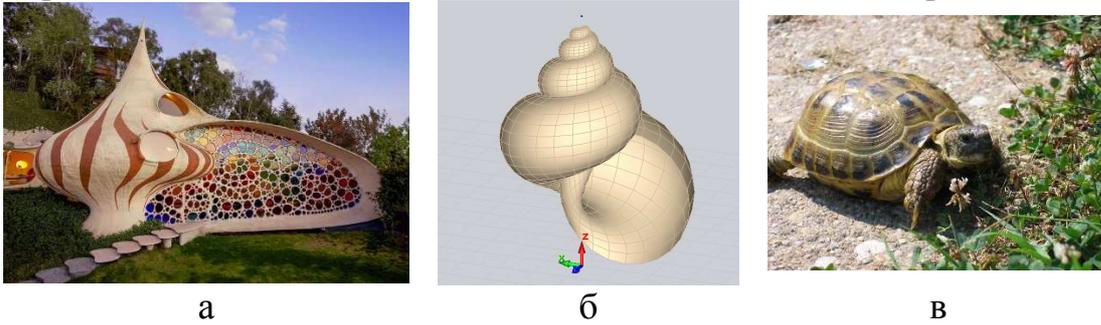


Рис. 1. Объект бионической архитектуры: а) дом Наутилус, Мексика; б) предполагаемый бионический объект; в) бионическая основа объекта

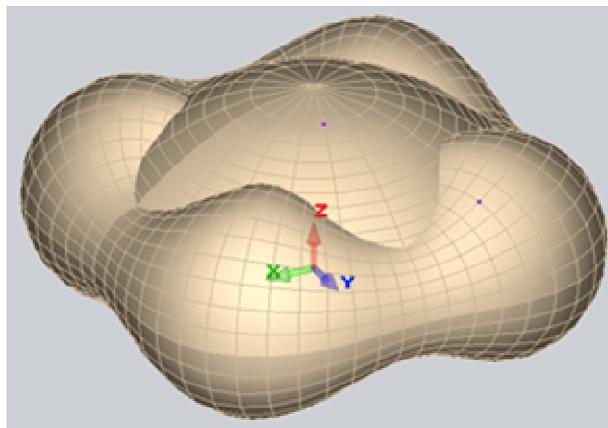


Рис. 2. 3D модель в ПК СПАФИР

При помощи информационных технологий составлены команды «Генерация. Ноды», которые автоматизируют процесс задания нагрузок на объект. Настоящие команды являются видом визуального программирования, которые позволяют использовать точный параметрический контроль над моделью или прочими действиями над ней до экспорта в ПК ЛИРА-САПР для дальнейшей работы по моделированию объекта (ВМ). Метод конечных элементов позволяет решать сложные задачи прочности, жесткости и устойчивости конструкций [4, 5]. Информационная модель выполнена с помощью стержневых и оболочечных элементов. Благодаря поворотной симметрии используемых аналитических поверхностей их совмещение происходит идентично в четырёх секциях, что упрощает процесс построения модели.

Модальный анализ показал, что собственные частоты расположены в пределах 9,564-12,481 рад/с, периоды колебаний в пределах 0,657-0,503 с. Мозаика перемещений в соответствии расчетными сочетаниями нагрузок представлена на рисунке 3.

Для объекта сложной архитектурной формы необходимо исследовать спектр форм и частот до стабилизации динамических характеристик. На рис.4 представлены третья и десятая формы колебаний, демонстрирующие совместную работу двух аналитических поверхностей.

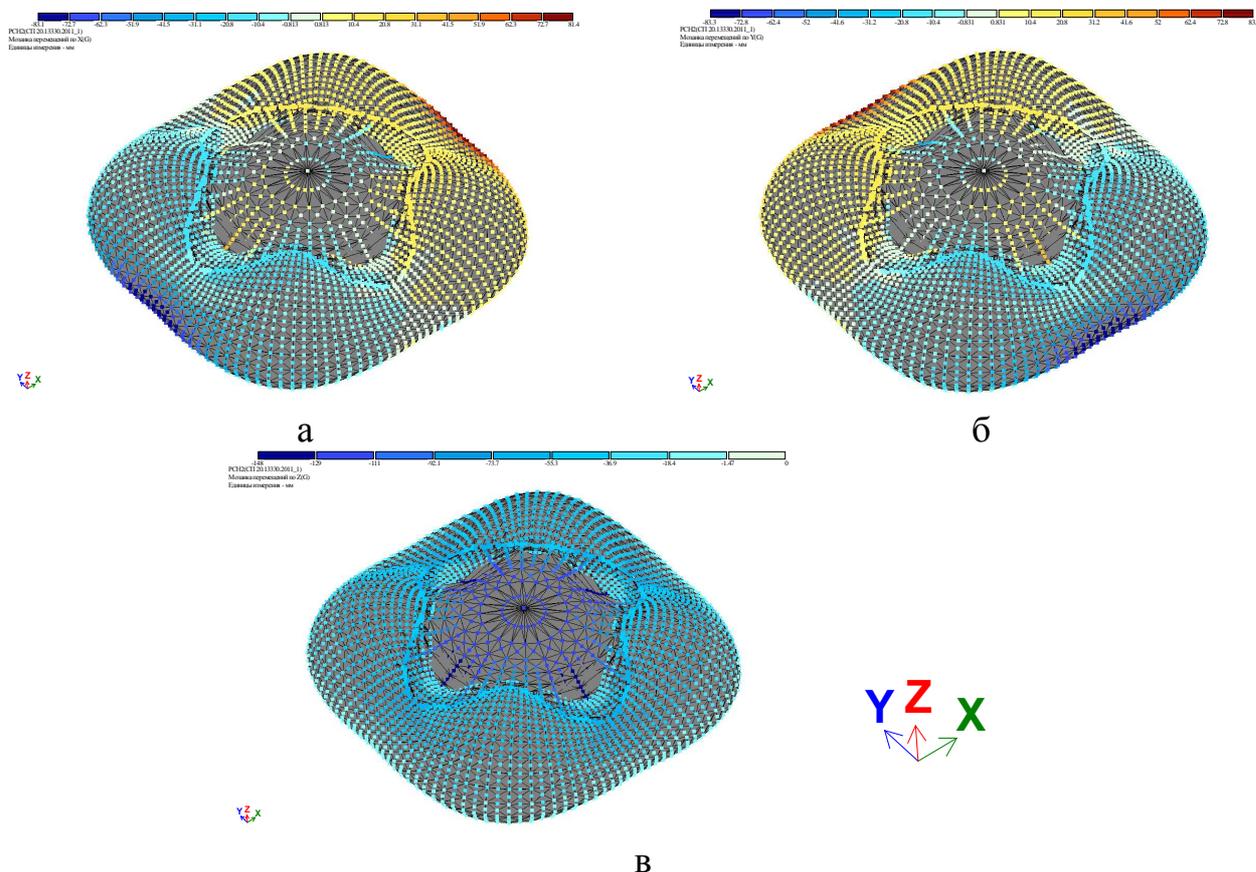


Рис. 3. Мозаика перемещений: а) по оси X; б) по оси Y; в) по оси Z

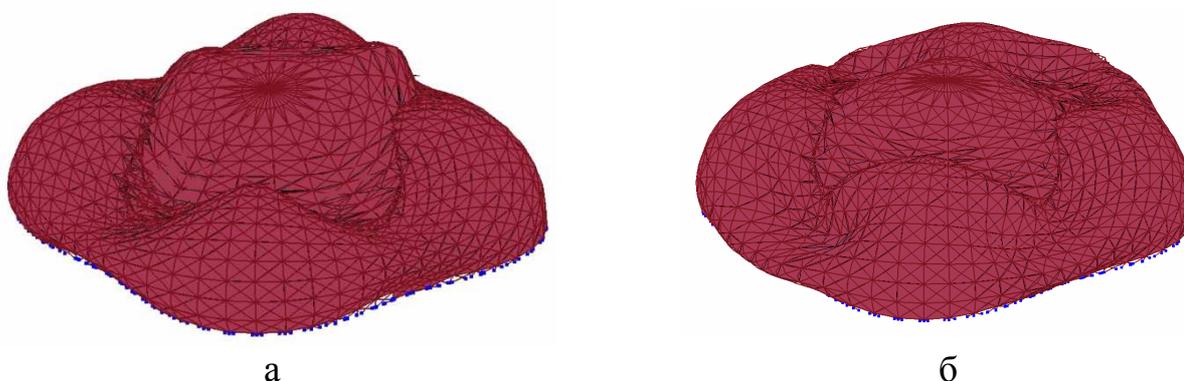


Рис. 4. Модальный анализ: а) 3-я форма колебаний; б) 10-я форма колебаний

Разработанный бионический объект параметрической архитектуры соответствует условиям прочности, жесткости и устойчивости, а также эстетическим показателям, учитываемым при проектировании уникальных зданий и сооружений.

Живые организмы визуально привычны взгляду человека и соответствуют эволюции формообразования, что актуально в современной архитектуре городской среды. Применение BIM-технологий влияет на развитие бионических систем в параметрике. Это способствует использованию современных инновационных материалов и цифровых технологий при проектировании и строительстве уникальных зданий и сооружений.

Список литературы

1. Чижев А.А. Бионика как необходимый новый вектор развития // Интерактивная наука. – 2020. – №9(55). – С. 8-16.
2. Sugár V., Horkai A., Leczovics P. Bionics in architecture // YBL Journal of Built Environment. 2017, no. 5(1). URL: www.researchgate.net/publication/318395777_Bionics_in_architecture.
3. Кривошапко С.Н., Иванов В.Н., Халаби С.М. Аналитические поверхности: материалы по геометрии 500 поверхностей и информация к расчету на прочность тонких оболочек. – М.: Наука, 2006. – 544 с.
4. Кравченко Г.М., Труфанова Е.Ю., Манойленко А.Ю., Литовка В.В. Применение информационного моделирования при исследовании уникальных объектов параметрической архитектуры // Инженерный вестник Дона. – 2019. №1. – URL: www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5509.
5. Колчин В.Н. Применение BIM-технологий в строительстве и проектировании // Инновации и инвестиции. – 2019. – №2. – С. 209-214.

Сведения об авторах:

Кравченко Галина Михайловна – к.т.н., доцент;

Труфанова Елена Васильевна – к.т.н., доцент;

Шинкаренко Анна Алексеевна – магистрант.