МЕТОД АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В РАЗРАБОТКЕ АДАПТИВНЫХ МАЛЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ

ALGORITHMIC DESIGN METHOD IN DEVELOPMENT OF ADAPTIVE SMALL ARCHITECTURAL FORMS

УДК 72.01

Пыхтюк С.В., студент 2 курса, факультет «Архитектура», Донской Государственный Технический Университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Клименко П.Я., доцент кафедры «Архитектура», Донской Государственный Технический Университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Pykhtyuk S.V., 2nd year student, Faculty of Architecture, Don State Technical University, Russia, Rostov-on-Don

Klimenko P.Ya., Associate Professor of the Department of Architecture, Don State Technical University, Russia, Rostov-on-Don

Аннотация: В статье рассматривается применение средств вычислительного проектирования на разных стадиях создания архитектурного объекта, на примере павильона. Исследуется применение природного заимствования, перенесенного на оболочку формы. Наряду с этим исследованием, раскрывается принцип «тканевой структуры» Гауди, заложенный в основу создания МАФа. Описываются преимущества созданного адаптивного алгоритма на примере малой архитектурной формы. Полученный алгоритм предлагается применять в архитектуре зданий и сооружений.

Annotation: The article discusses the use of computational design tools at different stages of creating an architectural object, using the example of a pavilion. The use of natural borrowing transferred to the shell of the form is investigated. Along with this

research, the principle of Gaudi's "tissue structure", which is the basis for the creation of the MAFa, is revealed. The advantages of the created adaptive algorithm are described on the example of a small architectural form. The resulting algorithm is proposed to be used in the architecture of buildings and structures.

Ключевые слова: биомиметические принципы, адаптация, алгоритм, павильон, устойчивость, принцип «тканевой структуры», природные заимствования.

Key words: biomimetic principles, adaptation, algorithm, pavilion, stability, the principle of "tissue structure", natural borrowings.

Введение. Цель научного исследования – изучить аспекты применения средств вычислительного проектирования на разных стадиях создания архитектурного объекта: от проектирования до производства и сборки. Исследование проводилось на примере макета малой архитектурной формы сложной пространственной конфигурации. Были поставлены задачи: учёт принципов биомиметики и устойчивой архитектуры, создание легкой конструкции в условиях простой (ручной) сборки, без использования специализированной техники. Выявленные аспекты, как и, в целом, методика впоследствии могут быть применены в архитектуре зданий и сооружений.

Создание малой архитектурной формы. Предполагаемое место размещения исследовательского павильона - открытое общественное пространство для тихого отдыха, не оборудованное солнцезащитными устройствами [1].

Создание архитектурного объекта состояло из трех этапов:

Первый этап - сбор и анализ информации об объектах живой природы.

В процессе анализа было выявлено, что структура в виде многогранников (гексагона) довольно часто встречаются в живой природе: мыльные пузыри, скалы, образованные в виде шестиугольных колонн расположенные на побережье Козвэй-Кост, молекулы, грибы и т.д. [2]. В следствии чего гексагон был выбран в качестве паттерна для оболочки, а в свою очередь заполняются адаптивными панелями [3].

Благодаря структурной сетке, заимствованной у гриба-сетконоски (рис. 1), удалось свести к минимуму расход материала и вес конструкции при сохранении достаточных прочностных характеристик. Каждый сегмент конструкции состоит из шести деревянных прямоугольных пластин, которые соединяются между собой болтовым соединением, образуя полые ячейки, напоминающие соты.



Рис. 1 Гриб-сетконоска.

В основе формообразования оболочки был заложен принцип «тканевой структуры», предпосылками которого послужили исследования испанского архитектора А. Гауди в конце XIX века (рис. 2). Он подвешивал нити для создания ломаных арок, затем полученную модель воспроизводил в архитектуре. Гауди искал конструктивные формы, которые позволили бы избавиться от действия моментов сил и сил сдвига, а также дали бы возможность зрителю непосредственно наблюдать распределение потоков сил в конструкции. В своих ранних работах Гауди аппроксимировал цепные линии параболическими арками, но позднее создал несколько висячих моделей для проектов церквей. Когда модели переворачивались, сформированные нитями многоугольники указывали направления для несущих опор [4].



Рис. 2 Макет А. Гауди в музее Реуса.

Второй этап – разработка алгоритма.

Алгоритм представляет из себя визуальный код, написанный в специализированной среде программирования (рис. 3) [5].

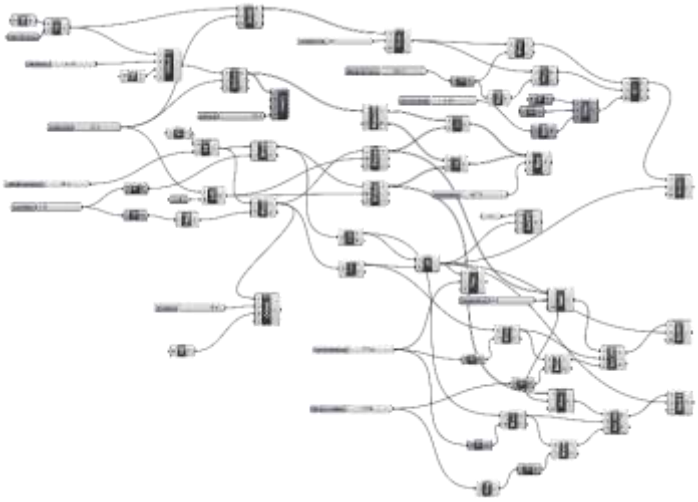

Рис. 3 Фрагмент алгоритма.

Получившийся алгоритм - адаптивный, и в зависимости от контекста и параметров, которые в него закладываются, может формировать внешнюю форму, конструкции, производить раскладку всех элементов и подсчёт всех необходимых деталей (болтов, шайб, гаек) для сборки павильона. При подготовке деталей к производству, каждый элемент был наделен информацией о других «соседних» элементах, которые с ним соединяются.

В качестве основного материала для павильона было выбрано дерево, поскольку это достаточно легкий прочный и экологически чистый материал. А главная его особенность — простота изготовления всех элементов.

Так как форма криволинейная, она имеет неоднородную структуру, в результате чего возможно появление артефактов в виртуальной модели: скручивание, очень высокая или низкая плотность сетки. Поэтому, уже к готовой форме был применен эволюционный алгоритм, который оптимизирует оболочку и методом перебора разных положений вершин оболочки находит наиболее оптимальный вариант. Отбор производился по следующим параметрам:

Приближение всех ребер к усредненной длине;

Уменьшение используемого материала при сохранении конструктивной надежности;

Исключение скручивания ребер (должна сохраниться планарность), для последующего производства из листового материала (фанеры).

Третий этап – производство и сборка павильона.

Развертка всех ребер и креплений были отправлены на лазерную резку. После изготовления всех деталей производилась сборка. Несмотря на сложную форму и большое количество деталей, данный павильон собирается как конструктор.

Соединение ребер осуществлялось путем зажима их с двух сторон пластинами, что позволило получить чрезвычайно легкую сегментированную оболочку (рис. 4). После сборки ребер, образованные ячейки заполняются панелями, которые реагируют на внешние факторы (солнечный свет). Панели способны закрываться и открываться в зависимости от освещенности, что придает павильону адаптивность [6].

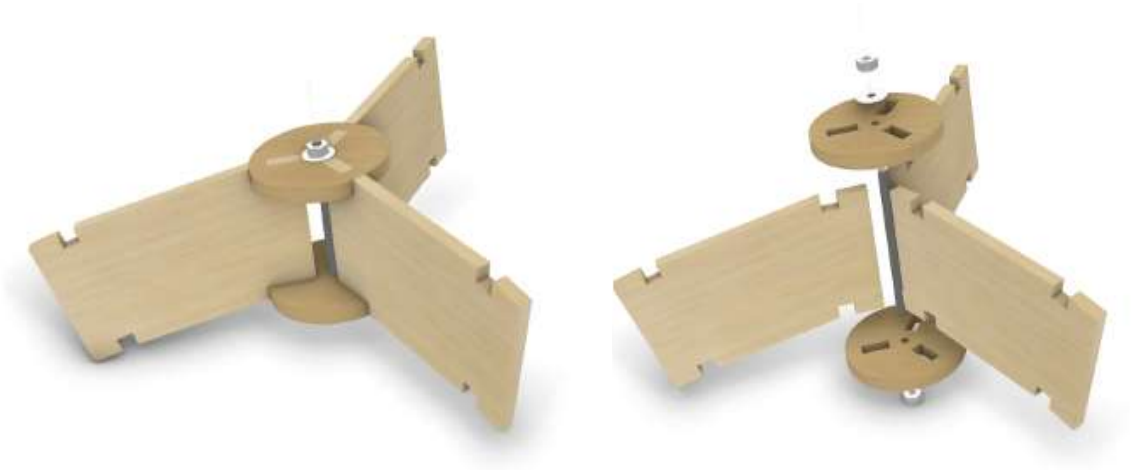

Рис. 4 Узел соединения ребер

Заключение (Выводы). Данный павильон демонстрирует потенциал вычислительного архитектурного проектирования в применении его методов на различных этапах моделирования и производственных процессов (рис. 5). Это помогает не только создавать сложные параметрические проекты, но и отводит на второй план рутинную работу, оставляя больше времени для творчества.



Рис. 5 3D Модель павильона

Использованные источники:

1. Lim J. Bio-structural. Analogues in architecture. - Amsterdam: BIS Publishers, 2011. - 232 с.
2. 4661, Тропа Великанов — разъясняем тщательно. school1208 [Электронный ресурс]. URL: https://school1208.ru/raznoe/mostovaya-gigantov.html (дата обращения: 20.03.2021).

3. Параметрические паттерны. design-review [Электронный ресурс]. URL: https://design-review.net/index.php?show=article&id=266&year=2012&number=1 (дата обращения: 21.03.2021).
4. Топологический метод создания физических моделей точечных поверхностей // marhi.ru URL: https://marhi.ru/AMIT/2008/1kvart08/Kozlov/article.php (дата обращения: 21.03.2021).
5. Вычислительная архитектура. ДГТУ [Электронный ресурс]. URL: https://donstu.ru/news/intervyu/vychislitelnaya-arkhitektura/
6. Helfman Cohen Yael, Reich Yoram Biomimetic Design Method for Innovation and Sustainability. New York : New York : Springer Science & Business Media, 2016. 258

Used sources:

1. Lim J. Bio-structural. Analogues in architecture. - Amsterdam: BIS Publishers, 2011 .-- 232 p.
2. 4661, Path of the Giants - we explain carefully. school1208 [Electronic resource]. URL: https://school1208.ru/raznoe/mostovaya-gigantov.html (date accessed: 03/20/2021).
3. Parametric patterns. design-review [Electronic resource]. URL: https://design-review.net/index.php?show=article&id=266&year=2012&number=1 (date accessed: 03/21/2021).
4. Topological method for creating physical models of point surfaces // marhi.ru URL: https://marhi.ru/AMIT/2008/1kvart08/Kozlov/article.php (date of access: 03/21/2021).
5. Computational architecture. DSTU [Electronic resource]. URL: https://donstu.ru/news/intervyu/vychislitelnaya-arkhitektura/
6. Helfman Cohen Yael, Reich Yoram Biomimetic Design Method for Innovation and Sustainability. New York: New York: Springer Science & Business Media, 2016.258