

Алгоритмическое проектирование в архитектуре

М.И. Бжахов, М.М. Ефимова, А.В. Журтов

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им Х.М. Бербекова», Нальчик, Россия

Аннотация: в статье рассматривается новая парадигма в архитектуре - вычислительное (алгоритмическое) проектирование, в ходе которого возникает совершенно новый подход к архитектуре. На примере существующих проектов выявлены преимущества использования алгоритмических программных комплексов, такие как: повышение качества конечного результата за счет генерации оптимального варианта из огромного множества, повышение инновационности проекта из-за неограниченных возможностей визуального программирования.

Ключевые слова: алгоритмическое проектирование, генеративный дизайн, вычислительный метод, параметризм, геном объекта, скрипт, плагин Grasshopper, саморегуляция, инструменты моделирования, симуляция, процесс оптимизации.

В связи с преимуществами использования компьютерных технологий, проектные организации активно внедряют программные комплексы в процесс проектирования. На сегодняшний день для оптимизации своих процессов привлекаются компьютеры для стандартного представления в 3D, визуализации и документации. Это, безусловно, повышает эффективность в сравнении с традиционным подходом в архитектуре. Однако, считается, что любое архитектурное пространство представляет собой систему, постоянно изменяющуюся от какого-либо внешнего или внутреннего воздействия [1]. Поэтому возникла необходимость появления вычислительных методов, когда характер архитектурного проектирования может быть вынесен на новый уровень, а именно, встроен в систему множества параметрических отношений в среде создаваемого проекта. Один из таких методов - генеративный (параметрический) дизайн, в ходе которого возникает численно разработанная система, а интерактивная структура помогает в процессе проектирования [2].

Разрабатываемые алгоритмы отражают виденье того, как объект должен порождаться, какие взаимосвязи, правила и ограничения действуют в

их системе. Процесс, выраженный в алгоритме и запечатанный в компьютерный код можно представить как геном объекта, который выдаёт разные результаты в зависимости от внешних условий, а в алгоритмах представляет собой исходные данные. Результатом выполнения алгоритма является необходимая архитектурная форма. [3].

Таким образом, генетический алгоритм – это многовариантные комбинации параметров с заданным конечным результатом [4], например, наибольший объем при наименьшей площади поверхности или наименьший вес при достаточной жесткости [5].

Такой принцип проектирования архитектурной формы раскрывает целый букет возможностей: процессы саморегуляции, адаптации формы к заданным условиям, возможность создания популяций объектов с разными характеристиками и многое другое. [6].

Одной из параметризованных программ, реализующих алгоритмическое проектирование, является RhinoCeros и его плагин Grasshopper [7].

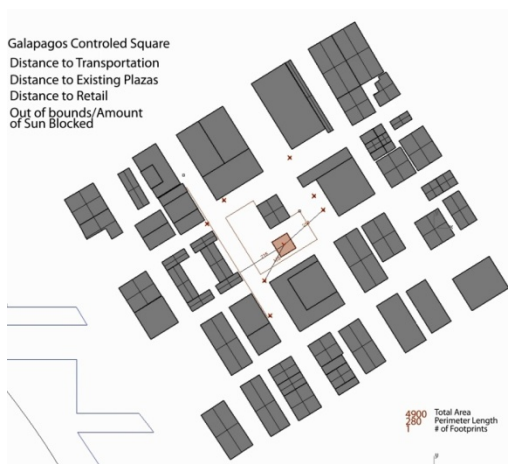
Grasshopper - это графический редактор алгоритмов, интегрированный в инструменты моделирования Rhino3D [8]. Для Grasshopper разработано множество дополнений, расширяющих возможности моделирования, например, симуляция физической среды и подбор наилучших решений [9]. Стоит отметить одно из наиболее интересных дополнений – плагин Galapagos. Он получил свое название в честь Галапагосских островов, где Чарльз Дарвин разработал свой труд «Теория Эволюции».

В основе алгоритма лежат переменные ("гены"), изменяя которые, меняется и весь объект. Задача, заложенная в основу алгоритма Galapagos, состоит в поиске оптимального решения для наилучшей комбинации переменных.

Проект, полностью сгенерированный программой и представленный на конференции ARCADIA 2011, выполнил студент Университета штата Небраска Nate Holland. Его проект многоэтажного жилого дома показывает, как может работать генеративный дизайн, а точнее, процесс оптимизации, основанный на «правиле», которое обеспечит высотные квартиры лучшими видами.

В начале строится 3D модель окружения – здания, транспортные и пешеходные пути, площади. Затем задаются ограничения – границы участка, площадь застройки, расстояния до существующих зданий и т.д. Galapagos, анализируя различные комбинации, выбирает наилучший вариант пятна застройки, подходящий заданным требованиям. Затем приступает к оптимизации верхнего уровня, выстраивая визуальные линии от пола этажа до береговой линии. Также выполняется оптимизация нижележащих уровней (рис.1), [8]. В результате, Galapagos выдает множество возможных решений, которые анализируются и отсортировываются командой проектировщиков. Каждое из этих решений отвечает функциональным и эстетическим требованиям.

а)



б)

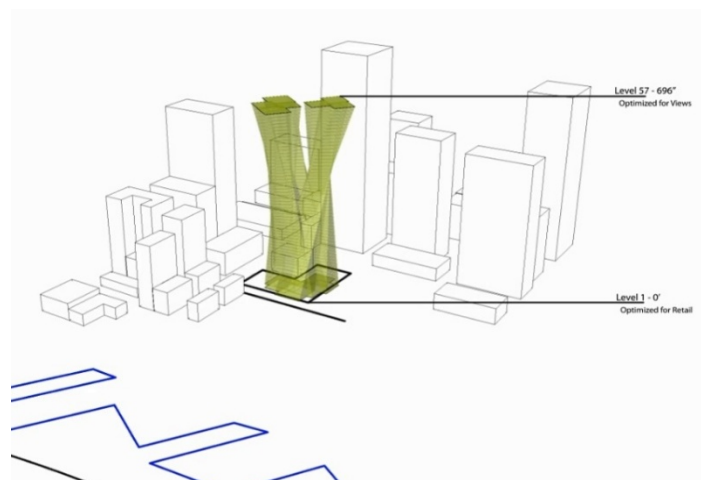


Рис.1. – Генерация формы в Galapagos: а) задание граничных условий; б) оптимальный вариант формы.

Кроме того, поэтажные планы могут быть сгенерированы с оптимальным размещением квартир, необходимой площади и числом комнат. Индивидуальная квартира, в свою очередь, генеративно делится на ячейки – жилые комнаты, кухню, санузел.

Сегодня основная доля всего строительства происходит в плотной, уже сложившейся застройке. Это означает, что при реконструкции и проектировании новых зданий следует учитывать все факторы воздействия нового объекта на городскую среду. Проектируемое здание не должно ограничивать уровень освещенности окружающей застройки, увеличивать шумовое воздействие или приводить к вырубке зеленых насаждений. При этом здание должно быть эстетически красивым, функциональным, технологичным, экономичным, экологичным. Все это непосредственно влияет на внешний облик здания, его форму. При традиционном проектировании расчет всех факторов, а также выбор между самым оптимальным из возможных вариантов занял бы много времени и трудозатрат. Однако, с помощью алгоритмического проектирования можно в режиме реального времени рассчитать все факторы и учесть требования российских стандартов.

В России формированием новых стандартов проектирования занимается Академия BIM – компания по внедрению, сопровождению и обучению BIM-технологиям [10]. Одним из экспертов академии является Альберт Сумин, разработавший универсальный скрипт по расчету инсоляции в Grasshopper. Скрипт разбивает поверхность фасада на прямоугольную сетку и вычисляет количество часов инсоляции для каждой отдельно взятой ячейки сетки. Скрипт позволяет рассчитать время инсоляции фасада здания, находящегося в любой точке планеты, позволяет выводить информацию в графической форме, накладывая градиентные сетки на анализируемые

поверхности, также позволяет произвести расчет по российским нормам (рис.2), [11].

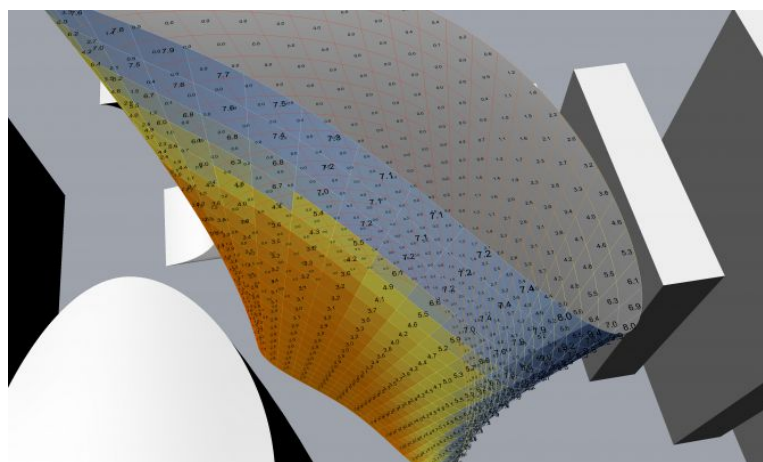
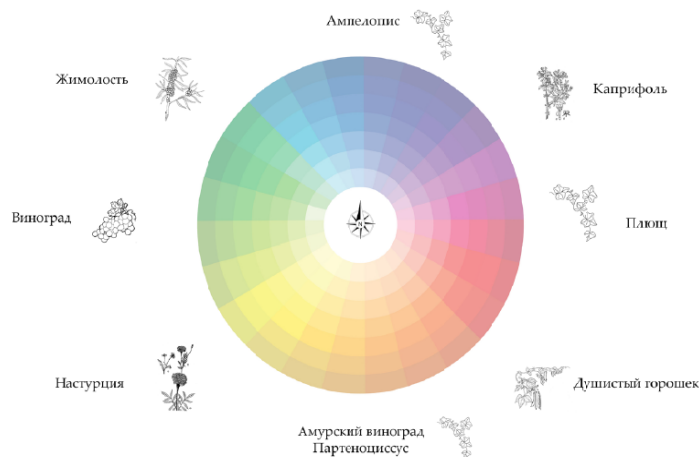


Рис.2. – Пример расчета инсоляции фасада с помощью скрипта.

Также скрипт применялся в учебном процессе в ходе курса «Цифровая культура» в магистратуре МАРШ в 2016г. Один из проектов – зеленый фасад с оптимальным расположением светолюбивых и теневыносливых растений. Студентами была выполнена диаграмма соответствия растений по цветам на фасаде. С помощью расчета в Grasshopper было выявлено наиболее удачное расположение растений на фасаде в зависимости от ориентации сторон света и инсоляции фасада. Сопоставив диаграмму соответствия растений по цветам в Grasshopper, получилась схема, показывающая как подобрать необходимое растение в зависимости от затененности (рис.3), [11].

а)



б)

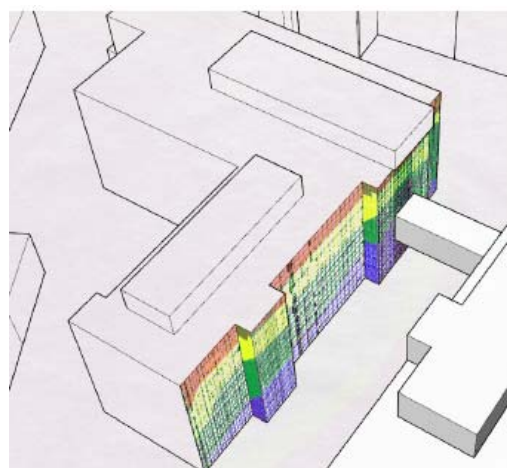


Рис.3. – Проект зеленого фасада: а) схема расположения растений на фасаде в зависимости от инсоляции фасада; б) фасад здания с наложением схемы расположения растений.

Таким образом, практическое применение инструментов алгоритмического проектирования, рассмотренное на примере существующих проектов, дает неограниченные возможности по оптимизации проектирования, а именно:

- расширение новых методов формообразования с помощью эволюционной генерации форм;
- формирование объекта на основе четкой логики правил и ограничений;
- открытие недооцененных возможностей пространства за счет непредсказуемости исхода генеративного дизайна;
- генерация разнообразных проектных решений с поиском наиболее оптимального.

Литература

1. Кравченко Г.М., Васильев С.Э., Пуданова Л.И. Парадигма фрактальных структур // Инженерный вестник Дона, 2017, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4450
2. Добрицына И.А. От постмодернизма –к нелинейной архитектуре: архитектура в контексте современной философии и науки. Москва: Прогресс-Традиция, 2004. - 416 с.
3. Хайман Э.В. Новая морфология архитектуры. Зачем гены зданиям? // Archi.ru. URL: archi.ru/russia/40448/novaya-morfologiya-arhitektury-zachem-geny-zdaniyam (дата обращения: 20.03.2018).
4. Attar R., Aish R., Stam J., Brinsmead D., Tessier A., Glueck M., Khan A. Embedded Rationality: a unified simulation framework for interactive form

finding // International journal of architectural computing. Vol.08, 2008, pp.399-418.

5. Ходяков В. А., Пастушков В. Г. Применение теории эволюции Дарвина в процессе оптимизации конструкций // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: материалы конференции. Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2014. - Т. 1. - С. 534-538.

6. Ходяков В. А. Самоорганизующиеся системы // Наука – образование, производство, экономика: материалы 11-й Международной научно-технической конференции. Т. 2. Минск: БНТУ, 2013. - С. 414

7. Г.М. Кравченко, К.П. Подолько, Т.А. Литовченко. Дигитальная архитектура // Инженерный вестник Дона, 2017, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4517.

8. Официальный сайт Grasshopper3d // Grasshopper3d. URL: grasshopper3d.com/ (дата обращения: 30.03.2018).

9. Tedeschi A. AAD Algorithms-Aided Design. Parametric Strategies Using Grasshopper. Brienza Italy: Le Penseur, 2014. – 498p.

10. Официальный сайт Академии BIM // Bimacad. URL: bimacad.ru/ru/about (дата обращения: 29.04.2018).

11. Разработки Академии BIM // Bimacad. URL: bimacad.ru/ru/script-insolation (дата обращения: 29.04.2018).

References

1. Kravchenko G.M., Vasil'ev S.Je., Pudanova L.I. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4450.

2. Dobricyna I.A. Ot postmodernizma – k nelinejnoj arhitekture: arhitektura v kontekste sovremennoj filosofii i nauki [From postmodernism to nonlinear architecture: architecture in the context of modern philosophy and science]. Moscow: Progress-Tradicija, 2004. 416 p.



3. Hajman Je.V. Novaja morfologija arhitektury. Zachem geny zdaniyam? [New morphology of architecture. Why buildings need genes?] URL: archi.ru/russia/40448/novaya-morfologiya-arhitektury-zachem-geny-zdaniyam (date of access: 20.03.2018)
4. Attar R., Aish R., Stam J., Brinsmead D., Tessier A., Glueck M., Khan A. International journal of architectural computing. Vol.08, 2008, pp.399-418.
5. Hodjakov V. A., Pastushkov V. G. Modernizacija i nauchnye issledovanija v transportnom komplekse: materialy konferencii. T.1. Perm': Permskij nacional'nyj issledovatel'skij politehničeskij universitet, 2014. pp.534-538.
6. Hodjakov V. A. Nauka – obrazovanie, proizvodstvo, jekonomika: materialy 11-j Mezhdunarodnoj nauchno-tehničeskoj konferencii. T. 2. Minsk : BNTU, 2013. 414p.
7. G.M. Kravchenko, K.P. Podol'ko, T.A. Litovchenko. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4517
8. Ofitsial'nyj sajt Grasshopper3d [Official site Grasshopper3d] URL: grasshopper3d.com/ (date of access: 30.03.2018).
9. Tedeschi A. AAD Algorithms-Aided Design. Parametric Strategies Using Grasshopper. Brienza: Le Penseur, 2014. 498p.
10. Ofitsial'nyj sajt Akademija BIM. [Official site Academy BIM] URL: bimacad.ru/ru/about (date of access: 29.04.2018).
11. Razrabotki Akademii BIM [Development of Academy BIM] URL: bimacad.ru/ru/script-insolation (date of access: 29.04.2018).