

5. Павлов, Н. Л. Алтарь. Ступа. Храм. Архаическое мироздание в архитектуре индоевропейцев / Н. Л. Павлов. – Москва : ОЛМА-ПРЕСС, 2001.
6. Прошлое и будущее классической архитектуры: [монография] / Д. О. Швидковский, Г. В. Есаулов, Д. А. Карелин [и др.]. – Москва : Архитектура-С, 2017.
7. Соколова, М. А. Элементы благоустройства и навигации в городской среде: Учеб. пособие / М. А. Соколова, М. А. Силкина. – Москва : Архитектура-С, 2016.
8. Canter, D. The psychology of place / D. Canter. – London : Archit. press, 1977.
9. Holl, S. Urbanisms. Working with Doubt / S. Holl. – New York : Princeton Architectural Press, 2009.

Д. А. Щетинкина (Сушильникова)
D. A. Shchetinkina (Sushilnikova)

Концепция алгоритма оптимизации проектирования общественных пространств методом генеративного формообразования *The concept of an algorithm for optimizing the design of public spaces by the method of generative shaping*

Ключевые слова: общественные пространства, формообразование, генеративное проектирование, оптимизация, методология проектирования

Keywords: public spaces, shaping, generative design, optimization, design methodology

Аннотация. Статья посвящена структурам общественных зданий и выявлению модели формирования пространств методом параметрического и генеративного формообразования. Также выявлены роли и работа аналитического алгоритма для решения формообразующих задач.

Abstract. The article is devoted to the structures of public buildings and the identification of a model of the formation of spaces by the method of parametric and generative shaping. The roles and work of the analytical algorithm for solving formative problems are also revealed.

Параметрическое и генеративное проектирование берет свое начало в XX веке, в период научно-технической революции. Новый метод, который начал формироваться с идеологией индивидуальности каждого объекта, дал дополнительный виток разнообразию производства. Средства автоматизации проектирования обеспечивают повторяемость и унификацию наиболее рациональных решений, с учетом повторяемости заданных параметров.

Процесс проектирования архитектуры с применением вычислительных технологий – это отношение к проекту как к системе последовательных действий, запрограммированных в соответствии с алгоритмом. Алгоритм в нашем случае – это инструмент, позволяющий в ходе проектирования интегрировать такие аспекты, как процесс формообразования и его оптимизация, конструирование архитектуры и инженерии, микроклимата внутри здания. Термин «параметризм» [4] выражает понимание процессов как проектирование, происходящее с помощью эволюционных последовательностей, с опорой на внутренние и внешние факторы; архитектура адаптируется под окружающую ситуацию и процессы созидания происходят внутри и снаружи.

Первоначальная идея достижения индивидуальности за счет средств программирования, которая основывалась на опоре на уникальные параметры, закладываемые для каждого объекта, в своем развитии дала результат прямо противоположный: средства автоматизации проектирования обеспечивают повторяемость и унификацию наиболее рациональных решений, с учетом повторяемости заданных параметров.

В современном контексте проектного процесса чаще всего встречается понимание общественного объекта как единой и целостной качественной структуры. В рамках данного исследования выполнена классификация общественных зданий со ссылкой на работу Анны Лазаревны Гельфонд о дуалистичном свойстве общественного пространства [1], которое демонстрируется качественными парами.

Пространства в сетке планировочной структуры общественного здания имеют значительное влияние на его функциональность, эффективность использования и восприятие посетителями. Благодаря цифровым методам проектирования удалось выявить и вычислить степень проявления дуалистичности свойств общественного пространства. Данный анализ выполнен методом анализа интегральных структур (рис. 1). Здание трактуется как единая целостная структура, и степени интеграции каждого пространства рассматриваются по отдельности в рамках этой структуры. Интегральный анализ пространств – это инструмент, позволяющий оценить пространственные характеристики отдельных пространств и функций внутри зданий при помощи вычислительных метрических рядов. Помещениям присваиваются коэффициенты в зависимости от их местоположения и функциональной связи. К примеру, какие-то помещения больше удалены от входа и от ключевых функций, какие-то связаны с другими меньше или больше, – в зависимости от данных факторов каждому пространству присваивается свой коэффициент. Коэффициенты и определение степени интегрированности в общую структуру всех пространств необходи-

Здание в границах исследования рассматривалось как единая структурная взаимосвязанная сеть. Взаимодействие позволило перенести свойства, учтенные при анализе, на конкретную ситуацию, что предоставило возможность сформировать функциональное зонирование, сохранив принципы конструирования. Таким образом, получена глубинная среда с пространственными характеристиками. Данная зафиксированная зональность алгоритма может быть применена к любой ситуации.

Метод состоит из двух составляющих. На первом этапе автором задаются вводные данные, такие как применение красной линии участка, далее – высотные ограничения и второстепенные пути доступа. Второй этап заключается в получении двухмерной пространственной схемы с переносом в трёхмерную модель и дальнейшей ее оптимизации с применением климатических параметров и интегрирования нескольких аналитических процедур. Выявленные на пространственном зонировании функциональные общественные структуры ложатся в основу планировочного решения здания и влияют на систему архитектурных решений и других элементов здания (фасадная часть, ориентация и т. д.). Проектирование параметрической архитектуры может быть улучшено при использовании различных инстру-

ментов и аналитических методов, включая инсоляционный анализ. Он используется для изучения солнечной экспозиции здания и его окружения, чтобы определить наиболее подходящие места для установки окон, балконов и других элементов здания, которые могут повлиять на комфорт и потребление энергии. Этот анализ может быть особенно полезен для проектирования зданий с высокой энергоэффективностью, чтобы уменьшить зависимость от искусственного освещения и систем кондиционирования воздуха. Посредством анализа нескольких итераций, алгоритмов оптимизации формы, которые позволяют найти наиболее эффективную форму, учитывая заданные параметры, получены изменения формы здания (рис. 3). Также в алгоритм заложены особенности участка. В нашем случае – это проект досугового центра в Москве на улице Сретенка. При внедрении климатического анализа получен тихий двор, а также террасы на каждом этаже, что позволило визуально уменьшить высоту здания с улицы, сохранив историческую градостроительную ситуацию. С помощью анализа освещенности помещений и размещения оконных проемов форма здания была преобразована и этажи были развернуты под необходимым углом, чтобы сохранить благоприятную ситуацию вну-

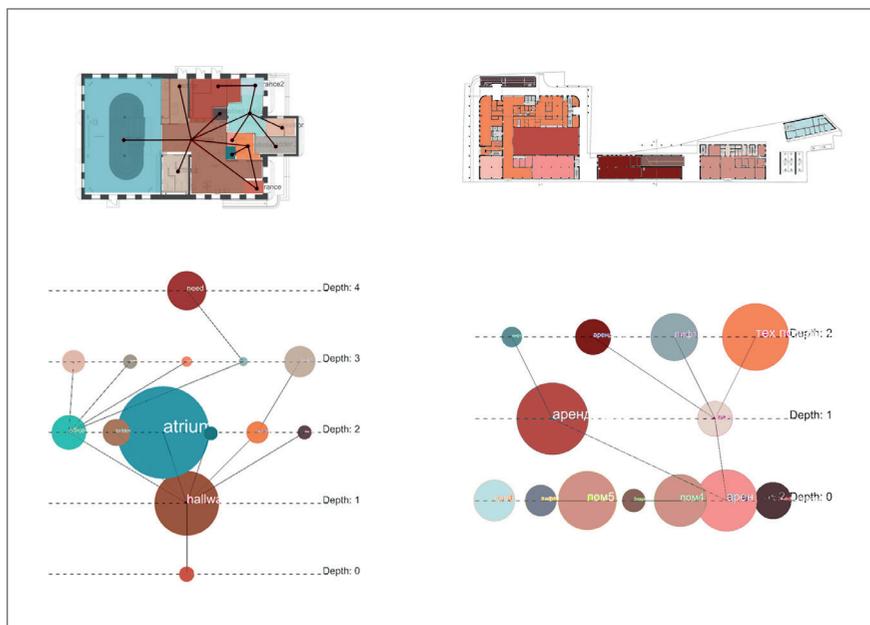


Рис. 2. Древоподобная и параллельная структуры

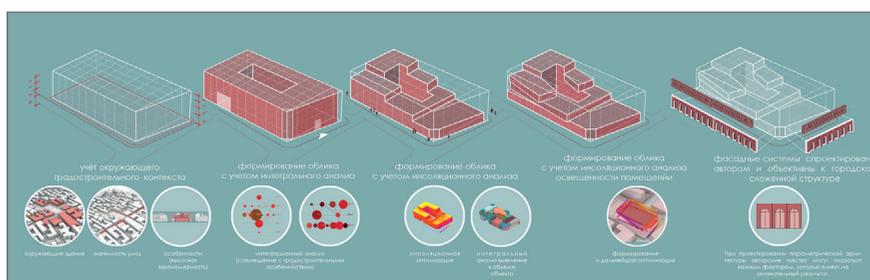


Рис. 3. Последовательность процедур преобразования обьика здания с учетом авторской оптимизации алгоритма функционального зонирования

три здания в плане инсоляции. Важным аспектом в формировании дальнейшего визуального облика является субъективность автора для принятия различных фасадных решений, поскольку такие понятия, как красота и устойчивость к городской среде невозможно просчитать в метрической системе.

Специфика современного использования компьютерных технологий и их применение в процессе компьютерного проектирования взаимосвязаны и могут осуществляться в разных сферах. Вычислительное проектирование применяется повсеместно в визуализации компьютерных идей, оптимизации конструктивных и инженерных структур зданий. В то же время программирование с началом расширения возможностей параметрического проектирования и моделирования позволяет применять в процессе создания архитектуры и другие инструменты, призванные регулировать значительно более сложные аспекты, подвластные ранее только эмпирическим способностям нейросетей сложной нервной мыслительной организации человеческого мозга. Подобные аспекты ранее учитывались только авторской волей. Сегодня существует информационное моделирование с применением атрибутов, служащее для более удобного и автоматизированного процесса создания документации, более прозрачного учета модели, такой как BIM.

Понимая архитектуру здания как набор данных и информацию в компьютерном мире, в рамках компьютерного моделирования можно сформировать свои

собственные инструменты оптимизации структуры объекта на разных этапах процесса проектирования. Это и осуществлено в рамках данного авторского метода. Здесь использовано понимание теории графов как основы для оптимизации функциональной структуры здания и продумана система оценки качеств пространств в рамках структуры. Важным аспектом является то, что применение генеративных методов возможно использовать для повышения качества процесса проектирования, что было показано в рамках данного исследования. Автором также предложен алгоритм для использования программы *Rinoceros* в связке с *Grasshopper* в целях оптимизации пространственных решений.

Список литературы

1. Гельфонд, А. Л. Общественное здание и общественное пространство. Дуализм отношений / А.Л. Гельфонд // *Academia. Архитектура и строительство*. – 2015. – № 2. – С. 18-32.
2. Дополнение для программы *Grasshopper* [Электронный ресурс] // URL: <https://www.food4rhino.com/en/app/magnetizing-floor-plan-generator> (date of access: 26.04.2023).
3. Дополнение для программы *Grasshopper* [Электронный ресурс] // URL: <https://www.food4rhino.com/en/app/syntactic> (date of access: 26.04.2023).
4. Еремеева, А. А. Параметризм в архитектуре. Поиски и решения / А. А. Еремеева, С. Б. Поморов, Т. В. Пойдина // *Вестник АлтГТУ им. И. И. Ползунова*. – 2014. – № 1-2. – С. 118–122.
5. Turner, A. From Isovists to Visibility Graphs: A Methodology for the Analysis of Architectural Space / Alasdair Turner, Maria Doxa, David O'Sullivan, Alan Penn. – DOI:10.1068/b2684 // *Environment and Planning B: Planning and Design*. – 2001. – Vol. 28. – P. 103-121. – URL: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/160/1/turner-doxa-osullivan-penn-2001.pdf> (date of access: 26.04.2023).

П. С. Болдырева

P. S. Boldyreva

Особенности архитектурного формирования высотных зданий в районах повышенной сейсмической активности

Features of the architectural formation of high-rise buildings in areas of increased seismic activity.

Ключевые слова: высотное здание, высотное строительство, небоскреб, сейсмика, сейсмостойкость, землетрясение

Keywords: high-rise buildings, tall building design, skyscraper, seismic, seismic resistance, earthquake

Аннотация. В статье выделяется ряд методов, позволяющих нивелировать сейсмическое воздействие на высотные объекты в зонах, подверженных землетрясениям. Приводятся примеры небоскребов, в архитектурно-планировочном и конструктивном решении которых используются приемы повышения сейсмостойкости.

Abstract. The article highlights a number of methods that allow leveling the seismic impact on high-altitude objects in earthquake-prone areas. Examples of skyscrapers are given, in the architectural, planning and constructive solution of which methods of increasing seismic resistance are used.

Районы повышенной сейсмической активности – это территории, которым свойственны природные явления, вызванные землетрясениями от 6 баллов и выше (по шкале Рихтера). В географии современного высотного строительства к таким областям относятся в основном страны Азии. Проектирование небоскребов в данных регионах базируется на детальном анализе рельефно-ландшафтных, гидрогеологических и природно-климатических особенностей района.

С 1970-х гг. основополагающие приемы построения высотных объектов в сейсмически активных зонах включали симметричность конструкций и общего объемно-пространственного решения, обеспечивающую равномерность распределения нагрузок. Среди наиболее распространенных форм плана выделялся квадрат, круг, реже прямоугольник или симметричные многоугольные фигуры. Разрабатывались уникальные конструктивные системы, оказывавшие непосредствен-