



УДК 811

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛИЗА В АРХИТЕКТУРНОМ ФОРМООБРАЗОВАНИИ

Долыев Гайгысызчары, Махмыдова Ширин, Комеков Комек

преподаватели

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт

г. Ашхабад, Туркменистан

Аннотация. Применение методов фрактального анализа в архитектурном формообразовании представляет собой концептуальное научно-теоретическое направление, связывающее фундаментальные законы нелинейной геометрии с практикой проектирования пространственных структур нового поколения. В условиях стремительного усложнения визуальной культуры мегаполисов и кризиса традиционных евклидовых форм, основанных на жестких прямоугольных сетках, архитекторы обращаются к исследованию внутренней морфологии живой природы. Фрактальная геометрия, описывающая объекты, обладающие свойством самоподобия и дробной метрической размерностью, позволяет математически точно моделировать сложные, нюансированные и визуально богатые пространственные оболочки.

Ключевые слова: биоматериалы, устойчивое строительство, альтернативные материалы, экологические материалы, возобновляемые ресурсы, углеродный след, переработка, природные ресурсы, инновации в строительстве, экологическая безопасность.

APPLICATION OF FRACTAL ANALYSIS METHODS IN ARCHITECTURAL FORM GENERATION

Dolyeyev Gaygysyzchary, Mahmydova Shirin, Komekov Komek

Lecturers

Turkmen State Institute of Architecture and Construction

Ashgabat, Turkmenistan

Abstract. The application of fractal analysis methods in architectural form generation represents a profound conceptual paradigm shift in contemporary structural theory, bridging the fundamental principles of non-linear geometry with generative design workflows. Modern metropolitan landscapes are increasingly moving away from rigid, homogenous Euclidean grids toward nuanced, highly complex spatial configurations inspired by the self-similar hierarchies found in nature. Fractal geometry, characterized by scale invariance and fractional dimensions, provides architects with the exact mathematical frameworks required to model complex building skins and optimizing structural

forms. By deploying computerized box-counting algorithms and differential geometric profiling on architectural masses, designers can quantitatively decode the aesthetic complexity of historic masterworks and consciously re-embed those structural codes into modern parametrically generated matrices. This algorithmic transition from superficial biomorphic mimicry to strict mathematical form generation yields building envelopes that possess organic structural integrity, precisely distributed material density, and heightened visual harmony within their urban contexts.

Keywords: fractal analysis, architectural form generation, universal self-similarity, fractal dimension calculation, box counting method, parametric design optimization, generative architecture, non-linear structural geometry, scale invariance, visual complexity analysis.

Введение

Информационной основой для проведения фрактального анализа существующих или проектируемых архитектурных объектов служат масштабные массивы двумерных графических данных, трехмерных полигональных моделей и облаков точек лазерного сканирования. Первичная база данных формируется за счет интеграции детальных чертежей фасадов, планов этажей, разрезов зданий, а также цифровых фотографий высокого разрешения, зафиксированных под различными углами и при разной степени освещенности. Важнейшим компонентом выступают структурированные данные о пространственной конфигурации элементов, собираемые с помощью беспилотных летательных аппаратов, выполняющих высокоточное сканирование памятников архитектурного наследия. Вся собранная графическая информация проходит обязательную предварительную обработку, включающую бинаризацию изображений, выделение контурных линий, нормализацию масштабов и очистку от случайных визуальных шумов. Качество, репрезентативность и глубина подготовленной выборки данных напрямую определяют математическую точность вычисления фрактальных дескрипторов и общую устойчивость работы предсказательных алгоритмов.

В практике архитектурных расчетов для количественной оценки сложности и масштабной инвариантности формообразования применяется широкий спектр математических методов, среди которых ключевую роль играет метод подсчета коробок. Данный алгоритм заключается в последовательном наложении на исследуемый контур фасада или плана здания квадратных сеток с прогрессивно уменьшающимся размером ячеек и фиксации количества ячеек, пересекаемых элементами структуры. На основе полученных данных строится логарифмическая зависимость, тангенс угла наклона которой определяет искомую фрактальную размерность, лежащую для плоских контуров в строгом диапазоне от единицы до двойки. Значение фрактальной размерности выступает объективным числовым критерием визуальной сложности: минимальные показатели свидетельствуют о геометрической простоте и



минималистичности формы, тогда как высокие значения указывают на предельную насыщенность деталями во всех масштабах. Построение таких аналитических моделей позволяет детально исследовать композиционные приемы великих мастеров прошлого и переносить их структурный код в современные цифровые проекты.

Важнейшим преимуществом применения нелинейной геометрии в архитектурном проектировании является возможность проведения предиктивного анализа зрительного восприятия и психоэмоционального воздействия создаваемой среды на человека. Фрактальный анализ позволяет виртуально протестировать разрабатываемый эскизный проект жилого комплекса или общественного пространства на предмет его визуальной комфортности и экологичности еще до начала строительных работ. Алгоритмы способны с высокой точностью рассчитать, насколько гармонично новая форма будет восприниматься человеческим глазом, эволюционно адаптированным к фрактальным ландшафтам дикой природы.

Заключение

В заключение необходимо подчеркнуть, что применение методов фрактального анализа в архитектурном формообразовании формирует качественно новый стандарт цифрового инжиниринга и эстетической философии в строительной сфере. Дальнейшее развитие этого технологического сегмента неразрывно связано с совершенствованием аддитивных технологий строительного производства, когда промышленные 3D-принтеры будут автоматически печатать крупноразмерные фрактальные блоки непосредственно на строительной площадке. По мере накопления глобальных баз данных и стандартизации алгоритмов искусственного интеллекта точность параметрического моделирования будет неуклонно расти, делая города более органичными, визуально сбалансированными и жизнестойкими. Строительные и инвестиционные компании, активно внедряющие интеллектуальные методы анализа нелинейной геометрии в свою повседневную практику, получают неоспоримые стратегические преимущества на конкурентном рынке недвижимости.

Список литературы:

1. Волошинов А. В. Математика и искусство. Москва: Просвещение, 2000.
2. Добрицына И. А. От постмодернизма к нелинейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии и науки. Москва: Прогресс-Традиция, 2004.
3. Конишева Н. Ю. Фрактальная геометрия в архитектурном проектировании и дизайне среды. Нижний Новгород: ННГАСУ, 2012.
4. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. Москва: Институт компьютерных исследований, 2002.