

## Анотація

Стаття присвячена обґрунтуванню поняття «агломерацій», як специфічних форм розселення; визначенню їх ролі і місця в структурі регіональних систем розселення.

Ключові слова: міські агломерації; форм розселення; структури регіональних систем розселення.

## Abstract

The article focuses on the agglomeration concept as a specific population settlement pattern and the role and place of agglomerations in the regional settlement systems structure.

Key words: urban agglomeration. place of agglomerations, regional settlement systems structure.

УДК 72.01

**С. Г. Чечельницький**

*д. арх., професор*

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

**ФРАКТАЛЬНАЯ АРХИТЕКТУРА И ТЕОРИЯ ХАОСА**

Рассматриваются вопросы соотношения системы и хаоса, упорядоченности и разнообразия в таком инновационном направлении архитектурного творчества, как “фрактальная архитектура”.

Ключевые слова: фракталы, архитектура, самоподобие, формообразование.

**Постановка проблемы.**

Наш мир сложен. События в нем разворачиваются в гигантском интервале пространственных и временных масштабов. В нем поразительным образом сочетаются случайность и закономерность. Эти же тенденции наблюдаются и в современном архитектурном творчестве. Нам хорошо известен тот факт, что человеческое сознание циклично и строится на некоем наборе логических блоков, количество которых прямо зависит от интеллектуального развития индивида. Часто такая склонность к оценке нового с точки зрения традиционных и привычных понятий не позволяет адекватно воспринимать его во всей полноте появившихся перспектив и возможностей. Чтобы расширить собственные возможности, очевидно, полезно строить другие

миры - причудливые, необычные, парадоксальные. Наверное, это сродни искусству, где через уникальное и единичное удается постичь всеобщее, где гипербола и гротеск позволяют увидеть что-то важное и необычное. Фрактальная теория – один из путей к этому познанию.

Основными принципами фрактальной геометрии можно считать следующие: в мире природы не существует статических состояний. Не существует точек, линий, плоскостей и других объектов фиксированных размерностей. Размерность объекта является величиной нестабильной, изменяющейся в соответствии с законами прогрессии. Она подобна вечно ускользающей величине с течением вечно ускользающего мига настоящего времени. Измерить ее можно лишь гипотетически.

Важным свойством фрактальной теории является то, что любая живая система является самоподобной, т.е. любая часть целого подобна самому целому и этим обеспечивается его единство. Раньше классическая наука верила, что будущее такой системы жестко и однозначно определено ее прошлым и, при условии знания прошлого, неограниченно предсказуемо. Современная математика показала, что в некоторых случаях это не так: например, если шары ударяются о выпуклую стенку, то ничтожно малые различия в их траекториях будут неограниченно нарастать, так что поведение системы становится в определенный момент непредсказуемым. Такие системы уже становятся статически неустойчивыми, но движение их вполне можно отследить, а в некоторых случаях имеется возможность управлять этим движением.

### **Результаты исследования.**

#### **Параметрическая архитектура.**

Современная архитектура, строящаяся по сложным, нелинейным, порой непредсказуемым алгоритмам, приобретает все более причудливые формы и порой развивается вразрез с привычным мироощущением. Полет фантазии архитектора, сдерживаемый прежде в строгих границах линий, обрамляется теперь лишь набором параметров. Архитекторы Заха Хадид и Патрик Шумахер — родоначальники нового стиля, называемого «параметризмом». В параметризме развитие средств проектирования дает возможность анализировать более сложные объемы и формы, учитывать в проекте большее количество показателей.

Когда компьютер только начинал свой путь в архитектурном проектировании, большинство серьезных архитекторов считали его чем-то вроде непрофессионального увлечения. Но потом появились системы автоматизированного проектирования. Программа AutoCAD и ее собратья заметно упростили процесс создания чертежей, оставив архитектору больше

времени для творчества. В цепочке идея — эскиз — документация — реализация компьютер стал серьезным помощником в подготовке документов и занял прочное место на пути от создания эскиза проекта до его реализации.

Развитие программного комплекса пошло дальше. Появились программы информационного моделирования зданий — Building information modelling, среди которых ArchiCAD, Revit, Bentley Architecture. Информационная модель здания аккумулирует при помощи указанных программ данные о его геометрии, пространственных отношениях, свойствах материалов, географическом расположении.

Вскоре появились средства, которые и вовсе позволяют опустить этап создания документации. Например, в программах Grasshopper и Rhino, архитектор работает лишь над созданием модели, а вся документация формируется автоматически. Архитектор создает модель, которая отправляется непосредственно на производство. Существуют станки с числовым программным управлением, которые изготавливают элементы конструкций по компьютерной модели — подобно тому, как принтер печатает изображение. Нет необходимости выводить на бумагу чертежи — на основе компьютерной модели вырезаются все узлы, после чего их доставляют на стройку и собирают по готовой схеме.

Если в предыдущих поколениях софта архитектор еще что-то «чертил», работая с изображением сооружения, то в данном случае он просто изменяет программный код, в частности параметры элементов зданий, а программа сама уже перестраивает изображение.

Параметрическую архитектуру уже преподают и в учебных заведениях. Например, студенты Лондонской архитектурной ассоциации — одной из ведущих европейских школ, которая занимается параметрическим моделированием.

На подходе еще более «инновационный» стиль — так называемая *генеративная архитектура*, где компьютеру на откуп отдается очень много параметров. Архитектор лишь задает ограничения, скажем, высоту здания и площадь застройки, а проект рисует компьютер. Например, французское бюро R&Sie создало проект абстрактного градостроительного образования «I've heard about». Этот проект сложно назвать зданием, он больше напоминает живой организм, который растет и развивается в зависимости от нужд и пожеланий жильцов. Здание генерирует само себя, оно непредсказуемо. Когда появляется новая функция, здание сильно меняется. Оно живет своей жизнью, и совершенно непонятно, чем этот проект закончится.

Перед нами — возможный вариант развития теории самоорганизации в применении к архитектурному творчеству. Мировоззрение, основанное на ней,

символизується образом горної країни з долинами, по котрим текуть ріки, і хребтами-водорозділами. В цій країні діють потужні зворотні зв'язки - як отрицательні, так і позитивні. Якщо тіло скатиться вниз по схилу, то між його швидкістю і положенням існує позитивна зворотна зв'язь, якщо воно намагається взобратися вгору, то отрицательна. Нелінійні зворотні зв'язки – неперемінне умово самоорганізації. Нелінійність в світоглядному сенсі означає багатоваріантність шляхів еволюції, наявність вибору між альтернативними шляхами і визначеного темпа еволюції, а також неперемінність еволюційних процесів.

**Фрактальна архітектура і ідеї «нелінійності».** В основі фракталів також лежить ідея нелінійності. Нелінійність означає багатоваріантність шляхів розвитку, наявність вибору між альтернативними шляхами і визначеного темпа еволюції, а також неперемінність еволюційних процесів. Тобто, коли ми застосовуємо класичні моделі, то говоримо, що майбутнє об'єкта однозначно детерміновано. І ми можемо передбачити його, знаючи минуле об'єкта. А фрактали застосовуються в тому випадку, коли об'єкт має декілька варіантів розвитку і стан системи визначається положенням, в якому вона знаходиться на даний момент. Тобто ми намагаємося смоделиувати хаотичне розвиток.

Бенуа Мандельброт є винахідником терміна «фрактал». Він писав: «Я придумав слово «фрактал», взявши за основу латинське прикметникове «fractus», що означає нерегулярний, рекурсивний, фрагментний». [1] Фрактал – самоподібна структура, кожна частина якої повторює в своєму розвитку розвиток всієї моделі в цілому.

Люба жива система є самоподібною, т.е. кожна частина цілого подібна самому цілому і цим забезпечується його єдиність. Фрактальність живих систем – основний фактор їх виживання. При подібності елементів виникає можливість відновлення цілості системи в разі втрати її якого-либ з елементів. Також фрактальність, в силу різноманітності своїх елементів, має властивості, необхідні для пристосування до постійно змінюваних умов зовнішнього середовища. В даному випадку мова йде про втрату елементів, невідповідних умовам зовнішнього середовища і заміну звільненої ніші більш пристосованими, але зберігаючими інформацію про всю систему. Це в свою чергу забезпечує можливість швидшого пристосування системи до наступних змін зовнішнього середовища. [3].

Фракталы обладают следующими характерными свойствами, отображающими их иррегулярную сущность:

- самоподобие (иерархический принцип организации); способность к развитию (принцип непрерывности формообразования); дробная метрическая размерность (принцип сингулярности меры); размытость, нечеткость контуров (принцип неопределенности границ); геометрическое представление хаотической динамики (принцип динамического хаоса). [2]

Для анализа закономерностей, присущих системам, которые могут казаться непредсказуемыми и абсолютно хаотическими, используются фрактальная геометрия и математика хаоса. При этом возможно описание траекторий хаотических систем через геометрические фракталы, т. е. геометрическое представление хаотической динамики.

Динамический хаос — явление в теории динамических систем, при котором поведение нелинейной системы выглядит случайным, несмотря на то, что оно определяется детерминистическими законами. Причиной появления хаоса является неустойчивость по отношению к начальным условиям и параметрам: малое изменение начального условия со временем приводит к сколь угодно большим изменениям динамики системы. [9]

Хаос, царящий в равновесных системах, носит сугубо статистический характер, и мы говорим лишь о вероятности отклонения системы от состояния равновесия. Реакция такой системы на то или иное возмущающее воздействие линейна – она прямо пропорциональна возмущающей силе и стремится вернуть систему в прежнее состояние. [10]

Динамический хаос замечателен тем, что за внешне совершенно непредсказуемым поведением системы кроется строгий детерминизм – все происходящее в ней процессы можно математически рассчитать с любой требуемой точностью. Еще одна особенность такого хаоса заключается в том, что он может служить источником самозарождения строго упорядоченных структур. [11]

Специалисты по теории управления хаосом сравнивают управление многими сложными социальными и техническими системами с ездой на велосипеде. Это системы, которые статически неустойчивы, но движением которых вполне можно управлять. Это изменение мировоззрения отражает и название одной из работ лауреата Нобелевской премии И. Пригожина - "Философия нестабильности". [8]

Основными принципами фрактальной геометрии можно считать следующее: В мире природы не существует статических состояний. Не

существует точек, линий, плоскостей и других объектов фиксированных размерностей. Размерность объекта является, скорее, величиной нестабильной, изменяющейся в соответствии с законами прогрессии. Она подобна вечно ускользающему мигу настоящего времени. Измерить ее можно лишь гипотетически, представив, например, остановку времени в момент измерения. В этом смысле, размерность объекта - величина, непосредственно связанная с течением времени и в какой-то мере вообще эквивалентна безмерности.

Фрактальная архитектура. Применение фрактальных правил построения формы широко распространено и в архитектуре. Фрактальная архитектура бывает интуитивной и сознательной. Под интуитивной фрактальностью подразумевается структура многих шедевров мировой архитектуры прошлого, в которых архитектор или строители неосознанно использовали фрактальные принципы. При этом фракталоподобные формы представлены в сооружениях разных эпох и народностей, отражают различные алгоритмы формообразования. Б. Мандельброт первым написал о фрактальности архитектуры, указав для сравнения форму здания Парижской оперы.

Таким образом, принципы фракталоподобного формообразования в архитектуре применяются с давних времен, и хотя использование правил их построения в архитектуре далеко не всегда оказывалось математически выверенным, но в поиске и создании художественно выразительных пропорций архитекторов вели их интуиция и талант, чувство гармонии и высокий профессионализм.

После появления книг Б. Мандельброта использование фрактальных алгоритмов в архитектурном морфогенезе становится осознанным. Для разных типов архитектурных сооружений можно найти фрактальный аналог, двумерный или трехмерный, и тем самым выявить их алгоритм. Качественный анализ графических фрактальных образов, визуализирующих некоторые архетипы фасадов, планов и трехмерных архитектурных форм, эффективен с привлечением имитационного компьютерного моделирования.

В архитектуре применяются фрактальные правила построения с использованием ограниченного числа повторов, а также сменой алгоритмов их построения, нарушением строгого подобия и введением различных вариаций. То есть используются квазифракталы, мультифрактальные структуры (неоднородные фрактальные объекты, для полного описания которых недостаточно введения всего лишь одной величины с его фрактальной размерностью, а необходим целый спектр величин с разными фрактальными размерностями; мультифракталы могут определяться не одним единственным

алгоритмом построения, а несколькими последовательно сменяющимися друг друга алгоритмами).

Механизмы обратной связи и фрактальные формы, ассоциирующиеся с порядком, в хаотичных на первый взгляд системах, олицетворяют, по П. Эйзенману, потерю стабильности в архитектуре и подрыв ортодоксального антропоморфизма, на котором основана архитектурная теория со времен Витрувия. [4].

П. Эйзенман утверждает, что «в течение пяти веков пропорции человеческого тела были важным параметром для архитектуры. Однако, в силу развития и изменений в современных технологиях, философии и психоаналитики, великая абстракция о человеке как мере всех вещей... не может более поддерживаться, хотя это понятие продолжает существовать в сегодняшней архитектуре». П. Эйзенман пытается ликвидировать возможность встречи исходной концепции с реальностью и таким образом, дестабилизировать общепринятую парадигму в архитектуре. В этом же направлении архитектор воспринимает фрактальную теорию как другую в течение длительного времени неоспоримую архитектурную парадигму, как способ подорвать основу специфического отношения к масштабу в традиционном антропоморфическом подходе к архитектуре и градостроительству. П. Эйзенман говорит, что «при каждом масштабировании... возникают аспекты изменений во времени, изменений в линиях, границах и т.д. Таким образом, своеобразное эхо возникает не только в масштабе, но и во времени, создавая самоподобные, но не самоповторяющиеся аналогии. Это похоже на бесконечные отражения в неправильном зеркале» [4].

По словам А. Айрапетова, масштабирование, самоподобие и самореферентность привлекаются скорее в философском, нежели в геометрическом ключе, нужно иметь в виду, что в конце 1980-х многие философы, в том числе Жиль Делёз и Феликс Гваттари использовали фрактальную теорию для объяснения сложных и даже совсем не связанных с ней концепций. [4]

В 1988 году теория хаоса, нелинейная динамика и фрактальная теория подвергаются критике. Например, М. Соркин, критикуя работы К. Химмельблау в одной из своих публикаций пишет: «Хаос сегодня, возможно, становится чересчур обычным понятием, в частности, в его приложении к архитектуре. Так или иначе, подобные идеи на фоне этого новейшего переворота в физике повергают нас в некоторое замешательство» [4].

В 1990 году А. Бецки говорит: «Чтобы уберечь архитектуру от полного исчезновения, ... П. Эйзенман смешал фрактальную геометрию с евклидовой,

доступной лишь в качестве аналогии». Здесь фрактальная геометрия предстаёт в метафорической форме вируса, заражающего архитектуру, а общепринятая евклидова геометрия выступает как бы в роли антидота, противоядия.

Вероятностная геометрия множественности отношений, замещающая в этой теории абсолютную точность (ещё один отход от однозначного детерминизма), даёт «складкам» - местам сгущения кривых — функцию зоны потенциальных событий, предсказываемых достаточно чётко. Принцип построения таких систем позволяет чутко реагировать на любые внешние факторы изменением собственной организации. Этот подход, топологический характер подобных систем, хорошо вписываются в общую теорию самоорганизации, что оказалось весьма привлекательно для новой архитектуры. [5]

А. Перез-Гомез заметил, что «отношения между архитектурой и геометрией, представляемое Мандельбротом и некоторыми его поклонниками в архитектурной среде, совершенно классичны, попросту подражательны в традиционном понимании». Обратная ситуация, когда математики осознают, как архитектура воспринимала теоретические выкладки фрактальной теории, встречается значительно реже. Одними из немногих, обративших внимание на тот факт, что архитекторы создают свои собственные интерпретации теории сложности и фрактальной теории, были П. Ковеней и Р. Хайфилд. В кратком обзоре в своей книге «Границы сложности: поиск порядка в мире хаоса» они уделяют определённое внимание тем явлениям, которые возникли в «ненаучных» областях вследствие изучения теории сложности. Они, в частности, утверждают, что «сложность предоставила «космогонический» коктейль - фрактальные мотивы, теория катастроф, хаос - и это завладело воображением архитекторов» [4].

Таким образом, в XX веке происходит заложение фундамента для применения фрактального подхода в архитектуре и градостроительстве, в рамках которого разрабатывается методология - «новейшая генерация проектных экспериментов», которая строиться на основе особой техники моделирования формы.

В XXI веке формируются закономерности и принципы построения (конструирования) и осуществимости градостроительных объектов как сложных самоорганизующихся систем в рамках фрактальной теории [6] [7]:

Рассмотрим характерные свойства фракталов с позиций процесса формообразования и визуального представления.

Пространственная форма фрактала повторяется в каждом фрагменте в любом масштабе. Его структура отражает иерархический принцип организации материи в природе. При увеличении масштаба видимая структура не



упрощається, на всіх шкалах проявляється однаково сложная картина. Способность фрактальных структур к развитию определяет непрерывность процесса формообразования, незавершенность пространственного представления фрактала на каждом текущем шаге итерационного процесса построения. Фрактал никогда не бывает законченным.

Фрактал есть итоговый результат бесконечной процедуры, т. е. является бесконечным в развитии. Нельзя изобразить бесконечность процесса, нельзя реально выполнить бесконечную рекурсивную процедуру. Ее можно только представить. Поэтому всякое наглядное представление фрактала – это на самом деле изображение квазифрактала (некоторого приближения искомого фрактала), определяется конечной процедурой (процесс построения останавливается на каком-то конечном шаге). При некотором большом масштабе его фрактальная структура исчезает (т. е. отсутствует повторение базовой формы в уменьшенном виде, начиная с некоторого уровня, определяющего степень уменьшения).

Количественная характеристика структур сложной пространственной организации через фрактальную размерность может служить показателем морфологической сложности этих структур. Таким образом, определяется природный морфогенез (сложная пространственная организация природных (естественных) форм) в сопоставлении с фрактальными структурами. Следует заметить, что архитектурные формы более регулярны, чем природные, включают меньшее число повторов с их вариациями.

Граница фрактальной фигуры не определяется из ее визуального представления: увеличивая изображение фрактала, получаем невидимые до этого подробности, состоящие из элементов, повторяющих в малом масштабе саму фигуру. И так, в принципе, до бесконечности.

### **Выводы.**

Фрактальный подход – это достаточно эффективный способ анализа и проектирования архитектурных форм, который может существенно обогатить язык архитектурной теории и практики. Необходимо учитывать и способность фрактала становиться синтезом эмоционального с рациональным началом в аспекте применения этой способности в сфере деятельности архитекторов, урбанистов, специалистов в области теории архитектуры. В некоторых источниках говорится о переходе к новой парадигме в архитектуре под влиянием наук о сложных системах, включающих фрактальную геометрию и нелинейную динамику.

Архитектура, начиная с фрагментов, деталей и заканчивая пространством города в целом – это система, обладающая фрактальными свойствами, которые нельзя не учитывать при формировании городской среды и проектировании

новых объектов внутри неё. Город по своей сути – уникальное явление соединения творческих и технических усилий человека, социальных взаимодействий и воздействий природных процессов. Представление города как особой архитектурной системы – естественно сложившейся фрактальной структуры, развивающейся по не всегда понятным на первый взгляд алгоритмам, вполне оправдано.

Фрактальными свойствами обладают не только здания, сооружения, кварталы, улицы, районы, но всю городскую среду в целом можно рассматривать как непрерывную структуру, развивающуюся в пространстве и во времени. [12]

Архитекторы, использующие принцип фрактальности - Либескинд, ARM, Morphosis освобождают нас от привычных форм, в то время как австралийская группа LAB и Бэйтс Сمارт [Bates Smart] уже пошли дальше этих первых экспериментов и создали на их основе новую архитектурную грамматику.

Грег Линн в серии своих книг настаивал на том, что blub -это более развитая форма куба: она способна транслировать большее количество информации, чем примитивная коробка; обладая большим порядком сложности, она, соответственно, обладает и большей потенциальной чувствительностью. Однако, эффект этот возникает лишь в том случае, когда грамматика «капли» сопровождается продуманной «фразеологией», т.е. осмысленным образом привязывается к функции. Совсем иное дело, когда бесхитрое складирование геодезических куполов - как это происходит, например, в проекте «Эдем» Николаса Гримшоу - приводит к появлению серии пузырчатых форм, напоминающих известные в геологии «глобулярные кластеры», - весьма эффектных, сочных и почти съедобных с виду.

Эти структуры, однако, на поверку могут оказаться довольно негостеприимными и неуклюжими, - организация входа или стыка с землей в них часто остается нерешенной проблемой. [13]

#### Список использованной литературы

1. Аршинов В.И. Войцехович В.Э. Синергетическое знание: между сетью и принципами. // Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов. М.: Прогресс-Традиция, 2000. - С.109 -110.
2. Кондильяк Э. Б. де Сочинения: в 3 т. Т. 3 / Э.Б. де Кондильяк. – М.: Мысль, 1983. – 390 с.
3. Обен Ж.-П. Нелинейный анализ и его экономические приложения. / Ж.-П. Обен. – М.: Мир, 1988. – 264 с.
4. Айрапетов А. А. Проблемы применения фрактальной теории в архитектуре / А. А. Айрапетов // Вопросы теории архитектуры. Архитектурно-теоретическая мысль

- Нового и Новейшего времени: сб. научн. тр. / под ред. И. А. Азизян. – М.: КомКнига, 2006. – С. 305 - 320.
5. Делез Ж. Марсель Пруст и знаки. СПб.: Алетейя, 1999. - 341 с.
  6. Кравченко М. П. Развитие фрактальной теории в архитектуре. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.patrikschumacher.com>. свободный. — Загл. с экрана.
  7. Добрицына И. А. От «решетки» к «фракталу». Влияние идей нелинейной науки на архитектурно-градостроительное мышление / И. А. Добрицына // Градостроительное искусство: новые материалы и исследования. Вып. 1 / ред. И. А. Бондаренко. - М.: КомКнига, 2007. С. 464 - 470.
  8. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986. – 276 с.
  9. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. — М.: Мир, 1990/
  10. Хорошавина С.Г. Концепции современного естествознания. Изд. 4-е. 2005. - 480 с.
  11. Найдыш В.М. - Концепции современного естествознания. Учебник. - Изд. 2-е. - М., 2004. - 622 с.
  12. Тарасенко В. В. Основания концепции фрактала / В. В. Тарасенко // Общая и прикладная ценология. - 2007. – № 1. - С. 14-22.
  13. Дженкс Чарльз. Новая парадигма в архитектуре. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://pda.cih.ru/772.html> свободный. — Загл. с экрана.

#### Анотація

У статті розглядаються питання співвідношення системи й хаосу, упорядкованості й розмаїтості у такому інноваційному напрямку архітектурної творчості, як “фрактальна архітектура”.

#### Abstract

In article are considered questions of the correlation of the system and chaos, order and varieties in such innivation direction architectural creative activity, as “fraktal architecture”.

УДК 711.4.01

**Е. В. Ольховская,**  
*к. арх., доцент кафедры ДАС КНУСА*

### **НОВЫЕ ВЫРАЗИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА РЕКЛАМЫ В ДИЗАЙНЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ**

Аннотация. Рассмотрены вопросы влияния рекламы на дизайн архитектурной среды, выявлены художественно-графические особенности рекламы.