

ность и гуманизм любого общества проверяются по тому, как государство относится ко всем наиболее уязвимым социальным группам - детям, старикам, инвалидам и другим.

Авторы выносят благодарность Чеусову Виталию за любезно предоставленные фотографии.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. МДС 30-2.2008. Рекомендации по модернизации транспортной системы городов.
2. Безбарьерная среда для детей-инвалидов в Губернском профессиональном колледже. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://nsportal.ru/shkola/sotsialnaya-pedagogika/library/2014/04/14/statya-bezbarernaya-sreda-dlya-detey-invalidov>.
3. Безбарьерная среда. Для кого и как? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cheusov.livejournal.com/53840.html>.
4. Безбарьерная среда: европейский опыт. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://blog.liga.net/user/spoddubnyak/article/17979.aspx>

5. Города для людей/Ян Гейл; Изд. на русском языке – Концерн «КРОСТ», пер. с англ. – М. Альпина Паблишер, 2012 – 267с.
6. Мироненко В.П. Архитектурная эргономика/ В.П. Мироненко.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. - 522с.;ил.
7. Мироненко В.П., Тюганова О.И. Современные проблемы гуманизации архитектурной среды. Строительство-формирование среды жизнедеятельности: Сборник трудов Пятнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых (25-27 апреля 2012 г., Москва/ М-во образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». - М.: МГСУ, 2012. - С. 87-90.

*Рецензент: д-р архитектуры П.А. Солобай*

УДК 72.01

**Силантьева О.А. Мироненко В.П**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

### **ФРАКТАЛЬНОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Внедрение Бенуа Мандельбротом в академический круг термина «фрактал» [1] послужило развитию подхода, который основан на способах нелинейной динамики и фрактальной геометрии, что позволило значительно расширить границы научных исследований. К примеру, в детальном разборе системы динамического хаоса, с учетом особенности структуры узких объектов, находить похожие свойства, определяющие структурный процесс в целом, обрисовать сложную пространственную композицию существующих объектов, сформировать наиболее актуальные формы, показывающие динамичность в целом. Развитие мультимедийных технологий дало начало способности эффективной реализации процесса построения предмета фрактальной геометрии и последующей визуализации данных объекта.

Изучения в разных областях науки требовали наиболее качественного представления действий и объектов. Такими объектами являются текстура пористых материалов, отображение искривления поверхности, силуэт образовавшихся трещин при разрушении твердых материалов, а также кровеносная система человека (рис. 1).

В каждом человеке заложено стремление познавать окружающую среду. В этом стремлении он старается придерживаться логики в суждениях. Анализируя процессы, происходящие вокруг него, он пытается найти логичность и вывести некую закономерность событий. Ученые ищут закономерность там, где ее быть не

должно. Тем не менее даже в хаосе возможно найти связь. Эту связь назвали фрактал.



Рис. 1. Природные фракталы

Использование математических моделей протекает на основе их интерпретации в настоящих ситуациях. Так же внедрение будет оправданным и действенным, при условии, что модель станет достаточно адекватной, а приобретенные математические итоги будут реализованные на практике. Математика для понимания некоторого предоставленного явления (на базе его математического описания) производит, подобно обычному языку, метафоры (образные представления), способные разъяснить это явление, устанавливая ему в соответствие иное явление, наиболее привычное или воспринимаемое [2].

Фракталы -математические модели сложных структур, пространственное восприятие которых представляется в виде ломанных форм. Фракталы как математические абстракции, обладают следующими свойствами, отображающими их иррегулярную суть:

- дробная размерность;
- способность к развитию;
- самоподобие.

Фрактальные структуры способные к развитию описывают непрерывность формообразования и незавершенность пространственного представления фрактала на данном этапе построения. Математическое сознание фрактала описывает его как дробную размерность. Дробный смысл фрактальной размерности описывает степень наполнения места фрактальной

структурой, тогда как значение лакунарности является неоднородной мерой структуры фрактала[1]. Количественная черта структуры трудной организации пространства через фрактальную размерность служит показателем сложности этой структуры [7].

Для разбора закономерности систем, которые могут казаться непредсказуемыми и полностью хаотичными, применяется математический хаос и фрактальная геометрия. Так же может быть описание траектории хаотической системы через геометрические фракталы, т. е. геометрическое понятие хаотической динамики. Динамичный хаос – это явление в теории динамической системы, при котором характер нелинейной системы кажется случайным. Причина появления хаоса - неустойчивость по отношению к базовым условиям и характеристикам: незначительное изменение начального условия приводит к изменению динамики.

Анализ поведения динамической системы выполняется с помощью аттрактора – множество состояний системы, к которым она стремится с течением времени. Хаотичная динамика характеризуется необычными аттракторами, нередко имеющими фрактальную структуру.

Фрактальная структура делится на два типа: ненатурально созданную и сложившуюся. В свою очередь, искусственно созданная фрактальная структура бывает интуитивной и намеренной. Под интуитивной фрактальностью предполагается структура почти всех шедевров архитектуры прошлого. При этом фракталоподобные формы показаны в сооружениях различных эпох и культур, отражают различные алгоритмы формообразования. Б Мандельброт написал о фрактальной архитектуре, указав для сопоставления форму строения Парижской оперы. Математическая метафора в облике графической функции Вейерштрасса существует прототипом для силуэта храмов с обилием вертикальных циклических элементов (силуэт Миланского храма). Расположение и размеры куполов многоглавых церквей,

условно показаны в одной плоскости с аксиальной симметрией, в том же духе имеют за прототип фрактальную структуру Серпинского. Спиралеподобные формы, которые отражают один из распространенных алгоритмов фрактала в природе, употребляются и в искусственной среде, включая архитектуру и дизайн - спиралевидный декор храма Василия Блаженного, железные узоры оград и решеток (рис.2).



а)



б)



в)

Рис. 2. Фрактальность архитектурных форм  
а) Парижская опера; б) Миланский собор; в) Собор Василия Блаженного

Таким образом, взгляды фракталоподобного формообразования в архитектуре практикуются с давних времен, и хотя внедрение правил фрактального построения в архитектуре не всегда оказывалось

математически правильным, то для создания более выразительных силуэтов архитекторы вводили их на уровне интуиции.

Со времен появления книг Б. Мандельброта внедрение фрактального алгоритма в строительном морфогенезе стало осознанным. Наиболее вероятным было применение фрактальной геометрии для анализа строительных форм. Для различных типов строительных сооружений было разрешено находить фрактальный аналог, двумерный или многомерный, тем самым обнаружить их фрактальный метод. Можно смоделировать некие графические фракталы в качестве прототипа строительных фасадов и планов и найти множество идей и решений морфогенеза, подключая ранее не раскрытые аспекты *формообразования и творение потенциально новых архитектурных форм.*

В архитектуре используются критерии фрактального построения с внедрением ограниченного числа повторений, а также сменой алгоритмов их построения, нарушением серьезного подобия введением разных вариаций, т.е. употребляются мультифрактальные структуры. Таким образом, фрактальный подъезд – это достаточно действенный способ разбора и проектирования строительных форм, который может значительно обогатить язык строительной теории и практики. Необходимо учесть способность фрактала являться синтезом эмоционального аспекта внедрения в сферу деятельности архитекторов. [5]. Также следует отметить влияние органического внедрения сооружений в естественное окружение, определяющего интеграцию естественного и антропогенного рельефа. Это внедрение ярко выявлено в стиле модерн и «органической» архитектуре [3].

Рассмотрим фрактальные модели построения архитектурно-пространственной среды города с позиции соответствующих свойств фракталов.

Иерархический принцип организации имеет место в подчиненности отдельных частей целого, сложной пространственной форме, имеющей разные уровни простран-

ственной организации в различных масштабах. Рассматривая город во все большем масштабе, можно рассмотреть новые подробности пространственной организации, транспортного, социального, архитектурно-художественного и эстетического нрава.

Градостроительство, создание городской инфраструктуры, строительная практика непременно входят в количество существенных составляющих, непосредственно влияющих на ландшафт, включающий разные объекты с различным функциональным назначением. Поэтому полный охват разных вопросов, связанных с планировочным решением города предусматривает модели среды включающие в себя такие элементы как транспорт, эстетика и информатизация.

Анализ закономерностей, определяющих хаотическое формирование городской среды, их учет в модели города, выполняется на базе такой характеристики как многослойность. Под слоями понимают определенные нюансы рассмотрения архитектурно-пространственной среды города, такие как транспортная сеть, этажность, комбинирование в городском рельефе, архитектурно-художественные и эстетические составляющие. Многослойность городского места определяется многофункциональностью его зон. Полноценное восприятие муниципальной среды определяется наличием и гармоническим сочетанием различных слоев, отображающих многофункциональный комплекс элементов городской инфраструктуры. Отсутствие любого из этих слоев, порождает нехорошие эмоции людей, понижает ценность города.

Городские модели по собственной организации – мультифрактальны, что описывает свойство гибкости модели, отражающей вероятность выбирать те круги, которые потом будут объединены и соединены в соответствии с выбранным решением экономического, природного и общественного характера, что непременно повысит архитектурно-художественные и эстетические характеристики города, как отдельных зон, так и в целом [6].

Гибкость проявляется в способности организовывать выборки из групп главных фрактальных мнений, ограничивая, расширяя и уточняя их диапазон. Сам процесс построения модели подразумевает творческий подъезд, включает ассоциативную оценку пребывания ключевых мнений в среде, изображение связей, разный характер соединения слоев. Натуральная фрактальность существенно влияет на архитектурное понимание городской среды (рис. 3).



Рис. 3 Фрактальность городской среды  
а) Вид на Сидней; б) Вид на центральный Манхэттен

Анализ с точки зрения фрактальности и последующее моделирование структуры пространства города в настоящее время уже практикуется в градостроительстве [5]. Таким образом, переоценка существующих методов прогнозирования архитектурно-пространственной городской среды, на основе принципов организации и формообразования фрактальных структур, позволяет развивать градостроительные концепции с учетом новых технологий.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы / Б. Мандельброт. – М.: Ин-т компьютерных исследований, 2002. – 856с.

2. Обен Ж.-П. Нелинейный анализ и его экономические приложения. / Ж.-П. Обен. – М.: Мир, 1988. – 264 с.
3. Исаева В.В. Фрактальность природных и архитектурных форм. / В.В. Исаева, Н.В. Касьянов // Культура. Вестник ДВО РАН, 2006. – № 5. – С.119-127.
4. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы / М. Шредер. – М.; Ижевск: НИЦ Регулярная и хаотическая динамика, 2001. – 527 с.
5. Дженкс Ч. Новая парадигма в архитектуре. // Проект International. – 2003. – № 5. – С. 98-112.
6. Фрактальность городской среды. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mirznanii.com/a/315691/fraktalnost>.
7. Волошинов А. В. Математика и искусство: Кн. для тех, кто не только любит математику и искусство, но желает задуматься о природе прекрасного и красоте науки. – 2-е изд. / А. В. Волошинов. – М.: Просвещение, 2000. – 399 с.

*Рецензент: д-р архітектури П.А. Солобай*

УДК: 72.01:72.012:721

**Шаталюк Ю. В.**

*Харківський національний університет будівництва та архітектури*

### **СУЧАСНА ПРАКТИКА ПРОЕКТУВАННЯ АДАПТИВНИХ АРХІТЕКТУРНИХ ОБ'ЄКТІВ: АНАЛІЗ ПРИКЛАДІВ ТА ОСОБЛИВОСТІ**

**Вступ.** На думку багатьох вчених, у XXI столітті утверджується нова базова модель світу, в основі якої ідея еволюції та систем, здатних до самоорганізації; розпочато епоху високих швидкостей та інформаційних технологій [1]. Розвиток конструкцій, технологій та матеріалів спонукає до формування новітнього напрямку адаптивної архітектури. «Архітектура сьогодні повинна бути медіа-оболонкою, що вступає в діалог із спостерігачем та ініціює спілкування» [2]. Архітектура набуває характеру «відкритості»: людина впливає на форму, функцію і образ будівлі, проте вона не здатна радикально змінити середовище, оскільки діє в рамках заданого архітектуром сценарію. Будівля адаптується і стає частиною події, архітектурний об'єкт отримує можливість реагувати на події та видозмінюватися залежно від них. Характер цих змін та можливості, які вони відкривають, потребують аналізу та переосмислення. Питаннями класифікації адаптивної архітектури займалися Р. Кроненбург [3], Л. Ачара [4], Н. Саприкіна [5], О. Панфілов [6], Н. Кисельова [7], А. Керешун [8], А. Форті [9], Кудаєва [10], Гагаріна [11].

**Метою дослідження** є аналіз практики проектування адаптивної архітектури та визначення особливостей розвитку сучасних адаптивних архітектурних об'єктів.

#### **Результати дослідження.**

В результаті аналізу історичних передумов і узагальнення досвіду проектування адаптивних архітектурних об'єктів було запропоновано періодизацію адаптивної архітектури з виділенням хронологічних меж та особливостей розвитку на кожному етапі [12]:

- період інтуїтивного проектування, коли адаптивність архітектурних об'єктів результат їх природного функціонування. Охоплює такі хронологічні межі: від IV-III ст. до н.е. - до 1900 р. Поява перших прототипів адаптивної архітектури (кочове житло, народна житлова архітектура, динамічні елементи стабільних архітектурних об'єктів);

- початок науково-професійного періоду проектування. Поява перших експериментальних розробок, концепцій, маніфестів, футуристичних та утопічних проєктів. Розвиток адаптивності на архітекту-