

Формообразование в современном архитектурном проектировании

А.В. Иващенко, Е.Б. Погосова

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Аннотация: В статье анализируется формообразование зданий и сооружений в современной архитектурной практике. Форма в архитектуре – это, прежде всего, средство выражения и перевода понятий. Это также то, что в конечном итоге заполняет и разделяет пространство, в котором мы живем. Форма в архитектуре может иметь большое символическое и культурное значение и может преобразовывать пространство к лучшему или к худшему. Простейшие из форм известны, как первичные формы. К основным формам относятся круги, треугольники и квадраты. Каждая форма может быть создана комбинацией основных форм. При повороте или расширении основные формы могут создавать трехмерные объемы, известные как основные тела. В современной архитектурной практике очень часто прибегают к использованию сложных форм, созданных с использованием пространственных кривых. Задачей архитектора является полное визуальное представление таких форм на чертежах, а также с использованием современных программных графических пакетов. В статье поднимается проблема правильной интерпретации архитектурных форм, образованных такими пространственными кривыми (на примере кривой Гильберта).

Ключевые слова: архитектура, пространственные кривые, аксонометрические проекции, кривая Гильберта, модернизм, формообразование, орнаментальность, пространство.

Современная архитектура или модернистская архитектура — это архитектура, определяемая использованием инновационных и новых строительных технологий, особенно с использованием стали, железобетона и стекла [1]. Центральная идея современной архитектуры заключается в том, что форма должна следовать за функцией и быть минималистичной. Также наблюдается явный отказ от использования орнаментального оформления.

Современная архитектура стала доминирующей после Второй мировой войны, когда она стала основным стилем для корпоративных и институциональных зданий [2].

Движение современной архитектуры началось в конце девятнадцатого века. В этот период произошла революция технологий, строительных материалов и техники. Индустрия строительства отошла от традиционных архитектурных стилей, чтобы изобрести что-то функциональное и

новое. Тогда современная архитектура впервые использовала листовое стекло, чугун и железобетон для создания более прочных, высоких и легких конструкций.

Если выделять основные характеристики современной архитектуры, то можно констатировать следующие отличительные признаки [3]:

- Отсутствие орнамента: устранены изысканная отделка и декоративные молдинги, в результате чего формы зданий остаются чистыми и простыми.
 - Преобладание вертикальных и горизонтальных линий и прямоугольных форм: формы зданий представляют собой связанные короба или блоки.
 - Наличие горизонтальной массивности. Низкие, плоские крыши, выступы на крышах.
 - Использование современных систем и материалов: преднамеренное использование «открытых» материалов, таких, как стальные колонны, бетонные блоки, открытые пространства без колонн, стальные фермы и т.д.
 - Традиционные материалы используются революционным образом: современная эстетика достигается простым использованием кирпича, дерева и камня. Простые вертикальные доски заменяют традиционную обшивку сайдингом. Также используются гладкие, большие плоскости облицовки. Каменная кладка и кирпич неорнаментированы и просты, используются в прямолинейных плоскостях и массивах.
 - Акцент на естественность материалов.
 - Взаимосвязь внутренних площадок и пространств: планировка здания оформляется за счет использования массивных стеклянных пространств.
 - Акцент на плавные и открытые внутренние пространства.
 - Использование естественного света и светопрозрачных конструкций.
 - Повышение уровня комфортного нахождения человека в здании за счет правильного использования затенения и естественного освещения.
-

В современной архитектуре явно прослеживается связь с пространственными кривыми [4]. Это заметно в геометрии современного решения как отдельно создаваемых зданий, так и целых жилых кварталов. Многие такие пространственные кривые не могут быть представлены пересечением поверхностей. К таким кривым относятся заузленные и фрактальные [5, 6]. Но если заузленные кривые являются аналитическими и гладкими, имеющими частные производные в любой точке, то к фрактальным кривым понятие аналитичности неприменимо, так как сама кривая описывается не уравнением, а вычисляется итерационно. Более того, такая кривая на каждом шаге итерации имеет уникальный вид. И даже в рамках конкретного итерационного шага форма фрактальной кривой определяется лишь с определенной точностью. Тем не менее, фрактальные кривые имеют достаточно широкое распространение в современной архитектурной практике и используются в определенных технологиях.

В геометрии фрактальные кривые могут быть определены как границы множества точек на комплексной плоскости, обладающей определенными свойствами [7]. Чаще встречается выражение «граница множества Мандельброта», чем выражение «кривая Мандельброта». Тем не менее, встречаются и термин «кривая» – так, вполне корректно говорить о кривой Гильберта, кривой Коха, кривой Серпинского, кривой Леви, кривой Пеано и т.п. Необходимо отметить, что каждая из таких кривых имеет уникальный алгоритм вычисления.

Известны плоская кривая Гильберта и пространственная кривая Гильберта [8]. Определенной формы кривая не имеет, так как она определена для каждой итерации с некоторой точностью. Часто фрагменты кривой Гильберта изображаются отрезками, в связи с чем правильней было бы говорить о представлении кривой Гильберта ломаной (плоской или пространственной). При этом любое сглаживание углов не уничтожает

кривую Гильберта, а лишь дает иное представление для данной итерации. Вполне возможно получить аналитическое выражение для конкретной итерации кривой Гильберта (например, аппроксимирующая кривая, проходящая через все точки излома пространственной ломаной), но это выражение никак не связано с аналитическим выражением для следующих итераций фрактальной кривой.

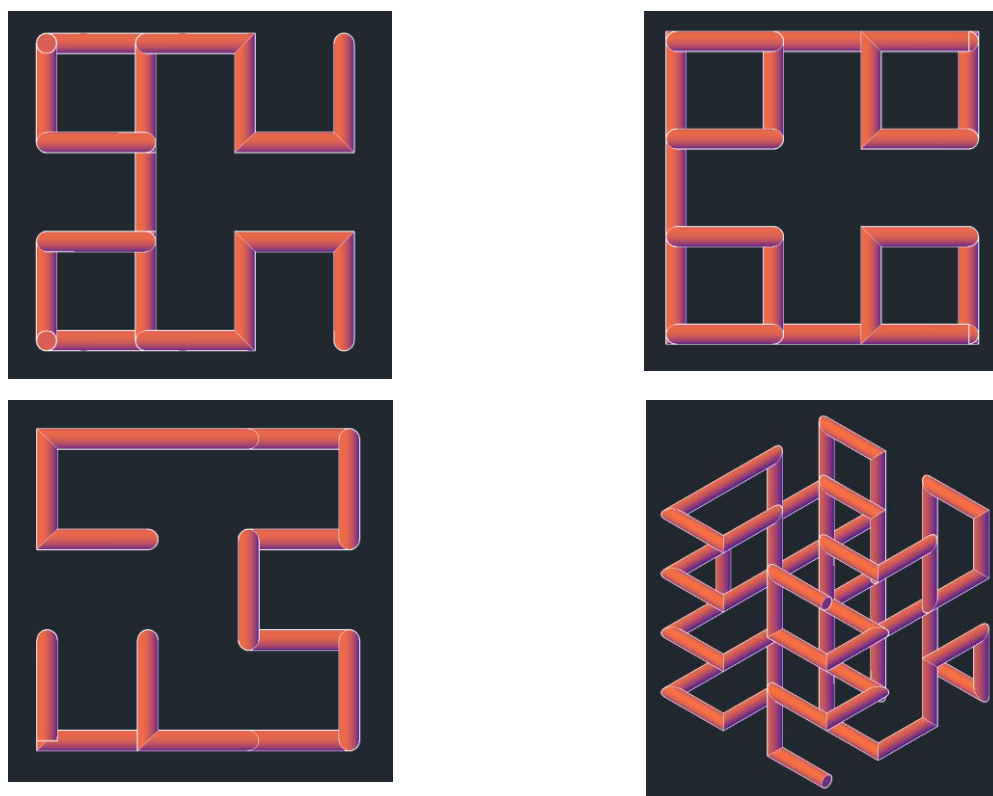


Рис. 1. – Ортогональные проекции и юго-западная изометрия кривой Гильберта 2-го порядка (авторская разработка)

Рассмотрим отличительные особенности таких объектов и способы работы с ними. С одной стороны, кривая Гильберта равномерно заполняет некую кубическую область трехмерного пространства, поэтому ортогональные проекции, используемые в традиционной начертательной геометрии и архитектурно-строительных чертежах, было бы вполне уместно

использовать и в этом случае. Однако, особенность структуры приводит к многократному совпадению проекции различных фрагментов, в связи с чем форма становится труднодостижимой, даже с учетом привлечения дополнительных видов [9, 10].

Проиллюстрируем это на примере проекций пространственной кривой Гильберта 2-ого порядка. Эта фрактальная кривая имеет 64 точки излома и, соответственно, 63 звена, ортогональные проекции которых частично совпадают друг с другом (рис. 1).

Для большей выразительности кривой придана некая объемность, за счет чего возможно сопоставлять ближние и дальние к наблюдателю фрагменты кривой. Но даже привлечение изометрии и утолщения кривой не слишком проясняет картину строения кривой. Большую наглядность имеет так называемый пользовательский вид, подобранный методом проб и ошибок, и позволяющий избежать совпадений проекций, насколько это возможно (рис. 2).

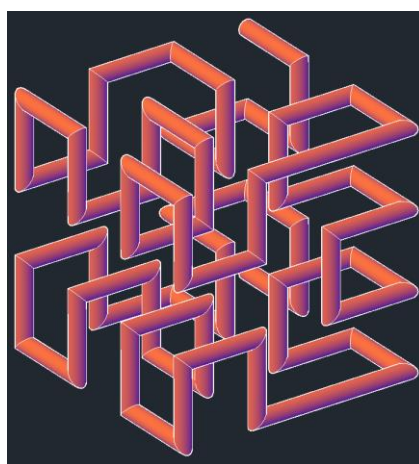


Рис. 2. Пользовательский вид кривой Гильберта 2-го порядка (авторская разработка)

Усиления наглядности можно добиться, используя перспективный вид, наложение теней, а также воздушную перспективу. С ростом порядка кривой

Гильберта, с увеличением числа итераций заполнения пространственного объема, фактура заполненного объема становится все более однородной и в восприятии формы начинают играть существенную роль муаровые эффекты (рис.3).

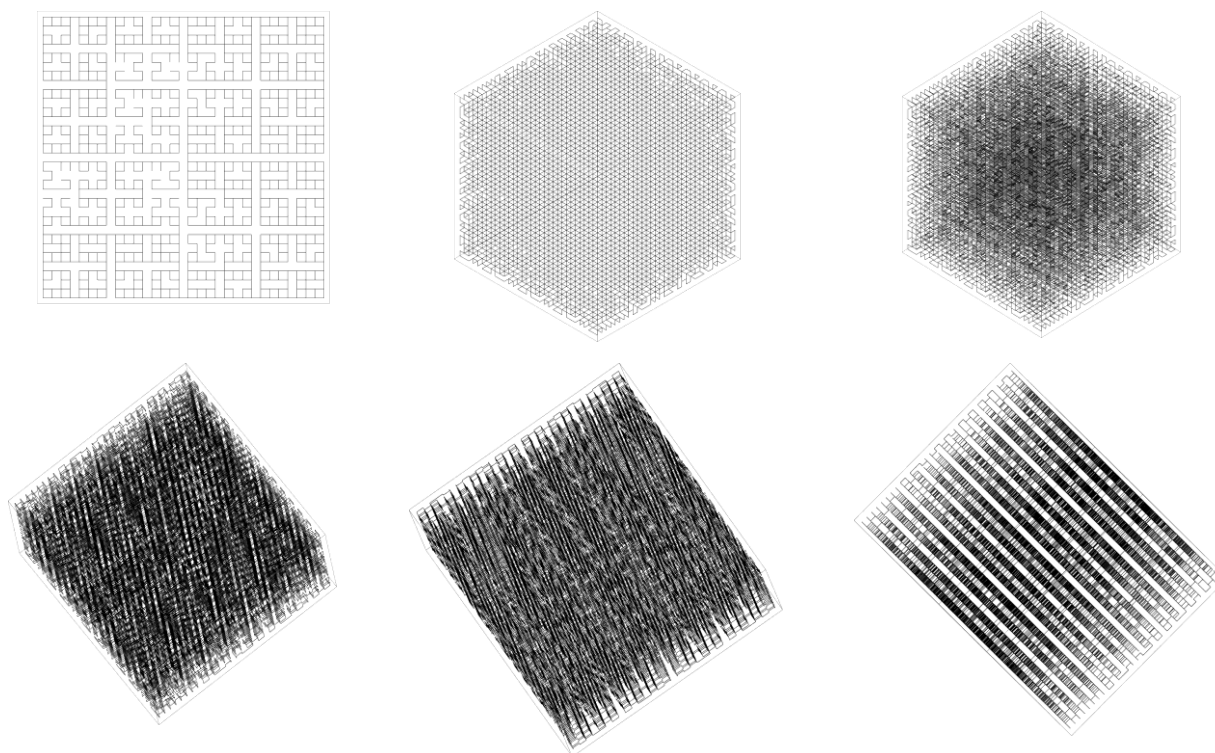


Рис. 3. Различные виды кривой Гильберта 5-го порядка (авторская разработка)

Таким образом, становится очевидным, что для анализа и представления зданий и сооружений, выполненных в рамках использования современных архитектурных форм, в том числе с использованием сложных пространственных кривых, необходима сегментированная разбивка элементов данных форм. Математическое моделирование и использование современного программного обеспечения позволяют дать визуальное представление о форме будущего здания.

Литература

1. Иващенко А.В., Ким Д.А. Анализ кривых, не представимых пересечением двух поверхностей в архитектурной бионике // Инженерный вестник Дона, 2023, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8200
2. Шубенков М.В. Структурные закономерности архитектурного формообразования // Учеб. пособие, 2006. С.320.
3. Жданов Е. С. Роль простых геометрических форм в современной и новейшей архитектуре (на примере формы куба) // Великие реки 2019: труды научного конгресса: 3-х томах, Нижний Новгород, 14–17 мая 2019 года. Том 3, 2019. – С. 141-144.
4. Евтушенко А.И., Самсонова А.Н., Скуратов С.В. Формообразование конструктивных сетей многогранных неполюгих куполов // Инженерный вестник Дона, 2017, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4183
5. Савельев В.М. Заузленные сферы постоянного отношения с конической профильной кривой // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. 2020. №11. С. 181-182.
6. Хиценко Е.В., Рыбалкина В.И. Особенности формообразования в кинетической архитектуре // Творчество и современность. 2020 № 1(12). – С. 119-130
7. Сапрыкина Н.А. Основы динамического формообразования в архитектуре // Учебник для вузов, 2005. С. 312.
8. Banakh T., Belegradek I. Spaces of nonnegatively curved surfaces. Journal of the Mathematical society of Japan. 2018. V.70. №2. pp. 733-756.
9. Dumitrescu C., Giurea D., Anghel A.A. Architectural forms based on thin curved slabs. 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2016. Sofia, 2016. pp. 73-80
10. Загидулина, М. К. Символизм простых геометрических форм в архитектуре. Вестник научных конференций. 2017 № 3-5(19) С. 70-71.

References

1. Ivashhenko A.V., Kim D.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8200



2. Shubenkov M.V. Chelyabinskij fiziko-matematicheskij zhurnal. Ucheb. posobie, 2006. p.320.
3. Zhdanov E. S. Velikie reki 2019. trudy nauchnogo kongressa: V.3, 2019. pp. 141-144.
4. Evtushenko A.I., Samsonova A.N., Skuratov S.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4183
5. Savel'ev V.M. Vestnik Luganskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Vladimira Dalya. 2020. №11(41). pp. 181-182.
6. Hicenko E.V., Rybalkina V.I. Tvorchestvo i sovremennost'. 2020. № 1(12). pp. 119-130.
7. Saprykina N.A. Osnovy dinamicheskogo formoobrazovaniya v arhitekture, 2005. p. 312.
8. Banakh T., Belegradek I. Journal of the Mathematical society of Japan. 2018. V.70. №2. pp. 733-756.
9. Dumitrescu C., Giurea D., Anghel A.A. 3-rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM 2016. Sofia, 2016. pp. 73-80
10. Zagidulina, M. K. Vestnik nauchnyh konferencij. 2017 № 3-5(19) pp. 70-71