

*Рябова О. В., канд. арх.,  
Друцкая Д. М., магистрант  
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры*

## МЕТОДЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ДИГИТАЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

daria\_drutskaja@mail.ru

*В статье на основе примеров существующей практики формообразования выявлены основные особенности и методы проектирования цифровой архитектуры, а также актуальность ее использования в сфере архитектурного проектирования в Украине. Выявлена целесообразность расширения метода компьютерного моделирования в сфере архитектурного проектирования. Полученные результаты являются основой совершенствования метода архитектурного проектирования инновационных объектов и адаптации данного метода для Донецкого региона.*

**Ключевые слова:** цифровая архитектура, формообразование, параметр, адаптация, тесселяция, паттерн, динамика, фрактал.

**Актуальность данного исследования** продиктована:

- интенсивным распространением метода цифрового проектирования в мире;
- в новизне и современности данного метода, как в мировой практике, так и на территории Украины;
- значимостью прояснения смысла современных инновационных поисков, развивающих нестандартные стратегии и методы формообразования в архитектуре;
- отсутствием методической и вспомогательной литературы, учитывающей особенности региона;
- необходимостью адаптации данного метода к региональным особенностям архитектуры и градостроительства Донбасса.

**Степень изученности:** Вопросам формообразования в современной архитектуре посвящено немало работ отечественных и зарубежных авторов. Несмотря на молодость понятия цифровой архитектуры, ее теорий и принципов, сегодня возможно перечислить ее деятелей-практиков и теоретиков, а также провести анализ их работ. Основными для исследования стали научные работы, в которых рассматривалась тема нелинейности: В. Гинзбурга, В. Гринченко, И. Карнаухова, Э. Лоренца, Б. Мандельброта, Мацыпура, И. Пригожина, А. Снарского, Л. Черногора и др. «В статьях Л. Черногора, наш мир описывается как открытые нелинейные системы». Философ-постмодернист Жиль Делез в своём исследовании «Складка. Лейбниц и барокко» описывает складчатость, как основное свойство топологических структур в современной архитектуре. Формированию теории цифрового направления в архитектуре на Западе способствовали статьи и книги Чарльза Дженкса и Грегалинна. «Архитектор и теоретик Чарльз Дженкс в статье «Новая парадигма в архитектуре» описал появление направления в архитекту-

ре на фоне формирования научных трудов о сложных системах, включающих фрактальную геометрию и нелинейную (цифровую) динамику». Теоретик И.А. Добрицына в книге «От постмодернизма к нелинейной архитектуре» раскрыла суть цифрового направления с точки зрения композиционного формообразования [1]. На этом список существующих трудов на тему цифровой архитектуры не заканчивается.

В данном исследовании ставится **цель** - выявить и изучить методы формообразования объектов цифровой архитектуры созданных на основе методов компьютерного моделирования и математических алгоритмов.

**Объект данного исследования:** объекты цифровой архитектуры.

**Задачи данного исследования:**

- с учетом современных требований, тенденций и опыта выявить методы формообразования объектов цифровой архитектуры;
- выявить и изучить математические алгоритмы, применяемые для формообразования в цифровой архитектуре.

Применены следующие **методы исследования:**

- аналитические методы;
- метод прогнозирования.

**Основной материал**

На сегодняшний день в мировой практике наряду с традиционным архитектурным проектированием существуют поисковое проектирование по новым направлениям. Одним из таких направлений является цифровая архитектура – это особое направление архитектуры, которое осваивает сложные математические основы и новые динамические принципы формообразования. Главная идея – идея свободной формы движения [2].

Цифровость – это математическая абстракция, отражающая математические принци-

пы нелинейности, которые лежат в основе некоторых понятий и дисциплин математического знания таких как: теория хаоса, фрактальная геометрия, тригонометрия, дифференциальная геометрия, интегральные и дифференциальные уравнения и т.д.[2].

Из слов Добрициной: «Нелинейная архитектура — не стилевое направление, она не является даже движением единомышленников. Эта новая архитектура не связана единой философской, культурной или идеологической установкой, интегрирующей формальный поиск и задающей ему жесткие рамки. Нелинейность в архитектуре определена, прежде всего, особой техникой моделирования архитектурной формы» [3].

Дигитальная архитектура опирается как на структуру организмов животного и растительного миров, так и на формулы, определяющие законы движения пластов земной поверхности, как на космические постулаты об изменчивости и нелинейности Вселенной, так и на логарифмические формулы высшей математики, закладываемые в качестве основы в программное моделирование [2].

В мире дигитальная архитектура на данный момент приобретает всё большее распространение и популярность. Однако в странах СНГ и в Украине в частности такая архитектура пока остаётся новым и почти неизвестным направлением.

Исследование опирается на опыт научных разработок в области дигитальной архитектуры Крамаренко К.А., Бабеева К.В.: «Дигитальной архитектуре свойственно опираться на различно-го рода теоретические основы, такие как:

1. Теория хаоса. Основоположник Эдвард Лоренс. Математический аппарат, описывающий поведение некоторых нелинейных динамических систем, подверженных в некоторых условиях явлению, известному как хаос.

2. Теория сложности. Это теория о возможности внезапного некоего нового организованного образования в результате взаимодействия компонентов какой либо системы. Это происходит в том случае, если система отошла далеко от состояния равновесия и подведена к пороговому состоянию между порядком и хаосом.

3. Теория катастроф. Математическое описание катастроф - скачкообразных изменений, внезапного ответа системы на плавное изменение внешних условий, дается теорией и бифуркацией. Теория катастроф анализирует критические точки потенциальной функции.

4. Теория фракталов.

5. Теория складки» [4].

Основной отличительной чертой, является применение математических алгоритмов.

Математические алгоритмы, применяемые для формообразования в дигитальной архитектуре приведены в табл. 2.

#### **Программное обеспечение для создания дигитальных объектов**

На сегодняшний день архитектурные компьютерные программы поражают количеством и разнообразием. Для этого необходимы программы, работающие с определенными математическими алгоритмами. К таким относят: Autodesk Maya; Rhinoceros 3d, который имеет множество плагинов таких как: Grasshooper, PointSetReconstruction, ArrayCrvPlus, Armadillo, QuantumTransform, Constructiveelements и т.д. Особо примечательным является Grasshooper. Для дизайнеров, которые ищут новые формы, используя генеративные алгоритмы, Grasshooper представляет собой графический редактор алгоритмов, будучи тесно интегрированным с 3-D Rhino инструментами моделирования.

#### **Вывод**

• В результате проведенных исследований были выявлены методы формообразования объектов дигитальной архитектуры, адаптированные к процессу проектирования в Донецком регионе:

- геометрические,
- параметрические,
- алгоритмические методы;

• **Выявлены и изучены математические алгоритмы, применяемые для формообразования в дигитальной архитектуре.**

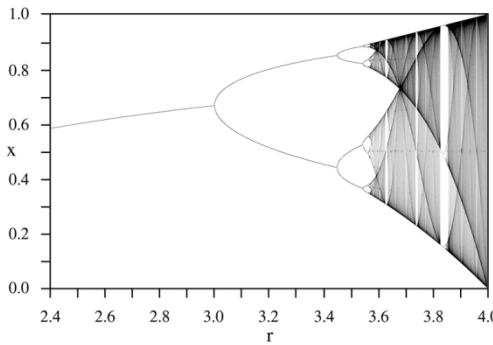

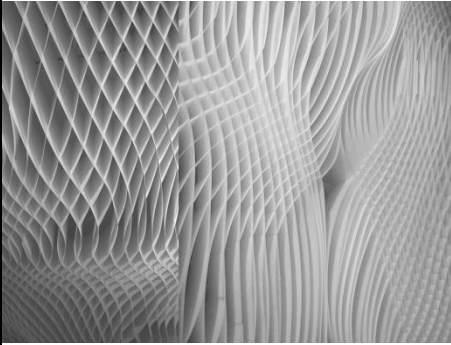
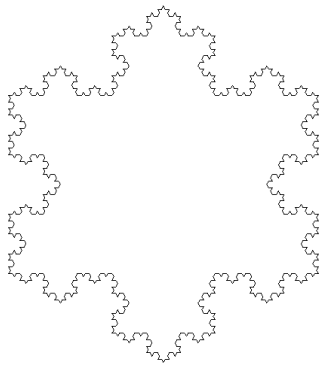

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что на сегодняшний день инновационные методы проектирования набирают обороты и являются чрезвычайно актуальными. Это обуславливается гармоничным восприятием формы, спроектированной на основе природных законов и их высокой адаптивностью к дальнейшим изменениям, так как данный метод формообразования является параметрическим, что позволяет быструю и простую коррекцию формы на различных этапах проектирования. По мере вступления архитектуры в информационную эру приоритет в проектировании перешел от объекта к процессу его создания: важным стало не столько то, что проектируется, сколько как это происходит. Процесс проектирования и задействованные в нем технологии оказались не менее существенны, чем результат [12]. И несмотря на то, что техника эта используется сравнительно недавно, дигитальные технологии уже изменили характер архитектуры и будут менять его в дальнейшем. Донбасс имеет

широкие перспективы для развития такого направления как дигитальная архитектура. Донецкий регион богат яркими неповторимыми

особенностями, что предполагает соответствующие архитектурные сооружения.

Таблица 2

**Математические алгоритмы, применяемые для формообразования в дигитальной архитектуре**

Методы	Примеры	Примеры архитектурных проектов
<p><b>Бифуркация</b></p> <p>«Бифуркация — термин происходит от лат. bifurcus — «раздвоенный» и употребляется в широком смысле для обозначения всевозможных качественных перестроек или метаморфоз различных объектов при изменении параметров, от которых они зависят» [5].</p>	 <p>Рис. 1. Бифуркационная зависимость.</p>	  <p>Рис. 2. Концепции небоскребов студии AmniosiA.</p>
<p><b>Фракталы</b></p> <p>«(лат. fractus — дроблённый, сломанный, разбитый) — геометрическая фигура, обладающая свойством самоподобия, то есть составленная из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком. В математике под фракталами понимают множества точек в евклидовом пространстве» [6].</p>		 <p>Рис. 4 Концепции небоскребов фрактального членения студии AmniosiA.</p>

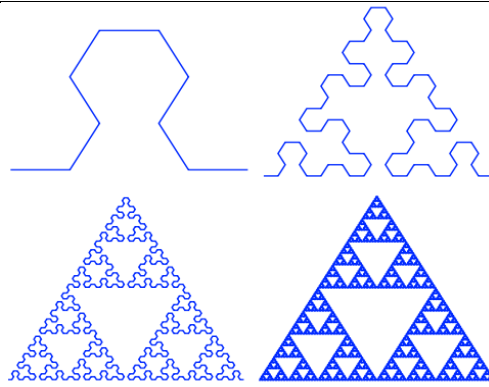


Рис. 3. Снежинка Коха и построение кривой Коха.

**L-системы**

«Математическая модель для изучения развития простых многоклеточных организмов, которая позже была расширена и используется для моделирования сложных ветвящихся структур. Эта модель получила название LindenmayerSystem, или просто L-System» [7].

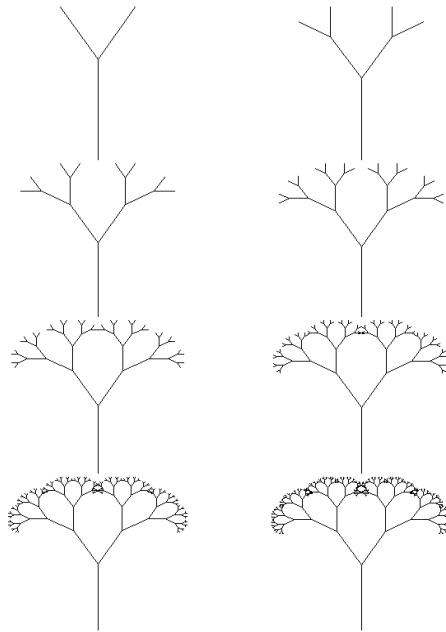


Рис. 5. Модель Л-системы



Рис. 6. Модели колонн студии THEVERYMANY

**Аттракторы**

«Аттрактор (англ. attract — привлекать, притягивать) — компактное подмножество фазового пространства динамической системы, все траектории из некоторой окрестности которого стремятся к нему при времени, стремящемся к бесконечности. Аттрактором может являться притягивающая неподвижная точка, периодическая траектория, или некоторая ограниченная область с неустойчивыми траекториями внутри (как у странного аттрактора)» [8].

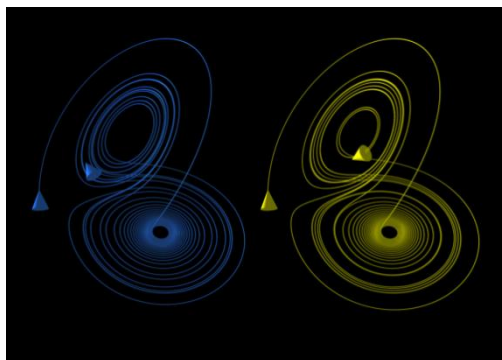


Рис. 7. Странный аттрактор Лоренца



Рис. 8. Макет модели Seroussi Pavillion архитектора-экспериментатора Alisa Andrasek 2007 г.

**Тесселяция**

«Разбиение без каких-либо накладок и без пробелов» [9].

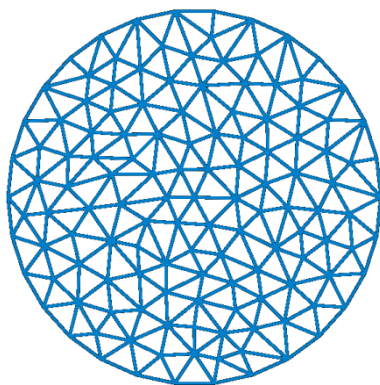


Рис. 9. Пример простейшей тесселяции



Рис. 10. Модель павильона студии Achim Menges на международном воркшопе 2011 г.

**Паттерны**

«(англ. 'pattern — образец, шаблон, система) — заимствованное слово. Слово «pattern» используется как термин в нескольких западных дисциплинах и технологиях, откуда оно и проникло в русскоязычную среду. Смысл термина «паттерн» больше уже чем просто «образец», и варьируется в зависимости от области знаний, в которой используется» [10].

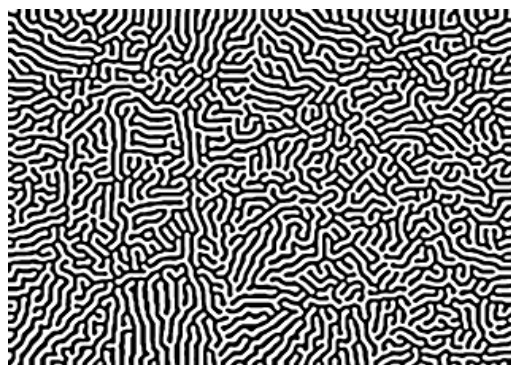


Рис. 11. Пример паттерна на окрасе кожи рыбы



Рис. 12. Геометрическая структура Мечети Шейха Лотфолах (Исфахан, Иран) выложенная изразцами, имеющих структуру простого паттерна, который создается простыми математико-геометрическими вычислениями.

**Тригонометрические кривые**

«Тригонометрические функции, такие как синус (Sin), косинус (Cos) и тангенс (Tan) являются важными инструментами математиков, ученых и инженеров» [11].

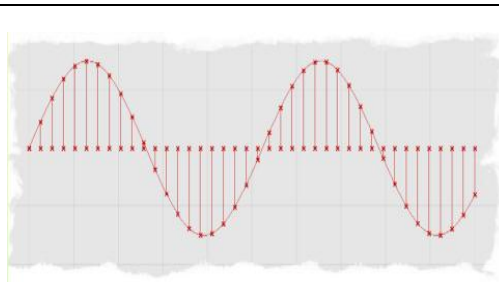


Рис 13. Синусоида



Рис 14. Концепция моста через Темзу



Рис 15. Макет выставочного центра. Архитектор GregLynn

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Войтицкая М. «Физика» и «метафизика» цифровой архитектуры: поиски формы воплоти невозможного // А.С.С. – 2005. – №2.
2. От постмодернизма - к нелинейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии и науки./ Добрицына И.А. – М.: Изд-во Прогресс-Традиция, 2004. – 416 с.
3. Добрицына И.А. Первые опыты нелинейной архитектуры. / Добрицына И.А. // Языки науки – языки искусства. (Материалы VII международного конференции РАН.Серии «Нелинейный мир»). 2004. – С.138-147
4. Крамаренко К.А., Бабеев К.В. Принципы формообразования в нелинейной архитектуре [Электронный ресурс]. –Строительство и технологическая безопасность,2011. – Режим доступа: [http://pk.napks.edu.ua/library/compilations\\_vak/sitb/2011/36/p\\_16\\_23.pdf](http://pk.napks.edu.ua/library/compilations_vak/sitb/2011/36/p_16_23.pdf)
5. Афраимович В. С., Рабинович М. И. Бифуркация [Электронный ресурс] – Энциклопедия физики и техники, 2011 – Режим доступа: [http://femto.com.ua/articles/part\\_1/0327.html](http://femto.com.ua/articles/part_1/0327.html)
6. Хохрина Ю., Макаров В. Определение фрактала [Электронный ресурс] –Фракталы, 2013. – Режим доступа: <http://fraktals.ucoz.ru/index/0-2>
7. Przemyslaw Prusinkiewicz, Aristid Lindenmayer. The Algorithmic Beauty of Plants – New York: Springer-Verlag, 1990– 13 с.
8. Прохоров А. М. Аттрактор [Электронный ресурс] – Физическая энциклопедия, 1988. – Режим доступа: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_physics/4825/СТРАННЫЙ](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/4825/СТРАННЫЙ)
9. Jinny Beyer. Tessellation [Электронный ресурс] –Designing Tessellations: The Secrets of Interlocking Patterns, 2013. – Режим доступа: <http://en.wikipedia.org/wiki/Tessellation>
10. Jirousek, Charlotte. Pattern [Электронный ресурс] – Art, Design, and Visual Thinking, 1995. – Режим доступа: <http://char.txa.cornell.edu/language/element/pattern/pattern.htm>
11. Потурнак С.А., Кузнецов А. В. Тригонометрические функции [Электронный ресурс] – Большой Энциклопедический словарь, 2000. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc3p/297102>
12. Мартин Тамке. Новые технологии и рождение формы / Мартин Тамке // – М.: Изд-во Проект Россия 44. 2007. –С. 187