

применяемых к существующим панельным зданиям, а именно, производство капитального ремонта: с выполнением технологического ремонта, производением окраски поверхности стенового покрытия согласно архитектурно-художественным факторам, с реконструкцией конструкций балконов, и с возможным изменением конструкции крыши – возведением мансард;

• внедрять новые конструктивные решения по эффективным технологиям строительства возведения массовой индустриальной архитектуры жилья.

Пользуясь новыми эффективными технологиями строительства архитектор может изменять стандартные модульные привязки, ограниченные типовым строительством, развивать индивидуальные объемно-планировочные решения свободного очертания, преобразовывать решение городского силуэта жилых кварталов, применяя архитектурно-композиционные и архитектурно-художественные средства выразительности, создавая новую эстетически выразительную среду индустриальной жилой архитектуры, оказывающей гармоничное влияние на экологию пространства для человека и общества.

#### Список литературы

1. Соколов С. И. Психологические аспекты восприятия города // Художественное восприятие. Л., 1971.
2. Матусевич Н. З. и др. Ориентиры многообразия. Л., 1976.
3. Иконников А. В. Художественный язык архитектуры. М. : Искусство, 1985. 175 с., ил.
4. Рубаненко Б. Р., Киселевич Л. Н., Бранденбург Б. Ю. и др. Эстетика массового индустриального жилища. М. : Стройиздат, 1984. 208 с., ил.
5. Строительство панельных домов. Какое будущее у панельного строительства?.. URL: [http://www.realtypress.ru/article/article\\_11584.html](http://www.realtypress.ru/article/article_11584.html) (дата обращения: 02.10.2016).

УДК 72

## О ФРАКТАЛЬНЫХ МОДЕЛЯХ В АРХИТЕКТУРЕ г. АСТРАХАНИ

*С. А. Раздрина*

*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет (Россия)*

Фрактальные алгоритмы в природе и творчестве человека открыл Бенуа Мандельброт. Использование фрактальных образов в архитектуре началось лишь в конце XX в., с появлением книг Мандельброта. В статье рассмотрены некоторые здания города Астрахани в сопоставлении с фрактальными моделями. В качестве прототипов использованы такие графические фракталы, как: 1) элементы самоподобия выявлены на фасадах жилых домов астраханских купцов; 2) алгоритм Серпинского, или «салфетка» Серпинского – является прообразом культовых сооружений, вытянутых по вертикали; 3) спиральный алгоритм – широко используется в неживой и живой природе, декор в виде раскручивающихся спиралей воплощен в главах храма Федоровской иконы Божь-

ей матери; 4) «губка» Менгера – прототипом являются прямоугольные панельные здания и параллелепипеды внутренних помещений. Архитектурные формы более регулярны, чем природные, и сочетают малое количество повторов.

**Ключевые слова:** *фрактальность, формообразование, «салфетка» Серпинского, самоподобие, архитектурные формы, спиральный алгоритм, протофракталы, фрактальная модель, повторы, «губка» Менгера.*

Fractal algorithms in nature and human creativity was opened by Benoit Mandelbrot. The Use of fractal images in architecture began only in the late XX century, with the advent of Mandelbrot's books. The article considers some of the buildings of the city of Astrakhan in comparison with fractal models. As prototypes, used such graphic fractals as: 1) the elements of self-similarity identified on the facades of residential buildings in Astrakhan merchants; 2) algorithm for the Sierpinski or "napkin" Sierpinski – is a type of cult constructions, elongated vertically; 3) spiral algorithm – widely used in non-living and living nature, the decor in the form of unwinding spirals embodied in the heads of the Church of the Fedorov mother of God icon; 4) "sponge" Menger – prototype are rectangular prefabricated buildings and parallelepipeds of the interior. Architectural forms are more regular than natural and combine a small number of iterations.

**Keywords:** *fractality, shaping, "napkin" Sierpinski, self-similarity, architectural forms, algorithm, protractile, fractal model, repeat, "sponge" of Menger.*

Астрахань является историческим городом, основанным в 1558 г. после присоединения Астраханского ханства к Русскому государству. Наиболее ценные постройки (выполненные в XVI и XIX вв.) с точки зрения истории и архитектуры находятся в Кремле и в Белом городе [5]. В городе насчитываются десятки памятников истории и архитектуры, по которым можно определить их фрактальные алгоритмы, на основе которых они сооружались.

Цель статьи – анализ архитектурного формообразования на фасадах архитектурных сооружений города Астрахани.

Фрактальные алгоритмы (правила построения) в природе и творчестве человека открыл Бенуа Мандельброт (B. Mandelbrot). Одна из важнейших характеристик фрактала – это масштабная вариативность [4]. После появления книг Мандельброта о фрактальном формообразовании к концу XX в. использование фрактальных прототипов в архитектурном проектировании становится более осознанным.

Рассмотрим некоторые графические фракталы в качестве прототипов архитектурных фасадов:

1. Применение повторяющихся в разном масштабе самоподобных форм, широко распространено в архитектуре. Произведения архитектуры включают в себя многие масштабы длины и элементы самоподобия: подобие частей и целого, подчиненность отдельных элементов целому. Архитектурные фрактальные структуры более упорядочены, чем природные. Фрактальность многих архитектурных форм лежит буквально на поверхности (как правило, на фасаде) [3]. Примеров являются фасады купеческих

домов г. Астрахани – дом купца М. А. Шелехова 1884 г. (рис. 1) и дом купца А. И. Губина 1902 г. (рис. 2).

Дом купца М. А. Шелехова – двухэтажный каменный особняк, построенный в 1880 году по проекту неизвестного архитектора, под ренессансную виллу, дом отличается ярко выраженной асимметричной формой. В левой части здания возвышается смотровая башня квадратного плана. На фасаде хорошо видны элементы самоподобия – это арочные окна на первом и втором этажах, арочный проем для двери, а также аркада на смотровой башне. Также на фасаде можно выявить треугольный мезонин и треугольный фронтон над входной дверью.

Дом купца А. И. Губина – это кирпичный трехэтажный дом с мансардой и подвалом. Фасад симметричен. Пространственная композиция особняка построена на сочетании прямоугольных объемов при симметричной организации фасадов. Элементами самоподобия могут быть пологие арочные окна, а также орнамент на чугунных воротах, которые выполнены в стиле барокко. Их рисунок составляется букетами роз, листьями аканта, лентами и веревочным орнаментом.



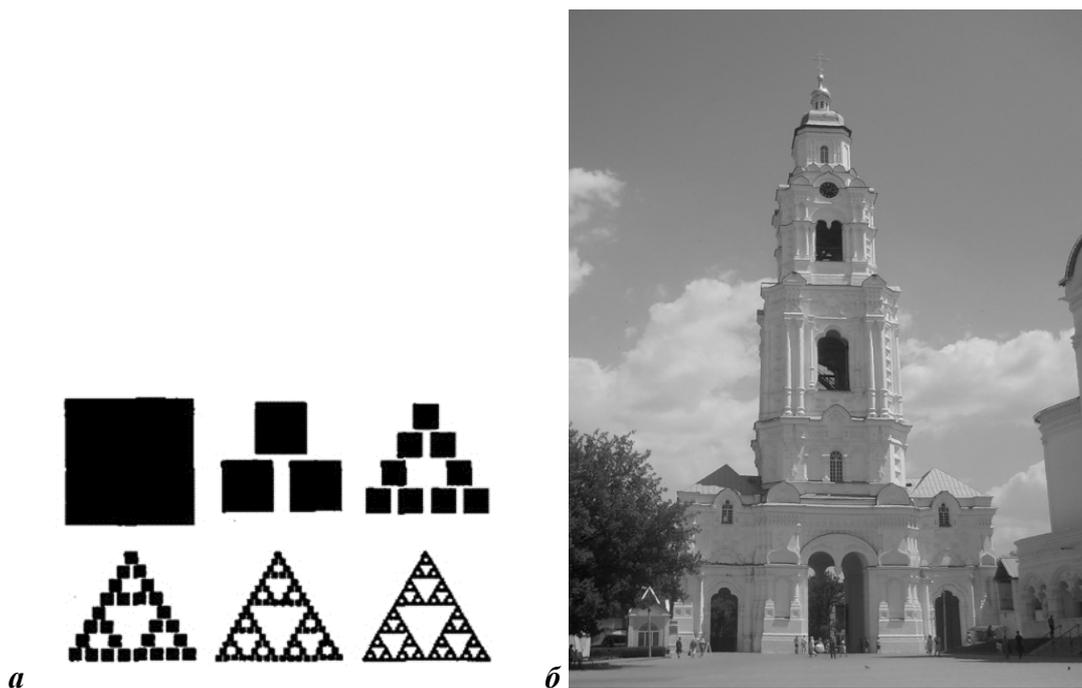
*Рис. 1. Дом купца М. А. Шелехова*



*Рис. 2. Дом купца А. И. Губина: общий вид и входные чугунные ворота*

2. Алгоритм Серпинского («салфетка» Серпинского, построенная из квадратов) является прообразом культовых сооружений, вытянутых по вертикали, храмовые и крепостные башни, колокольни (рис. 3). Безусловно, бесконечные повторы какой-либо структуры в архитектуре невозможны, реальная архитектура обычно содержит немногие повторы, поэтому фрактальные модели, имитирующие архитектурные сооружения, – это прототипы (фрактальные структуры с немногими повторами). В архитектуре, редко встречаются точные повторы, обычно вариации тем и образов. Расположение и размеры куполов многоглавых церквей, сводятся к простому алгоритму варианта «салфетки» Серпинского (рис. 4в) [3]. Фрактальные черты церковного многоглавия могут быть рассмотрены на примере православных храмов (рис. 4а, б).

3. Существует еще один фрактальный алгоритм – спиральный, распространенный в живой природе (раковины моллюсков, завитки побегов растений), а также в архитектуре и дизайне (рис. 6а, б, в). Спиральный декор в виде параллельных либо раскручивающихся и пересекающихся спиралей воплощен в главах храма Федоровской иконы Божьей матери (рис. 6г).



*Рис. 3: а) «салфетка» Серпинского; б) соборная колокольня с Пречистенскими воротами Астраханского кремля*



Рис. 4: а) Иоанно-Предтеченский монастырь; б) храм Рождества Пресвятой Богородицы в с. Никольское Енотаевского района Астраханской области; в) вариант «салфетки» Серпинского

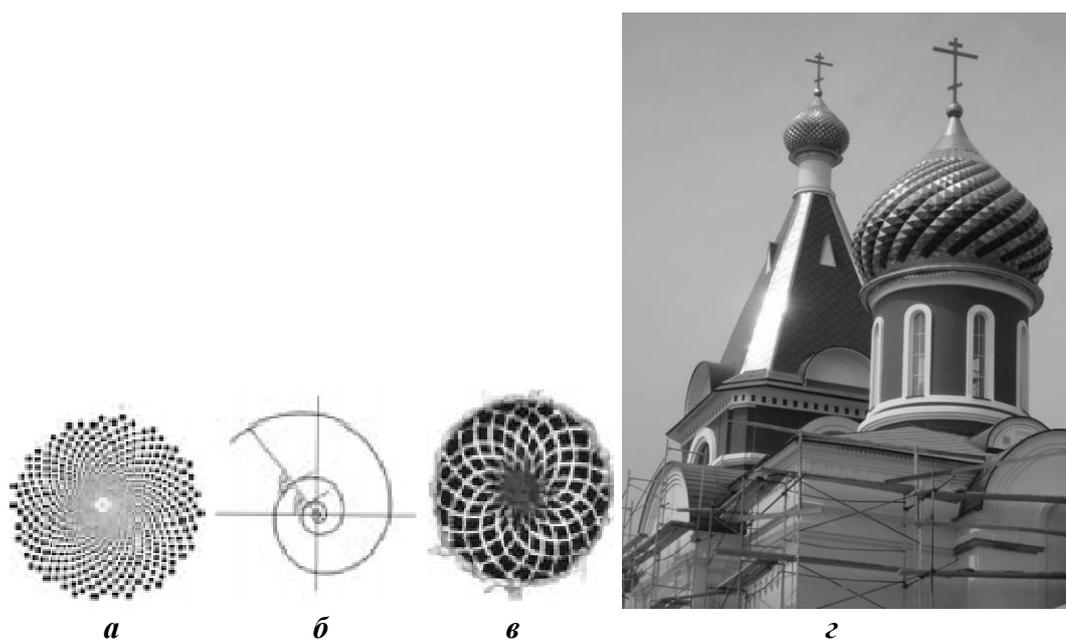


Рис. 6: а) компьютерная модель филлотаксиса; б) логарифмическая спираль; в) филлотаксис подсолнечника; з) храм Федоровской иконы Божьей матери

4. Самой простой трехмерной фрактальной моделью является «губка» Менгера (рис. 7а, б). Прямоугольники окон аналогичны прямоугольному зданию, а параллелепипеды внутренних помещений – всему объему здания. Обычный панельный дом построен не в точности по этому алгоритму, однако фрактальные элементы могут повторяться в разном масштабе, могут быть деформированы, либо изменены. Фрактальное здание может быть построено из брусков-параллелепипедов (и включать пустоты-параллелепипеды), которые можно сдвигать, поворачивать, сжимать: допускается сжатие, повороты, преобразования исходной формы (рис. 7в) [3].



Рис. 7. Трехмерная модель «губки» Менгера: а) внешний вид; б) структура внутреннего пространства; в) панельные дома по ул. Зеленой, г. Астрахань

В заключение можно сказать, что для разных типов архитектурных сооружений, возможно, найти фрактальный прототип, двумерный или трехмерный, и выявить его фрактальный алгоритм. Такие модельные фракталы, как «салфетка» Серпинского, «губка» Менгера, могут послужить моделями для архитектурных сооружений.

#### Список литературы

1. Волошинов А. В. Об эстетике фракталов и фрактальности искусства // Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве. М. : Прогресс-Традиция, 2002. С. 213–246.
2. Грубе Г.-Ф., Кучмар А. Путеводитель по архитектурным формам. М. : Стройиздат, 1995. 216 с.
3. Исаева В. В., Касьянов Н. В. Фрактальность природных и архитектурных форм // Вестник ДВО РАН. 2006. № 5.
4. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М. : Ин-т компьютерных исследований, 2002. 856 с.
5. Музафарова С. А. Необходимость реставрации памятников архитектуры в Астрахани // Диверсификация российских архитектурных школ в условиях внедрения государственных образовательных стандартов третьего поколения. Воронеж, 2010. 236 с.
6. Смолина Н. И. Традиции симметрии в архитектуре. М. : Стройиздат, 1990. 344 с.