

УДК 004.5

## ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФРАКТАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СЕРПИНСКОГО

© Сагдатуллин А. М.

e-mail: saturn-s5@mail.ru

*Казанский национальный исследовательский технический университет  
имени А.Н. Туполева – КАИ, Лениногорский филиал (ЛФ КНИТУ – КАИ), г. Лениногорск,  
Российская Федерация*

Фрактал представляет из себя кривую или геометрическую фигуру, построенную на циклически-рекурсивной схеме, включающих аналоги уменьшенного размера. Математик Вацлав Серпинский в начале 20-го века предложил аналог множества Кантора на двумерном пространстве, треугольником Серпинского, представленный на рис. 1.

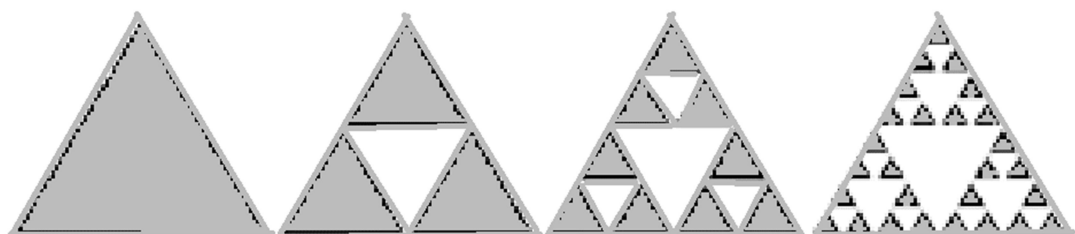


Рис. 1. Построение треугольника Серпинского

Построение треугольника можно реализовать алгоритмом:

1. Отмечаются задающие точки по сторонам треугольника. Данные точки должны делить стороны пополам.
2. Объединяем полученные точки
3. После объединения образуется четыре треугольника с центральным треугольником в центре.
3. Точки центрального треугольника удаляются, оставляя при этом множество из оставшихся трех треугольников при углах.
4. Первые две операции повторяются в цикле.

Размеры треугольника можно задавать напрямую в виде координат следующим алгоритмом.

```
dots = [[-x, -y],
        [0, x],
        [x,-y]]
```

Функция, принимающая на вход две точки и вычисляющую середину отрезков назовем медианой:

```
def median(dot_1, dot_2):
    return ( (dot_1 [0]+ dot_2 [0]) / 2, (dot_1 [1] + dot_2 [1]) / 2)
```

Особенности треугольника-фрактала Серпинского:

- коэффициент подобия  $-1/2$ ;

- дополнение (разность двух множеств – остаются все элементы первого множества, не входящие во второе множество);
- размерность Лебега  $\dim X$  равна нулю;
- размерность Хаусдорфа (определение размерности подмножества в метрическом пространстве) равна  $\ln 3 / \ln 2 = 1.585$

На рис. 2 показан пример работы программного комплекса по построению треугольника Серпинского.

[1]  
[1, 1]  
[1, 2, 1]  
[1, 3, 3, 1]  
[1, 4, 6, 4, 1]  
[1, 5, 10, 10, 5, 1]

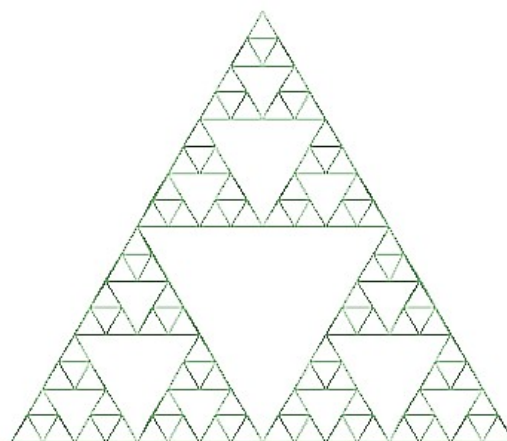


Рис. 2. Пример работы программного комплекса по построению треугольника Серпинского

Таким образом, изучены особенности моделирования фрактальной системы на примере реализации программного комплекса по построению треугольника Серпинского. Отметим, что треугольник Паскаля показывает аналогичную картину треугольнику Серпинского. Треугольник Паскаля состоит из биномиальных коэффициентов, реализованных в форме треугольника, вершины – единичные коэффициенты. Каждое последующее число представляет собой сумму двух вышерасположенных значений.

### Библиографический список

1. Sierpiński Sieve [Электронный ресурс]. URL: <http://mathworld.wolfram.com/SierpinskiSieve.html> (дата обращения: 10.09.2018).
2. Треугольник Серпинского [Электронный ресурс]. URL: [httpsru.wikipedia.org/wiki/Треугольник\\_Серпинского](httpsru.wikipedia.org/wiki/Треугольник_Серпинского) (дата обращения: 10.09.2018).
3. Сагдатуллин А.М. Идентификация процесса транспорта нефти первой ступени сепарации на основе дискретного преобразования Лапласа и разработки линейной авторегрессионной модели // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2018. № 4. С. 203–207.
4. Сагдатуллин А.М. Особенности функционирования и разработки информационной системы реального времени для управления технологическим процессом нефтеподготовки // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2018. № 4. С. 208–212.
5. Sagdatullin A.M. New principles and mechanisms development of scientific-educational systems in the conditions of integration of science, education, manufacturing and business / A.M. Sagdatullin – Kazan: Publishing House of Kazan University, 2018. – 116 p.
6. Sagdatullin A.M. Development of a practice-oriented and system-integrative approach to learning programming in high-level languages assisting to improve the quality of educational processes / A.M. Sagdatullin. – Kazan: Publishing House of Kazan University, 2018. – 256 p.