

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ФРАКТАЛЬНЫХ АНТЕНН ОСНОВАННЫХ НА КРИВОЙ КОХА И РЕШЕТО СЕРПИНСКОГО

*В этой работе были изучены проектирования фрактальных антенн, основанных на Кривой Коха и решето Серпинского.*

*Ключевые слова: антенна, волны, радиосвязь, спутниковая связь, фрактальная антенна.*

## DESIGN AND ANALYSIS OF FRACTAL ANTENNA BASED ON THE KOCH CURVE AND SIERPINSKIY SIEVE

*In this work we were studied the design of fractal antennas, based on the Koch curve and Sierpinskiy sieve.*

*Keywords: antenna, waves, radio, satellite communications, the fractal antenna.*

Проекты моделируются, используя программное обеспечение MmanaGal. Антенна разрабатывается в плоскости XZ с частотой равной 431 МГц и 435 МГц, и результаты анализируются, рассматривая четыре параметра антенны; VSWR, отражательный коэффициент, усиление и резонансная частота. Результаты моделирования показывают, что Кривой Коха и решето Серпинского два раза показывает многополосное. Также кривая Коха, который был применен к структуре антенны показывает уменьшение длины волны элементов. Численные результаты показывают, что разработанная антенна на основе Кривой Коха является подходящей для приложений беспроводной связи.

Сегодняшняя радиосвязь, спутниковая связь и усовершенствованные военные системы, требует антенн более высокой производительности, более высокого усиления, более широкой пропускной способности, многополосной поддержки, низкой цены и традиционно меньших размерностей антенн. Чтобы выполнить всех этих требований исследователи ищут более усовершенствованные виды антенн. Такой усовершенствованной антенной является фрактальная антенна. Понятие фрактальной антенны пришло из фракталов, существующих в природе [1,4]. Фрактальные антенны разрабатываются, используя фрактальные конфигурации, которые показывают свойства самоподобия и сложность в их структуре.

В.В. Мандельброт описал семейство сложных форм, которые обладают свойственным самоподобием их геометрической структуре[1]. Исходная идея разработки фрактальной геометрии пришла в значительной степени из всестороннего исследования существующих в природе образцов самоподобных систем.

Свойства самоподобия используются во фрактальной разработке антенны для того, чтобы достигнуть широкополосности и многополосности антенн.

Фрактальный подход использовался в качестве метода сжатия размера для всех типов антенн, таких как диполь, циклы, патчи и так далее. Поскольку фрактальная геометрия позволяет комбинировать антенны различных частот, избегающих интерференции, разрешая нам разработать многодиапазонные и широкополосные[1].

В настоящее время в результате многочисленных экспериментов установлено, что фрактальные антенны позволяют получить практически тот же коэффициент усиления, что и обычные, при меньших габаритных размерах. Например, на рис 1 показаны относительные высоты нескольких итераций фрактала Кох для одной и той же резонансной частоты[1]. Эффект миниатюризации антенн наиболее существенно проявляются лишь для нескольких

первых итераций фрактала (обычно 5-6), асимптотически приближаясь к некоторому пределу.

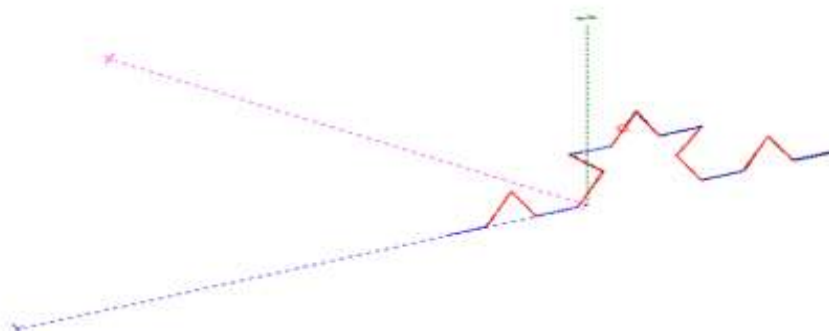


Рис. 1. Различные итеративные этапы Кривой Коха

Кривая Коха как показано в рис. 1 сгенерирована, заменяя средний третий раздел прямого провода с изогнутым разделом провода треугольной формы, которая покрывает исходный средний третий раздел. Получающаяся структура тогда растет в длине  $4/3$  раза. Решето Серпинского называют в честь математика Серпинского. В 1916 году он описал свойства этой фрактальной антенны [6]. Проект получается, вычитая центральную часть основного треугольника с инвертированным треугольником. После вычитания три равных треугольника остаются на структуре, каждый являющийся половиной размера исходного. Выполняя итерации той же самой процедуры вычитания на остающемся бесконечном числе треугольников времен, идеальный фрактал решето Серпинского получается. Рис. 2 показывает различные итеративные этапы проекта решета Серпинского.

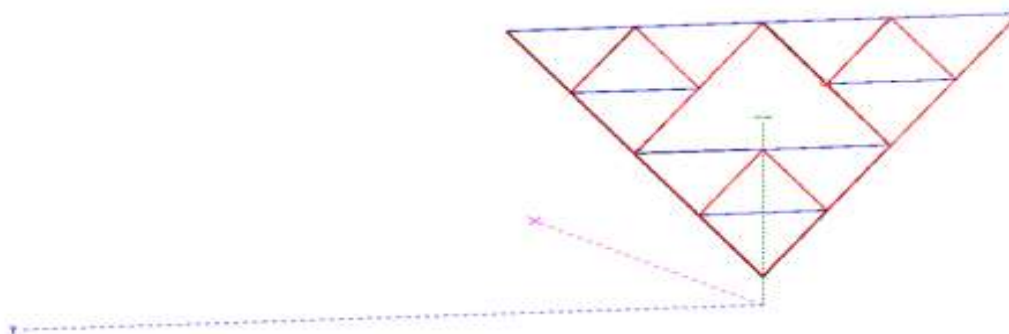


Рис. 2. Различные итеративные этапы решето Серпинского

К рассмотренному Кривому Коху сравнительно узкополосному фрактальному конструкции следует остановиться на еще одном типе антенн, в которых самоподобие геометрии приводит к ярко выраженным широкодиапазонным свойствам. Характерным примером в этом ряду является решето Серпинского[2-4], на котором впервые были изучены многодиапазонные свойства фрактальных антенн (рис 2).

В настоящее время фрактальные антенны находятся все еще на их ранних стадиях разработки. В 1988 году первая фрактальная антенна была создана доктором Натаном Коэном. Известно, что размер антенны и операционная длина волны связана так, если размер антенны делается намного меньшим, чем операционная длина волны или меньше чем одна четверть операционной длины волны ( $\lambda/4$ ), это становится очень неэффективным. В последние годы много переносимых коммуникационных систем использующие простой монополю с соответствующей схемой. Однако, если монополю был очень короток по сравнению с длиной волны, уменьшениями сопротивления излучения, сохраненными реактивными энергетическими увеличениями, и соответственно эффективность излучения уменьшится. В результате соответствующая схема может стать довольно сложной. Соответственно они

приводят к большому значению добротности 'Q', то есть очень узкому пропускному способностью. Таким образом, потребовался новый подход к фрактальным антеннам. Есть множество подходов, которые были разработаны за эти годы, который может быть использован, чтобы достигнуть этих целей. С недавних пор возможность разработки фрактальных антенн, основанная на свойства фракталов привлекла большое внимание.

Поэтому в настоящей статье нами также разрабатывается фрактальная антенна с использованием треугольные конфигурации фрактала Кривой Коха и Серпинского. Были изучены два проекта фрактальных антенн, основанные на вышеуказанные фрактальные конфигурации.

Для проектирования фрактальных антенн, использовали программное обеспечение MmanaGal. Численные результаты показывают, что антенны сконструированные с использованием кривой Коха обладает многополосным характером, наряду с этим такая фрактальная антенна в структуре уменьшает длину элементов, делающих ее подходящей для маленьких беспроводных устройств и обладает следующими преимуществами и недостатками:

*Преимущества:*

- маленький размер, лучший входной импеданс;
- Широкополосная/многополосная поддержка (одна антенна может использоваться вместо многих);
- производительность последовательности по огромному частотному диапазону;
- Добавленная индуктивность и емкость без компонентов.

*Недостатки:*

- Производство немного усложняются;
- Более низкое усиление в некоторых случаях;
- Числовые ограничения;
- Производительность начинает уменьшаться после небольшой итерации.

#### **Литература:**

1. John Gianvittorio Fractal Antennas Design, Characterization, and applications/-University of California, Los Angeles.-2000.-109 p.
2. Yang X., Chiochetti J., Papadopoulos D. and Susman L. Fractal antenna Elements and Arrays//Applied Microwave Wireless.-May 1999.-p.34-46.
3. Kim Y. and Jaggard D.L. The Fractal Random Array.-Proc. of the IEEE, Sept.1986,v.74, №9, p/1278-1280.
4. Mandelbrot B.B.The Fractal Geometry of Nature.-San Francisco, Freeman.-1983.