

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ФРАКТАЛЬНОЙ АНТЕННЫ «КОВЕР» В СЕТЯХ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

А.С. Новак, аспирант
С.В. Сёмкин, д-р техн. наук

Владивостокский государственный университет
Владивосток, Россия

Аннотация. В настоящей работе представлены результаты моделирования фрактальной антенны «Ковер». Определены частотные диапазоны, размеры антенны, материалы для изготовления. После этого рассчитывались характеристики антенны с помощью специальных программ. В данной работе это пакет программного обеспечения, предназначенный для проектирования, анализа и оптимизации электромагнитных компонентов и систем CST Studio Suite. Проведен анализ характеристик антенны в выбранном диапазоне частот 5G.

Ключевые слова: фрактальная антенна, диапазон частот, коэффициент стоячей волны.

INVESTIGATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE FRACTAL ANTENNA "CARPET" IN WIRELESS DATA TRANSMISSION NETWORKS

Abstract. This paper presents the results of modeling the fractal antenna "Carpet". Frequency ranges, antenna sizes, and materials for manufacturing are determined. After that, the antenna characteristics were calculated using special programs. In this paper, it is a software package designed for the design, analysis and optimization of electromagnetic components and CST Studio Suite systems. The analysis of the antenna characteristics in the selected 5G frequency range was carried out.

Keywords: fractal antenna, frequency range, standing wave coefficient.

Для того чтобы удовлетворить спрос на быстрое развитие коммуникационных технологий, требуются антенны с высоким коэффициентом усиления, широкой полосой пропускания, небольшим размером. Для достижения этих характеристик перспективными являются фрактальные антенны, которые будут рассмотрены в следующих разделах. В работе будут охвачены несколько частотных диапазонов, а именно частотные диапазоны сетей 5G и Wi-Fi 6 (от 2,4 ГГц до 6 ГГц и от 6 ГГц до 29,5 ГГц).

Предлагаемая конструкция представляет собой комбинацию фрактальной антенны «Минковского» и модифицированного «ковер Серпинского». Подобная антенна была рассмотрена в работе [1-4]. Данная антенна рассчитывается путем представления одной стороны антенны как четвертьволнового вибратора.

В качестве диэлектрической подложки смоделированной патч-антенны используется материал FR4. Для проведения симуляции работы антенны необходимо определиться с видом подключения к порту. В данной антенне будет использоваться микрополосковая линия. Размеры линии рассчитывались как вручную, так и с помощью программы.

Длина антенны – 25 мм, ширина антенны – 25 мм, толщина антенны – 0,035 мм, материал антенны – медь, ширина линии питания составляет 2,5 мм, толщина линии питания – 0,035 мм, длина плоскости заземления – 40 мм, толщина плоскости заземления – 0,035 мм, ширина плоскости заземления – 40 мм, длина подложки (диэлектрик FR4) – 40 мм, ширина диэлектрика FR4 – 40 мм, толщина диэлектрика FR4 – 1,6 мм, смещение центра фрактала – 0, наклон – 0°. Входное сопротивление – 50 Ом, тип поляризации – линейный, тангенс угла диэлектрических потерь (диэлектрик FR4) – 0,03, диэлектрическая проницаемость (диэлектрик FR4) – 5.

Результаты расчета приведены на рис. 1, значения параметров антенны – в табл. 1.

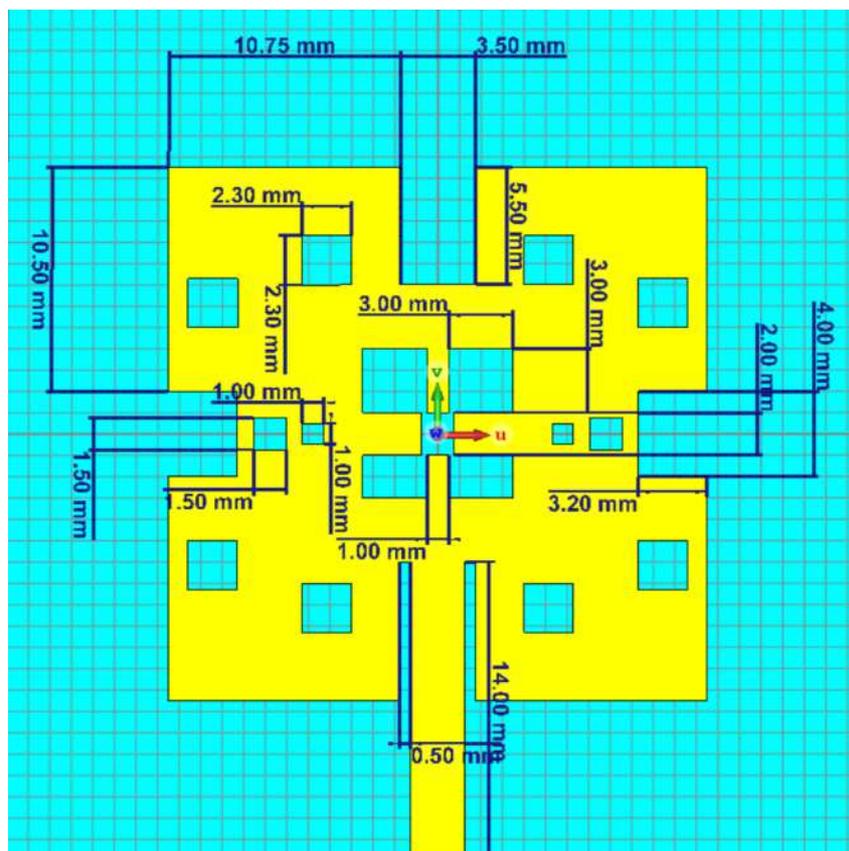


Рис. 1. Фрактальная антенна «Ковер»

Таблица 1

Значения параметров антенны «Ковер» в рассматриваемом диапазоне частот

Параметр/Частота (ГГц)	2,4	3,5	4,4	5	6	10	20	24,5	27	29,5
S (дБ)	-9,9	-8,1	-1	-4,5	-8,6	-6,2	-6,4	-8,4	-8,2	-15,9
КСВ	1,6	21,3	17	3,9	1,9	3	2,5	2	2,3	1,5
Эффективность (%)	17	6,5	7,4	27	29	37	51	61	60	55
Усиление (дБи)	5,3	6,2	5,4	3,8	3,8	10,2	9,2	11,1	9,8	8,7
Рабочие частоты (ГГц)	2,4-2,5; 4,8-5; 5,7-6					6-29,5				

Примечание. Области, где S-параметр приближен к -10 дБи, показывают резонансные частоты антенны. Так как фрактальные антенны достаточно широкополосные, хорошим результатом для них считается КСВ не больше 4-5.

Представленные ниже характеристики были получены для увеличенной в 2 раза антенны (моделирование результатов при представлении стороны антенны как полуволнового вибратора).

Длина антенны – 50 мм, ширина – 50 мм, толщина антенны – 0,035 мм, материал антенны – медь, ширина линии питания составляет 5 мм, толщина линии питания – 0,035 мм, длина плоскости заземления – 80 мм, толщина плоскости заземления – 0,035 мм, ширина плоскости заземления – 80 мм, длина подложки (диэлектрик FR4) – 80 мм. ширина диэлектрика FR4 – 80 мм, толщина диэлектрика FR4 – 1,6 мм, смещение центра фрактала – 0, наклон – 0°. Входное сопротивление – 50 Ом, тип поляризации – линейный, тангенс угла диэлектрических потерь (диэлектрик FR4) – 0,03, диэлектрическая проницаемость (диэлектрик FR4) – 5.

Результаты расчета приведены на рис. 2.

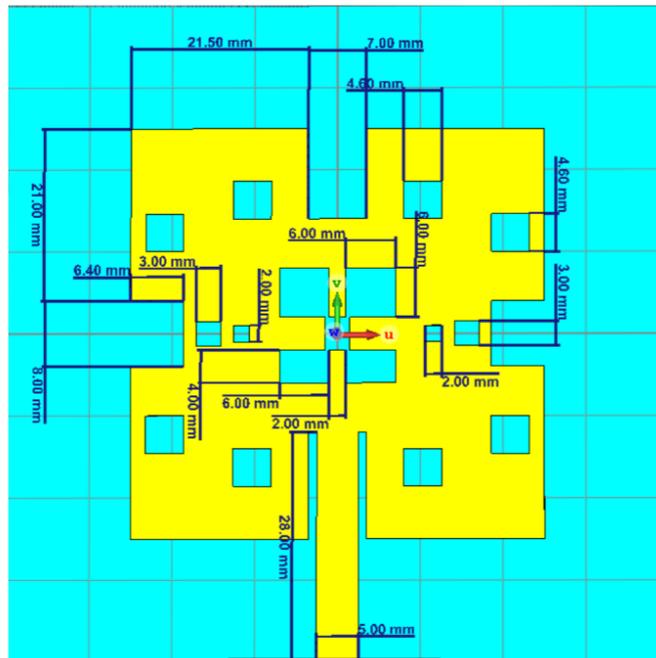


Рис. 2. Фрактальная антенна «Ковер 2»

Таблица 2

Значения параметров антенны «Ковер 2» в рассматриваемом диапазоне частот

Параметр/Частота (ГГц)	2,4	3,5	4,4	5	6	10	20	24,5	27	29,5
S (дБ)	-1,7	-3,5	-10	-1,1	-10	-6,2	-6,4	-8,6	-8	-15
КСВ	10,7	3,8	2	15,3	2	3	2,9	2,2	2,6	1,4
Эффективность (%)	5	22	61	1	16	38	51	62	61	55
Усиление (дБи)	5	5,6	7,3	6,6	10,4	10,2	9,2	11,1	9,8	8,7
Рабочие частоты (ГГц)	2,8-3,2; 3,9-4,3; 5,8-6					6-30				

Расчеты антенны «Ковер» показывают, что увеличение ее размера увеличивает и количество рабочих диапазонов, но со смещением в сторону высоких частот. Однако пиковые значения коэффициента стоячей волны антенны «Ковер» (в каждом опыте) в несколько раз превышают показатели современных антенн. Это объясняется увеличением потерь на отражение сигнала. Чем меньше потери, тем лучше согласование с фидерной линией и качество сигнала антенны. Кроме того, ни один из вариантов не позволяет обеспечить сбалансированные параметры антенны на всем рассматриваемом диапазоне частот.

1. Kunwar, A., Gautam, A. K., & Kanaujia, B. K. (2015). Triple-band antenna combining Minkowski and modified Sierpinski fractal geometry. 2015 IEEE Applied Electromagnetics Conference (AEMC)
2. V. V. Reddy and N. V. S. N. Sarma, "Triband circularly polarized koch fractal boundary microstrip antenna." IEEE Antenna and Wireless Propagation Letters., vol. 13, pp. 1057–1060, 2014
3. Dinesh V., Karunakar G. Analysis of microstrip rectangular carpet shaped fractal antenna // In Signal Processing And Communication Engineering Systems (SPACES). 2015
4. Raval Bhargavi T., Pratima R. Pimpalgaonkar, Mukesh R. Chaurasia, Trushit Upadhyaya. Review of Ultra-Wideband and Design Studies of Patch Antenna for Ultra-Wideband Communication.