РЕЦЕНЗИЯ

на диссертационную работу докторанта PhD Карибаева Бейбита Абдирбековича на тему: **«Электродинамические характеристики анизотропных фрактальных антенн»**, представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации».

1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами

Диссертационная работа Карибаева Б.А. посвящена экспериментальному и теоретическому исследованию свойств проволочных фрактальных антенн.

Важным элементом любых приемо-передающих беспроводных устройств являются антенны, от типа и конструкций которых сильно зависит качество передачи и приема информации. В настоящее время мобильные устройства и другие приемо-передатчики, предназначенные для различных технологий беспроводной связи, требуют использования широкополосных, многодиапазонных и малогабаритных антенн. Расширение полосы частот обусловлено современными тенденциями в развитии радиолокации, телекоммуникаций, радиотехники с целью повышения скорости передачи информации, повышения уровня помехозащищенности и емкости радиосистем, а также защищенности передаваемой информации.

Применение новых методов в радиофизике на основе математического аппарата дробных операторов, а так же понятия фрактала позволило расширить класс широкополосных радиосистем за счет скейлинговых эффектов таких фрактальных структур. Радиофизические направления, связанные с применением теории дробной размерности, эффектов скейлинга открывают новые пути совершенствования действующих радиосистем и обеспечивают переход к принципиально новым фрактальным радиосистемам.

В последнее время особое внимание уделяется фрактальным антеннам в области радиотехники и телекоммуникаций. Прежде всего, это связано с тем, что антенны на основе геометрических фракталов обладают весьма интересными свойствами в области многодиапазонности. Самоподобность фрактальной структуры позволяет таким антеннам резонировать на несколько частотных диапазонах, а исполненные в виде патч (полосковых) имеют сверхширокую полосу пропускания. Исследователи и разработчики в области антенно-фидерных устройств рассматривают фрактальную геометрию, как одним из технических решением проблемы миниатюризации при создании малогабаритных устройств беспроводных связи. В результате многочисленных экспериментов и моделирования установлено, что антенны с фрактальными формами позволяют получить практически те же электрические и радиофизические характеристики, что и традиционные, но

при намного меньших размерах. Поэтому исследования в этой области являются особенно актуальными.

2. Научные результаты в рамках требований к диссертации (пп. 127, от 31.03.11 г., «Правил присуждения ученых степеней»)

Диссертационная работа Карибаева Б.А. состоит из четырех глав, введения и заключения. Итогам работы по теме диссертации является ряд новых и вполне достоверных научных результатов.

– Предложен новый вид геометрического фрактала ZhF для конструирования антенн, получено его аналитическое уравнение с помощью ступенчатые функции Хэвисайда, которое описывает все уровни предфракталов. Данное оптимизированное выражение используется для программирования топологии.

– В программной среде HFSS (High Frequency Structural Simulator) методом конечного элемента выполнены электродинамические расчеты в диапазоне 0,1÷2,7 ГГц, определены резонансные частоты, диаграммы направленности и их параметры, коэффициенты стоящих волн по напряжению рассмотренных фрактальных антенн (ZhF – антенна на базе фрактал Жанабаева, KF – фрактал Коха, MF – фрактал Минковского). Описаны отношения резонансных частот проволочных фрактальных антенн с предфракталами n+1 и n с помощью теоретической модели, учитывающие закономерности фрактальной геометрии и сопоставлены с результатами физического эксперимента.

– Выявлены режимы поперечного (нормального) и осевого излучения диаграмм направленности проволочных фрактальных антенн в первых двух резонансных частотах.

– Экспериментально сопоставлены средние значения принятых мощностей фрактальных антенн на резонансных частотах при одинаковых условиях.

– Показаны преимущества предложенной анизотропной фрактальной антенны по показателям электрических параметров (КСВН, импеданс) и параметров диаграммы направленности (ширина основного лепестка, теоретические нормированные амплитудные характеристики) по сравнению с антеннами имеющие изотопные, треугольные структуры предфрактала и направления деформации множества.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации

Достоверность научных положений, выносимых на защиту, выводов и заключения соискателя не вызывает сомнения. Диссертантом использовались известные физические модели и математические методы при получении результатов диссертации и выводы, основанные на этих результатах, хорошо согласуются с экспериментальными данными и результатами компьютерного моделирования, такими как методы конечных элементов. Результаты

исследований прошли рецензирование в высокорейтинговых международных научных журналах и журналах из перечня ККСОН МОН РК, были представлены и доложены на многих престижных международных, зарубежных конференциях.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), вывода соискателя, сформулированных в диссертации

Научная новизна результатов диссертации Карибаева Б.А. не вызывает сомнения и заключается в следующем:

– анизотропный геометрический фрактал ZhF и его предфракталы, имеющие локальную фрактальную размерность аналитически описываются через ступенчатые функции Хэвисайда;

– резонансные частоты проволочных фрактальных антенн (ZhF, MF, KF), полученные теоретически для n+1, n предфракталов и измеренные экспериментально соответствуют в пределах погрешности не более 3-5%;

– проволочные фрактальные антенны являются узкополосными с повышенной шириной диаграмм направленности. Ширина ДН антенны ZhF превышает ширину антенна на MF, KF не менее, чем в 1,5 раза;

– среднее значение принятой мощности радиоволн на резонансных частотах ZhF антенны в перпендикулярном и параллельном режимах приема сигнала больше на 10-15%, чем для MF и KF антенн при одинаковых регулярных длинах и расстояниях до излучателя.

5. Практическая и теоретическая значимость полученных результатов

Полученные диссертантом научные результаты имеют следующую практическую и теоретическую значимость:

– обоснованная эффективность и универсальность антенн на фрактале ZhF позволяют их применить в средствах устройств беспроводной связи, радиолокации, радионавигации, а также в спутниках малого и среднего размера;

– результаты созданной модели проволочных фрактальных антенн могут служить для более глубокого дальнейшего детального изучения, исследования, так как общая теория фрактальных антенн на данный момент в мире практически не развита. Это объясняется трудностью теоретических решений уравнений Максвелла для фрактальных токов и практическим отсутствием соответствующих теоретических разработок и результатов.

– предложенная модель предоставляет возможность учитывать основные закономерности фрактальной геометрии. Установленные в данной работе теоретические и экспериментальные закономерности имеют прикладное значение для совершенствования антенной техники;

– результаты исследования, а также использованные и созданные программно-аппаратные комплексы для получения излучательных свойств рассматриваемых антенн в ходе работы, ключевые моменты 3D моделирования в среде программных пакетов и полученные результаты

могут быть в дальнейшем использованы в учебных процессах при подготовке специалистов в области антенно-фидерных устройств и в дальнейших научных исследованиях.

6. Замечания и предложения по диссертации

Отмечая положительные стороны диссертационной работы, вместе с тем необходимо указать следующие замечания:

1. В работе рассмотрены фрактальные антенны только проволочного вида, тогда как можно было бы рассмотреть и другие типы антенн, такие как полосковые, рефлекторные и апертурные.
2. В тексте диссертации имеются стилистические и грамматические ошибки.
3. Местами автором допускаются стилистические неточности и формулировки в изложении материала.

Указанные выше замечания не носят принципиального характера и не снижают научно-практической ценности диссертационной работы.

7. Соответствие содержания диссертации в рамках требований «Правил присуждения ученых степеней»

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Карибаева Бейбита Абдирбековича на тему: «Электродинамические характеристики анизотропных фрактальных антенн», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации», соответствует требованиям «Правил присуждения ученых степеней» ККСОН МОН РК, предъявляемым к работам такого рода как по содержанию, так и по объему, а соискатель Карибаев Б.А. заслуживает присуждения степени доктора философии по указанной специальности.

Рецензент,
PhD, проректор по научной и
международной деятельности
АО Международного
университета информационных
технологий

Дайнеко Е.А.

Подпись указанного лица удостоверяю