

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ
СОЮЗ МАШИНОСТРОИТЕЛЕЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ИННОВАЦИОННЫХ
И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

СТНО-2022

**V МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ**

Сборник трудов

Том 1

Рязань
Book Jet
2022

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ. РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА»

СЕКЦИЯ «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА»

УДК 621.396.67; ГРНТИ 47.45.29

ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ АНТЕНН ДЛЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ. АНИЗОТРОПНЫЙ ФРАКТАЛ ЖАНАБАЕВА

Н. Мейрамбекулы

*Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Республика Казахстан, Алматы, nurs.kaznu@gmail.com*

Аннотация. В работе рассматриваются опыт моделирования антенн для малых космических аппаратов стандарта CubeSat, на основе анизотропного фрактала Жанабаева (ZhF), в программной среде CST Microwave studio.

Ключевые слова: антенна, фрактал, УКВ, малые космические аппараты (МКА), CubeSat.

ANTENNA SIMULATION EXPERIENCE FOR SMALL SPACECRAFTS. ANISOTROPIC FRACTAL OF ZHANABAEV

N. Meirambekuly

*Al-Farabi Kazakh National university,
Republic of Kazakhstan, Almaty, nurs.kaznu@gmail.com*

The summary. The paper discusses the experience of modeling antennas for small spacecrafts of the CubeSat standard, based on the anisotropic fractal of Zhanabaev (ZhF), in the CST Microwave studio software environment.

Keywords: antenna, fractal, UHF, small spacecraft (SSC), CubeSat.

Спутники формата CubeSat широко применяются в исполнении различных миссии, такие как космические исследования географических объектов, мониторинг чрезвычайных ситуаций и сельского хозяйства, наблюдение лесов и др. Базовый размер стандарта, называемый «1U», составляет 100 мм × 100 мм × 100 мм. Cubesat может состоять из 1.5, 2, 3, 6 или 12 кубов.

Проблема ограниченности размеров и энергетического бюджета МКА требует пересмотра решений в данной сфере. В МКА для передачи низкоскоростной информации (команды, телеметрия, цифровые данные и т.п.), нередко используются проволочные четвертьволновые монополи (или полуволновые диполи) [1]. Для УКВ диапазона четвертьволновая длина равняется 172 мм. Учитывая то что размер наноспутников 1U и 1.5U не превышают 100 и 150 мм соответственно, физический данную антенну трудно будет поместить в корпусе. В данном случае используются удлиняющие катушки согласования.

Использование фрактальной геометрии позволяет реализовать антенны в минимальных размерах с улучшением их характеристик. Существуют различные типы геометрии фрактальной антенны (кривые Коха, Серпинского, Минковского и др., а также их различные модификации).

В данной работе предложено модели антенн УКВ-диапазона для МКА на основе анизотропного фрактала Жанабаева (ZhF). Данная фрактальная геометрия была предложено профессором З.Ж. Жанабаевым [2]. Особенностью ZhF является то, что деформация элементов данной геометрии происходит только в одном направлении. То есть с увеличением номера иерархии n , «П»-образные части формируются только в одном направлении, а боковые звенья не деформируются (рис.1). Хаусдорфа размерность $D = \ln 5 / \ln 3 = 1.4649$.

Выбор данного фрактала обусловлено его структурой. При увеличении номера фрактальной иерархии n , геометрия ZhF, в отличие от других классических фрактальных геометрий, не терпит больших изменений. Данное свойство возможно лучше отразится на прием сигналов. В работе [3] изучены электродинамические характеристики проволочных диполь антенн на основе ZhF, отмечены особенности, показаны преимущества по сравнению с другими фрактальными антеннами.

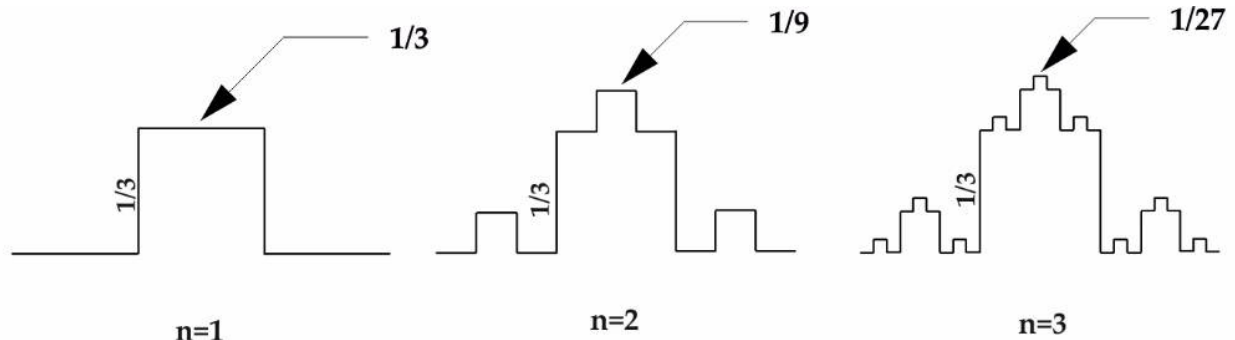


Рис. 1. Формирование фрактала Жанабаева

Моделирование антенн

В качестве излучателя использована трубка с диаметром 3 мм (внутренний диаметр 2 мм). Высота антенны 102 мм (рис. 2), фрактальная длина 170 мм для первой иерархии и 237,95 мм для второй иерархии ZhF.

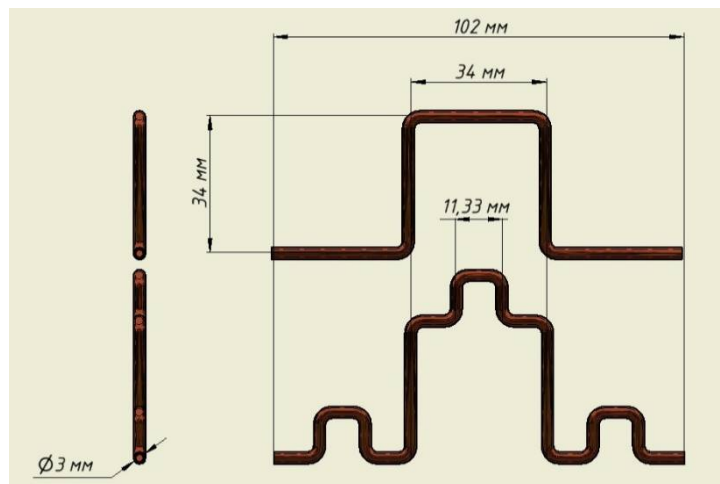


Рис. 2. Размеры проволочных антенн на основе ZhF

Антенная система состоит из четырех монополей, установленных, по углам, на пружинном механизме раскрытия (рис. 3). В собранном положении (рис. 3с) монополи крепятся к корпусу наноспутника. При раскрытии монополи устанавливаются под 45 градусов к плате антенны.

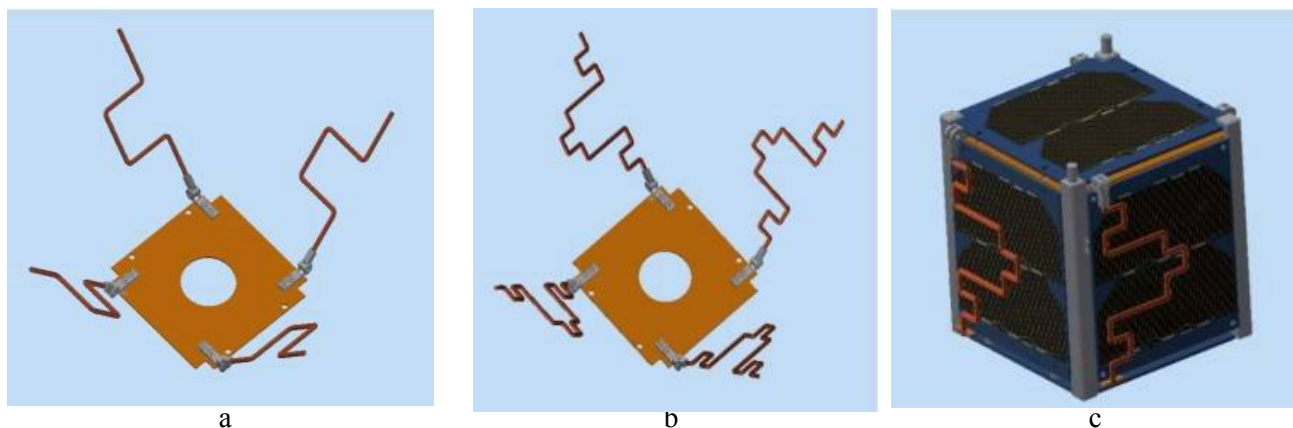


Рис. 3. Антенные системы на основе первой (а) и второй (б) иерархии ZhF и антенна, установленная на CubeSat (с).

Результаты

При исследовании антенн определены по две резонансных частот в диапазоне от 0 до 2 ГГц (рис. 4). Ширина полосы импеданса -10 dB антенны на основе первой иерархии ZhF ($n=1$) - 418-470 МГц, и 1190 – 1253 МГц. На частоте 433 МГц коэффициент обратных потерь -12 dB.

Для антенны на основе второй иерархии ZhF ($n=2$) - 387-420 МГц и 1080-1152 МГц.

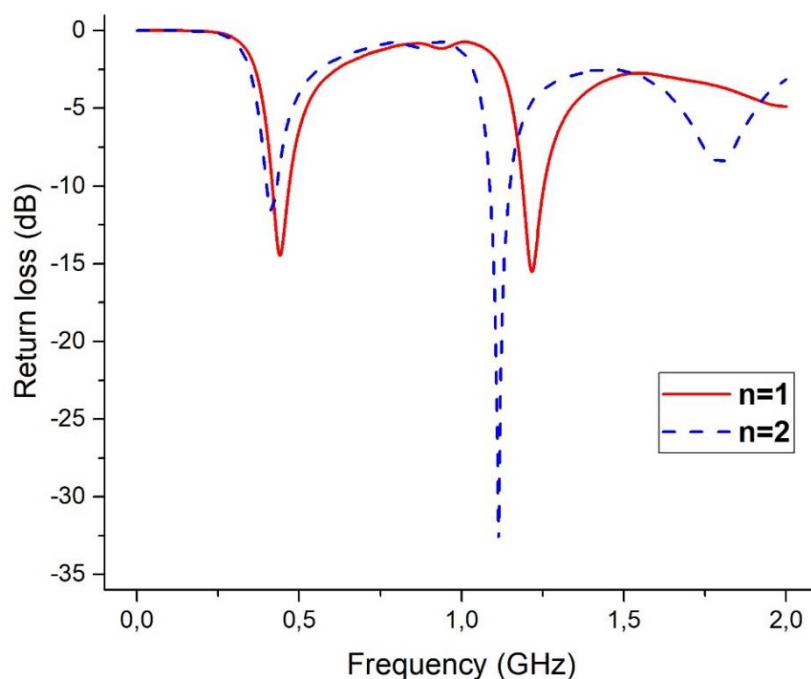


Рис. 4. Результаты моделирования S_{11} параметра антенн на базе ZhF

Резонансная частота антенны, основанная на первой иерархии ZhF, с высотой 102 мм, соответствует общей фрактальной длине излучателя 170 мм. При этом антенна, основанная на второй иерархии ZhF, имеет смещение резонансных частот сторону области низких частот.

Таким образом, анизотропный фрактал Жанабаева можно использовать в моделировании и производства антенных систем для МКА. Самым большим результатом данной ра-

боты является миниатюризация антенны. Удлинение антенны без использования специальных схем достигается с помощью сгиба антенны по фрактальной геометрии профессора Жанабаева.

Библиографический список

1. GomeSpace. 70 cm band Omnidirectional UHF CubeSat antenna / GomeSpace // [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://gomspace.com/UserFiles/Subsystems/datasheet/gs-ds-nanocom-ant430-41.pdf>. -Дата доступа: 2020.
2. Жанабаев З.Ж. Фрактальная модель турбулентности в струе / Жанабаев З.Ж. // Известия СО АН СССР, серия техн.-наук. – 1988. – Т.4, № 15. – С.57 – 60.
3. Zhanabaev, Z. Zh.; Karibayev, B. A.; Imanbayeva, A. K.; Namazbayev, T. A.; Akhtanov, S. N. Electrodynamic characteristics of wire dipole antennas based on fractal curves. //Journal of Engineering Science и Technology. 2019, 14, 305-320.

УДК 621.371; ГРНТИ 47.49

ВЛИЯНИЕ МОДЕЛЕЙ РАДИОВОЛНЫ НА ТОЧНОСТЬ ОЦЕНОК ПОЛОЖЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ

Ву Ба Хунг

*Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина,
Российская Федерация, Рязань, Klochkovk@mail.ru, ronando2441996@gmail.com*

Аннотация. В работе рассматриваются альтернативные модели радиоволны и алгоритмы оценивания координат движущихся объектов на малой дальности. Исследуется влияние моделей и условий приема на точность оценок положения движущихся объектов.

Ключевые слова: модели радиоволны, движущиеся объекты, оценки положения.

EFFECT OF RADIO WAVE MODELS ON ACCURACY OF MOVING OBJECTS LOCATION ESTIMATES

Vu Ba Hung

*Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin,
Russia, Ryazan, Klochkovk@mail.ru, ronando2441996@gmail.com*

The summary. Alternative models of radio waves and algorithms for estimating coordinates of moving objects at short range are considered in the work. Effect of radio wave models and reception conditions on accuracy of location estimates of moving objects is investigated.

Keywords: radio wave models, moving objects, location estimates.

Введение

В настоящее время актуальна тема разработки методов и алгоритмов измерения координат движущихся объектов на малой дальности в интересах безопасности дорожного движения и охраны частных территорий. Такими объектами являются дроны, автомобили, катера. Для их обнаружения с одинаковым успехом применяется радиоаппаратура с линейно-частотной или фазово-частотной модуляцией квазинепрерывных сигналов и применением антенных решеток (АР). Представляет научный интерес изучить влияние на точность измерения пространственного положения объектов при обработке принимаемых квазинепрерывных радиосигналов фазовым методом таких факторов, как используемая математическая модель фронта волны, расстояние между элементами АР и дальность до объекта.

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИЯ О IV МЕЖДУНАРОДНОМ ФОРУМЕ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ» СТНО-2021».....	3
МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ. РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА».....	5
Секция «РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА».....	5
Мейрамбекулы Н. Опыт моделирования антенн для малых космических аппаратов. Анизотропный фрактал Жанабаева.....	5
Ву Ба Хунг Влияние моделей радиоволны на точность оценок положения движущихся объектов.....	8
Потапов А.А. Эффекты субволновой фотоники (нанофотоники) в технологиях оптических 2D метаматериалов и новых топологических устройств обработки многомерных сигналов.....	17
Паршин В.С., Нгуен В.Д. Влияние паразитной амплитудной модуляции на измерение малых расстояний ЧМ дальномером.....	27
Чайко Е.В., Васильев И.В., Проценко В.А., Никитин В.В. Пакет программ GNURadio - инструмент для знакомства школьников с радиотехникой.....	32
Самойлов В.С. Особенности распространения радиоволн на радиолиниях космический аппарат – земная станция.....	37
Таланов Я.Д. Электродинамический расчёт бесконечной фазированной антенной решётки комбинированным методом.....	42
Сычев А.С. Методы комплексирования изображений на основе кратномасштабного разложения.....	48
Лобков С.А. Исследование погрешности оценивания направления прихода радиоизлучения методами нелинейного спектрального анализа.....	54
Кожухметова Б.А., Жетписбаева Г.Т., Қойшыбай С.С. Возможности применения фрактальных антенных решеток в системах радиосвязи.....	58
Сиников Д.С. Эффективность пространственного алгоритма защиты от активных шумовых помех при нестационарной помеховой обстановке.....	61
Серебрякова Е.А. Исследование эффективности алгоритмов сверхразрешения.....	65