

ОТЗЫВ

на диссертацию Нгуен Куок Зуй на тему

«Анализ и оптимизация сверхширокополосных малоэлементных антенных решеток линейной поляризации с целью расширения полосы частот»,
представленной на соискание учёной степени кандидата
физико-математических наук
по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ - устройства и их технологии.

Расширение и усложнение тактико-технических характеристик современных радиотехнических систем требует постоянного совершенствования и дальнейшего развития методов анализа антенных решеток. В частности, одно из направлений связано с дальнейшим развитием теории сверхширокополосных антенн. Исследованию сверхширокополосных антенных решеток и посвящена данная диссертация. Хотя сверхширокополосные излучатели хорошо известны из литературы, многие характеристики их применительно к созданию сверхширокополосных антенных решеток, остаются мало освещенными или отсутствуют в литературе. Ряд таких характеристик как частотные свойства энергетических характеристик с учетом взаимодействия, согласование излучателей широкой полосы частот, а также возможные способы практической реализации и рассмотрены в диссертации Нгуен Куок Зуй. Диссертация направлена на решение выше указанных вопросов, поэтому тема ее актуальна, имеет практическое значение и соответствует специальности. Кратко остановимся на основных результатах работы.

В первой главе проводится анализ Т-рупоров с экспоненциальной и квадратичной образующей, а также результаты расчета характеристик направленности, согласования и усиления в широкой полосе частот. Аналогичные характеристики приводятся и для широкополосных излучателей других типов – биконического, поликонического и т.д. В работе показано, что наибольшим усилением в рабочей полосе обладают Т-рупоры с экспоненциальной образующей, а также все рассмотренные рупорные антенны обеспечивают усиление в полосе от 2 до 15 дБ. Минимальное усиление - у поликонического и биконического излучателей. В первой главе также представлены результаты исследования согласования сверхширокополосных излучателей. В заключении данной главы отмечен ряд актуальных проблем, решение которых излагается в следующих главах диссертации.

Вторая глава посвящена анализу работ и разработке моделей малоэлементных антенных решеток из цилиндрических, биконических и поликонических излучателей, а также разработке сверхширокополосных делителей мощности. Для этого в диссертационной работе разработаны электродинамические модели сверхширокополосных излучателей и выполнена параметрическая оптимизация их характеристик согласования и направлен-

ности. В результате применения численных электродинамических методов решения поставленной задачи проведены численные эксперименты малоэлементных сверхширокополосных антенных решеток, по результатам которых изготовлены двухэлементные антенные решетки. Подробно исследованы характеристики направленности сверхширокополосных антенных решеток с различным числом элементов при сканировании в широкой полосе частот.

С моей точки зрения, наиболее интересным в этой главе является вопрос о согласовании элементов в секторе сканирования в сверхширокополосных антенных системах, а также оценка изменения энергетических характеристик в рабочей полосе частот.

В третьей главе исследованы линейные антенные решетки из рупоров двух типов с использованием методов конечных элементов (МКЭ) и методов конечных разностей во временной области (МКРВО). Проведены исследования частотных характеристик коэффициента отражения бесконечной решетки, а также шести, девяти и двенадцатиэлементной решетки описанных выше биконических излучателей.

В заключительной четвёртой главе исследованы двумерно - периодические плоские и цилиндрические решетки. В разделе 4.1 проведено исследование цилиндрических решеток. В результате исследования решетки из 4-х линейных подрешеток 180-градусных биконических элементов показано, что взаимная связь слабо влияет на характеристики согласования этой цилиндрической решетки (нижняя граница согласования подрешетки становится чуть выше (0.55 ГГц) по сравнению с 0.45 ГГц для 6-элементной синфазной линейной решетки. Характеристики излучения подрешеток в составе этой решетки также практически не меняются. Аналогичная ситуация у цилиндрических решеток из 4-х и 5-и 90-градусных элементов (увеличение нижней частоты согласования). При этом взаимная связь подрешеток в цилиндрической решетки из пяти 90-градусных элементов влияет более сильно и приводит к рассогласованию подрешетки в полосе частот 0.9 – 1.1 ГГц.

В разделе 4.2 проведено исследование плоских решеток. Первый тип – решетка классических Т-рупоров, второй – решетка Т-рупоров с металлизацией части межрупорного пространства. В разделе 4.2.1 исследованы решетки с использованием МКЭ.

В разделе 4.2.2 с использованием модели бесконечной плоской синфазной решетки из Т-рупоров более детально исследован эффект аномально большого заднего излучения. Рассмотрены решетки из классических Т-рупоров, в том числе с металлизацией пространства между элементами. Задача для бесконечной решетки введением эквивалентных граничных условий сводится к анализу одного периода решетки (канала Флоке), на границах которого установлены электрические и магнитные стенки. На первом этапе эффект изучается путем численного электродинамического моделирования с использованием МКЭ. На втором

этапе с использованием интегрального уравнения, методов Бубнова - Галеркина, связанных волн и матриц рассеяния строится численно-аналитическая теория, которая далее используется для исследования возможности уменьшения заднего излучения. На третьем этапе полученные результаты сопоставляются и интерпретируются.

В Заключении проведен анализ результатов диссертации в целом и сделаны общие выводы и рекомендации.

Достоверность и обоснованность полученных в диссертации результатов подтверждена постановкой задач и использованием апробированных вычислительных методов электродинамики, а также совпадением полученных результатов с результатами экспериментального исследования.

Диссертант в качестве новых полученных результатов выдвигает следующие: предложенную и разработанную в диссертационной работе конструкцию трехканального сверхширокополосного делителя мощности, антенные решетки из биконических элементов, работающие в полосе частот 1:25, решетки из симметричных и несимметричных цилиндро - конических и поликонических элементов диаметром менее $1/3$ максимальной длины волны, всенаправленные в магнитной плоскости СШП антисимметричные линейные решетки из печатных диполей с неравномерностью КУ в магнитной плоскости менее 1.5 дБ - у двухэлементной решетки и менее 1 дБ – у четырехэлементной решетки, плоские антенные решетки биконических и ТЕМ рупоров различных типов. В существенной части можно согласиться с этими утверждениями автора.

Теоретическая и практическая ценность работы подтверждена тем, что разработанные алгоритмы, электродинамические модели и программы позволили определить основные характеристики сверхширокополосных излучателей и распределительных систем, интегрированных с излучателем. Приведенные в диссертации результаты расчетов и экспериментальных исследований были использованы для изготовления сверхширокополосных малоэлементных антенных решеток.

Основные результаты диссертационной работы отражены в публикациях в журналах и докладах на конференциях.

Диссертационная работа имеет следующие недостатки:

1. Из разделов, посвященных исследованию характеристик направленности сверхширокополосных антенных решеток при сканировании неясно, как оно было реализовано.
2. Не приводится оценка влияния погрешностей изготовления элементов излучающей и распределительной систем на характеристики направленности антенных решеток.

3. В диссертации не приведен анализ кроссполяризационного излучения сверхширокополосных элементов.

В целом, диссертационная работа представляет законченное научное исследование, обладающее теоретической и практической ценностью, достаточно хорошо оформленное, что свидетельствует о хорошей подготовке соискателя в данной области.

Отмеченные недостатки имеют частный характер и не изменяют положительной оценки работы.

Диссертантом, несомненно, проявлена способность самостоятельного решения сложных научных задач и технически грамотного изложения полученных результатов.

Диссертационная работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.12.07, а её автор – Нгуен Куок Зуй заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата физико-математических наук.

Автореферат диссертации соответствует ее содержанию.

Кандидат технических наук, доцент кафедры

«Радиофизика, антенны и микроволновая техника»

Московского авиационного института

национального исследовательского университета

125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3,

тел.: 8(499)158-47-40,

e-mail: mai@mai.ru

Е.В. Овчинникова

08.08.2017

Подпись доцента Е.В. Овчинниковой удостоверяю

Декан факультета

«Радиоэлектроника летательных аппаратов»

к.т.н., доцент

Сведения о составителе отзыва.

Овчинникова Елена Викторовна

Дом. Адрес: 123423, Москва,

Демьяна Бедного, дом 3, корп.6, кв. 12.

тел. 8(499)191-65-90 e-mail: oea8888@gmail.com, моб. тел.: 8(915)323-40-36



В.В. Кирдяшкин