

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Скобелева Сергея Петровича
на тему: «Фазированные антенные решетки с секторными парциальными диаграммами
направленности», представленной на соискание учёной степени
доктора физико-математических наук
(05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии)

Диссертационная работа Скобелева С.П. посвящена комплексному теоретическому и экспериментальному исследованию широкого класса фазированных антенных решеток (АР) с секторными диаграммами направленности (ДН). Выбранное направление исследований чрезвычайно **актуально** для целого ряда приложений, например, для фазированных АР с относительно небольшим сектором сканирования, для фокальных АР и одиночных облучателей зеркальных и линзовых антенн и др.

Автором впервые получен ряд фундаментальных результатов в области теории АР, а также предложены и реализованы новые технические решения для АР с секторными ДН. К числу наиболее значимых **новых** результатов, полученных в работе могут быть отнесены следующие.

1. Сформулировано определение идеальной контурной и секторной ДН элемента плоской АР, согласно которому это ДН, имеющая максимально высокий уровень в максимально широкой области сканирования при заданных периодах АР. Доказана реализуемость идеальной контурной ДН элемента с использованием подрешеток плотно расположенных излучателей. Предложена методика определения размеров и формы плоского раскрыва, обеспечивающих формирование ортогональных секторных ДН.

2. Предложена и исследована шахматная диаграммообразующая схема, обеспечивающая формирование перекрывающихся подрешеток с секторными ДН, показаны ее преимущества перед известными схемами. Реализован и экспериментально исследован макет однокаскадной волноводной шахматной схемы.

3. Предложен способ формирования секторных ДН элемента с использованием АР двухмодовых волноводов с простыми щелевыми связями, что упрощает конструкцию по сравнению с известным аналогом. Разработаны электродинамические модели для анализа таких АР. Получены новые экспериментальные результаты с использованием макета линейной волноводной АР.

4. Предложен способ формирования секторных ДН элемента на основе использования пассивных реактивно нагруженных излучателей в виде ребристых структур в раскрыве решетки. Разработаны электродинамические модели проходного и отражательного вариантов АР. Показано, что ребристые структуры позволяют формировать секторные ДН с шириной до 25° в полосе частот 1%. Теоретические результаты подтверждены на экспериментальном макете, работающем в X-диапазоне.

5. Разработаны гибридные электродинамические методы анализа периодических АР диэлектрических стержневых излучателей со ступенчатым профилем. Предложенные решения обладают повышенной численной эффективностью по сравнению с известными из литературы методами. Полученные теоретические результаты подтверждены экспериментально на макете малоэлементной АР.

6. Предложен способ формирования секторных ДН элемента, основанный на использовании ребристых стержневых элементов. Разработаны методы электродинамического анализа данного класса задач в двух- и трехмерной постановке. Эффективность и точность теоретических результатов подтверждены сравнением с экспериментальными данными для макетов различных фазированных АР. Показано, что секторные и контурные ДН могут быть сформированы данным методом в АР с периодом $0.65\lambda \dots 1.5\lambda$ в полосе частот до 8%.

7. Разработана эффективная численно-аналитическая электродинамическая модель АР на основе директорных элементов. Показано, что данные элементы позволяют формировать секторные ДН высокого качества в Е-плоскости в 10% полосе частот.

Отличительной чертой данной диссертационной работы является то, что наряду с большой теоретической частью, многие результаты которой имеют фундаментальное значение, практически по каждой решенной задаче созданы макеты АР и получены интересные экспериментальные результаты. Постановка большинства задач связана с выполнением НИОКР, что говорит о высокой **практической значимости** диссертации.

Диссертация Скобелева С.П. может рассматриваться как некий эталон с той точки зрения, что есть очень четко сформулированная проблема, ее теоретическое решение и практическая реализация в ходе выполнения реальных НИР. По каждой задаче построена адекватная электродинамическая модель, которая затем численно реализована в виде программного кода. Полученные теоретические результаты подтверждаются экспериментом.

В настоящее время при практической разработке антенных решеток широко используются коммерческие программы 3D моделирования, в которых реализованы как универсальные численные методы (метод конечных элементов, метод конечных разностей во временной области, метод конечного интегрирования), так и гибридные (комбинированные) методы. В этой связи надо отметить особую ценность предложенных в диссертации Скобелева С.П. строгих решений электродинамических задач в двухмерной и трехмерной постановке, которые могут использоваться и как инструмент тестирования других моделей, в т.ч. упомянутых коммерческих программных продуктов.

По результатам диссертации опубликовано около 90 работ в ведущих международных и российских журналах, трудах международных конференций, в т.ч. 7 авторских свидетельств на конструкции АР и 2 монографии.

В качестве **недостатка** автореферата можно отметить следующее.

В главе 2 обсуждается предложенный автором однокаскадный вариант шахматной схемы возбуждения волноводной АР, который в реализованном макете имеет рабочий диапазон 3.1%. Однако не приводятся оценки потенциала данной реализации шахматной схемы с точки зрения расширения полосы рабочих частот, что весьма актуально во многих приложениях.

Указанный недостаток не влияет на очень высокую общую оценку диссертации. Диссертация отвечает всем требованиям ВАК РФ к докторским диссертациям, а её автор Скобелев С.П. достоин присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Доктор физ.-мат. наук, профессор
кафедры прикладной электродинамики
и компьютерного моделирования
Южного федерального университета

Мануилов М.Б.

6.10.2014



Мануилова М.Б.
Оценено: [Signature]



Мануилов Михаил Борисович

Телефон: 8(863)297-51-29 (раб.)

E-mail: m_manuilov@sfedu.ru

Южный федеральный университет

344006, г.Ростов-на-Дону, ул.Большая Садовая, 105/42