

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сафонова Фёдора Сергеевича «Многолучевые антенные решетки с диаграммообразующей схемой на основе линзы Ротмана для системы радиопеленгации и связи», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертация Сафонова Ф.С. посвящена разработке методики проектирования многолучевых антенных решеток с диаграммообразующей схемой на основе печатной линзы Ротмана для систем радиопеленгации и связи. Актуальность данной темы обусловлена широким применением антенн/массивов антенн ММО в системах связи и радиолокации. Особенности функционирования антенн в подобных системах, заключающиеся в сопровождении множества высокоскоростных объектов/целей в режиме реального времени при обусловленных местом размещения ограничениях, требуют совершенствования традиционных систем управления лучами. В качестве направлений решения данной проблемы автором предложено использование линзы Ротмана при формировании диаграммообразующей схемы антенны.

Научная новизна исследования и актуальность полученных результатов

Научная новизна работы состоит в следующем:

- разработана методика проектирования печатной линзы Ротмана дециметрового диапазона волн, тело которой сложено по прямой линии, разделяющей области линзы, подключенные с помощью полосковых трансформаторов к антенным элементам и к высокочастотному коммутатору с целью уменьшения габаритных размеров диаграммообразующей схемы многолучевой антенной решетки;
- разработана математическая модель разворота на 180 градусов в Е-плоскости печатной линзы Ротмана, основанная на использовании метода частичных областей и редуцирования бесконечной парной системы линейных алгебраических уравнений с учетом условия Мейкснера, предназначенная для расчета S-параметров СВЧ устройства;
- разработана методика проектирования многолучевых антенных решеток дециметрового диапазона волн, состоящих из широкополосных плоских вибраторов с экраном и директорами, а также из щелевых элементов с директорами, для запитки которых используется диаграммообразующая схема на основе печатной линзы Ротмана, предназначенных для использования в аппаратуре пассивной когерентной локации, а также в базовых станциях сотовой связи, основанная на использовании подходов декомпозиции и рекомпозиции, а также метода конечного интегрирования Вейланда, реализованного в пространственно-временной области;
- разработана и апробирована методика формирования интерполяционной и экстраполяционных «виртуальных» антенных решеток, основанная на использовании кубических сплайнов и метода линейного прогноза Бурга, соответственно, позволяющая уменьшить уровень боковых лепестков, а так-

же повысить разрешающую способность по угловым координатам приемной антенной системы, включающей в себя помимо физических элементов антенной решетки также «виртуальные» элементы - пространственные отсчеты электромагнитного поля.

Степень достоверности полученных в работе результатов подтверждается корректным применением методов синтеза и анализа антенн, вычислительных методов технической электродинамики, методов математического моделирования, а также стандартных методик натурных экспериментальных исследований антенн. Результаты работы не противоречат полученным и опубликованным ранее в литературе результатам других авторов. Достоверность приведенных экспериментальных данных подтверждается использованием стандартных методик измерения параметров антенн.

Основные результаты диссертации опубликованы в 19 научных работах, из них 11 в изданиях, рекомендованных ВАК, 7 работ опубликовано в сборниках трудов международных и всероссийских научно-технических конференций, 1 работа опубликована в издании, индексируемом в международных цитатно-аналитических базах данных WoS и Scopus.

Значимость результатов диссертации для науки и производства

Теоретическая значимость работы заключается в создании методологии анализа и синтеза многолучевых антенных решеток с диаграммообразующей схемой на основе линзы Ротмана для аппаратуры радиопеленгации и связи, а также в разработке методов формирования «виртуальных» антенных элементов – дополнительных каналов приема сигналов, на использовании процедур интерполяции и экстраполяции пространственного распределения электромагнитного поля, измеренного с помощью элементов физической антенной решетки. Показано, что формирование «виртуальной» антенной решетки позволяет повысить разрешающую способность приемной антенной системы по угловым координатам.

Практическая значимость работы заключается в существенном уменьшении габаритных размеров диаграммообразующей схемы многолучевых антенных решеток за счет использования сложного варианта конструкции печатной линзы Ротмана. Это позволяет снизить габаритные размеры самой антенной системы, которая будет лучше интегрироваться в архитектуру стационарных и мобильных объектов размещения. Кроме того, существенное повышение безопасности и надежности оборудования достигается за счет более удобного и простого способа маскировки антенной системы. Применение интерполяционной и экстраполяционной «виртуальных» антенных решеток обеспечивает существенное снижение уровня боковых лепестков приемной антенной системы, повышает ее разрешающую способность по угловым координатам, а также позволяет увеличить коэффициент направленного действия приемной антенной системы.

Замечания по диссертационной работе в целом

Однако, несмотря на всестороннюю проработку вопросов, рассматриваемых в диссертации, работа не свободна от недостатков. В частности, необходимо отметить следующие:

1. При описании материалов раздела 3 приводятся результаты исследований линзы Люнеберга. Однако данный вопрос не входит в сформулированные частные научные задачи.
2. Имеет место большое число редакционных ошибок. В частности, не расшифрованы используемые в формулах обозначения, символ вектора поставлен над оператором rot , не проставлены индексы компонент вектора напряженности магнитного поля.

Следует отметить, что указанные недостатки не снижают общего положительного впечатления о диссертации, отличающейся логичностью и ясностью изложения материала. Кроме того, хотелось бы пожелать соискателю при таком большом количестве полученных результатов более активно патентовать их.

Заключение по работе

Диссертационная работа Сафонова Фёдора Сергеевича посвящена решению вопросов, связанных с технологиями, способами и методиками разработки, проектирования многолучевых линзовых антенн, а также их электродинамическими характеристиками.

Диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научно-техническом уровне, отличается научной и практической ценностью, может быть полезна для разработчиков радиотехнических систем различного назначения.

Диссертация отвечает требованиям п. 9-11 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, а ее автор, Сафонов Фёдор Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Заместитель начальника НТК по науке ФГУП «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи», доктор технических наук, профессор



Дмитрий Давидович Габриэльян

Ведущий научный сотрудник отдела подготовки кадров высшей квалификации ФГУП «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи», доктор физико-математических наук, доцент



Марина Юрьевна Звездаина

344038, г. Ростов-на-Дону, ул. Нансена, д. 130, тел. (863)-200-05-55,
e-mail: rniirs@rniirs.ru

Подписи Габриэльяна Д.Д. и Звездиной М.Ю. заверяю.
Заместитель директора по управлению персоналом ФГУП «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи»



А.Н. Давиденко

28.08.2023