

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фёдорова Сергея Михайловича «Синтез многолучевых антенных систем с физическими и виртуальными элементами для улучшения помехоустойчивости радиоэлектронной аппаратуры», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Актуальность темы диссертационной работы

Развитие цифровых систем передачи информации с использованием радиосигналов привело к необходимости совершенствования приёмных систем. Известно, что надёжность приёма радиосигнала зависит от отношения сигнал/шум на входе приёмного устройства. Увеличивать значение данного отношения можно за счет повышения мощности передатчика, но у такого подхода есть ограничение, обусловленное пределами физической реализации его устройств. Поэтому тема диссертации, посвященная разработке и исследованию методов улучшения помехоустойчивости с помощью многолучевых антенн, и аппроксимации отсчетов электромагнитного поля является актуальной.

Научная новизна исследования и актуальность полученных результатов

В диссертации получены следующие результаты, характеризующиеся научной новизной:

- разработан метод формирования виртуальной антенной решетки с изменяющимся по частоте радиусом, позволяющий реализовать процедуру оценки угловых координат источников радиоизлучения в условиях значительных дифракционных искажений измеряемого электромагнитного поля на антенной системе, корпусе её подвижного или бортового носителя, подстилающей поверхности, а также других близлежащих рассеивателей;
- разработан метод пеленгования источников радиоизлучения и необходимая для его реализации конструкция векторной антенны, заключающаяся в измерении пространственных компонент электрического поля и вычислении на их основе менее искажённых компонент магнитного поля, используемых для вычисления действительной части вектора Пойнтинга, что позволяет оценивать направление падения электромагнитной волны;
- разработан метод проектирования управляемого метаматериала, являющегося базовым элементом для построения реконфигурируемых отражательных антенн и фазовращателей и представляющего собой электромагнитный кристалл, в узлах которого расположены коммутационные элементы, используемые для формирования отражающей поверхности со сложной геометрией;
- разработана методика проектирования диаграммообразующей схемы в виде двухуровневой линзы на основе металлического листа с системой отверстий для перетока электромагнитной энергии из нижней части в верхнюю, являющейся основой построения многолучевой антенны с полноазимутальным сканированием без эффекта затенения корпуса линзы;

- разработана методика проектирования металлодиэлектрической линзы с уменьшенными габаритами методом преобразовательной оптики, используемой для построения многолучевой антенны с полусферическим сканированием;

- разработана методика построения полноазимутальных многолучевых антенн на основе поляризационно-селективного зеркала в виде усеченного эллипсоида вращения из наклонных тонких проволок, внутри которого размещена система фидеров;

- разработана методика проектирования полноазимутальных многолучевых антенн на основе однородной диэлектрической линзы полусферической формы с системой фидеров, расположенных вокруг нее, для работы с одной или двумя линейными ортогональными поляризациями;

- разработана методика построения антенны на основе однопроводной линии, используемой для возбуждения линейных излучателей, расположенных по принципу, аналогичному антенне Франклина, и совместно с параллельной дифракционной решеткой для формирования тороидальной и верной диаграмм направленности соответственно.

Достоверность полученных результатов и обоснованность основных положений не вызывают сомнений, т.к. соискателем были правильно известные методы синтеза и анализа многолучевых антенн, а также корректно использованы известные методы математического моделирования и вычислительные методы технической электродинамики. Полученные результаты не противоречат фундаментальным законам физики, теории и техники антенн, электродинамики, а также ранее описанным в литературе исследованиям других авторов. Теоретическое обоснование полученных результатов проводилось с использованием фундаментальных законов электродинамики, теории и техники антенн. Экспериментальные данные получены с использованием стандартных методик измерения характеристик и параметров антенн. Результаты экспериментов подтвердили достоверность численного электродинамического моделирования.

Основные результаты диссертации опубликованы в 111 работах, из них 46 в изданиях, рекомендованных ВАК; 19 публикаций в изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus; 37 работ опубликовано в сборниках трудов международных и всероссийских научно-технических конференций; получено 3 патента РФ на изобретение.

Значимость результатов диссертации для науки и производства

Научная значимость работы заключается в создании и исследовании методов восстановления комплексных значений поля в точках на окружности с изменяющимся радиусом, и использования этих отсчетов в качестве виртуальной антенной решетки для борьбы с помехами, а также метода создания управляемого метаматериала, на основе которого можно создать различные СВЧ-устройства отражательного типа.

Практическая значимость полученных результатов заключается в разработке методов построения многолучевых антенных устройств на основе двухуровневой линзы, полусферической диэлектрической линзы, металлодиэлектрической линзы, поляризационно-селективного зеркала. Кроме того,

была предложена методика создания антенн с веерной диаграммой направленности на основе однопроводной линии. Практическая значимость полученных результатов подтверждается наличием четырех актов внедрения.

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. Результаты диссертации подтверждают высокую степень проработки темы, однако, в ряде случаев, выводы сформулированы без достаточного сравнения с решениями, представленными в научной литературе.
2. В автореферате не приводится описание методики экспериментального измерения рабочих характеристик макета многолучевой антенны на основе полусферической линзы, что затрудняет воспроизводимость исследований.

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 Фёдорова Сергея Михайловича 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. В ней решена крупная научная проблема улучшения помехоустойчивости радиоэлектронной аппаратуры за счет синтез многолучевых антенных систем с физическими и виртуальными элементами.

Диссертация отвечает требованиям п. 9-11 Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК, а ее автор, Фёдоров Сергей Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Профессор кафедры РЛ1 «Радиоэлектронные системы и устройства»,
Ученый секретарь Ученого совета ФГАОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана»,
доктор технических наук, профессор

125009, г. Москва, 2-я Бауманская
тел. 8 (499) 263-69-67
e-mail: chernshv@bmstu.ru

Чернышев Сергей Леонидович

10.09.2025 г.

г.р.1, 11 этаж, каб. 1106