



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ | SIBERIAN
FEDERAL
UNIVERSITY

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

660041, Красноярский край,
г. Красноярск, проспект Свободный, д. 79
телефон: (391) 244-82-13, тел./факс: (391) 244-86-25
<http://www.sfu-kras.ru>, e-mail: office@sfu-kras.ru

ОКПО 02067876; ОГРН 1022402137460;
ИНН/КПП 2463011853/246301001

№ _____
на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
ФГАОУ ВО «Сибирский
федеральный университет»

Денис Сергеевич Гуц

«18» _____ 2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Юзвика Дениса Андреевича «Формирование пучностей электромагнитного поля в заданных областях ближней зоны антенных решеток», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Диссертационная работа Юзвика Дениса Андреевича посвящена исследованию способов создания пучностей электромагнитного поля в требуемых областях пространства и разработке способа формирования зон повышенной напряженности электрического поля в заданных областях пространства с помощью нескольких линейных антенных решеток (АР).

Содержание работы

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка сокращений, списка литературы из 121 наименования и четырех приложений.

В первом разделе рассмотрены научные работы по вопросам, затрагивающих тематику диссертации. Поставлены цели и задачи исследования. Введены основные параметры для зон повышенной напряженности электрического поля, формируемых сфокусированной АР.

Описаны явления, вызывающие смещение максимума напряженности электрического поля в сторону АР относительно точки фокусировки. Установлена связь между размерами АР и величиной смещения максимума к апертуре АР. Связь между размерами АР, величиной смещения максимума и фокусным расстоянием математически представлена в виде полинома двух переменных.

Во втором разделе предложен алгоритм позиционирования максимума напряженности электрического поля в требуемой точке пространства. Установлено, что при увеличении фокусного расстояния размеры зоны повышенной напряженности по уровню половинной мощности увеличиваются. Исследованы антенные конфигурации, состоящие из нескольких АР. Для двух АР, удаленных на равное расстояние от точки фокуса установлено, что возможно формирование трех различных распределений электрического поля: два отдельных максимума, протяженное плато, один максимум. Установлено, что для двух ортогональных АР возможно формирование трех максимумов напряженности электрического поля: два из-за смещения максимумов в сторону АР и третий за счет пересечения зон повышенного уровня полей двух АР. Показано, что конфигурация из четырех АР позволяет формировать пять максимумов напряженности электрического поля: четыре за счет смещения, одна за счет пересечения зон повышенных уровней полей всех 4-х АР.

В третьем разделе показан способ формирования нескольких зон повышенной напряженности электрического поля в заданных областях пространства. Разработан математический аппарат, связывающий напряженность электрического поля в пространстве и комплексные амплитуды сигналов, которые необходимо подвести к каждому излучателю АР. Предложен способ сокращения количества уравнений, решение которых определяет комплексные амплитуды излучаемых сигналов. Результаты вычислений были подтверждены моделированием в системе автоматизированного проектирования.

В четвертом разделе разработано программное обеспечение для расчетов напряженности электрического поля и выполнена экспериментальная апробация теоретических результатов. Разработанное программное обеспечение позволило сократить на несколько порядков время вычисления распределения напряженности электрического поля в пространстве при заданной конфигурации излучателей и параметрах подводимых к ним сигналов. Результаты экспериментальной апробации показали достоверность теоретических положений.

В приложениях представлено два патента на изобретения, свидетельство о регистрации программы для ЭВМ и акты о внедрении результатов диссертационной работы.

Актуальность темы диссертационного исследования

При разработке перспективных систем передачи информации следует учитывать влияние взаимных помех от соседних устройств. Одним из таких способов может быть формирование максимума напряженности в месте расположения такого устройства и формирование определенного распределения электромагнитного поля в пространстве. Классическим способом решения задачи повышения напряженности электрического поля в требуемом направлении является фокусировка АР в требуемую точку пространства. В научных работах и практических задачах при фокусировке АР в требуемую точку пространства, как правило, не ставят целью обеспечить максимум напряженности поля в требуемой точке пространства, к тому же в задачах, не касающихся связи могут использоваться АР достаточно больших размеров, при которых величина смещения относительно фокусного расстояния может составлять несколько процентов.

При решении задач гражданской связи используются АР с малыми размерами и малым количеством элементов. При малых размерах АР величина смещения максимума напряженности относительно фокусного расстояния будет

значительной, что делает актуальной задачу по точному позиционированию максимума напряженности электрического поля в требуемой точке пространства.

Формирование зон высокой напряженности электрического поля в нескольких требуемых областях пространства в работах других исследователей практически не изучена. Формирование нескольких зон напряженности электрического поля позволит обеспечить пространственное разделение устройств, обменивающихся данными в одном частотном диапазоне, и снизит уровень взаимных помех между ними.

Диссертационная работа Юзвика Дениса Андреевича направлена на разработку способов, которые обеспечат позиционирование пучностей электромагнитного поля в требуемой области пространства и метода, обеспечивающего позиционирование нескольких зон высокой напряженности электрического поля в заданной области пространства. В работе установлена связь между размерами АР и величиной смещения максимума относительно точки фокусировки. Разработан алгоритм позиционирования максимума напряженности электрического поля в требуемой точке пространства. И разработан способ формирования зон высокой напряженности в нескольких областях пространства.

Тема диссертационного исследования является актуальной.

Научная новизна полученных результатов

Получено математическое выражение, связывающее размеры АР, величину смещения максимума напряженности электрического поля и фокусное расстояние.

Исследована возможность формирования максимума напряженности электрического поля для антенных конфигураций, состоящих из нескольких АР.

Разработан способ формирования зон высокой напряженности электрического поля в нескольких областях пространства.

Практическая значимость полученных результатов

В работе проведено теоретическое обоснование возможности позиционирования максимума напряженности электрического поля в требуемой точке пространства за счет разработанного алгоритма. Разработана конфигурация, состоящая из нескольких антенн, с помощью которой возможно формирование нескольких областей повышенной напряженности поля. Разработано программное обеспечение, позволяющее вычислять напряженность электрического поля в ограниченной области пространства. Теоретические результаты доведены до готового способа, позволяющего вычислять комплексные амплитуды сигналов, которые необходимо подвести к каждому антенному излучателю для формирования заданного распределения электрического поля в пространстве. Также получено два патента на «способ позиционирования максимума напряженности электрического поля в заданной точке пространства с помощью одномерной сфокусированной антенной решетки» и «способ фокусировки электромагнитного излучения в нескольких областях помещения».

Оценка содержания диссертации

Диссертация Юзвика Дениса Андреевича представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, содержащую разработку метода, обеспечивающего позиционирование нескольких зон высокой напряженности электрического поля в заданной области пространства, для антенной конфигурации состоящей из четырех АР, расположенных по периметру рассматриваемого пространства.

Основные результаты работы представлены в 15 публикациях. В том числе 2 статьи в научных журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК для опубликования основных

научных результатов диссертации, 2 статьи в других рецензируемых научных журналах, 2 статьи в журналах, входящих в международные библиографические системы Scopus или Web of Science, 6 публикаций в изданиях, входящих в международные библиографические системы Scopus или Web of Science. Получено одно свидетельство о регистрации программы для ЭВМ, получено два патента РФ на изобретение.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Замечания по работе

При общей высокой оценке диссертационной работы следует сделать несколько замечаний.

1. В работе рассматриваются линейные эквидистантные AP. Не указано будут ли применимы полученные теоретические результаты для не эквидистантных линейных AP.

2. При формировании зон высокой напряженности в нескольких областях пространства рассматриваются пространства размерами 420 на 420 мм и 840 на 840 мм. Не указано, возможно ли масштабирование на большие размеры.

3. Не рассмотрены вопросы, связанные с формированием зон повышенной мощности в случае использования сигналов с широкой полосой частот.

Указанные недостатки не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Полученные Юзвиком Денисом Андреевичем результаты целесообразно использовать при разработке перспективных систем беспроводной передачи данных для задач пространственной селекции беспроводных устройств.

Разработанный автором способ позиционирования максимума напряженности электрического поля в требуемой точке пространства позволит повысить отношение сигнал/шум и обеспечить более высокую скорость передачи информации.

Разработанные автором способ формирования зон повышенной напряженности электрического поля в нескольких требуемых областях пространства позволит обеспечить пространственную селекцию устройств, функционирующих в беспроводных сетях и снизить уровень взаимных помех между устройствами.

Заключение

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой обоснованы подходы и методы, имеющие существенное значение для формирования нескольких зон повышенной напряженности в нескольких требуемых областях пространства для задач построения перспективных сетей беспроводной передачи данных.

Теоретические результаты диссертационной работы доведены до уровня рекомендаций для задач точного позиционирования максимумов амплитуды напряженности электрического поля. Теоретические результаты имеют практическое значение и могут быть использованы для разработки перспективных сетей беспроводной передачи данных.

Диссертационная работа Юзвика Дениса Андреевича «Формирование пучностей электромагнитного поля в заданных областях ближней зоны антенных решеток», соответствует требованиям п.п. 9-14 Положения о порядке присуждения учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Юзвик Денис Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидат технических наук по специальности 2.2.14 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

На обработку персональных данных дано согласие.

Отзыв обсужден и утвержден на научном семинаре кафедры радиотехники. Присутствовало на заседании 14 человек, результаты голосования: «За» - 14 человек, «Против» - 0 человек, «Воздержалось» - 0 человек, протокол № 5 от «13» ноября 2024 г.

Заведующий кафедрой
радиотехники, кандидат
технических наук по
специальности 05.12.07
(Антенны, СВЧ-
устройства и их
технологии), профессор



Саломатов Юрий Петрович