

Отзыв

официального оппонента **Буянова Юрия Иннокентьевича** на диссертационную работу **Станковского Андрея Вадимовича** «Плоские антенные системы с широкоугольным механоэлектрическим сканированием», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ устройства и их технологии»

Актуальность темы.

Сканирующие антенные системы (АС) находят широкое применение в наземных терминалах спутниковой связи, используемых как на стационарных объектах, так и на мобильных. Использование АС с широкоугольным механоэлектрическим сканированием позволит осуществлять широкополосный доступ в Интернет даже в труднодоступных и удаленных территориях РФ, что обеспечит информационную связанность территорий страны. АС с механическим типом сканирования, используемые в наземных терминалах, обладают большими габаритами и высокой ветровой нагрузкой, что ограничивает их использование в движении. Антенны с электрическим типом сканирования имеют в своем составе большое количество дорогостоящих управляющих элементов. Использование комбинированного типа управления диаграммой направленности (ДН) позволяет совместить преимущества вышеуказанных методов сканирования.

Таким образом, диссертационная работа Станковского А. В., направленная на исследование различных типов плоских структур для квазиоптического управления ДН антенн и создание на их основе плоских антенных систем с широкоугольным механоэлектрическим сканированием, является актуальной.

Анализ содержания работы.

В состав диссертации входят введение, 3 главы, заключение, список литературы из 86 наименований, а также 2 приложения на 7 страницах. Объем диссертации с приложениями составляет 150 страниц, в том числе 140 иллюстраций и 9 таблиц.

Во введении приведено обоснование актуальности темы, обозначены цели и задачи диссертационного исследования, представлена научная новизна,

приведены защищаемые положения, изложена теоретическая и практическая значимости работы.

В первой главе проведен обзор существующих традиционных и современных сканирующих АС с различными типами сканирования. Выделены достоинства и недостатки каждой из представленных схем. Рассмотрены основные способы квазиоптического управления лучом ДН с помощью отклоняющих диэлектрических структур и структур на частотно-селективных поверхностях (ЧСП). В данной главе также проведено математическое моделирование сканирующей системы, состоящей из двух идеализированных бесконечно тонких отклоняющих слоев. Приведены зависимости угла наклона ДН от взаимного поворота отклоняющих структур.

Вторая глава посвящена разработке электродинамических моделей отклоняющих структур и сканирующих АС на их основе. Исследовано влияние дополнительного диэлектрического слоя в составе некоторых АС. Приводятся принцип работы и результаты электродинамического моделирования отклоняющих структур. Предложены и исследованы четыре конфигурации, изменяющие фазовую задержку и обеспечивающие наклон фазового фронта волны и отклонение ДН. Исследована фокусирующая структура на основе перфорированного диэлектрика и структура, совмещающая фокусирующий и отклоняющий слои в одном. Рассмотрена возможность реализации подобных систем на основе ЧСП.

В третьей главе приведены результаты электродинамического моделирования АС, приближенной к реальной, и результаты экспериментальных измерений изготовленного макета в безэховой камере. Полученный угол наклона ДН составил 62° , а снижение коэффициента направленного действия (КНД) при таком наклоне составило 6 дБ. Приводятся результаты исследований пространственных поляризаторов, работающих в составе плоских сканирующих АС для получения эллиптической поляризации с коэффициентом эллиптичности (КЭ) не ниже 0.6 при отклонении ДН на 50° .

В заключении диссертационной работы приводятся результаты, полученные автором в ходе проведенных научных исследований, предложены рекомендации по использованию результатов работы и определены перспективы

дальнейших исследований.

Научная новизна работы:

1. Отклоняющая структура в виде перфорированного диэлектрика с гексагональным расположением отверстий имеет меньшую толщину, меньшие достижимые коэффициент заполнения и эффективную диэлектрическую проницаемость по сравнению с прямоугольным расположением отверстий, что обеспечивает меньший уровень боковых лепестков за счёт увеличения количества дискретных ячеек при неизменных размерах апертуры;

2. Предложены диэлектрические структуры, работающие по принципу квазиоптического управления лучом, позволяющие осуществить механоэлектрическое сканирование в угломестной плоскости в диапазоне 120° , отличающиеся плоской формой;

3. Предложено использование дополнительного диэлектрического слоя в отклоняющих структурах, имеющих резкие границы перехода материал-воздух, позволяющее увеличить коэффициент направленного действия и уменьшить уровень боковых лепестков;

4. Предложено использование плоского трёхслойного пространственного поляризатора меандрового типа в составе АС с механоэлектрическим сканированием, позволяющего получать эллиптическую поляризацию при наклоне ДН с сохранением малого профиля.

Значимость результатов работы.

Теоретическая значимость определяется результатами электродинамического моделирования сканирующих АС на основе структур квазиоптического управления ДН. При этом одной из основных задач является достижение в таких системах как можно большего угла наклона (порядка 60° - 70°).

Практическая значимость:

1. Предложены варианты диэлектрических структур квазиоптического управления ДН для создания на их основе низкопрофильных сканирующих АС;

2. Изготовлена и исследована АС с механоэлектрическим типом сканирования с максимальным углом наклона ДН $\pm 60^\circ$ (диапазон сканирования 120°);

3. Предложено использование согласующего (просветляющего) слоя в структурах с изменяемым коэффициентом заполнения с целью увеличения коэффициента направленного действия (КНД) и уменьшения уровня боковых лепестков (УБЛ) в АС с квазиоптическим типом управления ДН;

4. Разработано программное обеспечение для синтеза различных вариантов отклоняющих структур на основе диэлектрических материалов и на основе ЧСП.

Результаты исследований использованы в НИР АО «НПП «Радиосвязь» и ФГАОУ ВО «СФУ», что подтверждается соответствующими актами, приложенными к диссертационной работе.

Достоверность полученных результатов обеспечена корректным использованием современных САПР для электродинамического моделирования, использованием сертифицированного оборудования ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». Достоверность результатов также подкрепляется согласованностью результатов, полученных аналитически, с помощью электродинамического моделирования и экспериментальных исследований.

Основные результаты работы опубликованы в 20 научных работах, из них 3 статьи в журналах из перечня ВАК, получено 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Представленные на защиту результаты диссертационного исследования обсуждались на 11 всероссийских и международных конференциях.

Замечания по диссертационной работе

1. В работе практически отсутствуют сведения о степени согласования АС, что не позволяет оценить что больше влияет на эффективность антенны: рассогласование или потери в структуре.

2. В работе не приведены исследования влияния согласующего слоя в составе отклоняющей структуры на основе перфорированного диэлектрика.

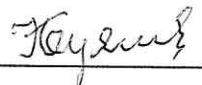
3. В работе предложены три новых конструкции устройств, но ни одна из них не подтверждена патентом на изобретение или на полезную модель.

4. В главе 2 диссертации приведены только фокусирующая и отклоняющая структуры на ЧСП, но не показана возможность сканирования АС на основе таких структур.

Заключение

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы. В целом, диссертационная работа Станковского Андрея Вадимовича «Плоские антенные системы с широкоугольным механоэлектрическим сканированием» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует критериям для кандидатских диссертаций, установленным Положением ВАК, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ устройства и их технологии».

Официальный оппонент,
кандидат физ.-мат. наук, доцент
Федеральное государственное
автономное образовательное
учреждение высшего
образования «Национальный
исследовательский Томский
государственный университет».

 / Буянов Ю. И.
« 4 » декабря 2023 г.

634034 г. Томск, ул. Ф. Лыткина,
д.28-г, корп. №11, ауд. 128
тел. +7 (382) 241-39-64
yurbuy@yandex.ru

Подпись Ю. И. Буянова заверяю:



Подпись удостоверяю
Ведущий документовед
Андрienko И. В.

