

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Сбитнева Никиты Сергеевича «Неоднородные диэлектрические структуры для улучшения характеристик сверхширокополосных излучателей», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 – Радиофизика.

Актуальность темы

В диссертации Сбитнева Н.С. рассматриваются вопросы, связанные с улучшением характеристик направленности и согласования ТЕМ-рупоров. Такие антенны являются достаточно хорошо известными сверхширокополосными (СШП) излучателями, однако использование современных технологий 3D-печати позволяет существенно улучшить их характеристики с использованием линз из неоднородного диэлектрика.

Диссертация имеет ярко выраженную практическую направленность, поскольку генерация, излучение и прием СШП-сигналов используется во всех случаях, когда необходима высокая точность измерения положения объектов и контроль за их перемещением. Кроме того, СШП системы применяются для дистанционного контроля физиологических параметров человека в медицине, обнаружения людей за непрозрачными укрытиями, пеленгации несанкционированных источников радиоизлучения и этот список можно продолжить. Во всех случаях для излучения и приема требуются СШП антенны, поэтому улучшение их характеристик, и прежде всего, направленных свойств в широкой полосе частот является очень **актуальной задачей**, а диссертация соответствует специальности 1.3.4 – Радиофизика.

Научная новизна и практическая значимость исследований

В диссертации Сбитнева Н.С. представлены следующие результаты, обладающие научной новизной:

- получены аналитические выражения для неоднородных диэлектрических сред со ступенчатым изменением диэлектрической проницаемости;

- получен закон изменения диэлектрической проницаемости между лепестками ТЕМ-рупора для формирования плоского волнового фронта в его раскрыве;

- представлена количественная характеристика, позволяющая оценить рабочую полосу частот, в которой отсутствует искажение формы диаграммы направленности;

- предложена методика изготовления неоднородных диэлектрических структур с использованием технологии 3-D печати;

- предложена конструкция многолучевого ТЕМ-рупорного СШП излучателя с линзой Лüneберга между его лепестками.

Практическая значимость исследований заключается в развитии комплексного подхода к анализу ТЕМ-рупора, который может применяться к другим типам апертурных излучателей. Предложенная автором конструкция многолучевой антенны на основе комбинации ТЕМ-рупора с линзой Лüneберга позволяет создать многолучевую СШП-антенну, пригодную для различных радиолокационных приложений.

Обоснованность научных положений и достоверность выводов диссертационной работы

Все полученные автором результаты, представленные в диссертационной работе, являются **научно обоснованными и достоверными**. Это подтверждается корректным использованием математических методов, а также соответствием теоретических расчетов и экспериментальных исследований.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Автор совершенно справедливо отмечает, что в настоящее время СШП-системы достигли такого уровня развития, что их уже можно выделить в отдельное направление радиофизики. Поэтому не только конкретная конструкция ТЕМ-рупора с диэлектрическим заполнением, рассмотренная в диссертации, но и все предложенные автором методики расчета и основные идеи (например, использование линзы Лüneберга в ТЕМ-рупоре) могут найти применение при решении как научных, так и сугубо прикладных задач, связанных с излучением и приемом СШП-сигналов. Предложенный автором

системный подход, когда характеристики направленности и согласования СШП излучателя рассматриваются совместно, позволяет количественно оценивать результаты проектирования любых СШП антенн.

Опубликованные работы и апробация результатов диссертации

Автор имеет 17 научных публикаций по теме диссертации, что свидетельствует о проделанной им серьезной работе, полученные результаты были доложены на 6 всероссийских и международных конференциях.

Краткая характеристика основного содержания диссертации

Диссертация Сбитнева Н.С. состоит из введения, четырех глав и заключения, содержит 118 страниц, 47 рисунков, 2 таблицы и 152 источника в списке литературы.

Во введении представлена постановка задачи, обоснована ее актуальность, а также цели и задачи диссертации, ее научная новизна и практическая значимость. Перечислены методы исследования и обоснована достоверность полученных результатов, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрены методы анализа электромагнитного поля апертурного излучателя. Представлены результаты расчетов ближнего электромагнитного поля для пирамидального ТЕМ-рупора, а также предложена методика определения рабочей полосы частот по диаграмме направленности и согласованию. Также представлены результаты вычислительного эксперимента, результаты которого позволяют с высокой точностью считать волновой фронт ТЕМ рупора сферическим.

Во второй главе исследованы подходы к диэлектрическому заполнению внутренней области ТЕМ-рупора для трансформации волнового фронта. Получены законы изменения относительной диэлектрической проницаемости для дискретного и распределенного фазового центра при заполнении рупора косоугольными пирамидами. Представлена достаточно простая процедура синтеза выпуклой линзы внутри ТЕМ-рупора, которая была верифицирована с использованием вычислительного эксперимента.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований ТЕМ-рупора с неоднородным диэлектрическим заполнением. Рассмотрен алгоритм получения требуемого закона изменения диэлектрической проницаемости, основанный на формуле Лихтеннекера, и предложена трехмерная модель структуры для 3D-печати. Представлена методика экспериментального определения относительной диэлектрической проницаемости с использованием измерительной волноводной линии. Экспериментально получена зависимость относительной диэлектрической проницаемости от коэффициента заполнения по весу, которая очень хорошо соответствует теоретическим расчетам.

В четвертой главе рассмотрена задача расширения диаграммы направленности ТЕМ-рупора и получен закон изменения относительной диэлектрической проницаемости в зависимости от угла его раскрыва. Показано, что использование линзы Люнеберга между лепестками ТЕМ-рупора позволяет существенно улучшить характеристики направленности многолучевой СШП-антенны.

В заключении перечислены основные результаты работы и сформулированы выводы по диссертации.

Анализ и оценка содержания диссертационной работы

Содержание диссертации **полностью соответствует** требованиям ВАК РФ, которые предъявляются к кандидатским диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Все полученные в диссертационной работе научные результаты являются **новыми и практически значимыми**. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой и подтверждает **личный вклад автора** в области анализа и синтеза СШП излучателей.

Содержание автореферата полностью отражает основные положения диссертации.

К диссертации имеются следующие замечания.

1. При решении задачи синтеза ТЕМ-рупора с неоднородным диэлектрическим заполнением автор ограничился рассмотрением простейшего слу-

чая с линейным расширением раскрыва. Однако возможны также и нелинейные (например, экспоненциальный) законы формирования лепестков, вставка внутренних согласующих ребер и т.д. Очевидно, что такие конструкции точно так же допускают заполнение неоднородным диэлектриком и вполне возможно, что в этом случае характеристики усиления и согласования были бы еще лучше по сравнению с полученными автором результатами.

2. Линзу со ступенчатым профилем поверхности (см. рис.2.13) можно было сделать гладкой и тогда это была бы обычная выпуклая диэлектрическая линза, профиль которой определяется известным аналитическим выражением, полученным методом равенства эйконалов.

3. Представленные на рис.3.15 частотные зависимости коэффициента использования поверхности свидетельствуют о существенных расхождениях теоретической и экспериментальной зависимости на частотах более 5 ГГц, что требует пояснений.

4. При изучении диссертации заметна некоторая небрежность автора к оформлению работы, например, отсутствуют поясняющие подписи для сплошной и пунктирной кривых на рис.2.15. и рис.4.9. Кроме того, рис.2.3 противоречит тексту на предыдущей странице (стр. 41), где утверждается, что «минимальное значение диэлектрической проницаемости, равное единице, достигается в направлении оси z , а максимальное – на углу апертурной плоскости». В действительности (см. рис.2.3) все происходит ровно наоборот и в автореферате это изложено совершенно правильно.

Отмеченные замечания не снижают научной и практической значимости полученных автором результатов и не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение по диссертационной работе.

На основании изучения диссертационной работы следует сделать вывод о том, что диссертация Сбитнева Н.С. является законченным научным исследованием, в котором рассмотрены и решены важные практические задачи, связанные с улучшением характеристик сверхширокополосного ТЕМ-рупора. Все сформулированные выводы являются научно обоснованными, а полученные результаты – новыми и практически значимыми.

Использованный автором комплексный подход, основанный на совместном анализе характеристик усиления и согласования, позволяет решить задачу синтеза СШП излучателей на качественно новом уровне.

Таким образом, диссертация Сбитнева Н.С. является законченной научно-квалификационной работой, которая имеет большое практическое значение для радиофизики и радиолокации. Представленные в работе результаты, позволяют сделать вывод о том, что диссертация **соответствует требованиям** «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ, а также требованиям ВАК РФ, которые предъявляются к кандидатским диссертациям. Считаю, что автор диссертации – Сбитнев Никита Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.4 — «Радиофизика».

Официальный оппонент



Ахияров Владимир Влерович

Подпись заверяю

Заместитель начальника



ФИО: Ахияров Владимир Влерович

Ученая степень: кандидат технических наук

Должность: Ведущий инженер

Специальность: 05.12.14 – Радиолокация и радионавигация

Почтовый адрес: 127083 г. Москва, ул. 8-марта, д.10, стр.5

Телефон: +7-916-160-16-37

E-mail: vahiyaov@niidar.ru

Наименование организации: Акционерное общество «НПК «Научно-исследовательский институт дальней радиосвязи»