

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Абдуллина Рената Рашидовича

«Применение метода тензорных функций Грина для расчета характеристик излучения антенн вытекающей волны, выполненных на основе прямоугольных волноводов со щелями и слоистым диэлектрическим заполнением», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Актуальность работы. Несмотря на широкое развитие активных фазированных антенных решеток, часто используемых при решении задач современной радиолокации, применение волноводно-щелевых антенн вытекающей волны по-прежнему актуально, за счет простоты и, соответственно, надежности их конструкции, широкого сектора сканирования, высокого КПД, и хороших аэродинамических свойств, что позволяет размещать их непосредственно на поверхности фюзеляжа.

Тем не менее, разработка антенной системы бортовых радиолокационных станций – процесс, требующий индивидуального подхода, и потому весьма трудоемкий, даже с использованием современных программ компьютерного моделирования. Проектирование новой антенны вытекающей волны с характеристиками, отличными от известных, предполагает определение полного набора параметров решетки – выбора сечения волновода, его длины, размеров и положения щелей. Соответственно, вопросы изготовления такой антенны и размещения ее на борту летательного аппарата тоже должны решаться заново.

Потому разработка унифицированных сканирующих антенных структур с сокращенным циклом проектирования, и метода, позволяющего осуществлять их быстрый анализ, представляет собой актуальную научно-техническую задачу.

Объем и структура диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 126 наименований, изложена на 132 страницах машинописного текста.

Введение диссертации содержит анализ современного состояния сегмента антенн вытекающей волны, степени разработанности темы исследования и обоснование ее актуальности. На основе проведенного анализа поставлена цель и определены задачи исследования, необходимые для ее достижения, сформулированы положения, выносимые на защиту.

Каждая из глав основной части работы посвящена решению отдельной задачи. В **первой главе** осуществляется разработка обобщенной модели антенн вытекающей волны на основе прямоугольных волноводов со щелями и слоистой структурой поперечного сечения. Приводится пошаговая инструкция составления дисперсионных уравнений с подробным объяснением каждого шага и обоснованием выбора применяемых подходов на примере антенн, в основе которых лежат: а) многослойный прямоугольный волновод с продольной щелью в узкой стенке; б) слоистый прямоугольный волновод с близкорасположенными друг к другу поперечными щелями в широкой стенке; в) волновод, интегрированный в многослойную печатную плату СВЧ.

Вторая глава направлена на получение и анализ численных результатов решения записанных в первой главе дисперсионных уравнений. Первая решаемая подзадача заключается в упрощении математических выражений, описывающих некоторые частные варианты конструкции антенны. Второй и третьей подзадачей фактически являются разработка специального инструмента и его применение для быстрого и достоверного решения предложенных трансцендентных уравнений. Приводятся дисперсионные зависимости для антенн на основе однородных структур, двухслойных, трехслойных и пятислойных структур, а также полых волноводно-щелевых структур с тонким защитным слоем с внешней стороны. В качестве аргумента функции коэффициента замедления рассматриваются линейные размеры

щелей, их поперечное смещение относительно оси волноводов, диэлектрическая проницаемость, толщина и положение диэлектрических слоев в конструкции антенны. На основе полученных данных рассчитаны зависимости положения и ширины главного максимума диаграммы направленности.

Третья глава включает в себя верификацию теоретически полученных зависимостей путем компьютерного моделирования и проведения экспериментов по определению коэффициента передачи между входами антенны и по измерению ее диаграммы направленности. Автором отмечается хорошее совпадение результатов, полученное указанными методами.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы по работе, рекомендации и перспективы дальнейшего развития темы исследования.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации и отражает ее ключевые моменты.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных по результатам исследования, весьма высока и обеспечивается теоретически обоснованной постановкой и методически верным решением задач исследования, последовательностью и полнотой аргументации, применением хорошо апробированных методов электродинамики и адекватностью полученных экспериментальных данных результатам расчетов.

Достоверность научных положений, выводов и результатов не вызывает сомнений, так как вопросу достоверности в тексте диссертации уделено большое внимание: проверка корректности получаемых результатов осуществляется на каждом этапе исследования. Адекватность предложенных аналитических выражений подтверждается путем применения предельных переходов; результатов численного моделирования – сходимостью с результатами предшествующих исследований при анализе частных случаев антенн вытекающей волны на основе однородно заполненных волноводов со

щелями, а также – с результатами проведенных экспериментальных исследований.

Новизна научных положений и результатов, представленных в диссертационной работе, заключается в следующем:

– предложено применение слоистых структур в составе волноводно-щелевых антенн вытекающей волны в качестве инструмента формирования требуемых характеристик диаграммы направленности сканирующих антенн с последовательным питанием;

– предложен метод анализа слоистых волноводных структур, связанных с внешним пространством посредством щелей в одной из стенок, основанный на применении аппарата тензорных функций Грина и позволяющий учесть все типы собственных волн системы;

– установлены формы зависимостей коэффициента замедления от частоты излучаемого сигнала, от коэффициента заполнения волновода диэлектриком, от положения диэлектрика внутри волноводов, от толщины и диэлектрической проницаемости защитного укрытия, установлены принципы изменения зависимостей коэффициента замедления при использовании многослойных волноводов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в существенном ускорении процесса проектирования сканирующих антенных систем с последовательным питанием, форма диаграммы направленности которых подчиняется сложным законам электрического и механического управления. Применение предложенного в диссертации принципа формирования дисперсионных характеристик позволяет в значительной степени унифицировать процесс производства волноводно-щелевых антенн вытекающей волны, способствуя реализации их большого разнообразия на единой основе.

Замечания по работе:

1. Отмечу некоторые терминологические неточности: автор использует словосочетания «антенна вытекающей волны» и «антенна вытекающих волн». Чем они отличаются? Или же эквивалентность данных выражений должна оговариваться отдельно.

2. Не совсем ясна роль металлического экрана в физико-математической модели. В тексте диссертации лишь упоминается, что экран необходим «для удобства анализа». При этом, результаты экспериментов, в ходе которых упомянутый экран не использовался, практически идентичны результатам теоретических расчетов.

3. По результатам экспериментального исследования антенн вытекающей волны на основе частично заполненных прямоугольных волноводов, приводятся зависимости положения максимума диаграммы направленности от частоты, а также изменение коэффициента усиления. Коэффициент усиления, безусловно, является важной практически значимой характеристикой антенны, однако он не позволяет установить однозначной взаимосвязи с шириной ее диаграммы направленности, данные для которой следовало бы внести в основной текст диссертации для возможности сравнения их с результатами численного анализа.

Заключение.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы и не затрагивают основных положений, выносимых на защиту. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научно-техническом уровне, достаточно лаконично изложенной грамотным языком.

Диссертация содержит новое решение актуальной научной задачи разработки сканирующих антенн, отличающихся улучшенными законами управления диаграммой направленности, на основе применения слоистых волноводных структур. Научные результаты, полученные автором, имеют существенное значение для науки и практики. Выводы и результаты достаточно

обоснованы. Диссертация полностью отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Абдуллин Ренат Рашидович – заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Официальный оппонент

Профессор кафедры радиоэлектронных устройств и систем
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
доктор технических наук, профессор,



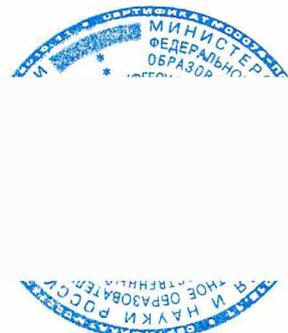
Юрий Геннадьевич Пастернак

23.05.2017

Подпись Пастернака Ю.Г. заверяю



23.05.2017



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»,

394006, г. Воронеж, ул. 20-лет Октября, д. 84, учебный корпус N1,

Тел.: 8-9 ; E-mail: pasternakyg@mail.ru