

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор АО «ОКБ МЭИ»

д.т.н., проф.

Александр Семенович Чеботарев

6 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Абдуллина Р.Р. «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

На рассмотрение были представлены один том диссертации и автореферат. Диссертация изложена на 132 страницах машинописного текста и состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, включающего 123 наименований. Диссертация и автореферат изложены технически грамотным языком, стиль изложения доказательный и доступный для восприятия. Автореферат полностью соответствует диссертации и в достаточной степени отражает её содержание.

Диссертационная работа 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» посвящена **важному и актуальному направлению в теории и практике** современной антенной техники – созданию эффективных антенных устройств и антенных решеток, относящихся к классу антенн вытекающих волн (АВВ). Несмотря на то, что такие антенны известны с 40-х, 50-х годов прошлого века, их практическая

реализация до сих пор затруднена из-за сложности математического аппарата и адекватного описания физической модели с учетом особенностей технологического исполнения создаваемых антенных устройств. Тем не менее, достижения последних лет в области теории, техники и технологии таких антенн позволяют надеяться на более широкое внедрение АВВ, входящих в состав остронаправленных антенных устройств радиосистем различного назначения, размещаемых на летательных аппаратах самолетного и космического базирования. Рецензируемая диссертационная работа как раз решает поставленную задачу исследования, состоящую в разработке обоснованного электродинамического метода анализа плоскостойких волноводных структур, составляющих собственно АВВ и обеспечивающих построение низкопрофильного антенного устройства с частотным сканированием лучом в реальном масштабе времени.

Научная новизна полученных соискателем результатов.

На основе разработанного в 70-80 годах XX столетия школой профессора Панченко Б.А. нового эффективного электродинамического метода тензорных функций Грина проведены исследования характеристик АВВ, образованных неполным плоскостойким многослойным диэлектрическим заполнением щелевых прямоугольных волноводов.

Соискателем получены новые результаты дисперсионных зависимостей всех собственных Е- и Н-типов колебаний распространяющихся волн в X-диапазоне частот, позволяющие проектировать различные конструктивные варианты АВВ с частотным сканированием.

Разработан нетрадиционный новый метод поиска корней трансцендентных дисперсионных уравнений, основанный на идеологии вероятностного разбиения сетки комплексных волновых чисел, обеспечивающих нахождение корней упомянутых уравнений, гарантирующих уменьшение времени вычислительных процедур.

Установлены зависимости коэффициентов замедления фазовых скоростей для частично заполненных диэлектриком прямоугольных волноводов со щелями от величины смещения диэлектрика относительно щелей и при различных законах изменения толщины слоев, а также от значений их диэлектрической проницаемости. Важным моментом проведенных исследований является и то, что в процесс проектирования антенных устройств включена задача определения параметров радиопрозрачных защитных укрытий волноводно-щелевых структур, обеспечивающих их функционирование в экстремальных условиях эксплуатации. Вместе с этим такой подход позволяет обеспечивать более тонкую подстройку основных характеристик антенн.

Достоверность полученных результатов и их апробация.

Достоверность полученных соискателем результатов подтверждается, прежде всего, использованием упомянутого выше строгого электродинамического метода тензорных функций Грина, давно применяемого в практике создания различных антенных устройств в России и за рубежом.

Особо необходимо отметить большой объем качественно выполненных экспериментальных исследований многих вариантов конструкций волноводов с различным расположением диэлектрических слоев разной толщины и различающимися радиофизическими параметрами. То есть непосредственная экспериментальная проверка характеристик изготовленных макетных образцов волноводных антенных решеток с неоднородным диэлектрическим заполнением показала хорошее соответствие прогнозных расчетных данных с экспериментальными результатами. Это безусловно свидетельствует о высокой степени достоверности проведенных диссертантом исследований.

Следует также подчеркнуть достаточно широкое освещение результатов теоретических и экспериментальных исследований АВВ в рецензируемых журналах и трудах международных научно-технических

конференциях, внушительный перечень которых приведен в списке литературы, приложенном к диссертации.

Практическая значимость полученных результатов исследований.

Полученные в ходе выполнения диссертационной работы результаты по созданию АВВ могут быть положены в основу апробированных методик по проектированию антенн этого класса.

Востребованность компактных остронаправленных антенных устройств такого типа в связи с расширением областей их применения в последнее время в малогабаритных радиолокационных и радионавигационных системах самолетного, корабельного и автомобильного базирования крайне высока.

Возможности реализации электронного или частотного сканирования могут быть осуществлены в настоящее время достаточно распространенными схемными решениями на базе имеющихся устройств микропроцессорной техники.

Это подтверждается представленным актом технического внедрения результатов диссертации в разрабатываемую продукцию известного в РФ предприятия КБ «Новатор» (г. Екатеринбург).

Замечания к рецензируемой работе, рекомендации и пожелания.

В заключительной части отзыва необходимо сделать ряд замечаний, не меняющих общей положительной оценки выполненной на высоком научно-техническом уровне диссертационной работы.

1. Прежде всего следует отметить, что в диссертации не подчеркивается принципиальное отличие между АВВ и антеннами с замедленной фазовой скоростью, когда величина фазовой скорости волны возбуждения вдоль волноведущей структуры меньше скорости распространения в свободном пространстве, в то же время существует непрерывная зависимость отношения фазовых скоростей в свободном пространстве и в волноведущей структуре. Это различие сказывается при

решении задач синтеза при смещении части главного лепестка диаграммы направленности в область мнимых углов в режиме осевого излучения или выполнения условия Хансена-Вудворда.

2. При анализе дисперсионных зависимостей не дается оценки влияния затухания волн основных типов, распространяющихся вдоль волноведущей структуры, хотя, как показывает экспериментальное исследование, степень флуктуации недиагональных элементов матрицы рассеяния оказывается достаточно заметным.

3. В работе встречаются необщепринятые утверждения, например, без каких-либо дополнительных пояснений на странице 49 говорится, что на плоскости комплексного переменного для подынтегральной функции необходим «мануальный выбор» контура интегрирования.

Обоснование процедуры интегрирования по методу перевала опирается на рассуждения о приемлемости метода со ссылкой на аналогию с интегралом Лапласа. В данном случае, на наш взгляд, более уместно сослаться на родственный метод стационарной фазы.


Указанные замечания не снижают общего вывода о новизне и значимости диссертационной работы Абдуллина Р.Р., полученные в работе результаты предполагают дальнейшее развитие направлений, относящихся к совершенствованию методов расчета АВВ и рассмотрению конкретных вариантов антенных устройств. В частности, представляется целесообразным применение разработанных методик оптимизации дисперсионных характеристик АВВ для создания низкопрофильных широкополосных антенных устройств с частотным сканированием самолетного базирования. Кроме того в процедуру оптимизации антенн необходимо включить проверку влияния технологических факторов, например, креплений диэлектрических вставок, клеевых слоев и т.д. Особо следует отметить вклад экспериментальных результатов в содержание диссертации, так как большинство представляемых к защите диссертаций содержат в основном результаты теоретических исследований и

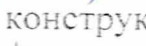
численного моделирования характеристик новых разрабатываемых устройств, поскольку выполнение экспериментов сопряжено с заводским производством образцов антенн и трудоемкими натурными исследованиями. Такие мероприятия отодвигают сроки завершения диссертационных работ, как правило, на 2-3 года.


Заключение и выводы.

В целом диссертация Абдуллина Р.Р. «Применение метода тензорных функций Грина для расчета характеристик излучения антенн вытекающей волны, выполненных на основе прямоугольных волноводов со щелями и слоистым диэлектрическим заполнением» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные решения, имеющие существенное значение для развития отечественной радиоэлектроники, техники связи и радиолокации, что отвечает требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, а её автор – Абдуллин Ренат Рашидович – заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Диссертационная работа и отзыв на нее обсуждены в структурном подразделении НТЦ-2 «Антенные комплексы и системы» АО «ОКБ МЭИ» (протокол от 1 июня 2017 г.).


Начальник НТЦ-2 АКИС, главный конструктор направления
_____ к.т.н., доц. Турлов Залимхан Нурланович


Главный конструктор направления НТЦ-2 АКИС
_____ д.т.н., проф. Гусевский Владлен Ильич

Ведущий научный сотрудник ИС-721
НИИТЦ ЦКС ОКБ МЭИ «Медвежье Озера»
 _____ д.т.н., доц. Жуков Александр Олегович

Адрес: 111250, Москва, Красноказарменная ул., д. 14
тел.:(495)362-56-52, факс: (495) 362-55-76, e-mail: secretary@okbmei.ru