

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук,  
доцента Касьянова Александра Олеговича на диссертацию  
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 избранной темы*

Диссертационная работа Абдуллина Р.Р. посвящена совершенствованию и повышению эффективности антенн вытекающей волны (АВВ). Хронологически АВВ являются первым типом антенн, в которых был реализован режим частотного сканирования. При выборе путей совершенствования АВВ будем исходить из того, что, с одной стороны, тенденции современной науки и техники, часто управляемые понятием экономической эффективности, требуют их адаптации к новым частотным диапазонам и универсализации с точки зрения разнообразия реализуемых характеристик при серийном производстве на единой платформе. С другой стороны, весьма ограниченный объем элементной базы, используемой в антенной технике, приводит к существенным затруднениям при решении данной задачи. В этой связи применение частично заполненных и многослойных волноводов со щелями в качестве основы антенны вытекающей волны вполне может быть оправдано.

Следовательно, разработка универсального электродинамического аппарата, позволяющего построить быстродействующие алгоритмы оценки характеристик излучения для волноводно-щелевых антенн вытекающей

волны, содержащих диэлектрические сэндвич структуры, представляет собой актуальную научно-техническую задачу.

Актуальность отмеченных вопросов определяет и цель диссертационного исследования, заключающегося в разработке электродинамического метода анализа плоскостойких волноводных структур, положенных в основу построения антенн вытекающей волны и позволяющих эффективно решать задачи электронного сканирования лучом диаграммы направленности (ДН) в соответствии с требуемыми законами управления.

Достижение цели неразрывно связано с решением научной задачи, состоящей в разработке универсальной математической модели, основанной на применении аппарата тензорных функций Грина стратифицированных сред, позволяющей описывать широкий класс антенн вытекающей волны, и получении численной оценки влияния конструктивных особенностей исполнения АВВ на коэффициент замедления, положение и ширину главного лепестка ДН последней.

### ***Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций***

Автором изучены и критически проанализированы известные достижения и теоретические положения других авторов по вопросам расчета характеристик излучения АВВ. Значительное внимание уделено вопросам применения метода тензорных функций Грина для расчета характеристик излучения АВВ.

Высокая степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, приведенных в диссертации, обусловлена:

– оправданной идеей о возможности формирования требуемых законов управления формой ДН волноводно-щелевой АВВ за счет подбора значений эффективной диэлектрической проницаемости внутри рассматриваемой направляющей структуры;

– адекватным выбором математических моделей для непрерывной и периодической АВВ в волноводно-щелевом исполнении;

– теоретически обоснованным выбором методов решения основных задач исследования, включая составление дисперсионных уравнений, поиск их численных решений и получение экспериментальных данных;

– адекватностью экспериментально полученной формы дисперсионных кривых, близких к результатам теоретических расчетов.

Все это позволило получить обоснованные научные положения и дать обоснованные выводы и рекомендации по их использованию в теории и практике построения АВВ.

### ***Достоверность и новизна полученных результатов***

Основные результаты работы получены на основе использования физически обоснованных моделей, корректного применения фундаментальных теоретических положений теории антенных систем, адекватного соответствия разработанных моделей реальным процессам, протекающим в АВВ, что подтверждается совпадением численных результатов, полученных с использованием разработанной математической модели и данных натурных измерений характеристик экспериментальных макетов АВВ.

В диссертации получены следующие ***новые научные результаты***:

1. Применение поперечно неоднородных волноводных структур прямоугольного сечения в качестве основы сканирующих антенн для реализации произвольных законов управления положением главного лепестка диаграммы направленности;

2. Разработка математического аппарата для анализа непрерывных и периодических антенн вытекающей волны на основе слоистых прямоугольных волноводов со щелями;

3. Разработка метода определения нулевого приближения корней при решении трансцендентных уравнений для расчета постоянной распространения собственных колебаний волноводно-щелевых антенн вытекающей волны;

4. Установление зависимостей коэффициента замедления для частично заполненных и многослойных прямоугольных волноводов со щелями, определяющих законы построения перспективного вида сканирующих антенн.

Основные результаты диссертации опубликованы в 18 научных работах, в том числе в 4 статьях в рецензируемых научных журналах и изданиях, включенных в Перечень ВАК. Результаты исследований неоднократно представлялись на научно-технических конференциях и симпозиумах, посвященных теории и практике создания антенных систем. Материалы 9 докладов проиндексированы международной базой цитирования SCOPUS, 5 из которых также отражены в Web of Science

#### ***Теоретическая и практическая значимость работы***

Теоретическая значимость работы состоит в дальнейшем развитии метода тензорных функций Грина для расчета характеристик излучения антенн вытекающей волны, выполненных на основе прямоугольных волноводов со щелями и слоистым диэлектрическим заполнением. В частности, можно отметить, что данная работа способствует обобщению имеющихся наработок в области разработки АВВ посредством формирования универсального математического аппарата, позволяющего описывать поперечно неоднородные волноводно-щелевые структуры, исследование которых ранее осуществлялось преимущественно средствами компьютерного моделирования в пакетах электродинамического анализа.

Практическая значимость работы состоит в разработке алгоритмов расчета дисперсионных характеристик для трех видов антенн вытекающей волны со слоистой структурой и программ на их основе, позволяющих существенно сократить время оценки характеристик антенны в зависимости от ее конструктивных параметров по сравнению с известными пакетами программ электродинамического моделирования. Таким образом, появилась возможность ускорения процесса разработки антенн со сложными законами качания луча, комбинирующих принципы электронного и механического

сканирования без изменения ориентации антенны в пространстве.

***Соответствие диссертации отрасли науки и специальности,  
по которым она представлена к защите***

Область диссертационных исследований Абдуллина Р.Р. охватывает вопросы совершенствования и повышения эффективности антенн вытекающей волны, что соответствует пунктам 2 и 9 паспорта специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ устройства и их технологии».

***Оценка содержания и оформления диссертации***

Материал диссертации изложен технически грамотным языком и достаточно полно проиллюстрирован соответствующими таблицами, рисунками и графиками. Структура работы логична и отвечает задачам исследования. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

***Замечания по диссертационной работе***

1. Диссертационная работа в основном посвящена анализу дисперсионных характеристик антенны, то есть действительной части продольной постоянной распространения. В то же время, вопросам анализа мнимой части продольной постоянной распространения, автор практически не уделяет внимания (есть лишь упоминание о ней). Судя по описанному в диссертации методу поиска корней дисперсионных уравнений, у автора имелась возможность анализа мнимой части продольной постоянной распространения, которой он, к сожалению, так и не воспользовался.

2. В третьей главе диссертации автор указывает значения диэлектрической проницаемости используемых в эксперименте диэлектриков. Однако, в диссертации отсутствует указание на источник получения этих данных (сеть Интернет, паспортные данные материала, результаты приборных замеров параметров диэлектрических образцов в полосе радиочастот). Это обстоятельство препятствует проведению анализа влияния допусков на характеристики АВВ, сконструированных по предложенной автором

методике, а, следовательно, не дает в полной мере оценить их практическую ценность.

3. Из текста диссертации не ясно, что имел в виду автор, употребив в пункте 3.6 основных выводов следующую фразу: «линейную зависимость проще получить при частичном заполнении волновода с поперечными щелями». Требуется более четкая формулировка.

4. Отсутствуют документы, подтверждающие новизну технических (программных) решений, а именно: патенты, патенты на полезную модель, свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ. Как следует из материалов диссертации, у автора, по-видимому, имелась возможность получения хотя бы некоторых из перечисленных охранных документов.

Отмеченные недостатки в целом не влияют на научную ценность и практическую значимость полученных автором результатов. Они носят, скорее, рекомендательный характер, который следует учесть при проведении дальнейших работ в этом направлении.

### ***Заключение***

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» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи, имеющей важное значение для развития отрасли науки «Радиотехника и связь» и посвященной решению актуальной научной проблемы – разработке метода проектирования электронно сканирующих антенн, позволяющего реализовать большое число законов качания луча в условиях лимитированной элементной базы без изменения основных конструктивных параметров антенны. Основные результаты работы достаточно полно опубликованы в ведущих изданиях, доложены на конференциях, где в ходе обсуждения получили одобрение специалистов и имеют высокий теоретический уровень.

Считаю, что, диссертационная работа 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» полностью соответствует критериям п. 9 (п.п. 1) Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013. Автор диссертации – Абдуллин Ренат Рашидович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Официальный оппонент

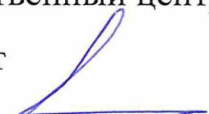
Заместитель начальника лаборатории по науке

Федерального государственного унитарного предприятия

«Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи»

Федеральный научно-производственный центр

доктор технических наук, доцент

  
01.06.2017

Касьянов Александр Олегович

Подпись официального оппонента заверяю.

Ученый секретарь НТС Федерального государственного унитарного предприятия «Ростовский-на-Дону научно-исследовательский институт радиосвязи»

кандидат технических наук, доцент

Р.В. Емельянов





Р.В. Емельянов

Адрес: 344038, г. Ростов-на-Дону, ул. Нансена, д. 130

Телефон: (863) 250-89-85

E-mail: [rniirs@rniirs.ru](mailto:rniirs@rniirs.ru), [kasao@mail.ru](mailto:kasao@mail.ru).