

Отзыв официального оппонента

на диссертацию Данг Туан Фыонг «Разреженные электромагнитные рассеиватели из проводной сетки и алгоритмы для их моделирования», представленную на получение ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14, Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Рассеиватели радиоволнового излучения с заданными параметрами составляют важную часть элементной базы каждого из диапазонов волн, позволяют проводить трассовые измерения, контролировать движения удаленных объектов, осуществлять дистанционный радиоволновой мониторинг различных природных и инициируемых человеком процессов. Во многих практических применениях такие параметры рассеивателей, как парусность и вес, имеют существенное значение. Диссертационная работа Данг Туан Фыонга посвящена исследованию возможности замены рассеивателей сплошной конфигурации их проволочными аналогами, реализуемой без существенных потерь в их основных электродинамических свойствах, а именно, – потерь на отражение, диаграммы рассеяния. В такой постановке тема данной диссертационной работы является **актуальной** и представляет как научный, так и практический интерес.

Для решения поставленной задачи автор использует методы численного моделирования, позволяющие не только прогнозировать параметры той или иной проволочной конфигурации, но и оптимизировать решение, изыскивать вариант конструкции проводного рассеивателя, наиболее близкой к сплошному аналогу.

В качестве примеров рассеивателей, моделируемого проводным аналогом, автор рассматривает различного рода уголкового отражатели. Уголкового отражатель является одним из наиболее распространенных рассеивающих устройств, используется практически во всех диапазонах, вплоть до оптического, предназначен для создания и устойчивого отслеживания обратной волны. При всей простоте конструкции уголкового отражателя, в ряде случаев становятся критическими его весовые параметры (например, при размещении на космических объектах), либо параметры парусности (при использовании на объектах, движущихся в плотных слоях атмосферы). Возможность замены уголкового отражателя, выполненного из сплошного металлического листа, проволочным аналогом, несомненно, заманчива, тем не менее, не является тривиальной задачей, и автор посвятил ей существенную часть своего исследования.

Диссертационная работа представлена на 193 страницах, содержит 45 таблиц, 171 рисунок, список сокращений, список цитируемых литературных источников объемом в 204 наименования.

Текстовая часть работы включает Введение, 4 главы, Заключение, Список литературы и Приложение.

Во Введении на основе общей характеристики степени разработанности конструкций рассеивателей показана актуальность выбранной темы исследований, сформулированы цель работы, ее научная новизна, теоретическая и практическая значимость, перечислены примененные методы исследования, приведена кратко структура диссертации, ее апробация, публикации, сформулированы выносимые на защиту Положения.

В первой главе диссертации приведены результаты обзора публикаций по теме диссертационной работы, включающего известные программные и теоретические подходы к описанию рассеивателей, а также особенности конструкции угловых отражателей и их применения, реализуемые в настоящее время способы оптимизации их размеров. С учетом аналитики обзора обоснована **цель** и сформулированы **задачи** работы.

Вторая глава включает построение аппроксимирующих моделей рассеивателя в основе которых – проволочные сетки с различными конфигурациями ячеек, сравнение этих моделей, применение данного подхода для построения угловых отражателей (двугранного, треугольного трехгранного, квадратного трехгранного), описание методики синтеза разреженного рассеивателя и алгоритмов оптимизации этого синтеза.

В третьей главе работы приведены результаты применения предложенных алгоритмов для прогнозирования характеристик проволочных отражателей в виде квадратной сетки и угловых отражателей перечисленных выше конфигураций.

Четвертая глава посвящена анализу возможности повышения точности и скорости прогнозирования характеристик проволочных рассеивателей применением алгоритмов, основанных на теории характеристических мод в проводной структуре. Особое внимание уделено вопросам верификации предложенных алгоритмов.

В Заключении работы приведен перечень основных полученных результатов, сформулированы рекомендации по применениям разработанных алгоритмов, обсуждены перспективы дальнейшей разработки данной темы.

В Приложение автор вынес акты, подтверждающие использование результатов диссертационного исследования в НИР, выполняемых по государственным заданиям, использование в учебном процессе. Здесь же приведены письма поддержки от ОА «Решетнев», свидетельства о

госрегистрации программных продуктов и поощрительные дипломы - международной конференции и стипендии Президента ТУСУР.

Оценивая **новизну** работы следует отметить впервые сформулированную и успешно решенную задачу создания разреженных рассеивателей на основе оптимизированной проводящей сетки. Новым можно признать также предложенный алгоритм сокращения объемов вычислений применением теории характеристических мод, а также предложенным автором способом ускорения отслеживания характеристических мод при подстройке рабочих частот рассеивателя. .

Достоверность и обоснованность результатов сомнений не вызывают.

Вынесенные на защиту Положения, хоть и могут быть подвергнуты критике в стилистическом плане, тем не менее, отражают новые результаты, важные и в конструировании рассеивателей с улучшенными параметрами, и в практике численного моделирования проводных конфигураций, где автором обоснованы и предложены более быстрые алгоритмы.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии метода моментов и теории характеристических мод, в модернизации модели рассеивателя в виде токовой сетки и оптимизации ее методами максимально-токовой аппроксимации. Общетеоретический интерес представляет и исследование влияния возбуждаемого модового распределения, характеристических токов на итоговые характеристики рассеивателей и антенн.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработанных программных модулях для проектирования проводных рассеивателей, в предложенных автором и реализованных конструкциях разреженных двухгранных и трехгранных отражателей, причем процесс моделирования осуществлен с заметным снижением вычислительных затрат.

Результаты работы **использованы** в двух НИР, выполненных в рамках госзадания, а также внедрены в учебный процесс ТУСУРа.

Апробация работы достаточно убедительна: результаты докладывались на 14 всероссийских и международных конференциях, включая 8 конференций IEEE

Публикации автора составляют 31 работы, из них без соавторов -6. в журналах из перечня ВАК-2 статьи; в журнале из квартиля Q2 - 1 статья, 2 журнальные статьи и 12 докладов в трудах конференций в изданиях, индексируемых WoS/Scopus; 9 докладов в трудах других конференций; 5 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ.

Диссертация производит в целом положительное впечатление, но, **не свободна от замечаний:**

- в обзорной, и в оригинальной части диссертации присутствуют как описания рассеивающих устройств и их моделей, так и антенных. При этом не проведено четкое разграничение (если оно существует) в подходах к моделированию этих, различных по назначению и конструкции, устройств;
- связанный с предыдущим момент, который не отражен в диссертации: отслеживание отдельных мод, несомненно, важно при конструировании антенн, поскольку точка подсоединения тракта к одной или нескольким модам определяет ее рабочие характеристики, как в режиме передачи, так и в режиме приема. А при использовании рассеивателя соединение с трактом отсутствует, и возбуждаются все возможные для данной конфигурации моды. Насколько актуально такое отслеживание и, соответственно, его ускорение при вычислениях;
- в выводах работы, в том числе, и во втором и третьем положениях, выносимых на защиту, в качестве основного аргумента высокой эффективности предлагаемых методик вычислений указано значительное ускорение вычислений и снижение объемов памяти, причем - в разгах. Вместе с тем, построение каждой новой модели рассеивателя или антенны включает еще немалый объем процедур, требующих и времени, и объемов памяти, и на этом фоне более убедительным были бы данные о реальном времени вычислений и необходимых объемах памяти для решения данных задач. В таблице 4.8 приведены внушительные объемы времени, необходимые для анализа спектральных свойств рассеивателей, но не указана производительность используемого вычислителя;
- структура диссертационной работы, где методы совершенствования процедуры моделирования изложены после описания изготовленных и проверенных экспериментально уголкового отражателей различных конфигураций, косвенно свидетельствует о том, что предложенные в 4-й главе новые подходы при создании описанных в главе 3 исследуемых образцов не использовались. В итоге, не ясно, насколько их использование изменило бы (или не изменило) конструкцию изготовленных отражателей, или только ускорило бы процедуру вычислений;
- в работе присутствуют грамматические погрешности и, местами, жаргон: та же «аппроксимация» реального устройства (рассеивателя, отражателя, антенны) «оптимальной токовой сеткой» - есть не совсем корректное применение математического термина к нематематическому объекту.

Перечисленные выше замечания не снижают высокую оценку работы. Она представляет собой законченное актуальное исследование, имеющее как общенаучное, так и практическое значение.

Автореферат диссертации адекватно отражает ее содержание, структуру и готовность к защите.

Заключение. На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа «Разреженные электромагнитные рассеиватели из проводной сетки и алгоритмы для их моделирования» соответствует пунктам 9-14 "Положения" о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (ред. от 28.08.2017 №1024), поскольку является завершенной самостоятельной научно-исследовательской работой, включающей в себя решение задачи создания проволочных и сетчатых рассеивателей с малыми весом, объемом и парусностью, отвечает всем предъявляемым требованиям, а ее автор – Данг Туан Фыонг заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14, «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

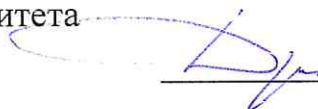
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

доктор технических наук, профессор,

и.о. заведующего кафедрой радиоэлектроники

Национального исследовательского Томского

государственного университета

 Дунаевский Григорий Ефимович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»,

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36.

Телефон: 8 (3822) 529-557

E-mail: iro2@mail.tsu.ru

Дата 20.11.2025

Подпись Г.Е. Дунаевского удостоверяю



Подпись удостоверяю
Ведущий документовед
Андрюченко И.В.

