



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
и инновациям ТУСУРа


С.П. Куксенко

«6» 10 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР).

Диссертация «Разреженные электромагнитные рассеиватели из проводной сетки и алгоритмы для их моделирования» выполнена в ТУСУРе на кафедре телевидения и управления (ТУ).

Соискатель Данг Туан Фьонг обучается в очной аспирантуре ТУСУРа.

В 2023 г. Данг Туан Фьонг окончил с отличием Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны имени Маршала Советского Союза Л.А.Говорова», г. Ярославль по специальности 11.05.02 – «Специальные радиотехнические системы».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2025 г. ТУСУРом.

Научный руководитель – Газизов Тальгат Рашитович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ТУ ТУСУРа.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Данга Туана Фьонга является научно-квалификационной работой, содержащей описание синтеза разреженных рассеивателей из проводной сетки на основе аппроксимации оптимальной токовой сеткой и совершенствования теории характеристических мод.

Личное участие автора в получении результатов

Участие в постановке задач исследования и получении результатов, составляющих научную новизну работы. Часть данных по моделированию получена совместно с *Алхаджем Хасаном А.Ф.* Непосредственный вклад автора состоит в моделировании, изготовлении и измерении характеристик разреженных рассеивателей, обработке и интерпретации результатов.

Степень достоверности результатов

Достоверность результатов подтверждена сравнением результатов моделирования с результатами других программных продуктов, эксперимента и опубликованных другими авторами.

Научная новизна диссертации

1. Впервые предложено создание разреженных рассеивателей на основе аппроксимации оптимальной токовой сеткой.

2. Разработан алгоритм сокращения вычислительных затрат при анализе проводных антенн и рассеивателей по теории характеристических мод, отличающийся выделением значимых мод на основе произведения модальной значимости, вектора возбуждения и характеристических токов.

3. Предложен алгоритм ускорения отслеживания мод по теории характеристических мод, отличающийся использованием собственных значений, собственных векторов и адаптивной подстройки частоты.

Практическая значимость

1. Разработаны программные модули для проектирования проводных рассеивателей с помощью метода моментов и теории характеристических мод.

2. Впервые созданы разреженные двухгранные и трёхгранные уголкового отражатели, используя аппроксимацию оптимальной проводной сеткой.

3. Аппроксимация рассеивателей оптимальной токовой сеткой уменьшает вычислительные затраты при их последующем моделировании.

4. Результаты использованы в учебном процессе ТУСУРа и двух научно-исследовательских работах госзадания (3 акта и письмо поддержки).

Ценность научных работ соискателя

Научные работы соискателя имеют высокую ценность. Она подтверждается многочисленными публикациями их результатов в рецензируемых журналах и материалах конференций, а также их широким использованием:

1. Проект «Исследование путей создания пространственно-распределенных многоцелевых информационно-телекоммуникационных систем радиомониторинга и связи, включающих оптические каналы, их ключевых компонент на основе численных и экспериментальных методов анализа СВЧ и оптических сигналов в процессе их формирования, преобразования и обработки в радиочастотных устройствах, приемных и передающих фотонных интегральных модулях и при распространении в неоднородных средах», госзадание FEWM-2023-0014, 2023–2025 гг.

2. Проект «Методология автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры, функционирующей в условиях деструктивных воздействий», госзадание FEWM-2024-0005, 2024–2026 гг.

3. Учебный процесс по дисциплинам, связанным с электромагнитной совместимостью, для студентов ТУСУРа.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа Данга Туана Фыонга по своему содержанию соответствует специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии» по п. 3. – «Исследование и разработка новых антенных систем, активных и пассивных микроволновых устройств, в том числе управляющих, фазирующих, экранирующих и других, с существенно улучшенными параметрами.» и п. 9. – «Разработка методов автоматизированного проектирования и оптимизации антенных систем и микроволновых устройств широкого применения» паспорта специальности.

Полнота изложенных материалов в печатных работах, опубликованных автором

Основные результаты диссертации опубликованы в 31 работах (6 без соавторов): 2 статьи в журналах из перечня ВАК; 1 статья в журнале, индексируемом WoS/Scopus из Q1/Q2; 2 статьи в других журналах, индексируемых WoS/Scopus; 12 докладов в трудах конференций, индексируемых WoS/Scopus; 9 докладов в трудах других конференций; 5 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.

Диссертация «Разреженные электромагнитные рассеиватели из проводной сетки и алгоритмы для их моделирования» Данга Туана Фыонга рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Заключение принято на заседании кафедры ТУ.

Присутствовало на заседании 24 чел. Результаты голосования: «за» – 24 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 2 от 4.10.2025 г.

Председатель, к.т.н.

 А.О. Белоусов

Секретарь, к.т.н.

 Е.Б. Черникова

Список публикаций соискателя Данга Туана Фыонга

Статьи в журналах из перечня ВАК (2)

1. **Данг Т.Ф.** Применение теории характеристических мод и метода моментов к анализу крестообразного проводного рассеивателя // Доклады ТУСУР. – 2025. – Т. 28, №. 1. – С. 14–19.
2. **Данг Т.Ф.** Угловой отражатель и основные методы моделирования электромагнитного рассеяния: обзор за 10 лет // Системы управления, связи и безопасности. – 2025. – №. 3. – С. 35–120.

Статья в журнале, индексируемом WoS и Scopus из Q1/Q2 (1)

3. **Dang T.P.** Generation of sparse antennas and scatterers based on optimal current grid approximation / **T.P. Dang**, M.T. Nguyen, A.F. Alhaj Hasan, T.R. Gazizov // Algorithms. – 2025. – Vol. 18. – No. 3. – P. 171.

Статьи в журналах, индексируемых WoS и Scopus (2)

4. **Dang T.P.** Complex wire grid antennas: determining the optimal source location using characteristic mode analysis / **T.P. Dang**, A.F. Alhaj Hasan, T.R. Gazizov // Scientia Iranica. DOI: 10.24200/sci.2025.66158.9884.
5. **Dang T.P.** Improved CMA tracking mode algorithm based on eigenvalue, eigenvector, and frequency adjustment // Russian Physics Journal. – 2025. – Vol. 68. – P. 773–783.

Доклады в трудах конференций, индексируемых WoS и Scopus (12)

6. **Dang T.P.** MoM scattering analysis of dihedral corner reflector: TALGAT verification / **T.P. Dang**, A.F.A. Hasan, T.R. Gazizov // 2024 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO). – Vyborg (Russian), 2024. – P. 1–5.
7. **Dang T.P.** Scattering from a perfectly conducting plate using wire-grid and MoM with pulse basis functions / A.F.A. Hasan, **T.P. Dang**, T.R. Gazizov // 2024 Systems of Signal Synchronization, Generating and Processing in Telecommunications (SYNCHROINFO). – Vyborg (Russian), 2024. – P. 1–6.
8. **Dang T.P.** Analyzing the wire scatterer using the method of moments with the step basis functions / **T.P. Dang**, A.F.A. Hasan, T.R. Gazizov // 2024 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF). – St. Petersburg (Russian), 2024. – P. 1–8.
9. **Dang T.P.** Wire grid scatterer modeling: TALGAT verification / **T.P. Dang**, A.F.A. Hasan, T.R. Gazizov // 2024 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). – Sochi (Russian), 2024. – P. 443–448.
10. **Dang T.P.** Performance comparison of correlation coefficient based trackers for characteristic mode analysis / **T.P. Dang**, A.F.A. Hasan, T.R. Gazizov // 2024 International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering (APEDE). – Saratov (Russian), 2024. – P. 102–106.
11. **Dang T.P.** MoM-based performance analysis of different corner reflector scatterers using wire grid / **T.P. Dang**, A.F.A. Hasan, T.R. Gazizov // 2024 International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering (APEDE). – Saratov (Russian), 2024. – P. 113–116.
12. **Dang T.P.** Notes on the analysis of crossed wire scatterers with junction by a fast MoM-based code with step basis functions. / **T.P. Dang**, A.F.A. Hasan, T.R. Gazizov // 2024 8th International conference on information, control, and communication technologies (ICCT-2024). – Vladikavkaz (Russian), 2024.
13. **Dang T.P.** Triangular trihedral corner reflector analysis using wire-grid and MoM with pulse basis functions / **T.P. Dang**, A.F.A. Hasan, T.R. Gazizov // 2024 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon). – Magnitogorsk (Russian), 2024. – P. 108–113.

14. **Dang T.P.** Verifying the results of thin dielectric plate analysis using MoM-SIE with approximate integral solution / **T.P. Dang**, A.F.A. Hasan, T.R. Gazizov // 2024 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon). – Magnitogorsk (Russian), 2024. – P. 389–394.

15. **Dang T.P.** Square trihedral corner reflector analysis using wire-grid and MoM with pulse basis functions / **T.P. Dang**, A.F.A. Hasan, T.R. Gazizov // Antennas Design and Measurement International Conference 2024 (ADMInC'2024). – Saint-Petersburg (Russian), 2024. – P. 12–15.

16. **Dang T.P.** Mathematical model, algorithm and computer code for analyzing thin dielectric plate scatterers based on surface equivalent equation and method of moments / **T.P. Dang**, A.F.A. Hasan, T.R. Gazizov // Antennas Design and Measurement International Conference 2024 (ADMInC'2024). – Saint-Petersburg (Russian), 2024. – P. 7–11.

17. **Dang T.P.** Comparative analysis of wire grid scatterers with different cells using MoM and pulse basis functions / **T.P. Dang**, A.F.A. Hasan, T.R. Gazizov // 2024 International Conference «Engineering Management of Communication and Technology» (EMCTECH). – Vienna (Austria), 2024. – P. 1–6.

Доклады в трудах отечественных конференций (9)

18. **Данг Т.Ф.** Возможность улучшения характеристик направленности антенны в условиях возрастающих требований радиоэлектронной борьбы // XXIX Международной научно-практической конференции СИБРЕСУРС-29-2023, Томск, Россия. – 2023. – С. 30–33.

19. **Данг Т.Ф.** Графический интерфейс программы для оценки излучаемой эмиссии от печатных плат с модальным резервированием / **Т.Ф. Данг**, А.Ф. Алхадж Хасан // XXIX Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Научная сессия ТУСУР - 2024», Томск, Россия. – 2024. – С. 42–46.

20. **Данг Т.Ф.** Анализ рассеивающих структур методом моментов с теорией характеристических мод / **Т.Ф. Данг**, А.Ф. Алхадж Хасан // XIII Всероссийская молодёжная научно-практическая конференция «Нанотехнологии. Информация. Радиотехника», Омск, Россия. – 2024. – С. 196–198.

21. **Данг Т.Ф.** Анализ рассеивающих структур методом моментов с теорией характеристических мод: рассеянное поле прямого проводника / **Т.Ф. Данг**, А.Ф. Алхадж Хасан // Обмен опытом в области создания сверхширокополосных радиоэлектронных систем: Материалы X Всероссийской научно-технической конференции, Омск, Россия. – 2024. – С. 62–70.

22. **Данг Т.Ф.** Верификация моделирования дипольного рассеивателя в системе TALGAT / **Т.Ф. Данг**, А.Ф. Алхадж Хасан // XXI Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук», Томск, Россия. – 2024. – С. 33–35.

23. **Данг Т.Ф.** Анализ квадратного трёхгранного уголкового отражателя с помощью проводной сетки и МоМ с импульсными базисными функциями / **Т.Ф. Данг**, А.Ф. Алхадж Хасан // Всероссийская научно-техническая конференция «Антенны и распространение радиоволн», Санкт-Петербург, Россия. – 2024. – С. 1–5.

24. **Данг Т.Ф.** Математическая алгоритмическая модель для тонкого рассеивающего диэлектрика на основе поверхностного эквивалентного уравнения / **Т.Ф. Данг**, А.Ф. Алхадж Хасан // Всероссийская научно-техническая конференция «Антенны и распространение радиоволн», Санкт-Петербург, Россия. – 2024. – С. 1–5.

25. **Dang T.P.** Notes on the analysis of crossed wire scatterers with junction by a fast MoM-based code with step basis functions / **T.P. Dang**, A.F. Alhaj Hasan // VIII Международная конференция «Информационные технологии и технические средства управления» (ICST-2024), Владикавказ, Россия. – 2024. – С. 79–83.

26. **Данг Т.Ф.** Анализ антенн с использованием характеристических мод и проводной сетки / **Т.Ф. Данг**, А.Ф. Алхадж Хасан // Международная научно-практическая

конференция «Электронные средства и системы управления», Томск, Россия. – 2024. – С. 13–15.

Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ (5)

27. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024681564. Программа для анализа проводных рассеивателей методом моментов с разными базисными функциями / **Данг. Т.Ф.**; заявл. 04.07.2024; зарег. 11.09.2024.

28. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024667263. Программа для анализа рассеивающих проводно-сеточных структур методом моментов / **Данг. Т.Ф.**; заявл. 11.07.2024; зарег. 23.07.2024.

29. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024683883. Программа для анализа антенных и рассеивающих проводных структур с использованием метода моментов и теории характеристических мод / **Данг. Т.Ф., А. Алхадж Хасан**; заявл. 11.09.2024; зарег. 14.10.2024.

30. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024683884. Программа для анализа антенных и рассеивающих структур с диэлектрическими материалами на основе метода моментов / **Данг. Т.Ф., А. Алхадж Хасан**; заявл. 21.09.2024; зарег. 14.10.2024.

31. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024683885. Программа для отслеживания мод при использовании метода моментов и теории характеристических мод для анализа антенных и рассеивающих проводных структур / **Данг. Т.Ф., А. Алхадж Хасан**; заявл. 21.09.2024; зарег. 14.10.2024.