



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
и инновациям ТУСУРа,
д.т.н., доцент
С.П. Куксенко
«23» 06 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Диссертация «Полосковые и кабельные оптимизированные помехозащитные структуры на основе модального разложения помеховых сигналов» выполнена в ТУСУРе на кафедре телевидения и управления (ТУ).

Соискатель Гордеева Виктория Олеговна обучается в очной аспирантуре ТУСУРа.

В 2020 г. окончила бакалавриат ТУСУРа по профилю «Радиотехнические средства приема, передачи и обработки сигналов».

В 2022 г. окончила магистерскую программу ТУСУРа «Электромагнитная совместимость радиоэлектронной аппаратуры».

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

Научный руководитель – Белоусов Антон Олегович, к.т.н., доцент каф. ТУ ТУСУРа.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Гордеевой Виктории Олеговны является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи совершенствования защиты радиоэлектронной аппаратуры от помеховых импульсных воздействий за счёт повышения характеристик полосковых и кабельных помехозащитных структур с модальным разложением посредством глобальной оптимизации.

Личное участие автора в получении результатов

Автору принадлежит ключевая роль в получении основных результатов работы. Личный вклад автора в публикациях, выполненных в соавторстве: [1–3, 5–17, 20–30] – выполнение оптимизации; [18, 19] – квазистатическое моделирование; [4] – электродинамическое моделирование; [4] – лабораторный эксперимент; [7, 9, 17] – анализ, обобщение и интерпретация полученных результатов; [4, 18] – разработка макетов и их изготовление.

Степень достоверности результатов

Достоверность результатов основана на корректном использовании теории линий передачи и численных методов, сопоставимости результатов квазистатического и электродинамического подходов и их согласованности с результатами измерений на сертифицированных и поверенных аппаратно-программных комплексах.

Научная новизна диссертации

1. Введены критерии оптимизации модальных фильтров, отличающиеся учетом их частотных характеристик (максимизация и контроль частоты среза), целостности полезного сигнала, а также помех с двух направлений.

2. Доказана эффективность применения различных классов глобальных алгоритмов при оптимизации полосковых и кабельных модальных фильтров.

3. Разработаны модальные фильтры на основе круглой и плоской кабельных структур, отличающиеся использованием компаунда на основе радиопоглощающего материала в качестве диэлектрического заполнения.

Практическая значимость

1. Разработаны и внедрены результаты: моделирования и оптимизации по ряду критериев полосковых и кабельных модальных фильтров для защиты радиоэлектронных средств (три акта внедрения в НИР по грантам РФФИ и госзадания); использования широкого ряда глобальных алгоритмов при оптимизации модальных фильтров (акт внедрения в учебный процесс ТУСУРа).

2. Представлен подход к оптимизации модальных фильтров на основе круглых кабелей для корректной параметрической оптимизации.

3. Модернизирован алгоритм эволюционных стратегий для возможности задания диапазонов оптимизируемых параметров.

4. Представлены результаты оптимизации модального фильтра на основе трехпроводной микрополосковой линии по одному и двум критериям в условиях экстремальных температур и влияния влаги.

5. Создан гибридный алгоритм адаптивного усечения секций, основанный на равномерном разбиении исходной области на секции, внутри каждой из которых случайным образом формируется набор решений.

6. Определены перспективы практического использования генетического алгоритма, эволюционных стратегий, случайного поиска, имитации отжига, ветвей и границ и симплициальной гомологии при оптимизации структур с модальным разложением.

7. Создана система практических рекомендаций по выбору и использованию глобальных алгоритмов при оптимизации модальных фильтров.

Ценность научных работ соискателя

Научные работы соискателя имеют высокую ценность. Она подтверждается многочисленными публикациями их результатов в рецензируемых журналах, в том числе из Q2 SCOPUS и материалах конференций, а также их широким использованием:

1. НИР «Комплекс фундаментальных исследований по электромагнитной совместимости» в рамках государственного задания FEWM-2020-0041, 2020–2023 гг.

2. НИР «Комплексное исследование кабельных и полосковых структур с модальными явлениями для защиты критичного оборудования от сверхкоротких импульсов», грант Президента Российской Федерации МК-900.2022.4, 2022–2023 гг.

3. НИР «Теоретические основы создания перспективных систем автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры, работающей в экстремальных условиях» (номер темы FEWM-2022-0001) в рамках конкурса научных проектов, выполняемых коллективами исследовательских центров и (или) научных лабораторий образовательных организаций высшего образования, 2022–2023 гг.

4. НИР «Методология обеспечения электромагнитной совместимости средств функционального поражения электромагнитным излучением с другими радиоэлектронными средствами в составе комплекса противодействия беспилотным летательным аппаратам», грант РНФ 22-29-01331 от 29.12.2021 г., 2021–2022 гг.

5. НИР «Теоретическое обоснование появления комбинационных импульсов в многопроводных линиях передачи с неоднородным диэлектрическим заполнением», грант РНФ 22-79-00187 от 27.07.2022 г., 2022–2023 гг.

6. НИР «Интеллектуальная оптимизация пассивных полосковых и кабельных структур для защиты радиоэлектронных средств от сверхширокополосных помех с использованием машинного обучения», грант РНФ №24-29-00578 от 29.12.2023 г., 2024–2025 гг.

7. НИР «Методология автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры, функционирующей в условиях деструктивных воздействий» в рамках конкурса научных проектов, выполняемых коллективами исследовательских центров и (или) научных лабораторий образовательных организаций высшего образования FEWM-2024-0005, 2024–2026 гг.

8. Учебный процесс ТУСУРа.

9. Результаты интеллектуальной деятельности: 2 патента на изобретение и 11 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа Гордеевой Виктории Олеговны по своему содержанию соответствует специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» в областях исследования «Разработка и исследование методов и алгоритмов обработки сигналов и информации в радиотехнических устройствах и системах различного назначения, включая системы телевидения и передачи информации, при наличии помех с целью повышения помехоустойчивости» и «Разработка и исследование методов обеспечения электромагнитной совместимости радиотехнических систем и устройств, включая системы связи и телевидения, методов обеспечения их стойкости к электромагнитному и ионизирующему излучению, методов разрушения и защиты информации в этих системах» паспорта специальности.

Полнота изложенных материалов в печатных работах, опубликованных автором

По материалам диссертации опубликовано 30 работ: статьи в журналах из перечня ВАК – 6; статьи в журналах из Q1 и Q2 WoS и SCOPUS – 1; статьи в других журналах, индексируемых в WoS и SCOPUS – 3; доклады в трудах конференций, индексируемых в WoS и SCOPUS – 5; доклады в трудах других конференций – 1; монографии – 1; патенты на изобретение – 2; свидетельства о регистрации программы для ЭВМ – 11.

Диссертация «Полосковые и кабельные оптимизированные помехозащитные структуры на основе модального разложения помеховых сигналов» Гордеевой Виктории Олеговны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Заключение принято на заседании кафедры ТУ.

Присутствовало на заседании 31 чел. Результаты голосования: «за» – 25 чел., «против» – 4 чел., «воздержалось» – 2 чел., протокол № 11 от 18 июня 2025 г.

Председатель,

д.т.н., заведующий кафедрой ТУ

 Т.Р. Газизов

Секретарь,

к.т.н., доцент каф. ТУ

 И. Сагиева

Список публикаций соискателя Гордеевой Виктории Олеговны

Статьи в журналах из перечня ВАК

1. Белоусов А.О. Анализ характеристик трёхпроводного модального фильтра в экстремальных условиях / А.О. Белоусов, **В.О. Гордеева** // Системы управления, связи и безопасности. 2022. № 4. С. 64–82. DOI: 10.24412/2410-9916-2022-4-64-82.
2. Белоусов А.О. Сравнение генетического алгоритма и эволюционных стратегий при оптимизации полосковых модальных фильтров / А.О. Белоусов, **В.О. Гордеева** // Радиотехника и электроника. – 2023. – № 11 (68). – С. 1079–1089, DOI: 10.31857/S0033849423110037.
3. Белоусов А.О. Оптимизация модального фильтра на основе микрополосковой линии по частотным критериям / А.О. Белоусов, **В.О. Гордеева**, Г.Ю. Ким // Системы управления, связи и безопасности. – 2023. – № 4. – С. 219–242, DOI: 10.24412/2410-9916-2023-4-219-242.
4. **Гордеева В.О.** Экспериментальные исследования модального фильтра на основе круглой кабельной структуры / **В.О. Гордеева**, А.О. Белоусов // Системы управления, связи и безопасности. – 2024. – № 2. С. 173–192, DOI: 10.24412/2410-9916-2024-2-173-192.
5. **Гордеева В.О.** Оптимизация конструкции модального фильтра при распространении сверхкоротких импульсов с двух направлений / **В.О. Гордеева**, А.О. Белоусов // Докл. Том. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники. – 2024. – № 3 (27). – С. 48–55.
6. Белоусов А.О. Применение современных моделей машинного обучения для повышения эффективности оптимизации полосковой и кабельной помехозащитных структур / А.О. Белоусов, Г.Ю. Ким, **В.О. Гордеева** // Радиотехника. – 2025. – № 4 (89). – С. 61–77. DOI: 10.18127/j00338486-202504-06

Статьи в журналах, входящих в Q1/Q2 Scopus

7. Belousov A.O. Breaking the Symmetry of Cable Structures as an Instrument for Improving Modal Decomposition to Protect Critical Equipment Against UWB Pulses / A.O. Belousov, N.O. Vlasova, **V.O. Gordeyeva** and T.R. Gazizov // Symmetry [URL: <https://www.mdpi.com/2073-8994/14/6/1228/pdf>]. – Vol. 14(6), No. 1228. – 2022. – P. 1–34, DOI: <https://doi.org/10.3390/sym14061228>.

Публикации в журналах, индексируемых WoS и Scopus

8. Belousov A. Optimization of Microstrip Structures with Modal Phenomena Using Metaheuristic Iterative Global Optimization Algorithms / A. Belousov, **V. Gordeyeva** // IEEE Electromagnetic Compatibility Magazine, –No. 2. – P. 1–7, 2025. DOI: (to be published)

9. Belousov A.O. Optimization of Protective Devices with Modal Phenomena Using Global Optimization Algorithms / A.O. Belousov, **V.O. Gordeyeva** // Mathematical Models and Computer Simulations, 2024, Vol. 16, Suppl. 1, P. S12–S35, DOI: 10.1134/S2070048224700777.

10. Belousov A.O. Basic Approaches to Optimization of Round and Flat Cable Structures for Protection against Ultra-Wideband Interference / A.O. Belousov, **V.O. Gordeyeva** // IEEE Letters on Electromagnetic Compatibility Practice and Applications. – Vol. 7, No. 2 – P. 55–60, 2025. DOI: 10.1109/LEMCPA.2025.3554588.

Доклады в трудах конференций, индексируемых WoS и Scopus

11. **Gordeyeva V.O.** Optimization of a 3-conductor Modal Filter with a Circular Cross Section by Evolutionary Strategies with Limitations / **V.O. Gordeyeva**, A.O. Belousov, N.O. Vlasova // Proc. of 23 Int. conf. on micro/nanotechnologies and electron devices (EDM 2022). – Erlagol, Altai, June 30–July 4, 2022. – P. 1–5, DOI: 10.1109/EDM55285.2022.9855187.

12. **Gordeyeva V.O.** Optimization of a broad-side coupling modal filter by evolutionary strategy algorithm with setting the ranges of the optimization parameters / **V.O. Gordeyeva** and A.O. Belousov // Journal of Physics: conference Series [URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2291/1/012014/pdf>]. – 2022. – Vol. 2291, No. 1. – P. 1–8, DOI: 10.1088/1742-6596/2291/1/012014.

13. **Gordeyeva V.O.** Optimization of strip modal filters by random search method / **V.O. Gordeyeva**, A.O. Belousov // Proceedings of International Siberian conference on control and communications (SIBCON–2022). – Russia, Tomsk, November 17–19, 2022. – P. 1–5, DOI: 10.1109/SIBCON56144.2022.10002986.

14. **Gordeyeva V.O.** Multicriteria Optimization of Modal Filters Using Evolutionary Algorithms and Random Search Method / **V.O. Gordeyeva**, A.O. Belousov // Proc. of 24 Int. conf. on micro/nanotechnologies and electron devices (EDM 2023). – Erlagol, Altai, June 29–July 3, 2023. – P. 1–6, DOI: 10.1109/EDM58354.2023.10225018.

15. Kim G.Yu. Enhancing the Efficiency of Optimization of Modal Filters Based on Microstrip Lines Using Regression Machine Learning Models / G.Yu. Kim, A.O. Belousov, **V.O. Gordeyeva** // Proc. of 3rd International Conference on Problems of Informatics, Electronics and Radio Engineering (PIERE). – Russia, Novosibirsk, November 15–17, 2024. – P. 880–885, DOI: 10.1109/PIERE62470.2024.10805055.

Доклады в трудах отечественных конференций

16. Белоусов А.О. Оптимизация модального фильтра с лицевой связью по алгоритму эволюционных стратегий с ограничениями / А.О. Белоусов, **В.О. Гордеева** // Материалы XVII международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления». – г. Томск, 19–21 ноября, 2021. – С. 13–17.

Монографии

17. Оптимизация помехозащитных структур с модальным разложением: моногр. / А.О. Белоусов, **В.О. Гордеева**. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2023. – 136 с.

Патенты

18. Патент на изобретение № 2781266 Российская Федерация. Способ исполнения модального фильтра с угольным пассивным проводником / Белоусов А.О., Газизов Т.Р., Власова Н.О., **Гордеева В.О.** – Заявка № 2022109601; заявлен 12.04.2022; опубликован 11.10.2022, Бюл. №29.

19. Патент на изобретение № 2828831 Российская Федерация. Способ трассировки проводников модального фильтра на основе кабельной структуры / Белоусов А.О., **Гордеева В.О.** – Заявка № 2024112422; заявлен 07.05.2024; опубликован 21.10.2024, Бюл. №30.

Свидетельства о регистрации программы для ЭВМ

20. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022682728. Оптимизация эволюционными стратегиями с ограничениями трехпроводного модального фильтра с боковой связью. Авторы: **Гордеева В.О.**, Белоусов А.О. Заявка №2022682305. Дата поступления 22 ноября 2022 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 25 ноября 2022 г.

21. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022684197. Оптимизация эволюционными стратегиями с ограничениями трехпроводного модального фильтра с круговым сечением. Авторы: **Гордеева В.О.**, Белоусов А.О. Заявка №2022682332. Дата поступления 22 ноября 2022 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 12 декабря 2022 г.

22. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023661306. Оптимизация трехпроводного модального фильтра на основе микрополосковой линии методом случайного поиска. Авторы: **Гордеева В.О.**, Белоусов А.О. Заявка №2023660003. Дата поступления 19 мая 2023 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 30 мая 2023 г.

23. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023661858. Многокритериальная оптимизация трехпроводного модального фильтра на основе микрополосковой линии эволюционными стратегиями. Авторы: **Гордеева В.О.**, Белоусов А.О. Заявка №2023619949. Дата поступления 19 мая 2023 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 02 июня 2023 г.

24. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023662109. Многокритериальная оптимизация трехпроводного модального фильтра на основе микрополосковой линии методом случайного поиска. Авторы: **Гордеева В.О.**, Белоусов А.О. Заявка №2023660005. Дата поступления 22 мая 2023 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 06 июня 2023 г.

25. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2024660221. Оптимизация трехпроводного модального фильтра на основе микрополосковой линии по критерию максимизации полосы пропускания полезного сигнала. Авторы: **Гордеева В.О.**, Белоусов А.О. Заявка №2024618752. Дата поступления 23 апреля 2024 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 03 мая 2024 г.

26. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2024660650. Оптимизация трехпроводного модального фильтра на основе микрополосковой линии по критерию контроля полосы пропускания полезного сигнала. Авторы: **Гордеева В.О.**, Белоусов А.О. Заявка №2024618770. Дата поступления 23 апреля 2024 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 08 мая 2024 г.

27. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2024688250. Оптимизация трехпроводного модального фильтра на основе микрополосковой линии при распространении сверхширокополосной помехи с двух направлений. Авторы: **Гордеева В.О.**, Белоусов А.О. Заявка №2024687280. Дата поступления 14 ноября 2024 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 26 ноября 2024 г.

28. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2025664990. Оптимизация модального фильтра на основе трехпроводной микрополосковой линии методом имитации отжига. Авторы: **Гордеева В.О.** Заявка №2025663728. Дата поступления 29 мая 2025 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 09 июня 2025 г.

29. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2025664701. Оптимизация модального фильтра на основе трехпроводной микрополосковой линии по глазковому критерию. Авторы: **Гордеева В.О.** Заявка №2025663737. Дата поступления 29 мая 2025 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 05 июня 2025 г.

30. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2025665785. Оптимизация модального фильтра на основе трехпроводной микрополосковой линии методом ветвей и границ. Авторы: **Гордеева В.О.** Заявка №2025663771. Дата поступления 29 мая 2025 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 19 июня 2025 г.