



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
и инновациям ТУСУРа,

д.т.н., доцент

С.П. Куксенко

«16» 12 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Диссертация «Модели, методики и технические решения для защиты радиоэлектронных средств от сверхкоротких импульсов в синфазном и дифференциальном режимах» выполнена в ТУСУРе на кафедре сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР).

Соискатель Лакоза Александр Михайлович в 2019 г. окончил бакалавриат ТУСУРа по профилю «Радиотехнические средства приема, передачи и обработки сигналов».

В 2021 г. окончил магистерскую программу ТУСУРа по профилю «Защита от электромагнитного терроризма».

В 2025 г. окончил очную аспирантуру ТУСУРа по направлению подготовки «Электроника, радиотехника и системы связи».

В настоящее время работает в ТУСУРе на кафедре СВЧиКР в должности старшего преподавателя.

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

Научный руководитель – Костелецкий Валерий Павлович, к.т.н., доцент каф. СВЧиКР ТУСУРа.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Лакозы Александра Михайловича является научно-квалификационной работой, в которой решена задача создания моделей, методик и технических решений, направленных на защиту современных радиоэлектронных средств от сверхкоротких помеховых импульсов в синфазном и дифференциальном режимах.

Личное участие автора в получении результатов

Автору принадлежит ключевая роль в получении основных результатов работы. Личный вклад автора в публикациях: [1, 6, 19–22, 25, 30] – реализация макетов, выполнение экспериментальных исследований; [2, 3] – обзор существующих решений, обобщение результатов; [9, 10, 22–24, 26–28, 31, 32] – выполнение моделирования,

обобщение полученных результатов; [12–18, 29, 31] – построение геометрических и схемных моделей, получение характеристик, [4, 5, 7, 8, 11, 30, 31] – квазистатическое моделирование; [33–35] – программная реализация.

Степень достоверности результатов. подтверждается согласованностью результатов вычислительных и лабораторных экспериментов. Основные результаты работы представлены на всероссийских и международных конференциях, а также в рецензируемых научных изданиях. Практическая реализуемость подтверждена изготовленными макетами устройств защиты.

Научная новизна диссертации

1. Предложено устройство защиты от сверхкоротких импульсов с использованием центральной симметрии проводников, работающее в синфазном и дифференциальном режимах и отличающееся объединением двух структур в единую конструкцию на общем диэлектрическом основании.

2. Предложены устройства защиты от сверхкоротких импульсов, работающие в синфазном и дифференциальном режимах с центрально-симметричным в поперечном сечении расположением проводников, выполненные в виде единой конструкции из двух структур с соединенными на ближнем и дальнем концах опорными проводниками, отличающиеся увеличением числа проводников с 4 до 6 и 8 и симметричным воздействием помехи для 6-проводной и асимметричным – для 8-проводной структур.

3. Впервые предложена методика проектирования планарного гибридного устройства защиты от сверхкоротких импульсов, работающего в синфазном и дифференциальном режимах, на основе пассивного помехоподавляющего фильтра и полосковой структуры с модальным разложением.

Практическая значимость

1. Разработаны и внедрены схемная математическая модель и прототип помехоподавляющего фильтра в АО «Решетнев» (акт внедрения).

2. Внедрены результаты моделирования и экспериментального исследования устройств защиты на основе 6- и 8-проводных структур и экранированных полосковых структур в учебный процесс ТУСУРа (два акта внедрения).

3. Внедрены результаты квазистатического и электродинамического моделирования и экспериментальных исследований частотных и временных характеристик прототипов 6- и 8-проводных устройств защиты в НИР по грантам РНФ и госзадания (три акта внедрения).

4. Сформулирована методика проектирования гибридных планарных устройств защиты, сочетающих преимущества полосковых устройств защиты с эффектом модального разложения и пассивных помехоподавляющих фильтров.

5. Предложены рекомендации по выбору топологии поперечного сечения, геометрических параметров, материалов, расположения каскадов и расстояния до экрана для реализации устройств защиты с эффектом модального разложения.

6. Разработаны и изготовлены макеты устройств защиты, работающих в синфазном и дифференциальном режимах: экранированного центрально-симметричного, с горизонтальным расположением каскадов и на основе 6- и 8-проводных полосковых структур.

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. ПНИ «Теоретические и экспериментальные исследования по синтезу оптимальной сети высоковольтного электропитания для космических аппаратов» в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», проект RFMEFI57417X0172, 2017–2020 гг.

2. НИР «Комплекс фундаментальных исследований по электромагнитной совместимости» в рамках конкурса научных проектов, выполняемых коллективами исследовательских центров и (или) научных лабораторий образовательных организаций высшего образования, госзадание FEWM-2020-0041, 2020–2021 гг.

3. НИР «Методология обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры на основе модальных технологий», грант РФФИ 20-37-70020 (Стабильность), 2019–2021 гг.

4. НИР «Многокритериальная оптимизация порядка переключения после отказов при многократном модальном резервировании цепей», грант РНФ 20-19-00446, 2020–2022 гг.

5. НИР «Модальное резервирование электрических цепей критичных радиоэлектронных средств и систем», грант РНФ 19-19-00424, 2019–2021 гг.

6. НИР «Многокритериальная оптимизация порядка переключения после отказов при многократном модальном резервировании цепей», грант РНФ 20-19-00446-П, 2023–2024 гг.

7. НИР «Разработка методического подхода, технических решений и прототипов новых устройств защиты радиоэлектронной аппаратуры от сверхкоротких импульсов, работающих в дифференциальном и синфазном режимах», грант РНФ 23-79-01216, 2023–2025 гг.

8. НИР «Теоретические основы создания перспективных систем автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры, работающей в

экстремальных условиях» в рамках конкурса научных проектов, выполняемых коллективами исследовательских центров и (или) научных лабораторий образовательных организаций высшего образования, госзадание FEWM-2022-0001, 2022–2023 гг.

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

10. Учебный процесс радиотехнического факультета ФГАОУ ВО ТУСУРа в 2022–2023 и 2024–2025 гг.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа Лакозы Александра Михайловича по своему содержанию соответствует специальности 2.2.13 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» в области исследования «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 35 работ: статьи в журналах из перечня ВАК – 5, из них в журналах ВАК по научной специальности 2.2.13 – 3, по смежной отрасли – 1, по смежной специальности – 1; доклады в трудах конференций, индексируемых в WoS и SCOPUS – 13; доклады в трудах отечественных конференций – 12; патенты на изобретение – 2; свидетельства о регистрации программы для ЭВМ – 3.

Диссертация «Модели, методики и технические решения для защиты радиоэлектронных средств от сверхкоротких импульсов в синфазном и дифференциальном режимах» Лакозы Александра Михайловича 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 расширенном заседании кафедры СВЧиКР и кафедры ТУ.

Присутствовало на заседании 33 чел. Результаты голосования: «за» – 33 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол расширенного заседания кафедры СВЧиКР и кафедры ТУ №12 от 18 декабря 2025 г.

Председатель,

д.т.н., заведующий кафедрой ТУ

Секретарь,

к.т.н., доцент каф. ТУ

 Т.Р. Газизов
 И. Сагиева

Список публикаций соискателя Лакозы Александра Михайловича

Статьи в журналах из перечня ВАК

1. Костелецкий В.П. Двухкаскадный экранированный модальный фильтр для работы в дифференциальном и синфазном режимах / В.П. Костелецкий, А.М. Заболоцкий, **А.М. Лакоза** // Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем (МЭС). – 2021. – № 4. – С. 127–133.
2. **Лакоза А.М.** Обзор методов модификации магнитных, экранирующих, радиопоглощающих материалов и покрытий / **А.М. Лакоза** // Системы управления, связи и безопасности. – 2023. – № 4. – С. 196–218.
3. **Лакоза А.М.** Обзор современных устройств фильтрации и защиты от кондуктивных электромагнитных помех в радиоэлектронных системах / **А.М. Лакоза** // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2024. – Т. 27. – № 4. – С. 31–46.
4. Костелецкий В.П. Оптимизация параметров поперечного сечения устройств защиты от сверхкоротких импульсов, работающих в дифференциальном и синфазном режимах / В.П. Костелецкий, Е.Б. Черникова, **А.М. Лакоза** // Журнал радиоэлектроники. – 2025. – № 5. – С. 1–23.
5. Костелецкий В.П. Полосковая структура с лицевой связью, защищающая от сверхкоротких импульсов в синфазном и дифференциальном режимах / В.П. Костелецкий, **А.М. Лакоза**, Е.Б. Черникова // Системы управления, связи и безопасности. – 2025. – № 3. – С. 159–169.

Доклады в трудах конференций, индексируемых WoS и Scopus

6. **Lakoza A.M.** Measuring Radiated Emission Levels and EMI Susceptibility of Protection Devices based on Modal Filtering / **A.M. Lakoza**, V.P. Kosteletsky, M.E. Komnatnov // 2022 IEEE 23rd International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM). – Novosibirsk, Russia, 2022. – P. 214–217.
7. Morozov S.R. Quasi-Static Simulation of a Double-Sided PCB with Triple Modal Reservation / S.R. Morozov, **A.M. Lakoza** // 2022 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon). – Magnitogorsk, Russia, 2022. – P. 324–329.
8. **Lakoza A.M.** The Efficiency of Conductor Placement in Circuits with Single Modal Redundancy in Differential and Common Modes / **A.M. Lakoza**, V.P. Kosteletsky // 2023 IEEE 24th International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM). – Novosibirsk, Russia, 2023. – P. 1210–1214.
9. **Lakoza A.M.** Estimating the Insertion Attenuation under Different Methods of Modal Redundancy in Differential and Common Modes / **A.M. Lakoza**, V.P. Kosteletskii,

A.M. Zabolotsky // 2023 International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon). – Magnitogorsk, Russia, 2023. – P. 408–412.

10. Nesterenko A.K. Effect of Conductor and Dielectric Arrangement on the Protective Characteristics of Protection Devices in Common and Differential Modes / A.K. Nesterenko, V.P. Kosteletskii, **A.M. Lakoza** // 2024 International Russian Smart Industry Conference (SmartIndustryCon). – Sochi, Russia, 2024, – P. 720–725.

11. **Lakoza A.M.** Evaluation of the Efficiency of Conductor Placement Under Different Types of Pulse Interference in Differential and Common Modes / **A.M. Lakoza**, V.P. Kosteletskii // 2024 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). – Sochi, Russia, 2024, – P. 392–397.

12. **Lakoza A.M.** Influence of Conductor Arrangement and Termination Loads on Modal Redundancy Efficiency in a Four-Conductor Modal Filter / **A.M. Lakoza**, V.P. Kosteletskii, E.B. Chernikova // 2024 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). – Sochi, Russia, 2024, – P. 813–818.

13. **Lakoza A.M.** Influence of Cross-Section Geometrical Parameters on the Structures Characteristics Protecting in Differential and Common Modes / **A.M. Lakoza**, V.P. Kosteletskii, E.B. Chernikova // 2024 IEEE 3rd International Conference on Problems of Informatics, Electronics and Radio Engineering (PIERE). – Novosibirsk, Russia, 2024. – P. 180–184.

14. Kosteletskii V.P. The Influence of Shielding Enclosure on the Characteristics of Protection Devices Operating in Differential and Common Modes / V.P. Kosteletskii, **A.M. Lakoza**, E.B. Chernikova // 2025 International Russian Smart Industry Conference (SmartIndustryCon). – Sochi, Russia, 2025. – P. 832–836.

15. Kosteletskii V.P. Evaluating the Characteristics of Protective Devices Based on Cascade Arrangement of 8-conductor Strip Structures / V.P. Kosteletskii, **A.M. Lakoza**, A.M. Zabolotsky // 2025 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). – Sochi, Russian Federation, 2025). – P. 874–879.

16. Kosteletskii V.P. Evaluating the Effect of Cascade Arrangement on the Characteristics of the Protection Devices Based on 6-Conductor Structure with Modal Decomposition / V.P. Kosteletskii, **A.M. Lakoza**, E.B. Chernikova // 2025 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). – Sochi, Russian Federation, 2025. – P. 703–707.

17. Kosteletskii V.P. Evaluating the Characteristics of Protective Devices Based on Cascade Arrangement of 8-conductor Strip Structures / V.P. Kosteletskii, **A.M. Lakoza**, A.M. Zabolotsky // 2025 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). – Sochi, Russian Federation, 2025). – P. 874–879.

18. Kosteletskii V.P. Analysis of the Effect of Dielectric Substrate Material on the Performance of Multiconductor Stripline Protection Devices / V.P. Kosteletskii, **A.M. Lakoza** // 2025 IEEE XVII International Scientific and Technical Conference on Actual Problems of Electronic Instrument Engineering (APEIE). – Novosibirsk, Russian Federation, 2025. – P. 1–5.

Доклады в трудах отечественных конференций

19. **Лакоза А.М.** Исследование характеристик помехоподавляющих фильтров с различной компоновкой индуктивных элементов / **А.М. Лакоза**, В.П. Костелецкий, Е.С. Жечев, А.М. Заболоцкий // Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции. – 2019. – № 1–2. – С. 45–48.

20. **Лакоза А.М.** Исследование характеристик гибридного помехоподавляющего дросселя / **А.М. Лакоза**, В.П. Костелецкий, Е.С. Жечев, А.М. Заболоцкий // Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции. – 2019. – № 1–2. – С. 36–38.

21. **Лакоза А.М.** Исследование частотных характеристик фильтра с комбинированным дросселем / **А.М. Лакоза**, В.П. Костелецкий, Е.С. Жечев // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2020. – №1–1. – С. 254–257.

22. **Лакоза А.М.** Экспериментальное исследование комбинированного дросселя для фильтра подавления синфазных и дифференциальных помех / **А.М. Лакоза**, В.П. Костелецкий, Е.С. Жечев, А.М. Заболоцкий // Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции. – 2020. – № 1–1. – С. 301–303.

23. **Лакоза А.М.** Вычисление временных откликов экранированного модального фильтра из двух каскадов в дифференциальном и синфазном режимах на воздействие типовых сверхкоротких импульсов / **А.М. Лакоза**, В.П. Костелецкий, А.М. Заболоцкий // Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции. – 2021. – № 1–2. – С. 47–49.

24. **Лакоза А.М.** Влияние расположения проводников модального фильтра на ослабление сверхкороткого импульса в синфазном и дифференциальном режимах / **А.М. Лакоза**, В.П. Костелецкий, А.М. Заболоцкий // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-27-2021): Доклады (материалы) 27-й международной научно-практической конференции. – Томск. – 2021. – С. 134–139.

25. **Лакоза А.М.** Разработка печатной платы с трехкратным модальным резервированием с исполнением опорного проводника в виде боковых полигонов / **А.М. Лакоза**, А.В. Медведев // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2022. – № 1–1. – С. 224–227.

26. **Лакоза А.М.** Исследование электрических характеристик Mn-Zn-ферритового порошка, модифицированного путем электронно-лучевой эмиссии / **А.М. Лакоза**, В.П. Костелецкий // Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции. – 2022. – № 1–1. – С. 294–296.

27. **Lakoza A.M.** Electron beam modification of characteristics of Mn-Zn-ferrite powder / **A.M. Lakoza**, V. P.Kosteletsky // TUSUR Scientific Session: Collection of selected papers. – 2023. – No. 1–3. – P. 306–310.

28. **Лакоза А.М.** Исследование способов модального резервирования в синфазном и дифференциальном режимах / **А.М. Лакоза**, В.П. Костелецкий, А.М. Заболоцкий // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники: материалы 26-й Всероссийской молодежной научной конференции. – Ульяновск. – 2023. – С. 176–178.

29. **Лакоза А.М.** Гибридное устройство защиты от сверхкоротких импульсов на основе планарных элементов / **А.М. Лакоза** // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-31-2025): Доклады (материалы) 31-й международной научно-практической конференции. – Томск. – 2025. – С. 73–78.

30. **Лакоза А.М.** Экспериментальное исследование комбинированного дросселя для фильтра подавления синфазных и дифференциальных помех / **А.М. Лакоза**, В.П. Костелецкий, Е.С. Жечев, А.М. Заболоцкий // Промышленная революция 4.0: взгляд молодежи: Тезисы докладов II Межрегиональной научной конференции, Тула, 05–06 ноября 2020 года. – Тула: Тульский государственный университет, 2020. – С. 25–26.

Патенты

31. Патент на изобретение №2823269 С1 Российская Федерация. Полосковая структура с лицевой связью, защищающая от сверхкоротких импульсов в синфазном и дифференциальном режимах / Костелецкий В.П., **Лакоза А.М.**, Заболоцкий А.М., Нестеренко А.К. – Заявка № 2024101988; заявлен 27.01.2024; опубликован 22.07.2024, Бюл. №21.

32. Патент на изобретение №2848022 С1 Российская Федерация. 6-проводная полосковая структура, защищающая от сверхкоротких импульсов в синфазном и дифференциальном режимах / Костелецкий В.П., **Лакоза А.М.**, Нестеренко А.К. – Заявка № 2025102162; заявлен 01.02.2025; опубликован 16.10.2025, Бюл. №29.

Свидетельства о регистрации программы для ЭВМ

33. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2023683460. Вычисление характеристик полосковой структуры с лицевой связью, защищающей от сверхкоротких импульсов в синфазном и дифференциальном режимах. Авторы: Костелецкий В.П., **Лакоза А.М.**, Заболоцкий А.М., Нестеренко А.К. Заявка № 2023682300.

Дата поступления 27.10.2023 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 08.11.2023 г.

34. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2024683576. Вычисление характеристик 8-проводной полосковой структуры, защищающей от сверхкоротких импульсов в синфазном и дифференциальном режимах. Авторы: Костелецкий В.П., **Лакоза А.М.**, Нестеренко А.К. Заявка № 2024682354. Дата поступления 28.09.2024 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 14.10.2024 г.

35. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2024683551. Вычисление характеристик 6-проводной полосковой структуры, защищающей от сверхкоротких импульсов в синфазном и дифференциальном режимах. Авторы: Костелецкий В.П., **Лакоза А.М.**, Нестеренко А.К. Заявка № 2024682413. Дата поступления 28.09.2024 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 14.10.2024 г.