



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НРиИ ТУСУР,
к.т.н., доцент
А.Г. Лоцилов
« 5 » октября 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР)

Диссертация «Полосковые устройства защиты на основе витка меандровой линии с модифицированной структурой» выполнена на кафедре телевидения и управления (ТУ) в ТУСУРе.

Соискатель Карри Салим обучается в очной аспирантуре ТУСУРа.

Окончил бакалавриат ТУСУР по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» в 2018 г., магистратуру ТУСУРа по направлению 11.04.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» по профилю «Электромагнитная совместимость в топливно-энергетическом комплексе» в 2020 г.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2023 г. ТУСУРОм.

Научный руководитель – Суровцев Роман Сергеевич, к.т.н., доцент кафедры ТУ ТУСУРа.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Карри Салима является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи улучшения характеристик полосковых устройств защиты на основе витка меандровой линии за счёт модификации их структуры.

Личное участие автора в получении результатов

Цель и задачи сформулированы совместно с научным руководителем. Результаты, сформулированные в положениях, выносимых на защиту, и составляющие научную новизну, получены автором лично или при его участии и совместно с научным руководителем. Личный вклад автора состоит в моделировании разными методами, разработке прототипов и

экспериментальных исследованиях. Часть результатов получена совместно с Кенжегуловой З.М.

Степень достоверности результатов работы

Достоверность результатов основана на корректном применении теории линий передачи, совпадении результатов моделирования квазистатическим и электродинамическим подходами и их согласованности с результатами измерений сертифицированными и поверенными аппаратно-программными комплексами.

Научная новизна диссертации

1. Предложена трассировка витка меандровой линии с симметричным поперечным сечением, в котором обеспечивается модальное разложение импульсного сигнала на составляющие, отличающаяся сворачиванием витка в виде меандра со слабой электромагнитной связью между его полувитками.

2. Разработан подход к уменьшению электромагнитной связи между полувитками витка меандровой линии с симметричным поперечным сечением, свернутого в меандр, отличающийся добавлением, заземленных на концах, дополнительных проводников между неосновными полувитками.

3. Доказана возможность дополнительного ослабления импульсного воздействия в витке меандровой микрополосковой линии, отличающаяся увеличением ширины одного из проводников витка.

Практическая значимость

1. Показана возможность уменьшения на 45% ширины поперечного сечения витка меандровой линии, свернутого в меандр, с сохранением свойств защиты за счёт добавления дополнительных заземленных проводников.

2. Разработаны и измерены характеристики 5 прототипов устройств на основе витка меандровой линии, обеспечивающих разложение импульсных сверхширокополосных воздействий.

3. Экспериментально доказано, что увеличение асимметрии поперечного сечения витка меандровой линии увеличивает амплитуду дополнительного импульса разложения, ослабляя импульсное сверхширокополосное воздействие.

3. Результаты использованы в АО «РЕШЕТНЁВ», НИР по грантам РНФ, РФФИ, Президента РФ и учебном процессе ТУСУРа (3 акта внедрения).

Ценность научных работ соискателя

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

Использование результатов исследований:

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 г.

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. Научно-исследовательская лаборатория фундаментальных исследований по электромагнитной совместимости, проект FEWM-2020-0041, 2020–2021 гг.

3. НИР «Моделирование распространения сверхкоротких импульсов в многопроводных линиях передачи для решения задач проектирования радиоэлектронной аппаратуры с учётом электромагнитной совместимости», грант РФФИ «Научное наставничество» 19-37-51017, 2019–2021 гг.

4. НИР «Теоретические основы создания перспективных систем автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры, работающей в экстремальных условиях», проект FEWM-2022-0001, 2022–2023 гг.

5. НИР «Математический аппарат для синтеза пассивных помехоподавляющих полосковых устройств с асимметричной структурой на основе модальных технологий», грант РФФИ 21-79-00161, 2021–2023 гг.

6. НИР «Разработка математического, алгоритмического и программного обеспечения для задач моделирования помехового синусоидального воздействия на печатные устройства защиты при проектировании радиоэлектронных средств с учетом электромагнитной совместимости» по гранту Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых, проект МК-396.2022.4, 2022–2023 гг.

7. Учебный процесс радиотехнического факультета ТУСУР.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа Карри Салима по своему содержанию соответствует специальности 2.2.13 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения по п. 7 – 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.

Полнота изложенных материалов в печатных работах, опубликованных автором

Основные результаты исследований отражены в 16 публикациях (2 без соавторов): 4 статьях в журнале из перечня ВАК, 3 докладах в трудах конференций, индексируемых WoS и Scopus, 9 докладах в трудах отечественных конференций.

Диссертация «Полосковые устройства защиты на основе витка меандровой линии с модифицированной структурой» Карри Салима 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 26 чел. Результаты голосования: «за» – 26 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 1 от 25 сентября 2023 г.

Председатель,
д.т.н., заведующий кафедрой ТУ


_____ Т.Р. Газизов

Секретарь,
д.т.н., профессор кафедры ТУ


_____ С.П. Куксенко

Список публикаций соискателя Карри Салима

Статьи в журналах из перечня ВАК

1. Суровцев Р.С. Миниатюризация устройства на основе витка меандровой линии с помощью дополнительных заземленных проводников / Р.С. Суровцев, **С. Карри**, И.А. Скорняков // Доклады ТУСУР. – 2022. – Т.25, №3. – С. 14–20.

2. **Карри С.** Методика синтеза пассивных полосковых устройств защиты от импульсных воздействий на основе витка меандровой линии с асимметричным поперечным сечением / С. Карри, З.М. Кенжегулова, Р.С. Суровцев // Системы управления, связи и безопасности. –2023. – № 1. – С. 90–109.

3. **Карри С.** Экспериментальное исследование полосковых устройств защиты с модальным разложением / С. Карри, З.М. Кенжегулова, Р.С. Суровцев // Системы управления, связи и безопасности. 2023. – № 3. – С. 1–28.

4. **Карри С.** Экспериментальное исследование характеристик прототипа полоскового устройства защиты от импульсных воздействий на основе витка меандровой линии / С. Карри, Р.С. Суровцев // Доклады ТУСУР. – 2023. – Т. 26. №2. – С. 14–20.

Доклады в трудах конференций, индексируемых WoS и Scopus

5. **Karri S.** Propagation of Pulse Signals in the Turn of a Meander Microstrip Delay Line / S. Karri, Surovtsev R.S., Nosov A.V. // 2019 International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences (SIBIRCON). – Tomsk, 21–27 October, 2019. – P 254–257.

6. **Karri S.** Analysis of Power Dissipation in a Turn of a Meander Microstrip Line / S. Karri, Surovtsev R.S. // Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics-2021). Omsk, 17–19 November, 2021. – P. 1–5.

7. **Kenzhegulova Z.M.** Propagation of Interferences in Asymmetric Strip Structures with Modal Decomposition / Z.M. Kenzhegulova, R.S. Surovtsev, **S. Karri** // 2023 IEEE 24th international conference of young professionals in electron devices and materials (EDM). Erlagol, June 9 – July 3, 2023. – P. 380–385.

Доклады в трудах отечественных конференций

8. **Карри С.** Анализ влияния потерь в проводниках и диэлектрике на форму и амплитуду сверхкороткого импульса в защитной меандровой линии / С. Карри, Р.С. Суровцев // Материалы докладов XV Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления», Томск, 20–22 ноября 2021. – Ч. 2 – С. 59–61.

9. **Карри С.** Обзор устройств защиты от электростатического разряда // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – Томск, 19-21 мая 2021. – Ч.2. – С. 58–61.

10. **Носов А.В.** Анализ влияния количества витков со слабой связью на форму напряжения в конце витка защитной меандровой линии / А.В. Носов, **С. Карри**, Р.С. Суровцев // Третья Международная научная конференция ведущих научных школ в области радиолокации, радионавигации и

радиоэлектронных систем передачи информации (Шарыгинские чтения), Томск, 29 сентября–1 октября 2021. – С. 100–106.

11. **Карри С.** Анализ влияния диэлектрической проницаемости подложки на рассеяние мощности сигнала в меандровой линии / С. Карри, Р.С. Суровцев // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – Томск, 22–24 мая 2019. – Ч.1. – С. 262–266.

12. **Karri S.** Electrodynamic analysis of the meander delay line with two turns / S. Karri, R.S. Surovtsev, A.V. Nosov, A.T. Gazizov // Материалы докладов XIII Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления», Томск, 20–22 ноября 2019. – Ч. 2. – С. 232–235.

13. **Карри С.** Анализ влияния количества ячеек дискретизации модели меандровой линии на результаты полноволнового анализа / С. Карри, Р.С. Суровцев // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – Томск. 25–27 мая 2020. – Ч.1. – С. 247–250.

14. **Карри С.** Анализ рассеяния мощности сверхкороткого импульса в витке меандровой линии задержки / С. Карри, Р.С. Суровцев // Материалы докладов XIV Международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления», Томск, 28–30 ноября 2018. – Ч. 1. – С. 283–286.

15. **Карри С.** Обзор методов и подходов к оценке потерь на излучение в полосковых линиях / С. Карри, Р.С. Суровцев // Материалы всероссийской научно-технической конференции с международным участием студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР-2018». – Томск, 2018. – Т 1. – С. 123–126.

16. **Карри С.** Влияние учёта перемычек на задержку импульсного сигнала при моделировании витка защитной меандровой линии // Микроэлектроника и информатика-2023. XXX Всероссийская межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов: тезисы докладов. – М.: МИЭТ. 2023. – С. 184.