

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НРИИ ТУСУР,

К.Т.Н., доцент

А.Г. Лошилов

« 26 » сентября 2022 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Диссертация «Экспериментальное исследование и анализ частотных и временных характеристик полосковых структур с модальной фильтрацией» выполнена в ТУСУРе на кафедре телевидения и управления (ТУ).

Соискатель Жечев Евгений обучается в очной аспирантуре ТУСУРа.

В 2016 г. окончил бакалавриат ТУСУРа по профилю «Цифровое телерадиовещание».

В 2018 г. окончил магистратуру ТУСУРа по профилю «Электромагнитная совместимость в топливно-энергетическом комплексе».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2022 г. ТУСУРОм.

Научный руководитель – Заболоцкий Александр Михайлович, д.т.н., доцент, заведующий кафедрой СВЧиКР ТУСУРа.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Жечева Евгения является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи совершенствования защиты радиоэлектронной аппаратуры от сверхкороткого импульса за счет модальных фильтров на двухсторонней печатной плате.

Личное участие автора в получении результатов

Автору принадлежит ключевая роль в получении основных результатов работы. Личный вклад автора в публикациях, выполненных в соавторстве: [4, 30, 43, 57, 60] – проведение патентного поиска и (или) обзорного исследования; [10, 21, 25, 35, 38, 57] – проведение квазистатического моделирования; [1, 2, 6, 8, 9, 11, 14, 15, 17, 18, 22, 26, 28, 41] – проведение электродинамического моделирования; [1, 6–9, 11, 19, 26, 55, 56] – проведение лабораторного эксперимента; [1, 2, 8, 9, 11, 19, 22, 23, 25–27, 32] и [33, 35, 36, 38, 40, 42, 45–48, 51, 53–56, 60] – формирование и апробация методики экспериментального исследования; [25, 38] – проведение оптимизации генетическим алгоритмом; [1–4, 6–8, 10–12, 14–17, 19–22, 25] и

[27, 30, 32–37, 39, 40, 42, 43, 45–55, 57, 61, 62] – анализ, обобщение и интерпретация полученных результатов; [3, 4, 12, 15–18, 20, 21, 28, 36, 38] и [40, 41, 49, 52, 58–62] – программная реализация и тестирование; [1, 8, 11–13] и [26, 47, 48, 55] – разработка макетов и их изготовление.

Степень достоверности результатов работы

Достоверность результатов основывается на корректном применении теории линий передачи, согласованности результатов теоретического анализа, моделирования и эксперимента, использование современных методик измерения сертифицированными приборами.

Научная новизна диссертации

1. Впервые предложена экспериментально-расчетная методика анализа структур с модальной фильтрацией, включающая в себя измерения S -параметров в частотном диапазоне, переход во временную область для вычисления откликов на воздействие сверхширокополосных помех и оценку уменьшения их опасности на основе N -норм.

2. Предложен подход к улучшению характеристик модальных фильтров, отличающийся соединением опорных проводников между собой только на концах и использованием четвертьволновых резонаторов и широкополосных радиопоглощающих материалов.

3. Предложен способ компоновки печатных проводников для цепей с модальным резервированием на четырехслойной печатной плате, отличающийся тем, что опорный проводник выполнен в виде двух проложенных друг под другом внутри диэлектрической подложки и закороченных между собой только на концах, так что проводники резервируемой и резервной цепей вместе с дополнительным опорным проводником образуют пятипроводную связанную линию передачи, а радиоэлектронные компоненты размещаются на внешних сторонах печатной платы.

4. Предложен способ трассировки двух микрополосковых линий передачи, отличающийся контролируемым увеличением электромагнитной связи между ними до допустимого уровня перекрестных наводок от полезного сигнала и использованием модальных искажений для защиты от сверхширокополосных помех.

Практическая значимость

1. Разработаны макеты четырехслойных зеркально-симметричных меандровых линий и модальных фильтров со сверхширокополосным радиопоглощающим материалом для экспериментальных исследований модального разложения импульса сверхширокополосной помехи.

2. Представлены рекомендации по проектированию межсоединений печатных плат для защиты электрических цепей от сверхширокополосных помех.

3. Результаты исследования зеркально-симметричного модального фильтра использованы в модуле фильтра Ф100-М1 космического аппарата в АО «ИСС», г. Железногорск (акт использования РИД).

4. Экспериментально-расчетная методика анализа частотных и временных характеристик помехоподавляющего фильтра для защиты силовой шины электропитания космического аппарата и результаты моделирования эффективности экранирования корпуса внедрены в АО «ИСС», г. Железногорск (акт внедрения).

5. Комплекс технических решений для обеспечения электромагнитной совместимости, основанный на использовании пассивных помехозащитных устройств, внедрен в ООО «ТРЭМ Инновации», г. Томск (акт внедрения).

6. Результаты электродинамического анализа структур с однократным и трехкратным модальным резервированием внедрены в учебный процесс бакалавриата по направлению подготовки «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» ТУСУР, г. Томск (акт внедрения).

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.

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 «Разработка методологии создания помехозащитных устройств на основе модальной технологии» по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых, проект № МД-365.2018.8, 2018–2019 г.

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

4. 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 (НИЛ ФИЭМС), проект FEWM-2020-0041, 2020–2021 г.

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

6. 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.

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

8. НИР «Методология многократного модального резервирования цепей на основе зеркально-симметричных структур», грант РФФИ «Аспиранты» 20-37-90098, 2020–2022 г.

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

10. Учебный процесс студентов радиотехнического факультета ТУСУР.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа Жечева Евгения 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

Основные результаты исследований отражены в 62 публикациях (5 без соавторов): 6 статей в журнале из перечня ВАК, 15 публикаций в журналах, индексируемых в WoS/Scopus, 7 публикаций в трудах конференций, индексируемых WoS/Scopus, 28 публикаций в трудах отечественных конференций, а также 1 патент и 5 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ.

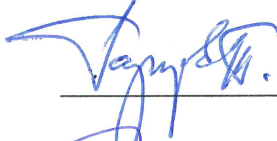
Диссертация «Экспериментальное исследование и анализ частотных и временных характеристик полосковых структур с модальной фильтрацией»

Жечева Евгения 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 17 чел. Результаты голосования: «за» – 17 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 3 от 24 сентября 2022 г.

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


_____ Т.Р. Газизов

Секретарь,
м.н.с., ассистент кафедры ТУ


_____ А.В. Жечева

Список публикаций соискателя Жечева Евгения

Статьи в журналах из перечня ВАК

1. **Жечев, Е.С.** Экспериментальные исследования зеркально-симметричного модального фильтра во временной и частотной областях / **Е.С. Жечев**, Е.Б. Черникова, А.О. Белоусов, Т.Р. Газизов // Системы управления, связи и безопасности. – 2019. – №2. – С. 162–179.

2. **Жечев, Е.С.** Влияние рассогласования структуры с сильными модальными искажениями на целостность сигнала / **Е.С. Жечев**, В.П. Костелецкий, А.М. Заболоцкий // Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем (МЭС). – 2021. – № 4. – С. 162–168.

3. Zhecheva, A.V. Simulating integrated circuit immunity to powerful conducted emissions in circuits with single modal reservation / A.V. Zhecheva, **Y.S. Zhechev** // Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем (МЭС). – 2021. – No. 4. – P. 122–126.

4. **Жечев, Е.С.** Анализ и систематизация способов трассировки печатных проводников на основе симметричных структур с модальной фильтрацией / **Е.С. Жечев**, И.А. Иванцов, А.С. Козинец // Доклады ТУСУР. – 2022. – Т. 25, № 1. – С. 1–18.

5. **Zhechev, Y.S.** Signal integrity analysis for the four-layer reflection symmetric modal filter / **Y.S. Zhechev** // Journal of radio electronics. – 2022. – № 8.

6. Разработка устройства защиты от сверхкоротких импульсов для цепей электропитания бортовой радиоэлектронной аппаратуры / В.П. Костелецкий, Е.Б. Черникова, **Е.С. Жечев**, А.М. Заболоцкий // Журнал радиоэлектроники. – 2022. – № 8.

Статьи в журнале, входящем в Q1 Scopus

7. **Zhechev, Y.S.** Using N -norms for analyzing symmetric protective electrical circuits with triple modal reservation / **Y.S. Zhechev**, A.V. Zhecheva, A.A. Kvasnikov, A.M. Zabolotsky // Symmetry. – 2021. – Vol. 13, no. 12.

8. Samoylichenko, M.A. Electrical characteristics of a modal filter with a passive conductor in the reference plane cutout / M.A. Samoylichenko, **Y.S. Zhechev**, V.P. Kosteletskii, T.R. Gazizov // IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. – 2021. – Vol. 63, no. 2. – P. 435–442.

9. Medvedev, A.V. Experimental study of a structure with single modal reservation before and after failure / A.V. Medvedev, **Y.S. Zhechev**, T.R. Gazizov // IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. – 2022. – P. 1–18.

10. Belousov, A.O. UAVs protection and countermeasures in a complex electromagnetic environment / A.O. Belousov, **Y.S. Zhechev**, E.B. Chernikova, A.V. Nosov, T.R. Gazizov // Complexity. – 2022. – P. 1–23.

11. **Zhechev, Y.S.** New technique for improving modal filter performance by using an electromagnetic absorber / **Y.S. Zhechev**, A.H. Adnan, K.P. Malygin // IEEE Access. – 2022. – Vol. 10. – P. 86663–86670.

Публикации в журналах, индексируемых WoS и Scopus

12. **Zhechev, Y.S.** Electromagnetic interference filter for spacecraft power bus / **Y.S. Zhechev**, V.P. Kosteletskii, A.M. Zabolotsky, T.R. Gazizov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 560, no. 1. – P. 012133.

13. Khazhibekov, R.R. Development of modal filter prototype for spacecraft busbar protection against ultrashort pulses / R.R. Khazhibekov, A.M. Zabolotsky, **Y.S. Zhechev**, V.P. Kosteletskii, T.R. Gazizov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 560, no. 1. – P. 012145.

14. Medvedev, A.V. Evaluating modal reservation efficiency before and after failure / A.V. Medvedev, T.R. Gazizov, **Y.S. Zhechev** // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1488, no. 1. – P. 012015.

15. Medvedev, A.V. Analysis of frequency characteristics of a structure with single modal reservation before and after failure / A.V. Medvedev, **Y.S. Zhechev** // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 862, no. 2. – P. 022037.

16. **Zhechev, Y.S.** Using N -norms for analysing a device with a single modal reservation / **Y.S. Zhechev**, A.V. Zhecheva, A.V. Medvedev, T.R. Gazizov // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1611, no. 1. – P. 012065.

17. **Zhechev, Y.** The Analysis of Shielding Effectiveness of the enclosure of an EMI-Filter for a Spacecraft Power Bus / **Y. Zhechev**, A. Zabolotsky // International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing. – 2021. – Vol. 15. – P. 470–475.

18. Hasan, A.A. Estimation of radiated emissions from a structure with a single modal reservation / A.A. Hasan, **Y.S. Zhechev**, T.R. Gazizov // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1862, no. 1. – P. 012003.

19. **Zhechev, Y.S.** Experimental study of a high current electromagnetic interference filter for the spacecraft power bus / **Y.S. Zhechev**, V.P. Kosteletskii, A.M. Zabolotsky // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1862, no. 1. – P. 012024.

20. **Zhechev, Y.S.** Multicriteria optimization of a four-layer reflection-symmetric modal filter parameters for ESD protection / **Y.S. Zhechev**,

I.A. Ivantsov, A.M. Zabolotsky // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1862, no. 1. – P. 012023.

21. **Zhechev, Y.S.** Quasi-static analysis of a two-conductor modal filter with a thin passive conductor / **Y.S. Zhechev**, A.M. Zabolotsky, T.R. Gazizov // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1862, no. 1. – P. 012016.

Доклады в трудах конференций, индексируемых WoS и Scopus

22. **Zhechev, Y.S.** Research of the new structure of reflection symmetric modal filter / **Y.S. Zhechev**, E.B. Chernikova, A.O. Belousov // 20th International conference of young specialists on micro/nanotechnologies and electron devices EDM. – Erlagol, Altai, June 29 – July 3, 2019. – P. 108–112.

23. Khazhibekov, R.R. A device for an ultrashort pulse attenuation in common and differential modes in the high voltage power supply circuits of the spacecraft / R.R. Khazhibekov, **Y.S. Zhechev**, A.M. Zabolotsky, V.P. Kosteletskii // 2020 21st International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM). – Erlagol, Altai, June 29 – July 3, 2020. – P. 179–182.

24. **Zhechev, Y.S.** Experimental study of the buried vias effect on reflection symmetric modal filter performance / **Y.S. Zhechev** // 2020 21st International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM). – Erlagol, Altai, June 29 – July 3, 2020. – P. 200–204.

25. **Zhechev, Y.** The use of quarter-wave resonators to improve modal filters performance / **Y.S. Zhechev**, A.M. Zabolotsky // 2021 IEEE 22nd International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM). – Erlagol, Altai, June 29 – July 3, 2021. – P. 204–207.

26. Samoylichenko, M.A. Comparing electrical characteristics of coplanar waveguides and modal filters / M.A. Samoylichenko, **Y.S. Zhechev** // 2022 IEEE 23rd International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM). – Erlagol, Altai, June 29 – July 3, 2022. – P. 204–207.

27. Kosteletskii, V.P. Method for experimental study of circuits with triple modal reservation in time and frequency domains / V.P. Kosteletskii, A.V. Medvedev, **Y.S. Zhechev** // International Ural Conference on Electrical Power Engineering (UralCon 2022). – 2022. P. 1–6.

28. Chernikova, E.B. Time response analysis for reflection symmetric meander lines using quasistatic and electrodynamic approaches / E.B. Chernikova, **Y.S. Zhechev** // 2022 International Conference (Actual Problems of Electron Devices). – 2022. P. 1–4.

Доклады в трудах отечественных конференций

29. **Жечев, Е.** Моделирование схемы генератора электростатического разряда / **Е. Жечев** // Материалы международной научно-технической

конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР 2018». – 2018. – С. 150–152.

30. **Жечев, Е.С.** Универсальный блок управления электроприводом / **Е.С. Жечев**, В.П. Костелецкий // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-24-2018): 24-я международная научно-практическая конференция, Томск, 28 ноября 2018 года. – Томск: Издательство Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2018. – С. 140–143.

31. **Жечев, Е.С.** Влияние перемычек в опорном проводнике на характеристики зеркально-симметричного модального фильтра / **Е.С. Жечев** // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2019. – Т. 1. – № 1-1. – С. 279–281.

32. 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.

33. Доброславский, С.А. Помехоподавляющий фильтр на элементах с сосредоточенными параметрами для силовой шины электропитания космических аппаратов / С.А. Доброславский, **Е.С. Жечев**, В.П. Костелецкий, А.М. Заболоцкий // Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции. – 2019. – № 1-2. – С. 30–33.

34. 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.

35. **Zhechev, Y.S.** A modal filter with a parallel oscillatory circuit in a passive conductor / **Y.S. Zhechev**, V.P. Kosteletskii // TUSUR Scientific Session: Collection of selected papers. – 2020. – No. 1-2. – P. 32–326.

36. Синельников, А.А. Квазистатическое моделирование четырехслойного зеркально-симметричного модального фильтра при изменении граничных условий на концах пассивных проводников / А.А. Синельников, А.В. Чуб, **Е.С. Жечев** // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2020. – № 1-1. – С. 266–269.

37. 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.

38. **Zhechev, Y.S.** Two-wire modal filter with a thin passive conductor / **Y.S. Zhechev, T.R. Gazizov** // *Electronic Devices and Control Systems: International Scientific-Practical Conference.* – 2020. – No. 1-2. – P. 236–238.

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

40. Иванцов, И.А. Многокритериальная оптимизация параметров четырехслойного зеркально-симметричного модального фильтра для защиты от электростатического разряда / И.А. Иванцов, **Е.С. Жечев** // *Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции.* – 2020. – № 1-1. – С. 282–285.

41. Алхадж, Хасан А. Оценка излучаемых эмиссий структуры с однократным модальным резервированием / А. Алхадж Хасан, **Е.С. Жечев**, Т.Р. Газизов // *Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции.* – 2020. – № 1-1. – С. 250–253.

42. Жечева, А.В. Использование N -норм для анализа устройства с однократным модальным резервированием / А.В. Жечева, **Е.С. Жечев** // *Перспективы развития фундаментальных наук: сборник научных трудов XVII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 21–24 апреля 2020 года.* – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2020. – С. 41–43.

43. Шершнева, Т. А. Сравнительный анализ устройств защиты радиоэлектронной аппаратуры от сверхкороткого импульса / Т.А. Шершнева, И.С. Марков, **Е.С. Жечев** // *Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР-2020».* – Томск, Россия, 2020

44. **Zhechev, Y.S.** The influence of temperature and humidity on four-layer reflection-symmetric modal filter performance / **Y.S. Zhechev** // *TUSUR Scientific Session: Collection of selected papers.* – 2021. – No. 1-3. – P. 201–205.

45. Павлов, Н.С. Анализ частотных характеристик двухпроводного модального фильтра со структурой проводников в виде спирали / Н.С. Павлов, С.В. Власов, **Е.С. Жечев** // *Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР.* – 2021. – № 1-2. – С. 91–94.

46. Власов, С.В. Использование n -норм для анализа двухпроводного модального фильтра со структурой проводников в виде спирали /

С.В. Власов, Н.С. Павлов, **Е.С. Жечев** // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2021. – № 1-2. – С. 76–80.

47. Мурманский, М.С. Разработка макета двухпроводного модального фильтра со структурой проводников в виде меандра / М.С. Мурманский, **Е.С. Жечев** // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2021. – № 1-2. – С. 71–73.

48. Трубченинов, В. А. Соединительные платы для проведения измерений модальных фильтров с круговым сечением / В.А. Трубченинов, Н.О. Кузьмин, В.А. Сурков, **Е.С. Жечев** // XVII Международная научно-практическая конференция «Электронные средства и системы управления». – 2021. – С. 62–64.

49. Иванов, Д.Б. Проектирование модального фильтра на основе связанной линии в программном обеспечении PathWave Advanced Design System / Д.Б. Иванов, **Е.С. Жечев** // Всероссийская конференция «Технологии и методики Keysight PathWave Design в проектировании и преподавании» (ТМПП Keysight). – 2022. – № 1. – С. 69–71.

50. Трубченинов, В.А. Определение погонных параметров планарных структур в программном обеспечении PathWave Advanced Design System / В.А. Трубченинов, Н.О. Кузьмин, В.А. Сурков, **Е.С. Жечев** // Всероссийская конференция «Технологии и методики Keysight PathWave Design в проектировании и преподавании» (ТМПП Keysight). – 2022. – № 1. – С. 71–73.

51. Павлов, Н.С. Алгоритм вычисления временного отклика в системе квазистатического моделирования TALGAT на основе S -параметров / Н.С. Павлов, **Е.С. Жечев** // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2022. – № 1-2. – С. 76–80.

52. Кузьмин, Н.О. Получение погонных параметров микрополосковых линий передачи при различном времени травления / Н.О. Кузьмин, **Е.С. Жечев** // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2022. – № 1-2. – С. 76–80.

53. Мурманский, М.С. Применение магнетодиэлектрического покрытия в структуре с двукратным модальным резервированием / М. С. Мурманский, **Е. С. Жечев** // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2022. – № 1-2. – С. 76–80.

54. Иванов, Д.Б. Модальный фильтр с LC -звеньями в пассивном проводнике / Д.Б. Иванов, **Е.С. Жечев** // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. – 2022. – № 1-2. – С. 76-80.

Авторы: **Жечев Е.**, Козинец А.С., Иванцов И.А., Заболоцкий А.М., Заявка № 2022615113. Дата поступления 29.03.2022 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 05.04.2022 г.