

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
и инновациям

кандидат технических наук, доцент
Антон Геннадьевич Лошилов

2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники»

Диссертация «Способы резервирования элементов радиотехнических устройств на основе модальной фильтрации» выполнена в ТУСУРе на кафедре телевидения и управления (ТУ).

В период подготовки диссертации соискатель Шарафутдинов Виталий Расимович обучался в очной аспирантуре ТУСУРа.

Шарафутдинов В.Р. проходил обучение в 1991–1996 гг. на радиоконструкторском факультете ТУСУРа по специальности «конструирование и технология радиоэлектронных средств».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2019 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники».

Научный руководитель – Газизов Тальгат Рашитович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», кафедра телевидения и управления, заведующий.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Шарафутдинова Виталия Расимовича является научно-квалификационной работой, содержащей решение важной и актуальной задачи совершенствования способов резервирования.

Актуальность темы

Резервирование широко применяется для повышения надежности основных и критически важных узлов радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Но существенное увеличение сложности, стоимости, габаритов и массы РЭА при таком способе повышения надежности ограничивает его применение. Также, с ростом сложности устройства обостряется проблема обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС). Особенно это важно для критичной РЭА, например, бортовой. Возможны и преднамеренные силовые электромагнитные воздействия, в частности, сверхкороткие импульсы (СКИ).

Существует принцип защиты, использующий модальное разложение сигнала в отрезках связанных линий (модальную фильтрацию). Модальные фильтры отличаются радиационной стойкостью, малой массой и дешевизной.

Используя модальную фильтрацию и избыточность холодного резервирования, можно осуществить модальное резервирование, под которым понимается использование резервируемых цепей совместно с цепями холодного резервирования для осуществления модальной фильтрации. Его реализация в РЭА практически не рассматривалась, между тем это актуально для резервируемой РЭА. Поэтому, тема работы актуальна для повышения надежности критичных узлов РЭА.

Личный вклад

Результаты, сформулированные в выносимых на защиту положениях и составляющие научную новизну работы, получены автором лично. Вклад автора состоит в обосновании практической реализуемости запатентованных способов и подготовке основных публикаций по тематике диссертации. Исследования и квазистатическое моделирование распространения СКИ в проводниках ПШ, в т.ч. с применением оптимизации, выполнены совместно с П.Е. Орловым и А.В. Медведевым.

Ряд результатов получен совместно с соавторами публикаций. В журнальных статьях [1, 2] автору принадлежит основной вклад, сделанный под научным руководством Т.Р. Газизова. В работах [3, 4, 5, 6, 8, 10, 11] автором выполнялись моделирование и анализ результатов. В работе [9] автором представлен новый способ трёхкратного резервирования и проведен анализ способов резервирования на основе модальной фильтрации. В патентах [15–20] автор прорабатывал практическую реализуемость предлагаемых решений. В патенте [21] автор предложил один из существенных признаков изобретения. В патенте [22] автор предложил основную идею изобретения. Список публикаций прилагается к данному заключению.

Степень достоверности результатов работы

Достоверность результатов подтверждена их сравнением с результатами, полученными измерением и в других программных продуктах.

Научная новизна диссертации

1. Предложены 6 способов однократного резервирования, отличающихся образованием резервируемым и резервным проводниками связанной линии передачи в неоднородном диэлектрическом заполнении.

2. Предложены 2 способа трехкратного резервирования, отличающихся образованием резервируемым и резервными проводниками многопроводных линий передачи в неоднородном диэлектрическом заполнении и зеркальной симметрией поперечного сечения по двум осям.

3. Предложен способ компоновки неформованных компонентов, отличающийся их размещением друг под другом и формовкой выводов резервируемых компонентов в одном направлении относительно плоскости корпуса компонента, а резервных – в обратном.

4. Введены новые термины: однократное модальное резервирование и трехкратное модальное резервирование.

Практическая значимость

1. На 8 способов получены патенты на изобретение.
2. Открыта возможность комплексного и эффективного развития модального резервирования для повышения надежности и обеспечения ЭМС критичной РЭА.
3. Результаты работы использованы в ходе научно-исследовательских работ (НИР) по двум грантам Российского научного фонда (РНФ), проекту федеральной целевой программы (ФЦП), проектной и базовой частям государственного задания, а также в учебном процессе ТУСУРа.

Ценность научных работ соискателя

Научные работы соискателя имеют высокую ценность. Это подтверждено получением 8 патентов на изобретение, причем, на способ, а не устройство, публикациями в рецензируемых журналах и многочисленными докладами в материалах конференций.

Использование результатов:

1. НИР «Разработка новых программных и аппаратных средств для моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры» в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности, проект №8.1802.2014/К, 2014–2016 гг.
2. НИР «Комплексное обоснование возможностей создания модальной технологии помехозащиты критичной радиоэлектронной аппаратуры и совершенствования существующих и разработки новых помехозащитных устройств на её основе», грант РНФ №14-19-0123200424, 2014–2016 гг.
3. НИР «Выявление новых подходов к совершенствованию обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры и моделирования систем активного зрения роботов» в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности, проект №8.9562.2017/БЧ, 2017–2019 гг.
4. 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», соглашение о предоставлении субсидии №14.574.21.0172 от 26.09.2017, 2017–2020 гг.
5. НИР «Модальное резервирование электрических цепей критичных радиоэлектронных средств и систем», грантовое соглашение №19-19-00424 от 30.04.2019, 2019–2021 гг.
6. Учебный процесс бакалавриата и магистратуры ТУСУРа.

Полнота изложенных материалов в печатных работах, опубликованных автором

По результатам исследования опубликованы 22 работы (2 без соавторов), в т.ч. 2 статьи в журналах из перечня ВАК, 4 статьи в зарубежном журнале (индексируемом в Scopus и Web of Science), 6 докладов в трудах конференций (индексируемых в Scopus и Web of Science), 2 тезисов в трудах отечественной конференции, 8 патентов на изобретение.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертационная работа Шарафутдинова Виталия Расимовича по своему содержанию соответствует специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» в области исследования «Разработка научных и технических основ проектирования, конструирования, технологии производства, испытания и сертификации радиотехнических устройств» согласно п. 9 паспорта специальности.

Диссертация «Способы резервирования элементов радиотехнических устройств на основе модальной фильтрации» Шарафутдинова Виталия Расимовича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Заключение принято на заседании семинара кафедры ТУ.

Присутствовало на заседании 26 чел. Результаты голосования: «за» – 26 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 13 от «8» октября 2019 г.

Председатель семинара,
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры телевидения и
управления

Александр
Михайлович
Заболоцкий

Секретарь семинара,
кандидат технических наук, доцент
кафедры телевидения и управления

Куксенко Сергей
Петрович

Подписи Заболоцкого А.М. и Куксенко С.П. удостоверяю.

Ученый секретарь Томского государственного университета систем
управления и радиоэлектроники



Е.В. Прокопчук

Список публикаций соискателя
Шарафутдинова Виталия Расимовича
Публикации в изданиях из перечня ВАК

1. Шарафутдинов В.Р. Новый способ трёхкратного резервирования межсоединений / В.Р. Шарафутдинов, Т.Р. Газизов // Доклады ТУСУР. – 2019. – Т. 22, № 2. С. 26–30. DOI: 10.21293/1818-0442-2019-22-2-26-30

2. Шарафутдинов В.Р., Газизов Т.Р. Анализ способов резервирования на основе модальной фильтрации // Системы управления, связи и безопасности. 2019. № 3. С. 117–144. DOI: 10.24411/2410-9916-2019-10307.

Публикации в изданиях, индексируемых в Scopus и WoS

3. Orlov P.E. Quasistatic simulation of ultrashort pulse propagation in the spacecraft autonomous navigation system circuit with modal reservation / P.E. Orlov, A.V. Medvedev, V.R. Sharafutdinov, I.F. Kalimullin // Proc. of IEEE 2017 International multi-conference on engineering, computer and information sciences. – Novosibirsk, Akademgorodok, Russia, 18–24 September, 2017. – P. 495–500. DOI: 10.1109/SIBIRCON.2017.8109935.

4. Orlov P.E. Optimization of stack parameters of multi-layer PCB for circuits with redundancy by genetic algorithm / P.E. Orlov, T.R. Gazizov, V.R. Sharafutdinov, I.F. Kalimullin // Proc. of IEEE 2017 International multi-conference on engineering, computer and information sciences. – Novosibirsk, Akademgorodok, Russia, 18–24 September, 2017. – P. 463–467. DOI: 10.1109/SIBIRCON.2017.8109928.

5. Orlov P.E. Quasistatic simulation of ultrashort pulse propagation in the spacecraft autonomous navigation system power circuit with modal reservation / P.E. Orlov, A.V. Medvedev, V.R. Sharafutdinov // 19th International Conference on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices EDM. – Erlagol, Altai, June 29–July 3, 2018. – P. 244–249.

6. Orlov P.E. Methods for increasing noise immunity of radio electronic systems with redundancy / P.E. Orlov, A.V. Medvedev, V.R. Sharafutdinov, T.R. Gazizov, A.V. Ubaichin // Journal of physics: conference series [Electronic resources]. – 2018. – Vol. 1015, No. 5. – P. 1–7.

Доклады на отечественных конференциях

7. Шарафутдинов В.Р. Разработка печатной платы глубинного манометра-термометра // Материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ТУСУР – 2015», Томск: В-Спектр.– 2015. Ч. 1.– С. 138–141.

8. Шарафутдинов В.Р. Модальное резервирование блока цифровой обработки сигналов системы автономной навигации космического аппарата / Шарафутдинов В.Р., Орлов П.Е. // Межд. науч.-техн. конф. студ., асп. и молодых учёных «Научная сессия ТУСУР-2016». – Томск. – 2016. – С. 328–330.

9. П.Е. Орлов, В.Р. Шарафутдинов, Е.Н. Буичкин. Морфологический анализ способов модального резервирования // 22-я Межд. науч.-практ. конф. «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-22-2016)». – Томск. – 2016. – С. 108–112. ISBN 978-5-91191-346-5

10. Шарафутдинов В.Р., Орлов П.Е., Газизов Т.Р. Модальное резервирование радиоприемного устройства системы автономной навигации космического аппарата // Современные проблемы радиоэлектроники : сб. науч. тр. / науч. ред. В.Н. Бондаренко ; отв. за вып. А. А. Левицкий. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. – С. 117–119.

11. Шарафутдинов В.Р. Модальное резервирование источника питания системы автономной навигации космического аппарата / В.Р. Шарафутдинов, П.Е. Орлов // 23-я Межд. науч.-практ. конф. «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-23-2017)». –Томск, Россия, 24 ноября, 2017. – С. 85–89. ISBN 978-5-86889-774-0.

12. Шарафутдинов В.Р. Разработка перспективных устройств с учетом электромагнитной совместимости // Материалы XIV международной научно-практической конференции «Электронные средства и системы управления». – Томск, Россия, 28 – 30 ноября, 2018. – С. 323–328.

Тезисы доклада на отечественной конференции

13. Орлов П.Е. Компоновка и трассировка электрических соединений при обеспечении электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры: обзор / П.Е. Орлов, А.В. Медведев, В.Р. Шарафутдинов // Тезисы докладов научно-технической конференции молодых специалистов «Электронные и электромеханические системы и устройства». – Томск, Россия, 12–13 апреля, 2018. – С. 76–78.

14. В.Р. Шарафутдинов Конструирование канала управления моментом двигателя-маховика / А.А. Васильцов, В.Р. Шарафутдинов // Тезисы докладов научно-технической конференции молодых специалистов «Электронные и электромеханические системы и устройства». – Томск, Россия, 12–13 апреля, 2018. – С. 67–70.

Патенты на изобретение

15. Патент РФ на изобретение № 2603843. Газизов Т.Р., Орлов П.Е., Шарафутдинов В.Р., Кузнецова-Таджибаева О.М., Заболоцкий А.М., Куксенко С.П., Буичкин Е.Н. Способ резервирования для печатных плат. Заявка № 2015137547. Приоритет изобретения 02.09.2015. Опубликовано: 10.07.2016 Бюл. №19.

16. Патент РФ на изобретение № 2603848. Газизов Т.Р., Орлов П.Е., Шарафутдинов В.Р., Кузнецова-Таджибаева О.М., Заболоцкий А.М., Куксенко С.П., Буичкин Е.Н. Способ резервирования плоских кабелей. Заявка № 2015156667. Приоритет изобретения 28.12.2015. Опубликовано: 10.07.2016 Бюл. №19.

17. Патент РФ на изобретение № 2603850. Газизов Т.Р., Орлов П.Е., Шарафутдинов В.Р., Кузнецова-Таджибаева О.М., Заболоцкий А.М., Куксенко С.П., Буичкин Е.Н. Способ трассировки печатных проводников цепей с резервированием. Заявка № 2015129253. Приоритет изобретения 16.07.2015. Опубликовано: 10.07.2016 Бюл. №19.

18. Патент РФ на изобретение № 2603851. Газизов Т.Р., Орлов П.Е., Шарафутдинов В.Р., Кузнецова-Таджибаева О.М., Заболоцкий А.М., Куксенко С.П., Буичкин Е.Н. Способ трассировки печатных проводников с изменением диэлектрического заполнения между ними для цепей с

резервированием. Заявка № 2015129263. Приоритет изобретения 16.07.2015. Опубликовано: 10.07.2016 Бюл. №19.

19. Патент РФ на изобретение № 2614156. Газизов Т.Р., Орлов П.Е., Шарафутдинов В.Р., Кузнецова-Таджибаева О.М., Заболоцкий А.М., Куксенко С.П., Буичкин Е.Н. Способ компоновки печатных плат для цепей с резервированием. Заявка № 2015137532. Приоритет изобретения 02.09.2015. Опубликовано: 23.03.2017. Бюл. №9.

20. Патент РФ на изобретение № 2624637. Газизов Т.Р., Орлов П.Е., Шарафутдинов В.Р., Кузнецова-Таджибаева О.М., Заболоцкий А.М., Куксенко С.П., Буичкин Е.Н. Способ внутренней компоновки печатных плат для цепей с резервированием. Заявка № 2015137548. Приоритет изобретения 02.09.2015. Опубликовано: 05.07.2017 Бюл. №19

21. Патент РФ на изобретение №2663230. Газизов Т.Р., Орлов П.Е., Шарафутдинов В.Р. Способ трехкратного резервирования цепей в многослойных печатных платах. Заявка № 2017113045. Приоритет изобретения 14.04.2017. Опубликовано: 02.08.2018 Бюл. №22.

22. Патент РФ на изобретение № 2693838. Шарафутдинов В.Р., Орлов П.Е., Газизов Т.Р. Способ компоновки неформованных радиоэлектронных компонентов на печатных платах для цепей с резервированием. Заявка № 2018124928. Приоритет изобретения 06.07.2018. Опубликовано: 05.07.2019 Бюл. №19.