

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор – проректор по
научной и инновационной деятельности
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский университет им.
А.Н. Туполева – КАИ»



Бабушкин В.М.

«21» марта 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации, федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Казанский
национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева – КАИ»,
на диссертацию Газизова Рустама Рифатовича
«Комплексный поиск уязвимых мест в радиоэлектронных устройствах»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.13. Радиотехника,
в том числе, системы и устройства телевидения

Работа посвящена, в общем, повышению функциональной безопасности радиоэлектронных устройств, а в частности, совершенствованию её анализа для повышения надежности и обеспечения электромагнитной совместимости. Для этого в работе решены задачи, давшие следующие основные результаты:

1. Рассмотрен многократный анализ матрицы коэффициентов электростатической индукции связанных микрополосковых линий передачи с ростом толщины полосок, использующий блочную LU-факторизацию матрицы для ускорения решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ), полученной методом моментов.

2. Исследованы локализация максимума напряжения и оценка перекрестных наводок в реальной печатной плате системы автономной навигации космического аппарата, усовершенствованные использованием таких методов оптимизации, как эволюционные стратегии и генетические алгоритмы.

3. Разработан алгоритм, позволяющий улучшить локализацию минимумов и максимумов N-норм форм напряжения в исследуемой схеме за счет учета параллельных путей распространения сигнала в отрезке многопроводной линии передачи и произвольной схеме из таких отрезков.

Теоретическая значимость результатов для развития технических наук

1. Автор считает, что применительно к локализации экстремумов сигнала результативно использовал метод моментов, модифицированный узловым методом, методы оптимизации и N-нормы. Действительно, весь этот инструментарий, собранный в едином программном продукте, разработанном

автором диссертационного исследования, широко использован для получения каждого из перечисленных выше основных результатов.

2. Автором весьма показательно выполнен массовый анализ безопасности структур с модальным резервированием с помощью N-норм. Этот результат не отражен в пунктах научной новизны и выносимых на защиту положениях, но имеет важное теоретическое значение. Оно заключается в ярком примере использования универсального формализованного анализа безопасности, когда число и разнообразие анализируемых структур может быть весьма велико, а сами они являются новыми решениями по использованию электромагнитных связей между проводниками с пользой: для ослабления нежелательных внешних воздействий, различно влияющих на разные электронные компоненты.

3. Автор показал, что при моделировании различных сигналов в силовой шине электропитания максимум напряжения локализуется вблизи источника. Теоретическая значимость этого заключена, прежде всего, в разнообразии сигналов и определяется конкретными граничными условиями, а также типовым объектом исследования.

Теоретическая значимость результатов именно для развития технических наук заключается в легкой возможности аналогичного использования всеми заинтересованными этих эффективных подходов, моделей, методик и методов.

Практическая значимость результатов для развития технических наук

1. Автором показано ускорение многократного решения СЛАУ до 3 раз при использовании блочной LU-факторизации матриц. Это важно для практики, поскольку позволяет значительно уменьшить время вычислений. Показательно, что это показано на разных структурах и при разных изменениях параметров. Важно и то, что именно решение СЛАУ является, как правило, самым затратным этапом подобных вычислений.

2. Результаты использованы автором в 8 научных проектах, среди которых гранты РНФ (2 выполненных и 1 текущий) и Президента РФ и ряд НИР для Минобрнауки РФ, проводившихся в обоих университетах, где выполнена работа. Важно, что результаты использованы как в учебном процессе бакалавриата и магистратуры ТУСУРа, так и в АО ИСС имени академика М.Ф. Решетнева. Все внедрения документально подтверждены актами, копии которых приведены в приложении к диссертации.

3. Практическая значимость результатов работы подтверждается и результатами интеллектуальной деятельности в виде четырех свидетельств о регистрации программы для ЭВМ. Это подтверждает, что исследования доведены до реальных программ, которые можно применять на практике и коммерциализовать посредством лицензионных соглашений.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

В Заключении автор представил детальный перечень результатов работы, состоящий из 12 пунктов. Кроме того, он дал рекомендации по их использованию и привел перспективы дальнейшей разработки темы. Указанное не вызывает возражений. Можно рекомендовать широко использовать систему TUSUR.EMC всем заинтересованным лицам: в научных исследованиях, реальных разработках и образовании, например, в деятельности таких предприятий, как АО ИСС им. академика М.Ф. Решетнева, НИУ ВШЭ, АО «КБ «Арсенал» имени М. В. Фрунзе», АО «Корпорация «ВНИИЭМ» и др.

Замечания по диссертационной работе

1. Реальный список отечественных ученых, сделавших значительный вклад в обеспечение электромагнитной совместимости, гораздо шире, чем в автореферате.

2. Не оценено ускорение многократного моделирования 3D-структур: блочная LU-факторизация позволяет это.

3. Не рассмотрена зависимость локализации максимумов напряжения от нагрузок.

4. Количество пунктов заключения выглядит избыточно детализированным и не соответствует количеству поставленных задач.

5. Не даны рекомендации по обеспечению точности вычислений и требования к разрядности, исключающей потерю точности вычислений при решении систем с большим количеством элементов.

6. В таблице 5.1 автореферата нет подписей к осям абсцисс и ординат на всех рисунках.

7. Работа не лишена ряда опечаток и погрешностей в оформлении.

Однако эти замечания не снижают значимости работы и не влияют на её общую положительную оценку.

Заключение

Диссертационная работа Газизова Рустама Рифатовича «Комплексный поиск уязвимых мест в радиоэлектронных устройствах» выполнена на актуальную тему и является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи совершенствования анализа функциональной безопасности радиоэлектронных устройств, имеющей важное значение для развития технических наук в части повышения надёжности и обеспечения электромагнитной совместимости. Результаты диссертационного исследования могут быть использованы при решении задач оценки электромагнитной совместимости и ряда смежных задач в таких организациях как АО ИСС им. академика М.Ф. Решетнева, НИУ ВШЭ, АО «КБ «Арсенал» имени М. В. Фрунзе», АО «Корпорация «ВНИИЭМ» и др., а также в образовательном процессе при подготовке бакалавров и магистров по радиотехническим специальностям.

Содержание диссертационной работы и автореферата соответствуют научной специальности 2.2.13. Радиотехника, в том числе, системы и устройства телевидения по направлению 7 её паспорта. Работа отвечает критериям, которым должны отвечать кандидатские диссертации, из пунктов 9–14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Газизов Рустам Рифатович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Отзыв подготовлен доктором технических наук, профессором кафедры радиофотоники и микроволновых технологий Морозовым Олегом Геннадьевичем. Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры радиофотоники и микроволновых технологий, протокол №6 от 21.03.2025 г.

Заведующий кафедрой
радиофотоники и микроволновых технологий
КНИТУ-КАИ
д-р техн. наук, доцент
Кузнецов Артем Анатольевич



Наименование организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева – КАИ».

Адрес местонахождения организации:

420111 г. Казань, ул. К. Маркса, 10

Контактные данные лица, подготовившего отзыв:

телефон: 89172663227;

e-mail: microoil@mail.ru

профессор, д.т.н., профессор Морозов Олег Геннадьевич.