

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Белоусова Антона Олеговича
**« Анализ и оптимизация многопроводных структур
с модальным разложением для обработки импульсных сигналов»**,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 05.12.04 – Радиотехника,
в том числе системы и устройства телевидения

Актуальность темы

В настоящее время проблема электромагнитной совместимости и защиты радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) от преднамеренных электромагнитных воздействий приобрела большую актуальность и социальную значимость в связи с развитием современных технологий передачи информации и энергии, дистанционного контроля и наблюдения, некоторых видов транспорта, а также ряда технологических процессов. Особого внимания заслуживает проблема защиты РЭА от воздействия мощных сверхкоротких импульсов (СКИ). С учетом особенностей временных и энергетических характеристик СКИ различной природы в условиях современной электромагнитной обстановки, традиционные методы ограничения и фильтрации зачастую оказываются неэффективными или недостаточными, что, в свою очередь, требует применения дополнительных мер защиты аппаратуры. С точки зрения простоты реализации, для защиты от СКИ перспективными представляются устройства защиты, работающие по принципу модальной фильтрации. Совершенствованию подобных структур посредством увеличения числа проводников и оптимизации по различным критериям, посвящена диссертационная работа автора. Таким образом, тема диссертационной работы является современной и актуальной.

Оценка новизны и практической значимости

К научным результатам диссертанта, обладающим научной новизной, следует отнести следующие.

- Предложены технические решения по защите радиотехнических устройств от сверхкоротких импульсов на основе использования многопроводных модальных фильтров: микрополосковых; зеркально-симметричных; с круговой симметрией.
- Доказана возможность максимизации длительности полностью разлагаемого на последовательность импульсов в многопроводных полосковых модальных фильтрах сверхкороткого импульса, достигаемая

за счет максимизации разности задержек между первым и последним импульсами разложения и выравнивания – между соседними.

- предложена и применена комбинация нескольких критериев оптимизации структур с модальным разложением, связанных с амплитудой выходных импульсов, их разностями задержек, временными интервалами между ними, согласованием с трактом, массой и объемом

По теме диссертации имеются 56 публикаций, 4 статьи опубликованы в журналах из списка ВАК РФ, 2 статьи в журналах, входящих в Q1 WoS или Scopus, 7 статей в журналах, индексируемых в WoS и Scopus, имеется 12 свидетельств о регистрации программы для ЭВМ. Промежуточные результаты исследования обсуждались на ряде научно-технических конференций российского и международного уровней. Научная новизна работы в достаточной мере соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Практическая значимость работы состоит в разработке и внедрении результатов: моделирования шины печатной платы радиоприемного устройства системы автономной навигации космического аппарата, выявления уровня перекрестных наводок и оценки коэффициента передачи в межсоединениях печатной платы, позволившие выявить критичные места трассировки; создания методологии для синтеза оптимальной сети высоковольтного электропитания перспективных космических аппаратов (получено 2 акта внедрения в АО «ИСС», г. Железногорск); моделирования, экспериментальных исследований и оптимизации многопроводных микрополосковых модальных фильтров для защиты радиоэлектронной аппаратуры от сверхкоротких импульсов, позволившие улучшить подготовку магистрантов двух университетов (получено 2 акта внедрения: НИ ТГУ и ТУСУР, г. Томск). Созданная автором система практических рекомендаций по моделированию, оптимизации и использованию многопроводных модальных фильтров, позволяет улучшить их характеристики и применяется на практике научным коллективом автора. Кроме того, автором представлены предложения по дальнейшему совершенствованию процесса оптимизации за счет последовательного использования эвристического поиска и генетического алгоритма с уменьшенными вычислительными затратами, а также генерации высоковольтных импульсов за счет использования многопроводных структур с модальным разложением при формировании цуга колебаний без использования дорогостоящих компонентов.

Результаты работы использованы в учебных процессах физико-технического факультета НИ ТГУ и радиотехнического факультета ТУСУРа,

а также в АО «Информационные спутниковые системы» им. Академика М.Ф. Решетнева (г. Железногорск). Соответствующие акты внедрения приложены к диссертационной работе. Кроме того, результаты исследований автора позволили подготовить заявки и победить в конкурсах ФЦП ИР (проект RFMEFI57417X0172), РФФ (грант 19-19-00424), РФФИ (грант 19-37-90075), РФФИ (грант 20-37-70020), РФФИ (грант 19-37- 51017).

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Обоснованность и достоверность полученных результатов и экспериментальных исследований обеспечивалась корректным использованием теории линий передачи, а также согласованностью результатов квазистатического анализа, электродинамического анализа и измерений.

Реализуемость предложенных устройств на практике подтверждена моделированием и экспериментально. Натурные эксперименты выполнены с помощью осциллографа вычислительного комбинированного С9-11 (с полосой пропускания 25,85 ГГц и временем нарастания переходной характеристики не превышающей 13,5 пс) и скалярного анализатора цепей Р2М-40 (частотный диапазон 10 МГц – 40 ГГц).

Список использованной литературы содержит 259 наименований.

Серьезных просчётов в применяемых методах обработки данных и логичности выводов не обнаружено.

Замечания по диссертационной работе

1. Сравнивая частотные характеристики разработанных макетов результатов их моделирования, автор использует "отклонение", рассчитанное как $(П-Э)/(П+Э) \times 100\%$ (с. 11 автореферата и с. 84 диссертации). Непонятно, почему в знаменателе используется сумма показателей, а не один из них, как это традиционно принято.

2. Предложенные автором многокритериальные целевые функции (формулы (5.1) и (5.2) в автореферате и соответствующие формулы в разделе 5.2 диссертации по сути представляют собой аддитивную свертку нескольких критериев разной природы. Сам факт формулировки таких функций не представляет научной новизны. Автору следовало бы дать серьезное обоснование выбору состава этих функций и значений весовых коэффициентов.

3. Объем диссертации примерно в два раза выше общепринятого для кандидатских диссертаций. По мнению оппонента, текст диссертации

изобилует несущественными подробностями, удаление которых способствовало бы более ясному и четкому изложению идей автора.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости работы, носят рекомендательный характер и могут быть учтены автором при проведении дальнейших исследований.

Заключение

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом на актуальную тему, выполненным автором самостоятельно на высоком научном и методическом уровне. Представленные в работе исследования достоверны, выводы и заключения обоснованы.

Диссертационная работа содержит рисунки, графики, обобщения в виде схем и таблиц, необходимые расчёты. Она написана технически грамотно и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе имеются выводы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертация отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», а её автор Белоусов А.О. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения.

Профессор отделения автоматизации и робототехники
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет,
д.т.н., профессор,

Сергей Васильевич Муравьев

Служ. адрес: 634050. Томск, пр. Ленина, 30, Томский политехнический университет
Раб. тел.: 3822 701777. доп. 2776
E-mail: muravyov@tpu.ru

Подпись официального оппонента заверяю.
Ученый секретарь университета



O.A. Ананьева

15.09.2020 г.