



Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

 РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ

 РАДИОКОНСТРУКТОРСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ

 ФАКУЛЬТЕТ
ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

 ФАКУЛЬТЕТ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

 ФАКУЛЬТЕТ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

 ГУМАНИТАРНЫЙ
ФАКУЛЬТЕТ

 ФАКУЛЬТЕТ
БЕЗОПАСНОСТИ

 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ

 ФАКУЛЬТЕТ
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

 ЮРИДИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ

 ЗАОЧНЫЙ И ВЕЧЕРНИЙ
ФАКУЛЬТЕТ

 ФАКУЛЬТЕТ
ДИСТАНЦИОННОГО
ОБУЧЕНИЯ

**ВЫБИРАЯ БУДУЩЕЕ,
ВЫБИРАЙ TUSUR!**

634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, каб. 129 E-mail: onir@main.tusur.ru
Телефон/Факс: (3822) 900-100 Сайт: <http://tusur.ru/>

Информационный центр абитуриента: magistrant.tusur.ru

Сборник избранных статей научной сессии TUSUPa



**ПО МАТЕРИАЛАМ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

«НАУЧНАЯ СЕССИЯ TUSUPa–2019»

г. Томск, 22–24 мая 2019 г.

(в двух частях)

ЧАСТЬ 1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)»

Сборник избранных статей научной сессии ТУСУРа

**по материалам
Международной научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
«Научная сессия ТУСУР–2019»**

22–24 мая 2019 г., г. Томск

В двух частях

Часть 1

В-Спектр
2019

УДК 621.37/.39+681.518 (063)

ББК 32.84я431+32.988я431

С 23

С 23 Сборник избранных статей научной сессии ТУСУРа (Томск, 22–24 мая 2019 г.): в 2 ч. – Томск: В-Спектр, 2019. – Ч. 1. – 320 с.

ISBN 978-5-91191-410-3

ISBN 978-5-91191-411-0 (Ч. 1)

Сборник включает избранные статьи по итогам Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Конференция посвящена различным аспектам разработки, исследования и практического применения радиотехнических, телевизионных и телекоммуникационных систем и устройств, сетей электро- и радиосвязи, вопросам проектирования и технологии радиоэлектронных средств, аудиовизуальной техники, бытовой радиоэлектронной аппаратуры, а также автоматизированных систем управления и проектирования. Рассматриваются проблемы электроники СВЧ- и акустооптоэлектроники, нанопотоники, физической, плазменной, квантовой, промышленной электроники, радиотехники, информационно-измерительных приборов и устройств, распределенных информационных технологий, вычислительного интеллекта, автоматизации технологических процессов, в частности, в системах управления и проектирования, информационной безопасности и защиты информации. Представлены статьи по математическому моделированию в технике, экономике и менеджменте, антикризисному управлению, правовым проблемам современной России, автоматизации управления в технике и образовании, а также работы, касающиеся социокультурных проблем современности, экологии, мониторинга окружающей среды и безопасности жизнедеятельности.

УДК 621.37/.39+681.518 (063)

ББК 32.84я431+32.988я431

ISBN 978-5-91191-410-3

ISBN 978-5-91191-411-0 (Ч. 1)

© Том. гос. ун-т систем управления
и радиоэлектроники, 2019

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДАЛЬНОГО ФИЛЬТРА С ПАССИВНЫМ ПРОВОДНИКОМ В ОПОРНОЙ ПЛОСКОСТИ НА АМПЛИТУДУ ИМПУЛЬСОВ РАЗЛОЖЕНИЯ

М.А. Самойличенко, аспирант

г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ, 1993mary2011@mail.ru

Выполнено моделирование модального фильтра с пассивным проводником в вырезе опорной плоскости. Для разных параметров МФ получены зависимости амплитуд импульсов от ширины проводников. Получено ослабление амплитуды в 3 раза относительно половины ЭДС (1 В).

Ключевые слова: модальный фильтр, сверхкороткий импульс, амплитуда импульсов.

В настоящее время наблюдается стремительное развитие радиоэлектронной аппаратуры, результатом которого становится появление устройств, использующих цифровые технологии. Достижимое быстродействие подобных систем осуществляется за счет их миниатюризации, которая приводит к значительному уменьшению помехозащищенности. Особо опасными представляются кондуктивные помехи. В качестве источников электромагнитных помех активно используются сверхкороткие импульсы (СКИ), которые приводят к выводу оборудования из строя, авариям и сбоям. Все это вызывает необходимость совершенствования соответствующих защит.

Новым средством защиты от СКИ являются модальные фильтры (МФ) [2]. У любого МФ есть пассивный проводник, который занимает место и имеет массу. Поэтому актуально совершенствовать МФ. Так, предложено сформировать пассивный проводник в вырезе опорной плоскости. Поперечное сечение и параметры такого МФ показаны на рис. 1, а, где ϵ_r – относительная диэлектрическая проницаемость, w , w_1 , w_2 и t – ширина и толщина проводников, h – толщина диэлектрика, s – расстояние между проводниками.

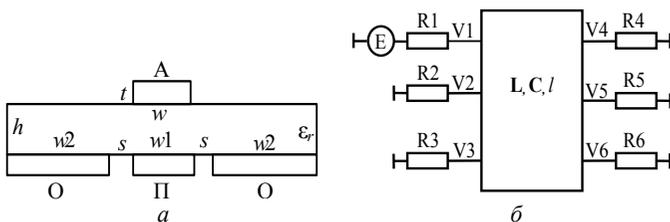


Рис. 1. Поперечное сечение (а) и схема включения (б) МФ.
Проводники: О – опорный, П – пассивный, А – активный

Рассмотрено влияние параметров s , w , t и h на разность погонных задержек мод [3]. Показано, что для ее увеличения надо увеличивать s , w и t , а также уменьшать h . Однако, не рассмотрено влияние параметров на амплитуду импульсов разложения. Цель работы восполнить этот пробел.

Вычисление погонных параметров и форм сигнала выполнялось в программном продукте TALGAT [4]. Потери в проводниках и диэлектриках не учитывались.

Значение параметров: $t = 18; 35; 70$ мкм, ширина проводников $w = w_1 = w_2$ менялась в диапазоне от 0,1 до 1 мм, с шагом 0,1 мм, $h = 0,5; 1,0; 1,5; 2$ мм, $s = 0,2; 0,3; 0,4$ мм, $\epsilon_r = 5$. На рис. 1, б приведена схема включения МФ. Она состоит из трех проводников длиной $l = 1$ м, сопротивлений $R_1 = R_2 = R_4 = R_5 = 50$ Ом и $R_3 = R_6 = 0,001$ Ом (для имитации взаимосоединения двух опорных проводников). Воздействующий импульс имеет форму трапеции с параметрами: амплитуда ЭДС – 2 В, нарастание – 150 пс, плоская вершина – 200 пс, спад – 150 пс.

Были получены зависимости для всех значений изменяемых параметров, но приведены наилучшие. На рис. 1 и 2 приведены зависимости амплитуд двух основных импульсов разложения (U_1 и U_2) от w при разных значениях h , s , t . Видно, что на амплитуду импульсов больше всего влияют w и h . Так, при увеличении w и уменьшении h амплитуды уменьшаются и стремятся к выравниванию. Также видно, что при меньших s и t наблюдается максимум в точке $w = 0,3$ мм для U_1 , а далее идет монотонное убывание и сближение с U_2 . Так, для уменьшения амплитуды импульсов разложения надо увеличивать w и s , а также уменьшать h и t . Анализ графиков показал, что минимальная амплитуда напряжения (0,33 В) на выходе МФ будет при $w = 0,2$ мм, $h = 0,2$ мм, $s = 0,4$ мм, $t = 70$ мкм. Таким образом, полученное ослабление в 3 раза относительно половины ЭДС (1 В).

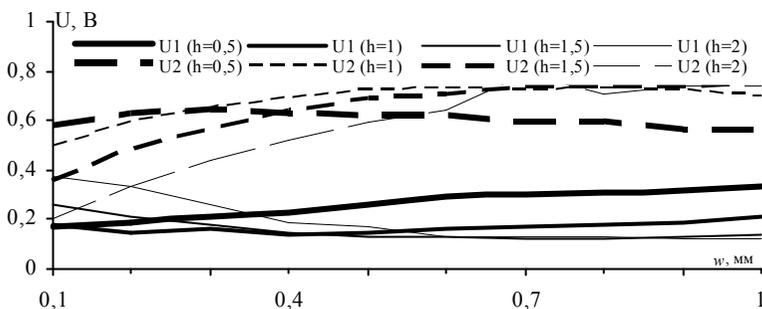


Рис. 1. Зависимость U от w , для разных h , $s = 0,4$ мм, $t = 70$ мкм

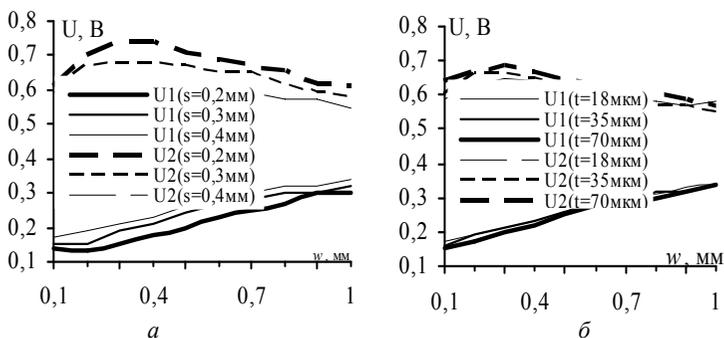


Рис. 2. Зависимость U от w , при разных значениях s (а), t (б), $h=0,5$ мм

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации МД 365.2018.8.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заболоцкий А.М. Теоретические основы модальной фильтрации / А.М. Заболоцкий, Т.Р. Газизов // Техника радиосвязи. – 2014. – № 3. – С. 79– 83.
2. Самойличенко М.А. Анализ влияния параметров модального фильтра с пассивным проводником в опорной плоскости на погонные задержки мод / М.А. Самойличенко, Т.Т. Газизов // Научная сессия ТУСУР–2017: матер. междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 55-летию ТУСУРа, Томск, 10–12 мая, 2017. – Ч. 3. Томск: В-Спектр, 2018. – С. 80–82.
3. Новые возможности системы моделирования электромагнитной совместимости TALGAT / С.П. Куксенко, А.М. Заболоцкий, А.О. Мелкозеров, Т.Р. Газизов // Доклады ТУСУР. – 2015. – №2 (36). – С. 45–50.

УДК 51-74

ПОИСК МАКСИМУМА НАПРЯЖЕНИЯ В СВЯЗАННОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ С ПОМОЩЬЮ ЭВОЛЮЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ

Л.Т. Таалайбек, М.А. Ембергенов, магистранты

*Научный руководитель Р.Р. Газизов, ассистент каф. ТУ
г. Томск, ТУСУР, taalaibek.laura@mail.ru*

Исследована сходимость результатов оптимизации посредством эволюционных стратегий в тестовой схеме при вычислении максимумов сигнала. Найден максимум напряжения: 0,6 В в узле 3. Сходимость достигается почти сразу. После оптимизации форма сигнала уменьшилась по длительности.

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, сверхкороткий импульс, эволюционные стратегии, оптимизация, связанные линии передачи, локализация максимумов сигнала.

А.А. Колегов, А.В. Черникова, Д.В. Сарасеко, К.А. Денисенко
СЛОЖЕНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ВОЛОКОННЫХ ЛАЗЕРОВ С ПОМОЩЬЮ
ОПТОВОЛОКОННЫХ СИГНАЛЬНЫХ ОБЪЕДИНИТЕЛЕЙ.....216

М.Н. Гаппарова, Н.А. Иванченко, А.С. Перин
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
КОГЕРЕНТНЫХ СВЕТЛЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СОЛИТОНОВ
В ФОТОРЕФРАКТИВНОМ НИОБАТЕ ЛИТИЯ
С УЧЕТОМ ВКЛАДА ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА.....219

ПОДСЕКЦИЯ 2.6

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Председатель секции – Заболоцкий А.М., проф. каф. ТУ, д.т.н.;
зам. председателя – Куксенко С.П., доцент каф. ТУ, к.т.н.

А.М. Артюшкина, А.В. Демаков
РАЗРАБОТКА КОАКСИАЛЬНОЙ КАМЕРЫ
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКРАНИРОВАНИЯ
КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....222

К.В. Симонова, Д.С. Бодажков
ЧАСТНО-СЕЛЕКТИВНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТНЫХ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КВЧ-ДИАПАЗОНА, ПОЛУЧАЕМЫХ
МЕТОДОМ 3D-ПЕЧАТИ.....225

Л.К. Болатова
АЛГОРИТМ И ПРОГРАММА ДЛЯ КВАЗИСТАТИЧЕСКОГО
АНАЛИЗА НЕРЕГУЛЯРНОЙ РАЗБАЛАНСИРОВАННОЙ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЛИНИИ В ВОЗДУХЕ.....228

Е.Б. Черникова
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЛАГОЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ
НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕРКАЛЬНО-СИММЕТРИЧНОГО
МОДАЛЬНОГО ФИЛЬТРА.....232

Рустам Р. Газизов, М.Н. Калинина
ВЫЯВЛЕНИЕ ЭКСТРЕМУМОВ СИГНАЛА С УЧЕТОМ ПОТЕРЬ
В ДВУХВИТКОВОЙ МЕАНДРОВОЙ ЛИНИИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ
РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ЕЕ ПРОВОДНИКАМИ.....236

Ш.В. Куулар, Р.Р. Хажибеков
РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОГО ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА
ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВХОДНЫХ ЦЕПЕЙ ПИКОВСЕКУНДНОГО ЛОКАТОРА..240

Ш.В. Куулар, Р.Р. Хажибеков
СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА
ДЛЯ ПИКОВСЕКУНДНОГО ЛОКАТОРА.....244

Ч.Л. Хомушку
ВЫЯВЛЕНИЕ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЭКСТРЕМУМОВ СИГНАЛА
В СИЛОВОЙ ШИНЕ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ.....247

М.В. Храпцов ВЛИЯНИЕ КАСКАДИРОВАНИЯ ПОМЕХОЗАЩИТНЫХ ФИЛЬТРОВ НА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ ЦЕПЕЙ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ.....	251
А.А. Иванов РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКРАНИРОВАНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНОГО КОРПУСА МЕТОДОМ МАТРИЦЫ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ.....	255
К.А. Бокова, А.А. Иванов ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКРАНИРОВАНИЯ КОРПУСА МУЛЬТИПЛЕКСОРА FOX-515	259
С.Х. Карри, Р.С. Суровцев АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ПОДЛОЖКИ НА РАССЕЙАНИЕ МОЩНОСТИ СИГНАЛА В МЕАНДРОВОЙ ЛИНИИ.....	262
А.А. Квасников ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ СИСТЕМЫ TALGAT	266
И.И. Николаев ВЛИЯНИЕ ДВОЙНОЙ ИЗОЛЯЦИИ СИЛОВОЙ ШИНЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ НА ЕЁ ПОГОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ	270
М.А. Самойличенко АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ МОДАЛЬНОГО ФИЛЬТРА С ПАССИВНЫМ ПРОВОДНИКОМ В ОПОРНОЙ ПЛОСКОСТИ НА АМПЛИТУДУ ИМПУЛЬСОВ РАЗЛОЖЕНИЯ	273
Л.Т. Таалайбек, М.А. Ембергенов ПОИСК МАКСИМУМА НАПРЯЖЕНИЯ В СВЯЗАННОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ С ПОМОЩЬЮ ЭВОЛЮЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ.....	275
Е.С. Жечев ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЫЧЕК В ОПОРНОМ ПРОВОДНИКЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕРКАЛЬНО-СИММЕТРИЧНОГО МОДАЛЬНОГО ФИЛЬТРА.....	279

ПОДСЕКЦИЯ 2.7

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Председатель секции – Туев В.И., зав. каф. РЭТЭМ, д.т.н.;
зам. председателя – Вилисов А.А., проф. каф. РЭТЭМ, д.т.н.

А.А. Максименко, Е.С. Ганская, М.В. Андреева ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПАСА СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧАЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА	282
Д.В. Кожокару, Е.С. Ганская, Е.С. Гайбович МЕТОДЫ ГЕРМЕТИЗАЦИИ СВЕТОДИОДОВ БЕЛОГО ЦВЕТА СВЕЧЕНИЯ	284