



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 ТУСУРа



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

«НАУЧНАЯ СЕССИЯ ТУСУР–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, нанофотоники, 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

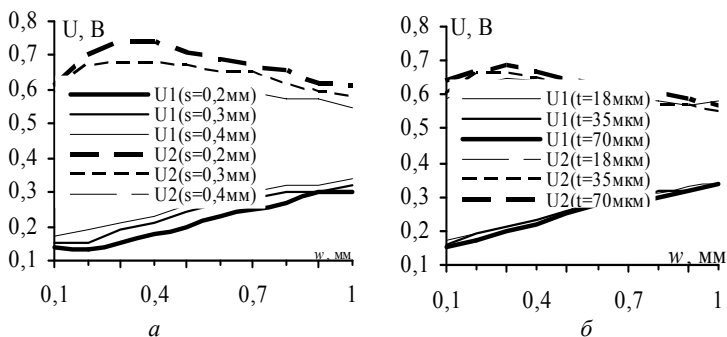


Рис. 2. Зависимость U от w , при разных значениях s (а), t (б), $h=0,5$ мм

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.

В настоящее время для решения сложных задач часто прибегают к оптимизации, поскольку это позволяет сократить вычислительные затраты. Особое место занимают эволюционные алгоритмы (ЭА), а именно эволюционные стратегии (ЭС). Одной из задач, для решения которой целесообразна оптимизация посредством ЭА, является задача выявления и локализация экстремумов. Однако ранее для этого использовались только генетические алгоритмы [1].

Цель работы – исследование сходимости результатов оптимизации посредством ЭС при вычислении максимумов сигнала на тестовом примере.

Для достижения цели необходимо применить оптимизацию по критерию максимизации пикового напряжения в заданном узле тестовой схемы. Для оптимизации в данной работе использованы ЭС (обоснование выбора метода оптимизации приведено в работе [2]).

В качестве тестовой схемы взята схема со связанными линиями передачи из работы [3]. Для исследования использована система компьютерного моделирования электромагнитной совместимости TALGAT [4]. Принципиальная схема исследуемой структуры изображена на рис. 1. На концах каждого проводника включены сопротивления 50–100 Ом. В качестве воздействия использован сверхкороткий импульс в форме трапеции с амплитудой ЭДС 1 В. С помощью ЭС оптимизировалась длительность воздействия (время нарастания, спада и плоской вершины по отдельности) по критерию максимизации пикового напряжения в заданном критичном узле. В качестве критичного полагается узел 3 (рис. 1).

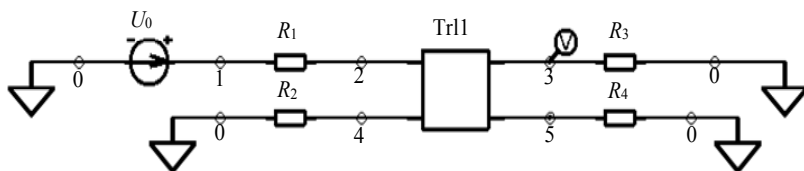


Рис. 1. Принципиальная схема отрезка линии передачи с критичным узлом 3

Выполнено по 5 запусков ЭС с целью построения графиков сходимости, чтобы определить, в каком случае будет наблюдаться более быстрая сходимость. На рис. 2 показан график сходимости результатов. Видно, что максимум напряжения составляет 0,67 В.

Изменения времени нарастания, спада и плоской вершины входного воздействия для 5 запусков приведены на рис. 3.

На рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** показаны формы напряжений в критичном узле и после оптимизации, где U_3 – форма напряжения до оптимизации, а U_{3opt} – после. Видно, что после оптими-

зации форма сигнала уменьшилась по длительности. Однако его амплитуда практически не изменилась.

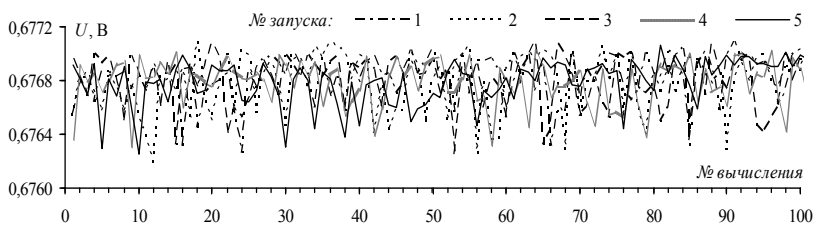


Рис. 8. Значения напряжения для 5 запусков

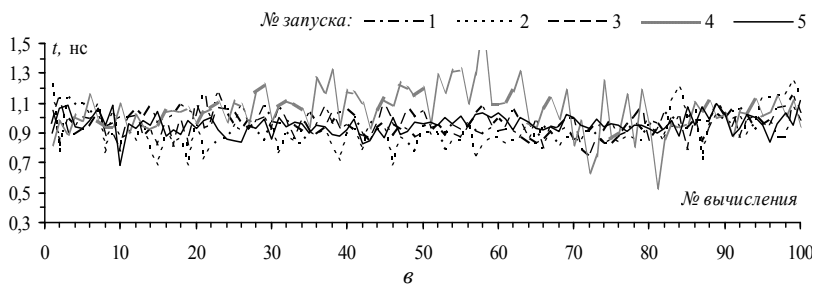
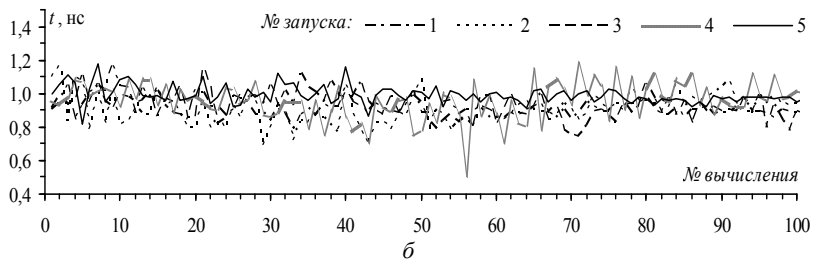
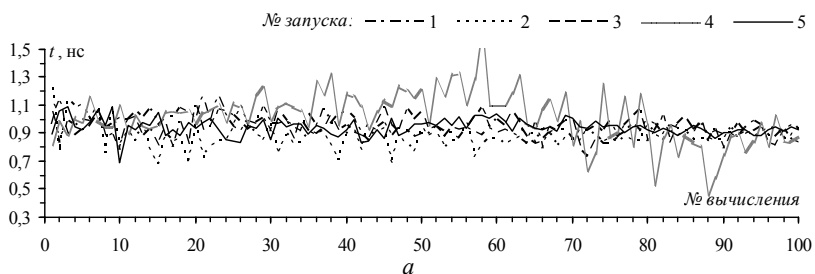


Рис. 3. Время нарастания (а), спада (б) и плоской вершины (в) входного воздействия для 5 запусков

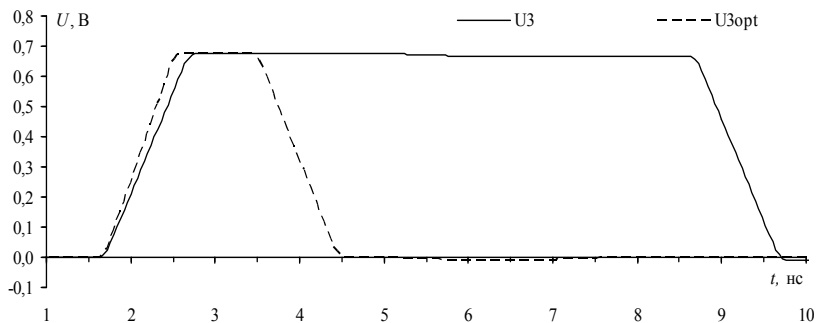


Рис. 4. Формы напряжений в критическом узле 3 до и после оптимизации

В результате проведенной работы выявлено, что сходимость достигается почти сразу. Найден максимум напряжения: 0,6 В в узле 3. Видно, что после оптимизации форма сигнала уменьшилась по длительности.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по проекту RFMEFI 57417X0172.

ЛИТЕРАТУРА

1. Газизов Р.Р. Математическая модель, численный метод и комплекс программ для выявления и локализации экстремумов сигнала в многопроводных линиях передачи: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Р.Р. Газизов. – Томск, 2018. – 224 с.
2. Газизов Т.Т. Методология, алгоритмы и программное обеспечение для комплексной оптимизации элементов радиоэлектронных устройств: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.18 / Т.Т. Газизов. – Томск, 2017. – 314 с.
3. Djordjevic A.R. Analysis of time response of lossy multiconductor transmission line networks / A.R. Djordjevic, T.K. Sarkar // IEEE Trans. Microwave Theory Tech. – 1987. – Vol. MTT- 35. – P. 898–908.
4. Система TALGAT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://talgat.org/talgat-software/>, свободный (дата обращения: 02.02.2019).

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 ПИКОСЕКУНДНОГО ЛОКАТОРА..240

Ш.В. Куулар, Р.Р. Хажибеков
СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА
ДЛЯ ПИКОСЕКУНДНОГО 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 РАССЕЯНИЕ 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