

Международная академия наук высшей школы
Академия наук высшей школы Российской Федерации
Сибирская академия наук высшей школы
Бурятский, Красноярский, Кузбасский, Новосибирский,
Омский, Томский научные центры САН ВШ
Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники

Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (СИБРЕСУРС-25-2019)

25-я всероссийская
научно-практическая конференция

19 ноября 2019 г.
г. Томск, Россия

ДОКЛАДЫ
(Материалы конференции)

Томск
Издательство ТУСУРа
2019

УДК 553.3/.9+316.344.3[(571.1/.5)(063)
ББК 20.1+65.04+72(253)
П77

Организационный комитет:

А.А. Шелупанов – президент ТУСУРа (председатель),
Т.Р. Газизов – профессор ТУСУРа (зам. председателя),
Ю.А. Шурыгин, А.М. Кориков, Г.П. Литвинцева,
М.Ю. Катаев, Ю.С. Саркисов
Отв. редактор – Е.В. Прокопчук

Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири
П77 (СИБРЕСУРС-25-2019) : доклады (материалы конференции)
25-й всероссийской научно-практической конференции,
Томск, 19 ноября 2019 г. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та
систем упр. и радиоэлектроники, 2019. – 182 с.

ISBN 978-5-86889-850-1

Представлены материалы, отражающие результаты научной деятельности вузов Сибирского региона по эффективному использованию и развитию территориальных ресурсов в интересах экономики России.

Для ученых, специалистов, преподавателей, инженеров, аспирантов и студентов вузов и научных учреждений как в России, так и за рубежом.

УДК 553.3/.9+316.344.3[(571.1/.5)(063)
ББК 20.1+65.04+72(253)

ISBN 978-5-86889-850-1

© Сибирская академия наук
высшей школы, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>Туев В.И.</i> РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПОВ ПЕРЕДОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ РОБОТИЗИРОВАННОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СВЕТОВЫХ УСТРОЙСТВ	5
<i>Трубченинова И.А.</i> ПРАКТИКА КАК РЕСУРС КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ	10
<i>Куксенко С.П.</i> СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЙ СЕТИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.....	15
<i>Московченко А.Д.</i> МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА. ЭВОЛЮЦИОННОЕ КУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКОЕ «КОЛЕСО». АТОМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО	21
<i>Суровцев Р.С.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ ОТ СВЕРХКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ НА ОСНОВЕ ПРОСТЫХ ПЕЧАТНЫХ СТРУКТУР.....	36

СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ

Секция 1. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ, ИНФОРМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ЗДОРОВЬЕМ

<i>Бакайтис В.И.</i> ПИЩЕВЫЕ ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ: ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	43
<i>Баранова И.В.</i> ПРОЕКТНОЕ ОБУЧЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ МОДЕРНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	47
<i>Васильева Н.С.</i> ПРОАКТИВНЫЙ ПОДХОД К ВЫЯВЛЕНИЮ ПРЕДНАМЕРЕННОГО БАНКРОТСТВА ЭКОНОМИЧЕСКИХ СУБЪЕКТОВ.....	52
<i>Гребенюк Г.И., Вешкин М.С.</i> РАСЧЕТ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ ИЗ РАЗНОРОДНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ УДАРНЫХ ИМПУЛЬСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕЛИ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ	57

Шабашев В.А., Бахриева Ж.А.

ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО В РЕГИОНЕ	130
---	-----

Секция 2. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Белоусов А.О., Черникова Е.Б., Куксенко С.П.

АСИММЕТРИЯ МАТРИЦ ПОГОННЫХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОПРОВОДНЫХ ЛИНИЙ ПЕРЕДАЧИ	138
--	-----

Болатов О.К., Сагиева И.Е. АДАПТИВНАЯ ПРОГРАММА
ДЛЯ ТРАНСЛИТЕРАЦИИ

143

Газизов Р.Р., Газизов Т.Т., Калинина М.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ
МАКСИМУМА НАПРЯЖЕНИЯ ВДОЛЬ С-СЕКЦИИ
ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ЕЕ ДЛИНЫ

148

Козлова Т.А. ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
КОРРОЗИОННО-СТОЙКОЙ СТАЛИ 12Х18Н10Т
ПРИ РАСТЯЖЕНИИ В РАЗНЫХ СТРУКТУРНЫХ
СОСТОЯНИЯХ

153

Малыгин К.П., Носов А.В., Суворцев Р.С. ФОРМУЛИРОВКА
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ
ПО КРИТЕРИЯМ РАЗЛОЖЕНИЯ СВЕРХКОРОТКОГО
ИМПУЛЬСА В МЕАНДРОВОЙ МИКРОПОЛОСКОВОЙ
ЛИНИИ ИЗ ДВУХ ВИТКОВ

158

Медведев А.В. ОСЛАБЛЕНИЕ СВЕРХКОРОТКОГО
ИМПУЛЬСА ПОСЛЕ ОТКАЗА ПРИ ТРЕХКРАТНОМ
МОДАЛЬНОМ РЕЗЕРВИРОВАНИИ

162

Самойличенко М.А., Самойличенко В.В. АСИММЕТРИЯ
КАК РЕСУРС СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОДАЛЬНОГО
ФИЛЬТРА С ПАССИВНЫМ ПРОВОДНИКОМ
В ОПОРНОЙ ПЛОСКОСТИ

168

Филатов А.В. ОПТИЧЕСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ
КОЭФФИЦИЕНТА СПЕКТРАЛЬНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ
ЖИДКИХ СРЕД ДЛЯ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

175

Научное издание
ПРИРОДНЫЕ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ СИБИРИ
(СИБРЕСУРС-25-2019)

25-я всероссийская научно-практическая конференция
19 ноября 2019 г., г. Томск, Россия

ДОКЛАДЫ

Подписано в печать 12.11.2019. Формат 60x84/16.
Усл. печ. л. 10,7. Тираж 100 экз. Заказ 470.

Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники.
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40.
Тел. (3822) 533018.

М.А. САМОЙЛИЧЕНКО, аспирант каф. ТУ, ТУСУР, Томск
В.В. САМОЙЛИЧЕНКО, магистрант каф. ТУ, ТУСУР, Томск

АСИММЕТРИЯ КАК РЕСУРС СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОДАЛЬНОГО ФИЛЬТРА С ПАССИВНЫМ ПРОВОДНИКОМ В ОПОРНОЙ ПЛОСКОСТИ

Рассматривается структура модального фильтра (МФ), полученная путем вырезания пассивного проводника в опорной плоскости микрополосковой линии. Исследовано влияние асимметрии в таком МФ. Вычислены и приведены временные отклики, зависимости погонных задержек мод и амплитуд импульсов от расстояния между проводниками. Достигнуто разложение импульсов первой и второй мод. Выявлено возникновение дополнительных импульсов в асимметричной структуре.

Проблема электромагнитной совместимости имеет сегодня возрастающую актуальность, охватывая все новые направления. Это объясняется широким проникновением компьютерных и телекоммуникационных систем в различные сферы деятельности человека, расширением частотного диапазона за счет появления новых систем связи, повышением быстродействия систем обработки информации, ужесточением требований к стойкости электромагнитных средств к воздействию различных электромагнитных излучений, в том числе сверхкоротких импульсов (СКИ) высокой мощности. Обычные защитные устройства (фильтры, устройства развязки, ограничители помех, разрядные устройства и другие) не способны эффективно защитить от СКИ. Они имеют крупные габариты, высокую стоимость, а также низкую радиационную стойкость из-за полупроводниковых элементов. Поэтому актуален поиск новых устройств защиты [1].

Новым малогабаритным и дешевым в реализации средством защиты от СКИ является модальный фильтр, в котором происходит разложение СКИ на импульсы меньшей амплитуды вследствие разных погонных задержек мод сигнала в связанной

линии с неоднородным диэлектрическим заполнением. Ранее были исследованы МФ с лицевой связью [2] и зеркально-симметричный МФ [3]. Однако пассивный проводник МФ занимает место и имеет массу, и этот недостаток нежелателен. Поэтому целесообразно обратить внимание на ранее мало используемый в печатных платах ресурс – слой земли, и исследовать его в новой конструкции МФ, где пассивный проводник расположен в вырезе опорной плоскости. Оптимизация МФ выполняется по двум основным критериям – увеличение разности погонных задержек мод, чтобы можно было разложить входной импульс с большей длительностью, и уменьшение большей из амплитуд за счет их выравнивания. В предыдущих исследованиях, когда структура МФ была симметричной, достигнуто выравнивание амплитуд, но не достигнуто выравнивание разности погонных задержек мод. При этом две быстрые моды приходили примерно одновременно, с разницей в 0,01 нс/м, образуя на выходе МФ один импульс, а разница погонных задержек второй и третьей мод была достаточно большой – 3,18 нс/м [4]. Поэтому целью данной работы является исследование влияния асимметрии на разность погонных задержек мод и временной отклик МФ.

В качестве МФ выбрана простая структура на основе печатных проводников на стеклотекстолите, геометрическая модель поперечного сечения которой приведена на рисунке 1,а. Параметры поперечного сечения: ϵ_r – относительная диэлектрическая проницаемость, $w = w_1 = w_2$ – ширина проводников, t – толщина фольги, h – толщина диэлектрика, s – расстояние между проводниками. В качестве диэлектрика выбран стеклотекстолит ($\epsilon_r = 4,5$) из-за его дешевизны.

Схема включения отрезка линии представлена на рисунке 1,б. Первый проводник соединен с источником импульсных сигналов, представленным на схеме идеальным источником ЭДС E и внутренним сопротивлением R_1 . На другом конце первый проводник соединен с сопротивлением R_4 . Значения сопротивлений R_1, R_2, R_4, R_5 приняты одинаковыми и равными 50 Ом, а для соединения крайних проводников – $R_3 = R_6 = 0,001$ Ом. Входное воздействие представляет собой трапециевидный импульс с параметрами: амплитуда ЭДС – 2 В, время нарастания – 150 пс, плоская вершина импульса – 200 пс,

спад – 150 пс. Вычисление параметров и форм сигнала выполнено с помощью квазистатического подхода в системе TALGAT [5]. Потери в проводниках и диэлектриках не учитывались.

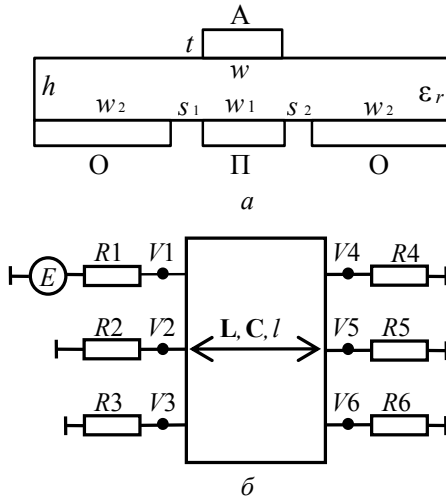


Рисунок 1 – Поперечное сечение (а) и схема включения (б) МФ. Проводники: О – опорный, П – пассивный, А – активный

Моделирование выполнялось с типовыми параметрами фольгированного стеклотекстолита $t = 35$ мкм и $h = 0,18$ мм при длине МФ $l = 1$ м, $w = w_1 = 3,5$ мм и $w_2 = 0,5$ мм. Асимметрия получалась изменением параметра s_1 от 3,5 до 0,5 мм при $s_2 = 3,5$ мм, т.е. приближением одного из опорных проводников. Зависимости погонных задержек τ от s_1 приведены на рисунке 2,а. Видно, что основное влияние параметр s_1 имеет на задержку τ_2 . Так, при уменьшении s_1 значения τ_2 изменяются от 3,69 до 4,13 нс/м, а τ_1 – от 3,65 до 3,67 нс/м. С уменьшением s_1 увеличивается разность погонных задержек мод $\tau_2 - \tau_1$ (от 0,04 до 0,46 нс/м), а значение τ_3 остается неизменным (6,87 нс/м).

На рисунке 2,б приведены зависимости амплитуд импульсов на выходе МФ. Видно, что при $s_1 = 2,3$ мм U_1 прерывается, а U_2 резко увеличивается. Это объясняется тем, что разность $\tau_2 - \tau_1$ ($s_1 = 2,3$ мм) становится мала и происходит слияние им-

пульсов со сложением амплитуд U_1 (0,04 В) и U_2 (0,019 В). Также видно, что амплитуда двух первых мод (U_1 и U_2) становится меньше с увеличением s_1 , а U_3 меняется незначительно.

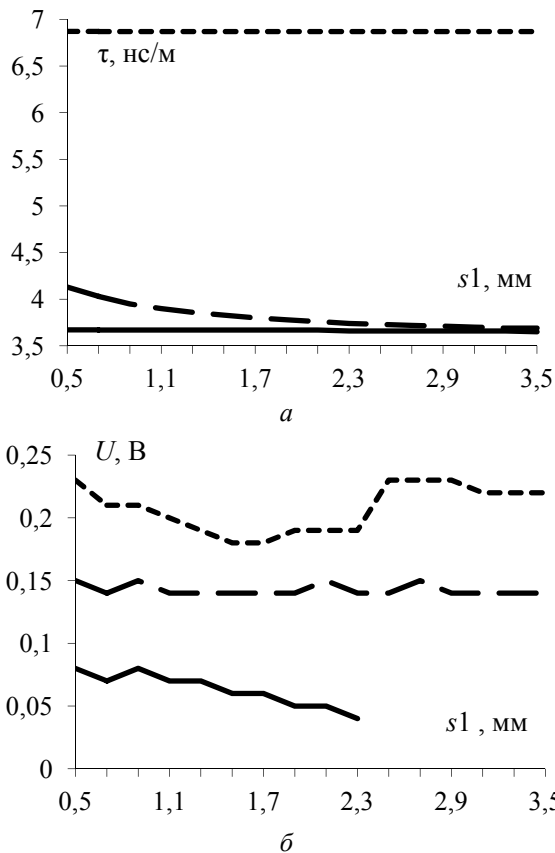
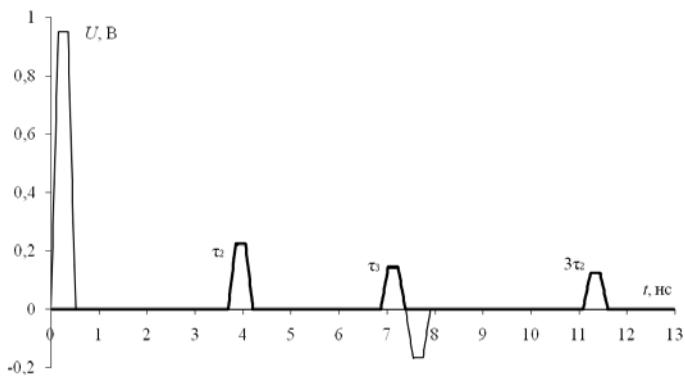
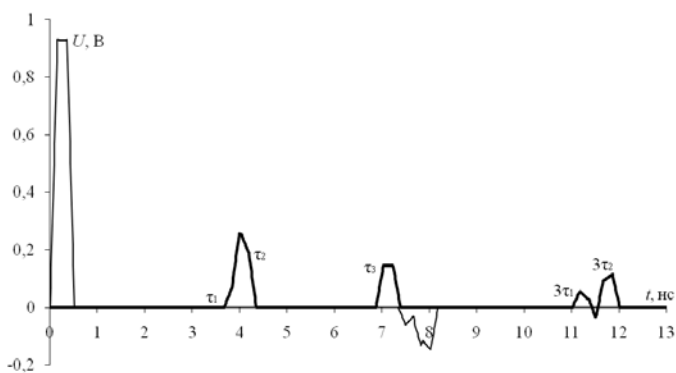


Рисунок 2 – Зависимости τ_1 (—), τ_2 (---), τ_3 (- - -) (а) и U_1 (—), U_2 (---), U_3 (- - -) (б) от параметра s_1

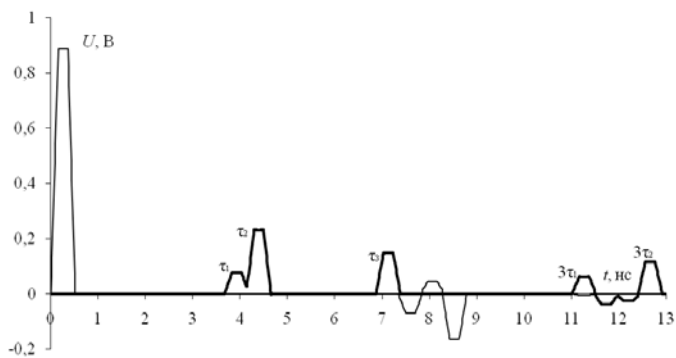
На рисунке 3 показаны примеры результатов моделирования формы напряжения на входе и выходе МФ. На рисунке 3,б и рисунке 3,в видно появление двух дополнительных импульсов отрицательной полярности с другими значениями задержек мод между двумя импульсами с тройным проходом по линии ($3\tau_1$ и $3\tau_2$).



a



б



в

Рисунок 3 – Формы напряжения на входе (-) и выходе (-) МФ при $s_1=3,5$ мм (*a*), 1,5 мм (*б*), 0,5 мм (*в*)

Анализируя рисунок 3, можно сделать вывод, что на появление дополнительных импульсов влияет асимметрия структуры МФ. Так, при $s_1 = 0,5$ мм явно выражены два импульса (см. рисунок 3,а), при $s_1 = 1,5$ мм импульс один (см. рисунок 3,б), а при $s_1 = 3,5$ мм, когда структура МФ полностью симметрична, их нет (см. рисунок 3,а).

Таким образом, выявлено влияние асимметрии в МФ с пассивным проводником в вырезе опорной плоскости. Исследования показали, что асимметрия позволяет расщепить импульсы двух быстрых мод. Разница их погонных задержек составила 0,46 нс/м, что позволило уменьшить максимальную из амплитуд импульсов. Данный факт делает актуальным дальнейшее исследование влияния асимметрии в МФ. Это может позволить выравнять разницу погонных задержек мод между тремя модами, а также амплитуды их импульсов. Также важным является детальное исследование дополнительных импульсов, которые возникают при асимметрии в МФ.

*This study was funded by Russian Science Foundation
(project №19-19-00424).*

ЛИТЕРАТУРА

1. Gazizov A.T., Zabolotsky A.M., Gazizov T.R. UWB pulse decomposition in simple printed structures // IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility. 2016. Vol. 58, No 4. P. 1136–1142. DOI: 10.1109/TEMC.2016.2548783.
2. Газизов А.Т., Заболоцкий А.М., Газизов Т.Р. Измерение и моделирование временного отклика печатных модальных фильтров с лицевой связью // Радиотехника и электроника. 2018. Т. 63, № 3. С. 292–298.
3. Quasi-static and electrodynamic simulation of reflection symmetric modal filter time response on ultra-short pulse excitation / A.O. Belousov, E.B. Chernikova, R.R. Khazhibekov, A.M. Zabolotsky // Journal of physics: conference series. 2018. Vol. 1015, No 3. P. 1–5.
4. Samoylichenko M.A., Gazizov T.R. Effect of close coupling on performance of a modal filter with the passive conductor in the reference plane cutout // Journal of physics: conference series. 2019. P. 1–6.
5. 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.

M.A. Samoylichenko, V.V. Samoylichenko

Influence of symmetry as a resource of improvement of a modal filter with a passive conductor in the support plane

The structure of a modal filter (MF) is considered, obtained by cutting a passive conductor in the reference plane of the microstrip line. The effect of asymmetry in such a MF is investigated. The time responses are calculated and given. The dependences of linear delays of the modes and pulse amplitudes on the distance between the conductors are given. The decomposition of pulses of the first and second is achieved. The appearance of additional pulses in the asymmetric structure is revealed.

1993mary2011@mail.ru