

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ  
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ИННОВАЦИОННЫХ  
И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ  
И ОБРАЗОВАНИИ»  
СТНО-2017**

Сборник трудов

Том 3

Рязань 2017

УДК 004 + 001.1 + 681.2+ 681.2+ 681.3+681.5  
С568

Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2017 [текст]: сб. тр. междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф.: в 9 т. Т.3./ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2017; Рязань. – 288 с.

Сборник включает труды участников II Международной научно-технической и научно-методической конференции «Современные технологии в науке и образовании» СТНО-2017. Освещаются вопросы математического моделирования, новых технологий в радиоэлектронике, телекоммуникации, измерительной технике и системах, биомедицинских технологиях, вычислительных сетях, САПР, машиностроительном и нефтехимическом производстве, в образовании, экономике, гуманитарной сфере и космических технологиях.

Авторская позиция и стилистические особенности сохранены.

### **Организационный комитет:**

Таганов А.И. – председатель, проректор по научной работе РГРТУ, д.т.н., проф.;

Миловзоров О.В. – координатор конференции, зам. директора ин-та магистратуры РГРТУ по научной работе, к.т.н., доц; Устинова Л.С. – отв. за информационную поддержку, нач. отдела информационного обеспечения; Трубицына С.Г. – секретарь оргкомитета, ведущий инженер.

**Члены оргкомитета:** Алпатов Б.А. – д.т.н., проф.; Бабаян П.В. – зав. каф. АИТУ, к.т.н., доц.; Бухенский К.В. – зав. каф. ВМ, к.ф.-м.н., доц.; Витязев В.В. – зав. каф. ТОР, д.т.н., проф.; Демидов С.В. – директор Гуманитарного института, д.и.н., проф.; Еремеев В.В. – директор НИИ «Фотон», д.т.н., проф.; Есенина Н.Е. – зав. каф. ИЯ, к.п.н., доц.; Жулев В.И. – зав. каф. ИИБМТ, д.т.н., проф.; Кириллов С.Н. – зав. каф. РУС, д.т.н., проф.; Клейносова Н.П. – директор Центра дистанционного обучения, к.п.н., доц.; Клочко В.К. – зав. каф. ЭИММ, д.т.н., проф.; Коваленко В.В. – зав. каф. ХТ, к.т.н., доц.; Корячко В.П. – зав. каф. САПР, д.т.н., проф.; Костров Б.В. – зав. каф. ЭВМ, д.т.н., проф.; Кошелев В.И. – зав. каф. РТС, д.т.н., проф.; Круглов С.А., – зам. зав. каф. ПЭЛ, к.т.н., доц.; Мусолин А.К. – зав. каф. АИТП, д.т.н., проф.; Паршин Ю.Н. – зав. каф. РТУ, д.т.н., проф.; Перфильев С.В. – зав. каф. ГМиКУ, д.э.н., проф.; Пржегорлинский В.Н. – зав. каф. ИБ, к.т.н., доц.; Пылькин А.Н. – декан ФВТ, зав. каф. ВПМ, д.т.н., проф.; Степнов И.М. – зав. каф. ЭИФМ, д.э.н., проф.; Холомина Т.А. – зав. каф. МНЭЛ, д.ф.-м.н., проф.; Чеглакова С.Г. – зав. каф. ЭБАиУ, д.э.н., проф.; Чиркин М.В. – зав. каф. ЭП, д.ф.-м.н., проф.

## **Выводы**

На первом этапе были описаны принципы построения головной станции, основываясь на технологиях и стандартах цифрового кабельного телевидения. Показывалось, из каких элементов состоит станция. Производился выбор оборудования:

1. Антенного поста, его ориентирование на спутники и центры наземного ТВ.
2. Приемных устройств с возможностью дескремблирования закрытых каналов и структурной гибкостью корзины приемников.
3. Формирования сигналов как аналогового кабельного ТВ, так и цифрового DVB-C ТВ, с возможностью передачи дополнительной информации.
4. Составление полной структурной схемы головной станции.

На основании всего выше изложенного можно заключить, что задачи, поставленные в работе, выполнены полностью.

## **Библиографический список**

1. Системы кабельного телевидения/ З.А. Зима, И.А. Колпаков, А.А. Романов, М.Ф. Тюхин – МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
2. Системы цифрового телевидения и радиовещания/ Н.С. Мамаев, Ю.Н. Мамаев, Б.Г. Теряев – Горячая линия – Телеком, 2007.
3. Цифровое телевидение от теории к практике/ А.В. Смирнов, А.Е. Пескин - Горячая линия – Телеком, 2008.
4. Техническое описание к Processor 8 ASI / DVB-C RF.
5. Инструкция по эксплуатации к ROTON.
6. Общие требования к оборудованию головной станции кабельного телевидения.

УДК 621.374.5; ГРНТИ 47.41.37

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ МАКСИМУМОВ СВЕРХКОРОТКИХ ИМПУЛЬСОВ В ВИТКЕ МЕАНДРОВОЙ ЛИНИИ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ЕЕ ПАРАМЕТРОВ**

**Русл. Р. Газизов**

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,  
Россия, Томск, [ruslangazizow@gmail.com](mailto:ruslangazizow@gmail.com)*

*Аннотация.* Отмечена актуальность исследования особенностей распространения сверхкоротких импульсов (СКИ) и локализации максимальных значений напряжений вдоль микрополосковой меандровой линии из одного витка. Проведено моделирование распространения СКИ в форме трапеции вдоль проводников этой линии при изменении расстояния между ними, а также общей длительности СКИ (3; 0,3; 0,03 нс). Выявлен и локализован максимум напряжения, на 68% превышающий амплитуду сигнала на входе. Показано, что наибольшее значение максимума относительно амплитуды сигнала на входе наблюдается при общей длительности СКИ равной 0,3 нс.

*Ключевые слова.* Сверхкороткий импульс, меандровая линия, локализация максимумов сигнала, временной отклик, квазистатический анализ, компьютерное моделирование.

## **INVESTIGATION OF ULTRASHORT PULSE MAXIMUMS LOCALIZATION IN TURN OF MEANDER LINE WITH VARIATION OF ITS PARAMETERS**

**Rusl.R. Gazizov**

*Tomsk State University of Control System and Radioelectronics,  
Russia, Tomsk, [ruslangazizow@gmail.com](mailto:ruslangazizow@gmail.com)*

*Abstract.* The importance of research on special aspects of ultrashort pulse propagation and signal maximum localization along the microstrip meander line with one turn is highlighted. Simulation of a trapezoidal ultrashort pulse propagating along conductors of the line with a variation of separation between them and of the whole pulse duration (3; 0.3; 0.03 ns) has been carried out. Voltage maximum exceeding by 68% the ultrashort pulse amplitude at the input is revealed and localized. It is shown that the highest maximum value comparing with the signal amplitude at the input is appeared when the whole ultrashort pulse duration equals to 0.3 ns.

*Keywords.* Ultrashort pulse, meander line, signal maximums localization, time response, quasistatic analysis, computer simulation.

Связанные линии достаточно хорошо изучены и исследованы [1]. Однако особенности явлений, происходящих при значительном увеличении взаимной связи между проводниками, изучены недостаточно. Кроме того, большинство исследований проведено в частотной области, тогда как временной уделено меньше внимания. Между тем изучение процессов во временной области позволит усовершенствовать защиту от сверхкоротких импульсов (СКИ) [2, 3]. Актуальны выявление и локализация максимумов сигнала в связанных линиях, поскольку результаты могут быть полезны для выявления и локализации мест возможных паразитных взаимовлияний, излучений и восприимчивости, чтобы своевременно принять меры по их устранению для обеспечения электромагнитной совместимости и информационной безопасности. Кроме того, исследования с изменением длительности СКИ актуальны для повышения быстродействия и помехоустойчивости радиоэлектронной аппаратуры. Так, для повышения быстродействия уменьшаются длительности полезных сигналов, тогда как длительности помеховых сигналов также становятся все более короткими.

Для таких исследований целесообразно использовать компьютерное моделирование, поскольку необходимо вычислять формы сигнала в большом числе точек вдоль каждого проводника сложных структур. Для анализа межсоединений печатных плат широко используется квазистатический подход. Теоретические основы квазистатического вычисления отклика для произвольной схемы из отрезков многопроводных линий передачи (МПЛП) описаны в работах [4, 5]. На основе данной теории разработаны алгоритмы вычисления временного отклика [6], которые позволяют вычислить значения токов и напряжений только в узлах схемы.

Основные выражения и алгоритм, позволяющие вычислить значения тока и напряжения в заданной координате вдоль каждого проводника отрезка МПЛП для произвольной схемы, на основе которых усовершенствовано вычисление временного отклика в системе TALGAT, приведены в [7]. В этой же работе выполнено исследование двухвитковой меандровой микрополосковой линии, показавшее необходимость более тщательного исследования. Поэтому был рассмотрен один виток в диапазоне параметров [8]. Однако исследование меандровой линии с одним витком при изменении общей длительности СКИ не проводилось.

Цель данной работы – исследовать локализацию максимумов СКИ вдоль витка меандровой линии при изменении длительности СКИ и расстояния между проводниками. Для достижения поставленной цели целесообразно решить следующие задачи. Сначала следует представить принципиальную схему и поперечное сечение исследуемой меандровой линии и параметры воздействий. Затем следует привести результаты локализации максимумов СКИ, полученные при изменении расстояния между проводниками и общей длительности импульса.

В качестве исследуемой структуры выбрана микрополосковая меандровая линия, рассмотренная в работе [8], из одного витка, включенная в тракт 50 Ом, с длиной полувитков по 27 мм (рис. 1 а). Ширина проводника ( $w$ ) – 0,535 мм, толщина проводника ( $t$ ) – 0,1 мм, толщина диэлектрика ( $h$ ) – 0,3 мм,  $d=2*w$ , диэлектрическая проницаемость ( $\epsilon_r$ ) – 4 (рис. 1 б). Рассмотрено два случая, отличающиеся расстоянием между проводниками ( $s$ ): в первом случае выбрано  $s=w/2$ , а во втором – случай с самой сильной взаимной связью между проводниками  $s=1$  мкм.

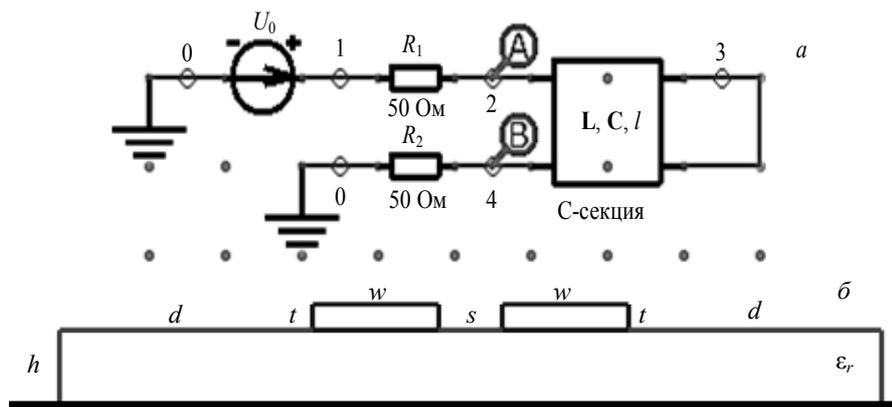


Рис. 1. Схема включения (а) и поперечное сечение (б) микрополосковой меандровой линии

В данной работе в качестве воздействий выбраны три вида СКИ, каждый амплитудой 1 В. Формы каждого импульса представлены на рис. 2. Первый импульс ( $U_1$ ) имеет длительности фронта, спада и вершины по 1 нс, второй ( $U_2$ ) – по 100 пс, а третий ( $U_3$ ) – по 10 пс, так что общая длительность импульсов полагается 3; 0,3; 0,03 нс. Выбор именно таких параметров импульса обусловлен тем, что таким образом рассматриваются не только полезные сигналы, но и помеховые. Каждое из воздействий подавалось для каждого  $s$ .

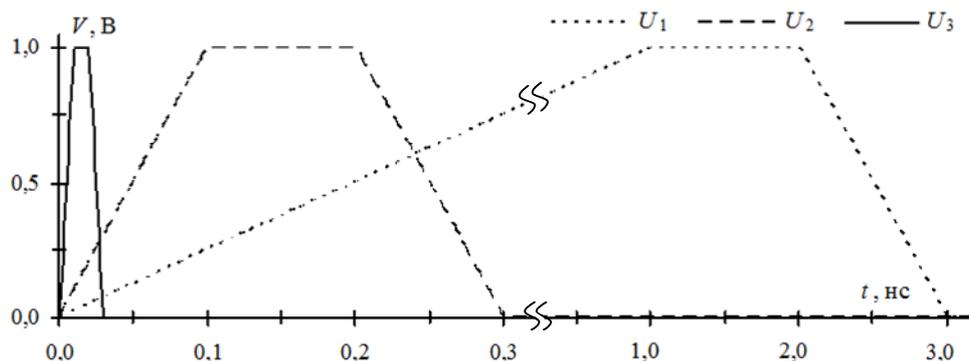


Рис. 2. Формы импульсов воздействий

Каждый полувиток из рис. 1, а разделялся на 20 сегментов, в каждом из которых вычислена форма напряжения. Однако представлены только формы в начале ( $U_b$ ) и конце ( $U_e$ ) проводника, а также с максимальными ( $U_{max}$ ) значениями напряжений, возникающих при каждом из воздействий. Максимальные значения напряжений, а также номера сегментов, в которых они локализованы, приведены в табл. 1.

Рассмотрим формы сигналов, полученные при воздействии  $U_1$ . На рис. 3 а показаны формы сигналов вдоль каждого из полувитков для первого случая (при  $s=w/2$ ), а на рис. 3 б – для второго ( $s=1$  мкм). В первом случае выявлен и локализован максимум напряжения, равный 0,51 В (Табл. 1), что на 2% больше установившегося уровня 0,5 В, он локализован в сегменте 1 второго полувитка. Во втором случае выявлен и локализован максимум напряжения, равный 0,52 В, что на 4% превышает уровень 0,5 В, однако он локализован в 3-м сегменте второго полувитка.

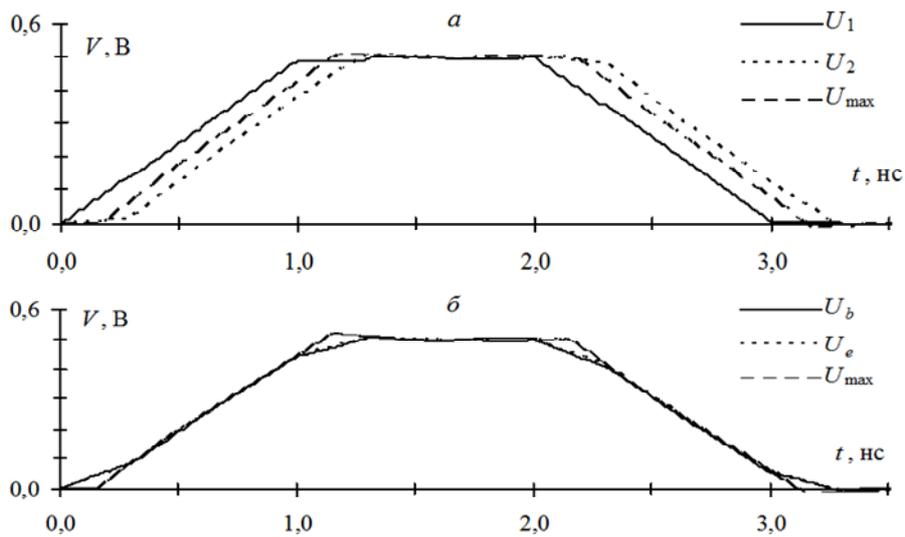


Рис. 3. Формы сигналов, полученные при воздействии  $U_1$  в 1-м (а) и 2-м (б) случаях

Рассмотрим формы сигналов, полученные при воздействии  $U_2$ . Аналогично на рис. 4 а представлены формы для первого случая  $s$ , а на рис. 4 б – для второго.

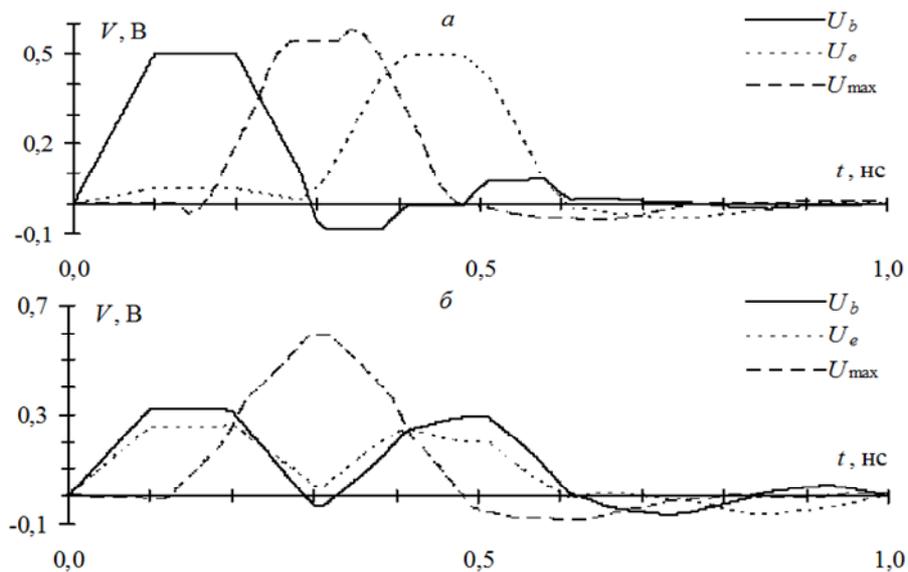


Рис. 4. Формы сигналов, полученные при воздействии  $U_2$  в 1-м (а) и 2-м (б) случаях

В первом случае выявлен и локализован максимум напряжения, равный 0,57 В, что на 14% превышает уровень 0,5 В, он локализован в сегменте 2 второго полувитка. Во втором случае выявлен и локализован максимум напряжения, равный 0,59 В, что на 68% превышает амплитуду сигнала на входе (0,35 В), он локализован в сегменте 5 второго полувитка. Следует отметить, что при таком воздействии и расстоянии между полувитками амплитуда сигнала на входе и выходе уменьшается с 0,5 до 0,35 В.

Рассмотрим формы сигналов, полученные при воздействии  $U_3$ . Аналогично на рис. 5 а представлены формы для первого случая  $s$ , а на рис. 5 б – для второго.

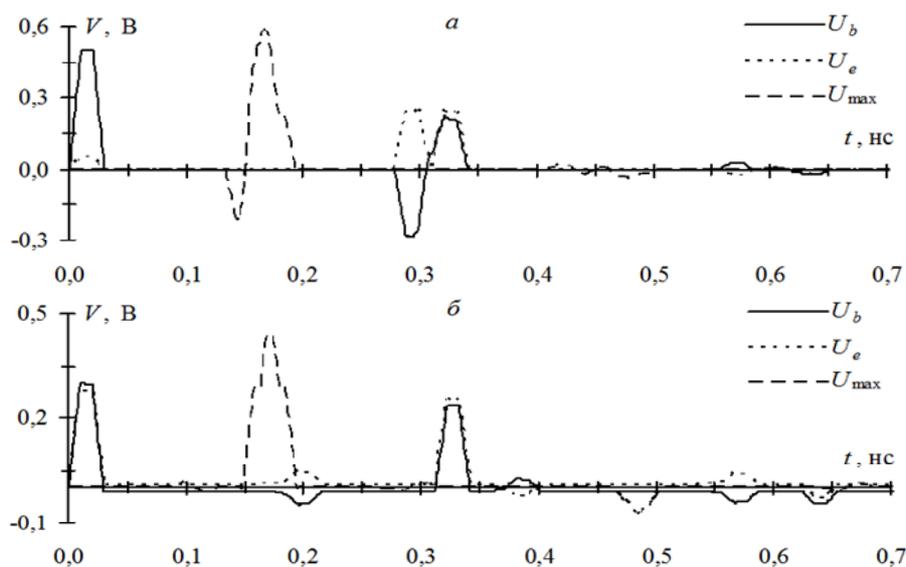


Рис. 5. Формы сигналов, полученные при воздействии  $U_3$  в 1-м (а) и 2-м (б) случаях

В первом случае выявлен и локализован максимум напряжения, равный 0,58 В, что на 16% превышает уровень 0,5 В, он локализован в сегменте 1 второго полувитка. Во втором случае выявлен и локализован максимум напряжения, равный 0,43 В, что на 43% превышает амплитуду сигнала на входе (0,3 В), он локализован в сегменте 20 первого полувитка. При этих параметрах, также, как и при воздействии  $U_2$ , наблюдается уменьшение амплитуды сигнала на входе до 0,3 В. Однако, следует заметить, что во втором случае (рис. 5 б) форма сигнала на входе не имеет значительного отрицательного импульса, как в первом (рис. 5 а).

Таблица 1. Параметры локализации максимумов

Случай $s$	Сигнал	Рисунок	Значение максимума, В	Сегмент
1	$U_1$	3 а	0,51	1 (полувиток 2)
2	$U_1$	3 б	0,52	3 (полувиток 2)
1	$U_2$	4 а	0,57	2 (полувиток 2)
2	$U_2$	4 б	0,59	5 (полувиток 2)
1	$U_3$	5 а	0,58	1 (полувиток 2)
2	$U_3$	5 б	0,43	20 (полувиток 1)

Проведенное исследование показывает особенности появления и локализации максимумов СКИ в микрополосковой меандровой линии при изменении длительности импульса и расстояния между проводниками. Так, судя по табл. 1 наибольшее значение максимума (как по абсолютному значению, так и относительно амплитуды сигнала на входе), равное 0,59 В, наблюдается при  $s = 1$  мкм и воздействии  $U_2$ . Однако, если при воздействиях  $U_1$  и  $U_2$  максимум больше при втором случае  $s$  (1 мкм), то для воздействия  $U_3$  наибольшее значение максимума наблюдается при первом. Полученные результаты показывают актуальность вычислений форм напряжений вдоль проводников связанных линий передачи, а также выявления и локализации максимумов сигнала. В частности, примечательно явление возрастания уровня напряжения на стыке полувитков при уменьшении на концах.

*Моделирование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-19-01232) в ТУСУРе.*

### Библиографический список

1. С. Paul, Analysis of Multiconductor Transmission Lines. New York, NY: Wiley, 2007, p. 821.

2. Surovtsev R.S. Pulse Decomposition in a Turn of Meander Line as a New Concept of Protection against UWB Pulses / R.S. Surovtsev, T.R. Gazizov, A.M. Zabolotsky // Proc. of Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON), Omsk, Russian Federation, May 2015. – 7 p.
3. Gazizov A.T. Simple printed structures for low-cost and effective protection against UWB pulses / A.T. Gazizov // Asia Electromagnetics Symposium (ASIAEM 2015) / Design and Testing of Protective Devices and Test Methods. Jeju-si, Jeju Province, South Korea, 3–8 August 2015. – 4 p.
4. Djordjevic A.R., Sarkar T.K. Analysis of time response of lossy multiconductor transmission line networks // IEEE Trans. Microwave Theory Tech. 1987. – Vol. 35, № 10. – P. 898–907.
5. Achar R. Simulation of high-speed interconnects / R. Achar, M.S. Nakhla // Proceedings of the IEEE. – 2001. – Vol. 89, № 5. – P. 693–728.
6. Заболоцкий А.М. Временной отклик многопроводных линий передачи / А.М. Заболоцкий, Т.Р. Газизов. – Томск: Томский государственный университет, 2007. – 152 с.
7. Газизов Р.Р., Заболоцкий А.М., Орлов П.Е. Локализация максимумов сигнала в многопроводных линиях передачи печатных плат с помощью системы TALGAT // Докл. Том. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники. – 2015. – №4(38) – С.153–156.
8. Газизов Р.Р. Исследование распространения сверхкороткого импульса в микрополосковой С-секции при изменении зазора между связанными проводниками /Р.Р. Газизов, А.М. Заболоцкий, Т.Т. Газизов // Докл. Том. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники. – 2016. – Т. 19, № 1 – С. 79–82.

УДК 621.396

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ АДАПТИВНЫХ ЦЕПЕЙ СОГЛАСОВАНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ С НАГРУЗКОЙ**

**А. Самойлов, С. Самойлов**

*Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых,  
Россия, Владимир, ags@vlsu.ru*

*Аннотация.* В статье рассмотрено влияние на радиопередающие устройства рассогласования с нагрузкой. Определена эффективность устройств согласования адаптивных к изменениям нагрузки. В качестве критерия эффективности предложена величина энергетического вклада полезной мощности в нагрузку.

*Ключевые слова.* Цепи согласования, радиопередающие устройства, нагрузка, мощность.

## **EFFECTIVENESS OF ADAPTIVE CIRCUITS FOR RECONCILIATION GENERATORS WITH THE LOAD**

**A. Samoilov, S. Samoilov**

*Vladimir State University*

*named after Alexander G. and Nicholas G. Stoletovs, Russia, Vladimir, ags@vlsu.ru*

*Annotation.* The article considers the influence on radio transmitters devices not matching with the load. The efficiency of devices of matching adaptive to load changes was determined. As the criterion of efficiency was proposed the magnitude of the contribution of useful a power to the load.

*Keywords.* The chains of matching, radio transmitters, the load, power.

### **1. Введение**

Стремление разработчиков аппаратуры максимально использовать возможности активных элементов по мощности часто приводит к тому, что выходные каскады радиопередающих устройств (РПДУ) оказываются в сложном положении, так как активные элементы не имеют значительных запасов по максимально допустимым параметрам и даже при незначительных отклонениях от нормальных режимов эксплуатации могут выйти из строя.

Нагрузкой РПДУ обычно являются антенны и фидерные линии. Они подвергаются внешним разрушающим воздействиям: температурным изменениям, механическим колебаниям, частичному и полному обледенению, появлению коррозии, влиянию гидрометеоров и др. из-за этих причин нагрузка выходных каскадов РПДУ может изменяться плавно или скачком в достаточно больших пределах. Как активная, так и реактивная составляющие нагрузки, могут при этом изменяться как по отдельности, так и вместе.

Причинами изменения импеданса во время работы РПДУ может стать климатическое изменение свойств окружающей среды, перестройка по частоте рабочего диапазона, влияние на параметры нагрузки движущихся рядом с ней объектов, механические повреждения, ста-

Газизов Русл. Р. Исследование локализации максимумов сверхкоротких импульсов в витке меандровой линии при изменении ее параметров .....	93
Самойлов А., Самойлов С. Эффективность адаптивных цепей согласования генераторов с нагрузкой .....	98
Куракова Т.П., Самойлов А.Г. О моделировании каналов связи поколения 5G .....	102
Егоров А.В., Нуйкина А.Е. Оценка уровня интермодуляционных помех систем связи .....	106
Лукьянов Д.И., Даль А.А. Определение параметров для выделения слитной речи из смешанного акустического сигнала .....	110
Панарина А.А. Помехоустойчивый кодек речи на основе алгоритма SPEEX .....	113
Васильев В.В. Проектирование системы удалённого управления и мониторинга необслуживаемых объектов .....	116
Новиков В. Генератор временных меток резервного программно-временного устройства .....	120
Беликов В.А. Методы первичного кодирования речевых сигналов на основе алгоритма CELP .....	125
Филипенко О. Устройство обработки радиолокационной информации .....	127
Самойлов С.А., Даниленко А.М., Конюх Е.С. Кодек с исправлением ошибок для комплексов телеуправления и телеметрии .....	130
Самойлов С.А., Колесников Н.А. Адаптивное согласование мощных радиопередающих устройств .....	133
Васильев И. Анализ системы радиосвязи Земля-Луна при полёте «Аполлона-11» .....	138
Калыгин Г.О., Калыгина Л.А. Аппаратная реализация арифметики в поле Галуа .....	143
Кириллов С.Н., Косткин И.В., Михайлов А.С. Разработка алгоритма улучшения качества изображений, сжатых методом JPEG .....	146
Чекренёва А.С. Методы оценки качества речевых сигналов в сложных акустических условиях.....	150
Павкина Е.А. Разработка компьютерной модели системы связи с технологией OFDM .....	153
Гомозков В.Ю. Переход на технологию Ethernet в целях модернизации сети и использование в ней технологии доступа в интернет IPOE .....	157
Сурков С.И. Методы повышения достоверности при передаче данных .....	160
Егоров А.В., Благонадеждин В.В., Звездочкин А.В. Обзор методов повышения помехозащищенности приема сигналов в телекоммуникационных системах.....	163
Кручок Д.Н. Эффект бинауральной демаскировки для идентификации диктора в акустических шумах .....	165
Крылов Р.Д. Проектирование узла мультисервисного доступа включение его в ТФОП с применением технологии SoftSwitch .....	168
Шустиков О.Е., Еремеев Е.В. Унифицированная процедура интеграция цифровой АТС на сети связи общего пользования .....	171
Кириллов С.Н., Сазонова Е.С. Реализация адаптивного квантователя на базе рекуррентных искусственных нейронных сетей .....	173
Гаврилов А., Попков Е. Моделирование технологии передачи данных с разнесенным приемом по методу MRC.....	178
Дмитриев В.Т., Суздальцев А.Д. Варианты построения сетей ip-телефонии при передаче речевых сигналов на основе представления Хургина-Яковлева .....	182
Дряхлов А., Мирохин Е., Терехов К., Волков И., Лихобабин Е. Параллельная реализация алгоритма сумма-произведения .....	185
Сланов А.К. Влияние электромагнитного излучения мобильной связи на человека.....	189