

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

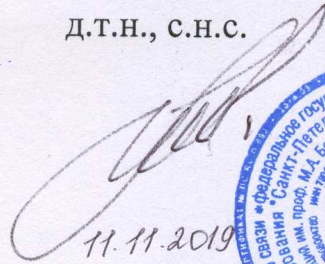
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»  
(СПбГУТ)

Юридический адрес: набережная реки Мойки,  
д. 61, Санкт-Петербург, 191186

Почтовый адрес: пр. Большевиков, д. 22, корп. 1,  
Санкт-Петербург, 193232  
Тел.(812) 3263156, Факс: (812) 3263159  
E-mail: rector@sut.ru  
ИНН 7808004760 КПП 784001001  
ОГРН 1027809197635 ОКТМО 40909000

12.11.2019 № 2340/54  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Утверждаю  
Проректор по научной работе,  
Д.Т.Н., С.Н.С.



Шестаков  
Александр Викторович

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Хажибекова Романа Руслановича  
на тему: «Многокаскадные модальные фильтры», представленную на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности  
05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

### Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа Хажибекова Романа Руслановича посвящена важной задаче в проблеме защиты объектов информатизации от преднамеренных электромагнитных воздействий (ПД ЭМВ) - исследования методов и средств защиты радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) к сверхкоротким импульсам (СКИ).

Электромагнитные атаки, как известно, являются потенциальной угрозой для объектов информатизации, что отражено в ГОСТ Р 51275-2007 «Защита информации. Объекты информатизации. Факторы, воздействующие на информацию. Общие положения». В частности, преднамеренные силовые электромагнитные воздействия (ПД ЭМВ) могут приводить к уничтожению, искажению или блокированию информации в результате целенаправленного искажения электрических сигналов, передаваемых по физической среде, а также через порты входа/выхода РЭА.

Тенденции развития средств генерации электромагнитных излучений и электрических импульсов (улучшение параметров и возможностей их тонкой подстройки, большая доступность, снижение стоимости) повышают возможности



преднамеренного воздействия для целенаправленного нарушения работы РЭА, следствием которого являются ошибки или отказ РЭА без явных визуальных признаков. Наибольшую угрозу представляют сверхкороткие импульсы, соизмеримые по длительности с информационными сигналами, передаваемыми между элементами РЭА.

Миниатюризация элементов средств информатизации, повышение скоростей передачи информации, быстрое наращивание возможностей средств ПД ЭМВ - все это неуклонно повышает уязвимость РЭА к ПД ЭМВ и, соответственно, обуславливает высокую актуальность работы в связи с насущной необходимостью разработки средств защиты РЭА.

### **Характеристика содержания работы**

В состав диссертации входят введение, 6 глав, заключение, список литературы из 118 наименований и приложение.

Объём диссертации – 202 с., в т.ч. 149 рисунков и 13 таблиц.

Диссертационная работа производит впечатление целостного труда, написанного грамотным, технически выдержанным языком и оформленного в соответствии с требованиями ГОСТ.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, проанализировано состояние исследуемой проблемы, сформулированы цели и задачи работы, перечислены основные научные результаты диссертации, определена научная новизна и практическая ценность результатов, рассмотрена область их применения, представлены основные положения, выносимые на защиту, приведены сведения об апробации работы, публикациях по теме работы, структура диссертации и ее объем.

Во введении представлена краткая характеристика работы. В разделе 1 приведен обзор проблемы защиты РЭА от СКИ. В разделе 2 представлены результаты исследования характеристик МФ для защиты сетевого оборудования, в т.ч. сравнение результатов квазистатического и электродинамического моделирования, моделирование макетов МФ, оценка уровня излучаемой электромагнитной эмиссии МФ. В разделе 3 приведены результаты исследований и разработки МФ с периодическим профилем области связи проводников (встречно-штыревым, L-образным и спиралевидным



профилями), приведены выражения для вычисления параметров МФ со встречно-штыревой структурой проводников, выполнена разработка макета МФ со встречно-штыревой структурой проводников. В разделе 4 приведены результаты разработки и исследования характеристик МФ для защиты оборудования КА от СКИ. В разделе 5 исследованы характеристики многокаскадного исполнения МФ и гибридных устройств защиты, в т.ч. решения по увеличению крутизны спада АЧХ и ширины полосы пропускания, разработке и измерению характеристик гибридных устройств защиты. В разделе 6 описано использование результатов работы, в т.ч. даны рекомендации. В заключении сделаны выводы.

### **Научная новизна представленных в диссертационной работе результатов**

Новизна полученных автором результатов определяется, в первую очередь, новизной самого предмета исследования. Новыми научными результатами являются:

- впервые выполнена оценка уровня излучаемой электромагнитной эмиссии от семикаскадного модального фильтра и показана возможность уменьшения этого уровня за счет выравнивания длины полувитков.

- впервые показана возможность увеличения значения и изменения знака разности временных задержек мод в структурах модальных фильтров с торцевой связью и периодическим профилем области связи.

- предложена защита бортовой радиоэлектронной аппаратуры космического аппарата от сверхкороткого импульса в цепях высоковольтного питания, отличающаяся использованием модальных фильтров с лицевой связью.

- впервые показана возможность увеличения ширины полосы пропускания и крутизны спада амплитудно-частотной характеристики модального фильтра путем разделения пассивного проводника на отрезки.

### **Практическая значимость**

Значимость результатов диссертационной работы заключается:

- измерения излучаемой электромагнитной эмиссии семикаскадных модальных фильтров для защиты оборудования Fast Ethernet.



- в разработке макетов модального фильтра: со встречно-штыревой структурой проводников для защиты оборудования вычислительных сетей и с лицевой связью для защиты оборудования космического аппарата.

- в разработке рекомендации по проектированию меандровых линий задержки на печатной плате с минимальной амплитудой перекрестных наводок и выбору подхода к моделированию для решения задач электромагнитной совместимости. Рекомендации могут быть использованы при планировании и проектировании меандровых линий задержки на печатной плате.

- измерения частотных и временных характеристик каскадного соединения модальных фильтров, модальных фильтров с пассивным проводником, разделенных на отрезки линий передачи и гибридного соединения модального фильтра с помехоподавляющим фильтром. Результаты могут быть также использованы при проектировании элементов РЭА в защищенном исполнении, устойчивых к преднамеренным электромагнитным воздействиям.

**Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций диссертационной работы** основана на корректном использовании метода моментов и теории линий передачи и подтверждается согласованностью результатов, полученных разными методами моделирования и натурным экспериментом, а также использованием результатов на практике.

### **Ценность научных работ соискателя**

Научные работы соискателя имеют высокую ценность. Она подтверждается многочисленными публикациями их результатов в рецензируемых журналах и материалах конференций.

Использование результатов исследований:

1. НИР «Разработка новых программных и аппаратных средств для моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры», проектная часть государственного задания №8.1802.2014/К, 2016 г.



2. НИР «Комплексное обоснование возможностей создания модальной технологии помехозащиты критичной радиоэлектронной аппаратуры и совершенствования существующих и разработки новых помехозащитных устройств на её основе», грант РФФИ 14-19-01232, 2016 г.

3. НИР «Выявление новых подходов к совершенствованию обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры и моделирования систем активного зрения роботов», базовая часть государственного задания №8.9562.2017/БЧ, 2017 г.

4. НИР «Разработка методологии защитных устройств на основе модальной технологии», грант Президента РФ №14.256.18.356–МД, 2018–2019 гг.

5. ПНИ «Теоретические и экспериментальные исследования по синтезу оптимальной сети высоковольтного электропитания для космических аппаратов» в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», проект RFMEFI57417X0172, 2017–2019 гг.

6. НИР «Модальное резервирование электрических цепей критичных радиоэлектронных средств и систем», грант РФФИ 19-19-00424, 2019 г.

7. Учебный процесс магистрантов ТУСУР.

#### **Рекомендации по использованию результатов, полученных в диссертационной работе**

Результаты диссертационной работы Хажобекова Романа Руслановича рекомендуется использовать в научно-исследовательских работах ФГУП ЦНИИС, ФГУП МНИРТИ при планировании автоматизированных систем в защищенном исполнении, а также в учебном процессе при подготовке бакалавров, магистров и аспирантов в области систем и сетей телекоммуникаций в СПбГУТ, МТУСИ, ПГУТИ, СибГУТИ, ТУСУР.

#### **Личное участие автора в получении результатов**



Научные результаты, представленные в диссертации, получены автором. Постановка цели работы и задач исследования, анализ результатов моделирования и эксперимента, а также формулировка основных результатов и выводов выполнена совместно с научным руководителем. Основной объем моделирования выполнен автором единолично, часть моделирования выполнена со студентами под руководством автора. Экспериментальные исследования проведены лично или с непосредственным участием автора. Часть результатов получена совместно с соавторами публикаций. В опубликованных работах [2, 7, 8, 9, 13, 19] автором выполнены моделирование и анализ результатов, а также частично выполнена постановка целей и задач исследования. В работах [1, 6, 10] автором выполнены моделирование и анализ результатов, частично выполнена постановка целей и задач исследования, а также выполнен натурный эксперимент совместно с соавторами. В работах [4, 5, 11, 16, 17, 18, 20, 21] автору принадлежат частично постановка задачи, получение и анализ результатов. Работы [3, 12, 14, 15] выполнены автором лично.

#### **Полнота изложенных материалов в печатных работах, опубликованных автором**

По результатам исследований опубликовано 22 научных работы: 3 статьи в журналах из перечня ВАК; 1 свидетельство о регистрации программ для ЭВМ; 3 статьи в журналах, индексируемых в WoS, SCOPUS; 3 статьи в трудах конференций, индексируемых в WoS, SCOPUS; 12 докладов в трудах отечественных и международных конференций.

#### **Правильность оформления диссертации и автореферата, соответствие автореферата диссертации её содержанию**

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с принятыми для научных квалификационных работ нормами и требованиями. Автореферат адекватно и в полной мере отражает основные научные результаты и положения, сформулированные в тексте диссертации. Автореферат содержит краткое изложение материалов диссертационной работы по главам и полностью соответствует содержанию самой диссертационной



работы. В автореферате выделены все решаемые в каждой главе задачи и представлены научные результаты.

### **Недостатки работы**

Вместе с тем, хотелось бы выделить несколько замечаний, возникших в ходе ознакомления с диссертационной работой, а именно:

1. В тексте диссертации и автореферата отсутствует обоснование выбора программного обеспечения для имитационного моделирования;
2. В работе не описаны методы инъекции СКИ в линии связи (емкостная связь, индуктивная, и др.).
3. В диссертационной работе приводятся результаты оценки уровня излучаемой электромагнитной эмиссии семикаскадного МФ для сети Ethernet 100Base-T, однако не приводятся аналогичные исследования для наиболее распространенной технологии передачи данных Gigabit Ethernet 1000Base-T.
4. Имеются недочеты редакционного характера, встречаются опечатки и стилистические погрешности.

Перечисленные замечания не снижают общей положительной оценки работы.

### **Заключение.**

Отмеченные недостатки не могут повлиять на общую положительную оценку диссертационной работы Хажобекова Романа Руслановича. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена научная проблема разработки устройств генерирования, усиления, преобразования радиосигналов в радиосредствах различного назначения. Создание методик их расчета и основ проектирования.

Полученные автором результаты отличаются научной новизной и практической значимостью. Результаты широко апробированы на значимых российских и зарубежных конференциях. Основные научные результаты диссертации опубликованы в ведущих российских и зарубежных изданиях. Название работы полностью отражает ее содержание, содержание диссертации соответствует пункту 3 паспорта специальности



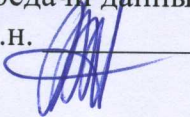
05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения». Автореферат полно и точно отражает содержание диссертации и основные результаты автора. На основании изложенного считаем, что диссертация «Многокаскадные модальные фильтры» Хажобекова Романа Руслановича соответствует критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», а ее автор Хажобеков Роман Русланович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Доклад автора по диссертации «Многокаскадные модальные фильтры» заслушан и настоящий отзыв принят на заседании кафедры Сетей связи и передачи данных «11 » ноября 2019 года, протокол № 5 .

**Отзыв подготовили:**


Киричек Руслан Валентинович, доктор технических наук

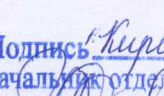
193232, г. Санкт-Петербург, пр. Большевиков, д.22, корп.1, +7 (812) 305-12-65, kirichek@sut.ru, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», профессор кафедры Сетей связи и передачи данных

д.т.н.  Киричек Руслан Валентинович

Парамонов Александр Иванович – доктор технических наук

193232, г. Санкт-Петербург, пр. Большевиков, д.22, корп.1, +7 (812) 305-12-65, paramonov@spbgut.ru, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», профессор кафедры Сетей связи и передачи данных

д.т.н.  Парамонов Александр Иванович

Подпись  Киричек Р.В., Парамонове А.И.  
начальник отдела кадров - зам. начальника АКУ

/В.В. Новикова/ .20

