

**УТВЕРЖДАЮ:**

Ректор «СибГУТИ»  
  
В.Г. Беленький  
» 06 \_\_\_\_\_ 2017 г.



### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертацию Зайнуллина Айрата Радиковича «Повышение эффективности гибридных систем связи на основе дискретных фотонных оптоволоконных микроволновых фильтров», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

#### **Актуальность темы исследования**

Развивающиеся технологии в области связи ведут к росту объемов передаваемой информации. Необходимый высокий уровень быстродействия, надежности и масштабируемости становится неотъемлемым атрибутом всех современных телекоммуникационных систем. К тому же, тенденции минимизации современных систем требуют замены архаичных громоздких компонентов. Диссертация Зайнуллина А.Р. посвящена решению данных задач при помощи использования современных разработок в области волоконно-оптических систем. Многосердцевинное оптическое волокно, которое

УГАТУ  
Вх. № 705-13  
от 08.06.17

предлагается использовать для формирования радиолуча, способно сократить занимаемый объем по сравнению с нынешними системами, к тому же отлично приспособлено в возможности масштабирования.

Применение фотонных фильтров для обработки электрических сигналов непосредственно в оптической области крайне эффективно решает вопросы быстродействия. В диссертации приводится решение сопутствующих задач, возникающих при использовании данной технологии.

Таким образом, тема диссертационной работы А.Р. Зайнуллина представляет высокую актуальность в современном научном мире.

### **Оценка структуры и содержания работы**

Диссертационная работа Зайнуллина А.Р. представляет собой законченный научный труд, обладающий логической целостностью который соответствует поставленной цели исследования. В качестве объекта исследования рассмотрены гибридные системы связи, характеризующиеся наличием радио-модулирующего сигнала СВЧ диапазона, а в качестве предмета исследования рассмотрены методы повышения эффективности гибридных систем связи. Диссертационная работа изложена на 148 страницах машинописного текста, содержит 89 рисунков и список использованных источников из 148 наименований.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений.

**В первой главе** выполнен обзор оптических методов формирования и управления диаграммой направленности (ДН) излучающей системы, методов проектирования фотонных фильтров. Сформулированы основные задачи и цели исследования.

**Во второй главе** рассмотрены методы борьбы с периодическими спектральными полосами СВЧ фотонного фильтра в гибридных системах связи путем разработки структуры фотонного реконфигурируемого комбинированного СВЧ фильтра. В главе приводится математическая модель предложенного

комбинированного фотонного СВЧ фильтра. Продемонстрированы также результаты имитационного моделирования рассматриваемых фильтров.

**В третьей главе** описывается метод формирования и управления диаграммой направленности излучающей системы в гибридных системах связи, а также приводится методика оценки качественных показателей гибридной системы связи. Предложена новая структура оптической системы формирования радиолуча.

**В четвертой главе** приводится описание экспериментальных установок, выбора и настройки оборудования. Рассматривается ход проведения эксперимента. Представлены результаты экспериментальных исследований. На основе полученных результатов анализируется эффективность разработанных методов и устройств.

**В заключении** изложены основные научные результаты, полученные в диссертационной работе в ходе исследования.

### **Достоверность и новизна полученных результатов**

1. Разработан метод подавления периодических спектральных полос пропускания фотонного фильтра в гибридных системах связи. Данный метод позволяет перестраивать частотную характеристику внутри рабочего диапазона частот пропускания на выходе фотонного СВЧ фильтра.

2. Разработана структура реконфигурируемого комбинированного фотонного СВЧ фильтра, которая позволяет повысить помехоустойчивость гибридной системы связи.

3. Разработан метод управления фазой излучающей системы в гибридных системах связи. Важной особенностью данного метода является использование многосердцевинной дисперсионной матрицы на основе многосердцевинного оптического волокна. Это нововедение позволяет повысить помехоустойчивость и сократить массогабаритные показатели гибридной системы связи.

4. Разработана методика оценки качественных показателей разработанных компонентов гибридной системы связи, в числе которых дисбаланс мощности излучающей системы и перекрестные помехи между жилами многосердцевинного волокна

Достоверность результатов диссертации базируется на использовании известных теоретических положений и методов исследования. Корректность используемых математических моделей и их адекватность реальным физическим процессам подтверждается данными проведенных численных и реальных экспериментов.

### **Теоретическая и практическая значимость результатов, полученных автором диссертации**

Разработанные методы подавления периодических составляющих фотонного СВЧ фильтра позволяют повысить спектральную эффективность канала используемого в гибридных системах связи. Исследование и внедрение инновационных разработок из области волоконно-оптических линий связи в виде многосердцевинного волокна позволяет модернизировать существующие системы связи, повысить их производительность, надежность и технологичность.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Полученные результаты диссертационной работы рекомендуется использовать в учебном процессе в таких дисциплинах как «Оптические системы передачи», «Полностью оптические сети». Предложенный оптический метод управления диаграммой направленности рекомендуется к использованию в системах нового поколения, где важными факторами будут массогабаритные показатели, в том числе спутниковые системы.

## **Замечания по диссертационной работе**

1. В обзорной главе излишне подробно выполнен анализ существующих структур фотонных фильтров, т.к. многие из рассмотренных видов никак не были затронуты при дальнейшем исследовании.
2. Во второй главе, на рисунке 2.10, в четвертой главе на рисунках 4.12, 4.14, 4.18 и 4.20 на структурных схемах не ясно однозначно, какой сигнал поступает на электрооптический модулятор Маха-Цендера.
3. В четвертой главе не оценена погрешность расхождения в имитационных и экспериментальных исследованиях

## **Заключение**

Диссертационная работа Зайнуллина А.Р., представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по праву считается законченным научно-квалификационным исследованием, выполненным на высоком уровне, в котором автором решена актуальная научно-техническая задача повышения эффективности гибридных систем связи.

Диссертация работа «Повышение эффективности гибридных систем связи на основе дискретных фотонных оптоволоконных микроволновых фильтров» по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций, по своей актуальности, оригинальности, научной и практической значимости отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительством Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 30.08.2014), а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Материалы диссертации и отзыв обсуждены на расширенном заседании кафедры многоканальной электросвязи и оптических систем 24.05.2017, протокол № 9.

Отзыв составлен:

к.т.н., доцент,

Фокин Владимир Григорьевич,

заведующий кафедры многоканальной электросвязи

и оптических систем

Федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего

образования «Сибирский государственный

университет телекоммуникаций и информатики»

(СибГУТИ)

  
В.Г. Фокин  
« 24 » 05 2017 г.

Кандидатская диссертация защищена

по специальности 05.12.02 – Системы

и устройства передачи информации по каналам связи

Адрес организации: 630102, г. Новосибирск, ул. Кирова, 86

Рабочий телефон: +7 (383) 269-82-52

Адрес эл. почты: mesos@rambler.ru

Подпись Фокина В.Г. заверяю

Начальник отдела кадров ОПУ



 — Т.И. Конева

