

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,
СВЯЗИ И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский
государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»

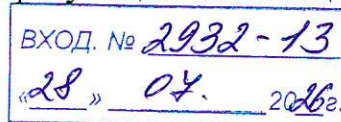
на диссертацию **Головиной Евгении Юрьевны**
на тему: «Методы повышения эффективности передачи данных в
выделенных подсетях на основе управляющих chirpированных оптических
импульсов», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по научной специальности
2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций

1. Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и приложения. Основной текст работы изложен на 225 страницах, содержит 79 рисунков, 8 таблиц, 3 приложения. В список используемой литературы включено 252 наименования.

2. Актуальность темы диссертации

Развитие роботизированных систем и технологий искусственного интеллекта привело к появлению приложений, для которых требуются низкие задержки передачи информации. Наиболее высокие требования к оперативности обмена данными предъявляют системы управления группами беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), образующие «летающие сети»,



а также телеметрические комплексы реального времени. В таких сетях широко применяется технология выделенных подсетей, логически разделяющая трафик поверх общей физической инфраструктуры. Однако традиционные механизмы управления выделенными подсетями реализуются программно на канальном и сетевом уровнях модели OSI и вносят задержки. Существенное снижение задержек может быть достигнуто путём переноса функций сегментирования и маршрутизации на физический уровень. Для этого требуется дополнительный телекоммуникационный ресурс, не связанный с традиционно используемыми временными и частотными параметрами сигнала.

В диссертационной работе Головиной Е.Ю. таким ресурсом выступает функция изменения мгновенной длины волны (ФИМД или чирп) оптического импульса. В отличие от устоявшейся практики, где чирпирование применялось в основном для компенсации дисперсии, здесь ФИМД-сигналы впервые используются для создания дополнительного телекоммуникационного ресурса, позволяющего реализовать каналы управления и служебные функции без затрат основного телекоммуникационного ресурса. Предложенный подход согласуется с современными направлениями развития полностью оптических сетей (AON), радиофотонных систем, реализуемых в концепции Radio-over-Fiber (RoF) и технологии дробного λ -переключения (F λ S).

Вышесказанное определяет актуальность диссертационной работы Головиной Е.Ю., непосредственно направленной на решение научной задачи повышения эффективности передачи данных в выделенных подсетях на основе управляющих чирпированных оптических импульсов.

3. Научная новизна

Научную новизну диссертационной работы составляют:

1. Метод управления волоконно-оптическим пакетно-коммутирующим сегментом, основанный на применении процесса физического уровня, отличающийся передачей управляющей информации в составе информационных пакетов в виде функции чирпа/ФИМД, обеспечивающий перенаправление пакетов и балансировку трафика в оптическом домене без задействования узлового коммутационного оборудования ядра сети и без изменения существующей инфраструктуры ВОЛП, что способствует снижению задержек пакетов на приеме.

2. Методика построения высокоизбирательного демультиплексора, основанная на неперестраиваемом волоконно-оптическом интерференционном многопортовом устройстве, отличающаяся применением ступенчато-скошенной структуры частотно-избирательного элемента (световодного гребенчатого зеркала) и уточнённым градиентом

показателя преломления рабочей области устройства, что позволяет перенаправлять пакеты на ВОЛП с параметрами, соответствующими стандартам оптических сетей, в соответствующие выходные световоды без каскадного прохождения сигнала, и уменьшить коммутируемую λ -часть по отношению к применяемой в известных системах с полностью оптической пакетной коммутацией, и увеличить производительность указанных систем связи.

3. Методика управления радиосегментом волоконно-радиоэфирной сети, основанная на применении процесса физического уровня, отличающаяся тем, что формирование заданных динамических выделенных подсетей осуществляется без привлечения настроек коммутационного оборудования канального и сетевого уровней с использованием управляющей информации в виде функции чирпа/ФИМД информационных пакетов посредством задействования разработанных: устройства преобразования изменения амплитуды при изменении длины волны и устройства перенаправления λ -частей на радиоизлучатели.

4. Метод преобразования изменения амплитуды при изменении длины волны для оптического сигнала, базирующийся на волоконно-оптическом усилителе, отличающийся применением легированного эрбием оптоволокна с предложенными параметрами, которые найдены при динамическом моделировании свойств активной среды, что обеспечивает режим минимального изменения (смещения) начального уровня усиления (расположения полки усиления) и технически реализуемое преобразование.

5. Архитектура ВОЛП с ФИМД-управлением, входящем в состав специализированных сетей, основанная на известной топологии пассивных оптических сетей (xPON), отличающаяся применением предложенной многоярусной топологии и выработанными требованиями к структуре сегмента и протоколу маршрутизации, которые получены на основе моделирования процессов физического, канального и сетевого уровней разветвленного сегмента с пакетной коммутацией с учетом свойств ФИМД, что обеспечивает минимизацию искажений функции чирпа/ФИМД в передаваемых информационных пакетах.

4. Практическая и теоретическая значимость результатов, полученных автором диссертационной работы

Практическая значимость результатов работы связана, в частности, с тем, что уменьшение коммутируемой λ -части по сравнению с известными системами полностью оптической пакетной коммутации позволяет более чем в 3 раза увеличить их производительность. ФИМД-управление сокращает задержки переключения пакетов на ВОЛП и ВОЛП-RoF с десятков-сотен миллисекунд до единиц наносекунд, повышая адаптивность сети и улучшая

показатели QoS (Quality of Service, качество обслуживания) / GoS (Grade of Service, уровень обслуживания). Предложенные методика построения высокоизбирательного демультиплексора и метод преобразования изменения амплитуды при изменении длины волны для оптического сигнала позволяют реализовать полностью оптическое управление фазированными антенными решётками без привлечения дополнительного телекоммуникационного ресурса, упрощая аппаратную часть абонентских устройств, что особенно важно для подвижных объектов (БПЛА) и промышленных систем. Разработанная архитектура ВОЛП с многоярусной топологией, минимизирующей искажения чирпированных сигналов, позволяет внедрять предложенный метод управления в существующие городские сети (Metropolitan Area Network, MAN) и пассивные оптические сети (xPON) без их существенной модернизации.

Теоретическая значимость работы состоит в обосновании метода использования функции изменения мгновенной длины волны (чирпа) оптического импульса в качестве дополнительного информационного ресурса для решения задач управления на канальном и сетевом уровнях в короткосегментных волоконно-оптических и RoF-системах. Полученные результаты создают основу для дальнейшего совершенствования полностью оптических коммутационных устройств, адаптивных антенных решёток с оптическим управлением и методов динамического формирования выделенных подсетей в гетерогенных сетях следующего поколения.

5. Оценка содержания работы

Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций по пунктам: п. 2. Исследование новых технических, технологических и программных решений, позволяющих повысить эффективность развития цифровых сетей, систем и устройств телекоммуникаций; п. 4. Разработка эффективных путей развития и совершенствования структуры, архитектуры сетей и систем телекоммуникаций, включая входящие в них элементы; п. 11. Исследование проблем построения и планирования сетей для беспилотного транспорта, в том числе для беспилотных летательных аппаратов и беспилотных автомобилей, и разработка систем и устройств телекоммуникаций для этих сетей.

По материалам исследования опубликовано 20 печатных работ, в том числе 4 статьи в научных изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, 3 статьи в ведущих зарубежных рецензируемых журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, 11 статей в других изданиях, получено 1 свидетельство о регистрации программы ЭВМ, издано 1 учебно-методическое пособие.

Автореферат диссертации выполнен с соблюдением установленных требований, полностью отражает ее содержание, полученные в ней теоретические и практические результаты и выводы.

6. Рекомендации по использованию результатов и выводов по диссертации

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы предприятиями и организациями, занимающимися разработкой и эксплуатацией городских волоконно-оптических сетей, промышленных телеметрических систем, центров обработки данных, а также систем связи с подвижными объектами, в том числе БПЛА. Предложенные методы и устройства представляют интерес для НИИ и КБ, ведущих разработку перспективного телекоммуникационного оборудования и радиофотонных систем.

7. Замечания по диссертационной работе

1. В работе предлагается новая конструкция неперестраиваемого волоконно-оптического интерференционного многопортового устройства с применением ступенчато-скошенной структуры частотно-избирательного элемента (световодного гребенчатого зеркала). Принадлежность данного технического решения автору диссертации требует подтверждения патентом.

2. Из текста диссертации следует, что основные ее результаты получены путем моделирования и теоретических расчетов. Остается непонятным, подтверждены ли результаты экспериментальными исследованиями.

3. В работе не уточнены допуски на изготовление ступенчато-скошенной структуры, что могло бы повысить практическую ценность предложенного устройства.

4. Предложенная методика управления радиосегментом RoF позволяет формировать динамические выделенные подсети, привязанные к пространственным лепесткам фазированной антенной решётки (ФАР). В то же время, работа не содержит явных оценок максимального числа одновременно поддерживаемых радиоVLAN для заданной конфигурации ФАР и заданного диапазона чирпирования, что могло бы дать более полное представление о масштабируемости предложенного подхода.

Высказанные замечания не снижают научной и практической значимости работы.

8. Заключение

Диссертация «Методы повышения эффективности передачи данных в выделенных подсетях на основе управляющих chirпированных оптических импульсов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций, соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (с последующими изменениями), а её автор – Головина Евгения Юрьевна – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Отзыв на диссертацию и автореферат Головиной Евгении Юрьевны подготовлен, обсуждён и утверждён на заседании кафедры оптических и квантовых систем связи федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича», протокол № 14 от 03 июля 2026 г.

Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой оптических и квантовых систем связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Былина Мария Сергеевна

НАЧАЛЬНИК
СЛУЖБЫ КАДРОВОГО
УПРАВЛЕНИЯ

О. В. ЖЕЛЕЗНИКОВА

Логинский М. С. *
заведующий.

06 ИЮЛ 2026

Адрес: Россия, 193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков д.22, к.1

Телефон: +7-911-220-28-37

Эл. почта: bylina.maria@sut.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ)

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

Фактический адрес: 193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков д.22, корп.1, литера А, Ж

Телефон: +7 (812) 326-31-50

Электронная почта: rector@sut.ru

Сайт: www.sut.ru