

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 999.141.03 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК.

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16 марта 2018 г. № 41

О присуждении Сидельникову Олегу Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Математическое моделирование нелинейного распространения оптического сигнала в высокоскоростных одно- и многомодовых оптоволоконных линиях связи» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» принята к защите 01 декабря 2017 г., протокол № 38, диссертационным советом Д 999.141.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, ИВТ СО РАН, пр. Ак. Лаврентьева, 6, Новосибирск, Россия, приказ Минобрнауки России от 09 ноября 2012 г. № 717/нк.

Соискатель Сидельников Олег Сергеевич, 1990 года рождения. В 2014 году окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», с 2014 года обучается в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук.

Диссертация выполнена в лаборатории вычислительных технологий отдела вычислительных технологий Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель – член-корреспондент Российской академии наук, доктор физико-математических наук, профессор Федорук Михаил Петрович, ректор федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего

образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет».

Официальные оппоненты

Дмитриев Александр Капитонович, гражданин РФ, доктор физико-математических наук, профессор кафедры лазерных систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»;

Евменова (Злобина) Екатерина Алексеевна, гражданка РФ, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории волоконной оптики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института автоматизации и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном Нанием Олегом Евгеньевичем, доктором физико-математических наук, профессором кафедры оптики, спектроскопии и физики наносистем физического факультета МГУ, и Короленко Павлом Васильевичем, доктором физико-математических наук, профессором, заместителем заведующего кафедрой оптики, спектроскопии и физики наносистем физического факультета МГУ, указала, что диссертация Сидельникова О.С. полностью соответствует паспорту специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а сам соискатель заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 12 опубликованных научных работ (в скобках в числителе указан общий объем этого типа публикаций в печатных листах, в знаменателе — объем принадлежащий лично автору): 5 статей (4.57 п.л./3.43 п.л.) в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК для представления основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени доктора или кандидата наук, 6 работ, опубликованных в материалах всероссийских и международных конференций (1.34 п.л./0.9 п.л.), и 1 Свидетельство о государственной регистрации

программы для ЭВМ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Сидельников, О.С. Алгоритмы численного моделирования оптических линий связи на основе многомодовых волокон / О.С. Сидельников, М.П. Федорук // Вычислительные технологии. 2015. Т. 20, № 5. С. 105–119.

Сидельников, О.С. Численное моделирование многомодовых волоконно-оптических линий связи / О.С. Сидельников, С. Сиглетос, Ф. Феррейра, М.П. Федорук // Квантовая электроника. 2016. Т. 46, № 1. С. 76–80.

Скидин, А.С. Компенсация нелинейных воздействий на оптический мультиплексированный с ортогональным частотным разделением каналов сигнал с использованием метода адаптивной модуляции / А.С. Скидин, **О.С. Сидельников**, М.П. Федорук // Квантовая электроника. 2016. Т. 46, № 12. С. 1113–1116.

Skidin, A.S. Mitigation of nonlinear transmission effects for OFDM 16-QAM optical signal using adaptive modulation / A.S. Skidin, **O.S. Sidelnikov**, M.P. Fedoruk, S.K. Turitsyn // Optics Express. 2016. Vol. 24, No. 26. P. 30296–30308.

Сидельников, О.С. Нелинейные эффекты при передаче оптического сигнала в многомодовом волокне в режиме слабой связи мод / О.С. Сидельников, А.А. Редюк // Квантовая электроника. 2017. Т. 47, № 4. С. 330–334.

Помимо отзывов от оппонентов и ведущей организации на диссертацию и автореферат поступило 6 отзыва (все отзывы положительные, из них 1 без замечаний). **Это отзывы от:** 1) **Фрумина Л.Л.** (д.ф.-м.н., доцент, ведущий научный сотрудник, Институт автоматизации и электрометрии СО РАН, г. Новосибирск); 2) **Бурдина В.А.** (д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Линии связи и измерения в технике связи», Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара); 3) **Морозова О.Г.** (д.т.н., профессор, заведующий кафедрой радиофотоники и микроволновых технологий, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, г. Казань); 4) **Семенова С.Л.** (д.ф.-м.н., директор Научного центра волоконной оптики, г. Москва); 5) **Горлова Н.И.** (д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Линии связи», Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Новосибирск); 6) **Мельникова Л.А.** (д.ф.-м.н., профессор,

заведующий кафедрой приборостроения, Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина, г. Саратов).

В отзывах высказаны следующие критические замечания (приведены наиболее существенные):

1) В работе не представлено сравнение точности предложенной компактной конечно-разностной схемы и метода расщепления на различных расчетных сетках.

2) При моделировании процесса распространения оптических сигналов автор предполагал, что межмодовые связи постоянны на длине линии. Целесообразно было бы оценить потенциальные возможности учета случайного характера межмодовых связей предложенным в работе программным комплексом.

3) При оценке эффективности предложенной схемы обработки сигналов, основанной на динамических нейронных сетях, автор рассматривал многомодовую линию связи, в которой отсутствует компенсация дифференциальной модовой задержки (ДМЗ). Вместе с тем известно, что именно ДМЗ является одним из основных факторов искажений оптических сигналов в многомодовых системах передачи данных.

4) В работе проведено исследование влияния нелинейных эффектов при увеличении числа задействованных мод для фундаментальной моды LP₀₁. Неплохо было бы упомянуть, как увеличение числа мод сказывается на параметре качества мод более высоких порядков.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается близостью тематики исследования оппонентов и ведущей организации к теме диссертации Сидельникова О.С., а также тем, что результаты, полученные за последние годы оппонентами и в ведущей организации, публикуются в ведущих мировых журналах по тематике диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана компактная конечно-разностная схема повышенного порядка точности для решения уравнений Манакова с первой производной по времени, описывающих распространение оптических сигналов в многомодовых волокнах;

разработан оригинальный комплекс программ, предназначенный для нахождения пространственного распределения мод и вычисления констант

распространения всех мод оптического волокна с произвольным профилем показателя преломления;

продемонстрировано превосходство режима слабой связи мод над режимом сильной связи для многомодового волокна со ступенчатым профилем показателя преломления;

продемонстрирован и обоснован рост параметра качества при увеличении числа задействованных мод в случае передачи сигнала в системе оптической связи, основанной на многомодовом волокне с градиентным профилем показателя преломления с «траншеей» в оболочке;

реализована схема адаптивного модулятора, которая по текущему распределению ошибок изменяет вероятность попадания символов на различные круги сигнального созвездия.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

применительно к проблематике диссертации результативно (с получением обладающих новизной результатов) использован разработанный программный комплекс для моделирования распространения сигнала по многомодовым волоконно-оптическим линиям связи;

проведен анализ современных методов компенсации нелинейных искажений и **показано**, что их применение способствует улучшению качества передачи данных;

исследовано влияние нелинейных эффектов на распространение оптических сигналов в многомодовых волокнах в режимах сильной и слабой связи мод.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан программный комплекс для моделирования распространения оптических сигналов в системах передачи данных, основанных на многомодовых волокнах; программный комплекс использовался в исследованиях, проводимых в рамках гранта РНФ 14-21-00110 “Моделирование сложных нелинейных лазерных и телекоммуникационных систем” (2014-2016 гг.), проекта ФЦП “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы” №14.578.21.0029 “Технология суперканалов в волоконных линиях связи” (2014-2016 гг.) и гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских учёных “Моделирование и

применение многомодовых волокон в задачах увеличения пропускной способности волоконно-оптических линий связи”, договор №14.W01.16.9240-МК (2016-2017 гг.);

разработана компактная конечно-разностная схема для решения уравнений Манакова. Использование данной схемы позволит значительно сократить время расчетов при моделировании распространения оптических сигналов в многомодовых волокнах в промежуточных режимах связи мод;

разработана схема обработки сигналов в приемнике системы связи, основанная на динамических нейронных сетях. Схема может быть использована для компенсации нелинейных искажений и повышения качества передачи данных в многомодовых линиях связи.

Достоверность и обоснованность результатов исследования обеспечивается:

строгостью математических доказательств;

использованием проверенных на практике научных методов и алгоритмов математического моделирования;

проведением теоретического анализа сходимости предложенных численных методов;

качественным и количественным совпадением результатов вычислительных экспериментов с экспериментальными данными.

Личный вклад соискателя состоит в участии в постановке задач; построении, теоретическом и практическом исследовании предложенных численных методов; проведении вычислительных экспериментов; реализации численных моделей в виде комплекса программ и проведении на его основе моделирования нелинейного распространения оптических сигналов в многомодовых волокнах; анализе и интерпретации результатов; представлении материала и подготовке публикаций по выполненной работе.

На заседании 16 марта 2018 г. диссертационный совет принял решение **присудить Сидельникову О.С. ученую степень кандидата физико-математических наук.**

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 5 докторов наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» (физико-математические

науки), участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за — 18, против — 0, недействительных бюллетеней — 0.

Председатель

диссертационного совета

академик



Шокин Юрий Иванович

Ученый секретарь

диссертационного совета

к.ф.-м.н.

Лебедев Александр Степанович

«21» марта 2018 г.