

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Резак Елены Владимировны
«Моделирование влияния деформации изгиба и температурной деформации
на параметры одномодового оптического волокна»,
представленной к защите на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы
программ»

1. Структура и объем работы.

Рецензируемая научная работа представлена:

- диссертацией, состоящей из введения, четырех глав, заключения и библиографического списка и трех приложений. Общий объём работы составляет 127 страниц, включая 51 рисунок, 7 таблиц. Список литературы содержит 134 наименования;
- авторефератом на 20 страницах со списком опубликованных работ автора.

2. Актуальность темы диссертационного исследования.

Диссертационная работа Резак Е. В. посвящается исследованию влияния внешних факторов, таких как деформация изгиба и температурная деформация, на параметры одномодового оптического волокна. Основной акцент делается на создании математической модели, алгоритмов и программного обеспечения для оценки влияния этих факторов на передачу сигнала в оптическом волокне, а также на возможностях применения полученных результатов в области телекоммуникационных линий связи.

Актуальность темы исследования обусловлена рядом следующих факторов.

Рост объема передачи данных, связанный с развитием информационно-коммуникационных технологий, приводит к увеличению потребности в высокой пропускной способности телекоммуникационных линий связи. В таких линиях наибольшую скорость передачи обеспечивают одномодовые оптические волокна. Однако даже при использовании этих волокон постоянное увеличение скорости передачи информации сталкивается с ограничениями, связанными как с особенностями самой оптической среды, так и с воздействием внешних факторов окружающей среды.

Деформация изгиба и температурные изменения существенно влияют на параметры одномодовых оптических волокон. Это вызывает задержки и искажения сигнала, что негативно сказывается на качестве передачи данных.

Необходимость повышения уровня надежности и эффективности систем связи требует разработки более устойчивых и долговечных волоконно-оптических линий. В этом контексте важно учитывать и предварительно оценивать влияние внешних факторов при проектировании соответствующих систем, что позволяет обеспечить их стабильную эксплуатацию и продлить срок службы.

При проектировании волоконно-оптических линий для учета влияния внешних воздействий на параметры оптического волокна необходимо использовать современные методы моделирования. В применяемых при расчетах программных комплексах должны использоваться математические модели, максимально точно отражающие изменение параметров волокна в реальных условиях его эксплуатации. Эта задача определяет актуальность выполненного научного исследования. Построенная модель позволяют улучшить точность прогнозирования поведения оптических волокон и повысить эффективность их применения, как в научной, так и в практической сфере.

3. Содержание диссертационной работы и обоснованность результатов.

Анализ диссертационной работы позволяет заключить: исследование проведено на высоком научном уровне. Содержание работы в полной мере отвечает требованиям специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Логичная структура изложения способствует системному раскрытию ключевых аспектов исследования и облегчает восприятие полученных результатов.

Во введении диссертации обоснованы актуальность выбранной темы и научно-практическая значимость работы, определены цель и задачи диссертации, методы исследования, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, кратко изложено содержание работы.

В первой главе представлены теоретические основы и анализ литературы по теме исследования. Рассмотрены параметры одномодовых оптических волокон, причины возникновения двулучепреломления и систематизированы факторы, влияющие на передачу сигнала в волокне (статические и динамические деформации).

Обоснована актуальность разработки новых и уточнения существующих математических моделей распространения света в деформированном волокне, а также создания вычислительных алгоритмов и проведения экспериментов.

Во второй главе представлено исследование деформации изгиба одномодового оптического волокна и предложена новая математическая модель этого процесса, превосходящая классические подходы. Данный вид деформации способствует возникновению неравномерных пространственных изменений структуры волокна по трём осям, влияющих на его оптические свойства. В отличие от классической теории, модель учитывает

квадратичные составляющие деформаций; описывает изменения показателя преломления во всех координатных направлениях. Разработан алгоритм для вычисления: приращений показателя преломления; положений оптических осей; анизотропных свойств волокна при разных радиусах изгиба. Сделаны основные выводы. Глава предлагает усовершенствованный инструмент для анализа поведения оптического волокна при изгибе, повышающий точность прогнозирования его оптических характеристик.

В третьей главе представлено исследование влияния температурных деформаций на показатель преломления одномодового оптического волокна, точность рефлектометрических измерений длины волоконно-оптических кабелей и предельно допустимый угол изгиба волокна, исключающий потери сигнала в пределах упругой деформации. Таким образом, глава содержит физико-математическое обоснование необходимости учёта влияния температурных деформаций на оптические параметры волокна, что позволяет повысить точность рефлектометрических измерений при эксплуатации волоконно-оптических кабелей.

В четвертой главе приводится подробное описание алгоритма, структуры и назначения реализованного программного комплекса; представлен процесс создания данного комплекса; предлагается основная схема функционирования комплекса; кратко описан процесс тестирования, а также рассмотрены этапы создания модуля для построения трехмерной модели изгиба волокна.

В заключении диссертационной работы кратко сформулированы основные выводы, полученные в ходе исследования.

Список использованной литературы содержит 134 наименования. Из них 16 работ являются публикациями автора по теме диссертации, включая 5 статей в изданиях рекомендованных ВАК по специальности 1.2.2, 3 статьи в изданиях рекомендованных ВАК по другим специальностям, 8 публикаций в сборниках трудов конференций.

В приложениях представлены 2 свидетельства о государственной регистрации программы на ЭВМ, интерфейс программного продукта и акт внедрения результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Результаты, изложенные в диссертационной работе, отражают личный вклад соискателя, докладывались и обсуждались на множестве научных конференций, включая всероссийские и международные. Квалификационный уровень и научную ценность полученных результатов также подтверждает достаточное количество работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях. Данная публикационная база подтверждает достоверность результатов и их значимость для научного направления.

В автореферате полноценно отражено содержание диссертационной работы. Чётко сформулированы цели и задачи исследования, систематизировано представлены основные научные результаты, а также корректно изложены положения, выносимые на защиту. Структура и

содержание документа соответствуют требованиям, предъявляемым к научно-квалификационным работам. Материал изложен логично, с соблюдением баланса между обзорной частью и представлением авторских достижений. В целом автореферат обеспечивает адекватное представление о масштабе и научной ценности проведённого исследования.

4. Научная новизна и практическая значимость.

В диссертационной работе представлены ключевые научные результаты исследования, посвящённого поведению одномодового оптического волокна при деформации изгиба и температурных воздействиях.

Научная новизна исследования состоит в разработке оригинальной математической модели, учитывающей все составляющие относительных деформаций; квадратичные члены координат относительно центральной оси волокна.

На базе модели созданы вычислительные алгоритмы и реализован программный комплекс, позволяющий рассчитывать и визуализировать параметры волокна при разных условиях эксплуатации.

В ходе моделирования выявлены важные физические эффекты, уточнена зависимость длины волокна от температуры. Показано, что при изгибе волокно ведёт себя как оптически двухосная анизотропная среда, а в отдельных точках – как оптически одноосный «кристалл». Определён максимальный угол изгиба, при котором потери сигнала отсутствуют вне зависимости от радиуса изгиба волокна.

Таким образом, исследование вносит существенный вклад в методологию моделирования физических процессов в оптическом волокне при внешних воздействиях, обеспечивая более высокую точность расчётов по сравнению с традиционными методами.

Результаты имеют практическую ценность. Позволяют повысить точность рефлектометрических измерений, оптимизировать конструкции кабельных сборок (снижая потери сигнала и повышая надёжность), устанавливать допустимые радиусы изгиба при монтаже. Разработки уже внедрены в промышленное проектирование (в АО «Хабаровский завод промышленного и гражданского домостроения») и в учебный процесс по направлениям «Программная инженерия» и «Прикладная математика».

5. Общее заключение.

Считаю, что диссертация Резак Елены Владимировны «Моделирование влияния деформации изгиба и температурной деформации на параметры одномодового оптического волокна» является законченной научно-квалификационной работой на актуальную тему, обладает новизной и практической значимостью.

Полученные автором научные результаты исследования прошли апробацию на научных конференциях, а также отражены в достаточном количестве научных публикаций.

Тематика и результаты выполненного исследования соответствуют пп. 3, 4, 6, 8 паспорта специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

В целом, представленная работа соответствует требованиям, установленным пп. 9-14 Положения о порядке присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Резак Елена Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент,

кандидат физико-математических наук по специальности 01.04.02, старший научный сотрудник вычислительного центра обособленное подразделение Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук

Почтовый адрес:

680000, г. Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, 65
Тел. 8(924)314-48-77
E-mail:gladkikh@as.khb.ru



Гладких Вячеслав Александрович
«11» 12 2025 г.

Я, Гладких Вячеслав Александрович, даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их обработку.



«11» 12 2025 г.

Личную подпись официального оппонента Гладких В. А. заверяю



СОЛОНИНА Т.Ю.

«11» 12 2025 г.