

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Егоровой Ольги Николаевны на тему: «Новые структуры волоконных световодов для квантовой электроники и радиофотоники», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.21-Лазерная физика

Актуальность избранной темы

Поиск и разработка новых структур волоконных световодов является актуальной задачей, поскольку расширяет возможности использования волоконно-оптических технологий в ключевых отраслях промышленности, таких как приборостроение, энергетика, транспорт и связь.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в полной мере обоснованы, так как в их основе лежат данные, полученные в различных, тщательно выполненных экспериментах.

Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Представленное в диссертации исследование основано на тщательно выполненных технологических экспериментах по разработке и исследованию свойств волоконных световодов нового типа. Впервые изготовлен и исследован ряд новых типов волоконных световодов, включая многосердцевинные световоды с поперечным сечением прямоугольной формы, световоды с «фотонной запрещенной зоной» с малым отношением диаметра элемента оболочки к периоду структуры и другие. Экспериментальные данные подтверждены результатами численных расчетов, проведенных с использованием различных численных методов и современных пакетов программ. Возможность повторяемо воспроизводить характеристики волоконных световодов подтверждена в ходе многократных экспериментов. Использование в ходе экспериментов современного технологического и измерительного оборудования также в значительной мере обеспечивает достоверность полученных результатов. Результаты проведенных исследований опубликованы в ведущих рецензируемых журналах мирового уровня, а также представлены на ведущих всероссийских и международных конференциях.

Научная новизна работы, в частности, заключается в следующем:

1. Впервые исследованы особенности распространения оптического излучения в волоконном световоде с сердцевинной из кварцевого стекла и микроструктурной оболочкой, состоящей из цилиндрических элементов с повышенным

показателем преломления с малым (менее 0,3) отношением диаметра элемента к расстоянию между центрами соседних элементов и значительным (свыше 10 мкм) расстоянием между центрами соседних элементов.

2. Всесторонне изучены характеристики активных композитных световодов с сердцевинной, изготовленной из фосфатного стекла, и оболочкой из кварцевого стекла, отличающиеся существенно большей концентрацией активных ионов по сравнению с активными световодами на основе кварцевого стекла, изготовленными общепринятыми методами.
3. Теоретически предсказан и экспериментально реализован новый подход к снижению перекрестных оптических помех в многосердцевинных волоконных световодах, заключающийся во введении барьерного слоя с пониженным показателем преломления между сердцевинами.
4. Впервые экспериментально реализована конструкция плоского (прямоугольного) гетерогенного многосердцевинного световода, в котором световедущие сердцевинки расположены в один ряд. Проведённые исследования подтвердили отсутствие в полученном световоде роста перекрестных оптических помех при изгибах.
5. Предложены рекомендации по применению разработанных типов световодов в устройствах различного назначения. На основе полученных структур реализован ряд элементов функциональных устройств: линия задержки на многосердцевинном оптическом волокне; одночастотные лазеры на композитных волокнах; внутриволоконный интерферометр, предназначенный для использования в качестве чувствительного элемента датчика.

Достоверность и новизна выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, сомнений не вызывает.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Полученные в диссертационной работе результаты, связанные с исследованием микроструктурных световодов открывают новые перспективы для создания активных элементов для волоконных лазеров и усилителей, одномодовых световодов с увеличенным диаметром поля моды. С практической точки зрения важным является вопрос о создании активного, оптически однородного материала сердцевины, которому в диссертации также уделяется значительное внимание. В частности, рассмотрен подход к созданию активного стекла, в котором сочетается спекание порошков оксидов с крупным (до 10 мкм) размером частиц и процесс гомогенизации полученного материала методом перетяжки и сборки.

Полученные автором результаты по исследованию композитных световодов открывают новые возможности для улучшения характеристик высокоэффективных волоконных лазеров и усилителей оптических сигналов за счет сочетания уникальных прочностных характеристик кварцевого стекла и высокой растворимости ред-

коземельных элементов в фосфатных стеклах. Обнаруженная в композитных световодах фоточувствительность крайне важна для создания одночастотных волоконных лазеров.

Разработанные в диссертации структуры многосердцевинных волоконных световодов, перекрестные оптические помехи в которых снижены за счет особенностей волноводной структуры, позволяют повысить скорость передачи оптического сигнала по одному оптическому волокну. Это важно для применений, связанных с передачей и обработкой оптического сигнала, таких, как телекоммуникации и радиофотоника. Практическая важность решения снижения перекрестных помех за счет использования барьерного слоя с пониженным показателем преломления подтверждена тем, что с использованием данной технологии в мировой практике уже получены рекордные скорости передачи информации по одному оптическому волокну.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты и выводы диссертации могут быть использованы при разработке схем волоконных лазерных систем. Такие устройства актуальны для применения в медицине, машиностроении и других отраслях современной промышленности. Кроме того, результаты и выводы диссертации могут быть использованы для разработки функциональных устройств, предназначенных для передачи и обработки сигнала, а также при создании волоконно-оптических датчиков.

Оценка содержания диссертации, ее завершенности

Диссертация написана понятным языком, состоит из пяти глав, введения и заключения. Каждую главу резюмирует краткое заключение.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи, показана научная новизна, практическая значимость полученных результатов, сформулированы защищаемые положения, а также приведены сведения об апробации и о публикациях.

В первой главе приведен обзор литературы, посвященной различным структурам волоконных световодов.

Вторая глава посвящена описанию исследований микроструктурированных световодов, локализирующих излучение за счет образования фотонной запрещенной зоны, и возможности применения их в качестве структуры для создания одномодовых световодов с большим диаметром поля моды.

В третьей главе описывается создание и исследование композитных световодов с сердцевинной, изготовленной из фосфатного стекла, и оболочкой из кварцевого стекла.

В четвертой главе решается проблема снижения перекрестных оптических помех в многосердцевидных волоконных световодах.

Пятая глава посвящена вопросам, связанным с разработкой элементов функциональных устройств с использованием новых структур волоконных световодов.

В Заключении перечислены основные научные результаты и выводы.

В конце приведен список работ по теме диссертации: 3 патента, 22 публикации, входящие в список, рекомендованный ВАК, а также еще 26 публикаций. Список цитированной литературы содержит 262 наименования.

Судя по тексту, диссертация является завершенным научным исследованием, имеющим как научное, так и практическое значение, и вносит существенный вклад в развитие волоконной оптики и лазерной физики.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, мнение о научной работе соискателя в целом

Диссертация хорошо оформлена и не содержит серьезных недостатков. Можно отметить следующие несущественные замечания:

1. Во второй главе, посвященной световодам с фотонной запрещенной зоной, было бы уместно обсудить, как изменяется диаметр поля моды с изменением длины волны в пределах фундаментальной запрещенной зоны.
2. Из текста диссертации непонятно, как проводились измерения диаметра поля моды в световодах с фотонной запрещенной зоной, а также какое оборудование было использовано.
3. С точки зрения практического использования многосердцевидных волоконных световодов было бы полезно обсудить, изменятся ли перекрестные оптические помехи в гетерогенных многосердцевидных световодах прямоугольного поперечного сечения, если один торец отрезка световода повернуть (закрутить) относительно другого торца световода на некоторый угол, например π .
4. На рисунке 4.4 следовало бы указать место расположения слоя с пониженным показателем преломления.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку представленной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Таким образом, диссертация Егоровой Ольги Николаевны на соискание ученой степени доктора физико-математических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований представлены экспериментальные методы и теоретические положения, совокупность которых вносит значительный вклад в развитие страны, что соответ

ствуем требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.21-лазерная физика.

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук, профессор,
главный научный сотрудник лаборатории оптоэлектронных и волоконно-оптических систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова Российской академии наук» (ИРЭ им. В. А. Котельникова РАН).

Адрес: 125009, Москва, ул. Моховая 11, корп.7

Тел: +7(495)629-33-20

e-mail: konstantin.golant@gmail.com



_____/Голант Константин Михайлович/

Подпись проф. Голанта К.М. заверяю

Ученый секретарь
ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН,
к.ф.-м.н. _____



_____/Чусов И.И./

27 апреля 2021