

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.243.05 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО» ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 01 июля 2016 г., № 176

О присуждении Пластуну Александру Сергеевичу, гражданину РФ,  
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Влияние изменений поперечного профиля на пропускание и дисперсионные характеристики оптических волокон и фотонно-кристаллических волноводов» в виде рукописи по специальности 01.04.21 – лазерная физика, принята к защите 26 апреля 2016 г., протокол №168, диссертационным советом Д 212.243.05 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (Министерство образования и науки Российской Федерации), 410012, г. Саратов, ул. Астраханская 83. Срок полномочий совета Д 212.243.05 приказом Рособнадзора от 11 сентября 2009г. № 1925-1840продлён на период действия Номенклатуры специальностей научных работников, утверждённой приказом Минобрнауки РФ от 25 февраля 2009 г. № 59. Приказом № 105/нк от 11 апреля 2012 г. совет признан соответствующим «Положению о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», утверждённому приказом Минобрнауки РФ от 12 декабря 2011 г. № 2817. Приказами Минобрнауки России № 350/нк от 29 июля 2013 г. и № 393/нк от 05 апреля 2016 г. в состав совета внесены изменения.

Соискатель Пластун Александр Сергеевич, 1990 года рождения, в 2012 году окончил ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» по специальности «Физика» с присвоением квалификации «Физик». В период подготовки диссертации соискатель

обучался в аспирантуре ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» по специальности 01.04.21 – лазерная физика.

Диссертация выполнена на базовой кафедре компьютерной физики и метаматериалов ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» в Саратовском филиале Института радиотехники и электроники РАН.

**Научный руководитель** – кандидат физико-математических наук Конюхов Андрей Иванович, доцент базовой кафедры компьютерной физики и метаматериалов ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» в Саратовском филиале Института радиотехники и электроники РАН.

**Официальные оппоненты:**

Горохов Александр Викторович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры общей и теоретической физики ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва» (г. Самара);

Пулькин Сергей Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры общей физики 1 ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» (г. Санкт-Петербург),

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный университет» (г. Волгоград) в своем **положительном заключении**, подписанном заведующим кафедрой лазерной физики кандидатом физико-математических наук, доцентом Храмовым Владимиром Николаевичем, утвержденном первым проректором Калининой Аллой Эдуардовной, указала, что диссертационная работа представляет собой научно-квалификационную работу, содержащую новые научные результаты, имеющие существенное значение для лазерной физики. Тема диссертации соответствует специальности 01.04.21 – лазерная физика (физико-математические науки). Основные научные результаты, полученные в диссертационной работе, обладают практической ценностью при решении задач расчета и проектирования устройств на основе оптических фотонно-кристаллических волокон, а также телекоммуникационных систем. Они рекомендуются к использованию в научно-исследовательских академических

и отраслевых институтах при решении задач лазерной физики и волоконной оптики фотонно-кристаллических волокон и волноводов со сложной структурой.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 8 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, установленных Министерством образования и науки РФ для публикации материалов диссертационных исследований; работ в материалах всероссийских и международных научных конференций – 7; свидетельств о регистрации программ для ЭВМ – 2. Наиболее значительные работы:

1. Пластун, А.С. Управление взаимодействием оптических солитонов при помощи периодического изменения дисперсии в волоконном световоде / А.И. Конюхов, М.А. Дорохова, Л.А. Мельников, А.С. Пластун // Квантовая электроника. – 2015. – Т. 45, № 11. – С.1018-1022.
2. Plastun, A.S. Inelastic collision and fusion of optical solitons in dispersion oscillating fiber / A.S. Plastun, A.I. Konyukhov, M.A. Dorokhova, L.A. Melnikov // Laser Phys. Lett. – 2015. – Vol.12.– P.5.
3. Пластун, А.С. Расчет параметрического усиления в фотонно-кристаллическом волокне /А.С. Пластун, А.И. Конюхов, Л.А. Мельников, Ю.А. Мажирин // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия «Физика». – 2012. –Т. 12, № 2. – С.49-52.
4. Пластун, А.С. Конструктивная интерференция оптических солитонов в волокне с периодическим изменением дисперсии / М. А. Дорохова, А. И. Конюхов, Л. А. Мельников, А. С. Пластун // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия «Физика». – 2014. –Т. 14, № 1. – С.25-32.
5. Пластун, А.С. Расчет дисперсионной характеристики направляемых мод щелевого фотонно-кристаллического волновода / А.С. Пластун, А.И. Конюхов // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия «Физика». – 2014. –Т. 14, № 2. – С.38-42.

На диссертацию и автореферат поступило 9 **положительных** отзывов: от к.ф.-м.н. **Меглинского И.В.**, директора Лаборатории оптоэлектроники и измерительной техники университета Оулу (Финляндия); от к.ф.-м.н. **Андрианова А.В.**, с.н.с. отдела 330 Института прикладной физики РАН (г. Н. Новгород); от к.ф.-м.н. **Козиной О.Н.**, с.н.с. Саратовского филиала ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН; от к.ф.-м.н. **Золотовского И.Г.**, зам. директора по науке НИТИ им. С.П. Капицы при Ульяновском госуниверситете; от к.ф.-

м.н. **Моисеева А.А.**, н.с. Института прикладной физики РАН (г. Н. Новгород); от к.ф.-м.н. **Серебрянникова Е.Е.**, н.с. лабораторий фотоники и нелинейной спектроскопии кафедры общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова; от к.ф.-м.н. **Сысолятина А.А.**, н.с. Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН; от к.ф.-м.н. **Шатиловой К.В.**, доцента кафедры лазерных технологий и лазерной техники Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики; от д.ф.-м.н. **Паршкова О.М.**, профессора кафедры «Математика и моделирование» Саратовского государственного технического университета им. Гагарина Ю.А.

В отзывах содержатся замечания о недостаточных пояснениях: а) понятия «волокна, изготовленные из «оптического стекла»», б) важности эффектов межсолитонного взаимодействия в волокне», в) «условий фазового синхронизма при параметрическом усилении», г) влияния «субмикронной деформации поперечной структуры элементов фотонно-кристаллического волокна».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается соответствием уровня квалификации оппонентов и сотрудников ведущей организации требованиям п. 22 «Положения о присуждении ученых степеней» и тематике диссертационной работы, что находит отражение в содержании опубликованных работ официальных оппонентов и сотрудников ведущей организации в ведущих отечественных и зарубежных научных изданиях за последние 5 лет.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработаны программные комплексы для численного моделирования распространения лазерного излучения в фотонно-кристаллическом волокне (ФКВ), предназначенные для расчёта спектров пропускания и дисперсионных характеристик двумерных ФКВ различных типов. Данные комплексы позволяют учесть влияние высших мод и деформаций структуры волокна на его пропускание, дисперсионные и спектральные характеристики.

2. Предложено использовать ФКВ особой структуры, имеющее дополнительный центральный ряд воздушных отверстий с уменьшенным диаметром. Такое волокно позволяет минимизировать влияние дисперсии и обладает широким спектральным диапазоном.

3. Разработан механизм формирования полос пропускания внутри фотонных запрещенных зон ФКВ за счет изменений диаметров элементов поперечного профиля структуры, прилегающих к сердцевине волокна.

4. Предложено использовать фотонно-кристаллическую оболочку для управления полем в волноводах с нанометровой сердцевиной (щелевых). Доказано, что щелевые волноводы с фотонно-кристаллической оболочкой могут направлять ТМ-волны, локализованные в нанометровом зазоре, и их можно использовать для локального повышения интенсивности и управления дисперсией.

5. Предложено использовать периодическую модуляцию диаметра волокна для управления солитонным взаимодействием в волокне. Рассмотрены три типа режимов: образование связанного состояния двух солитонов, разделение и объединение солитонной пары. Реализация определенного режима осуществляется за счет выбора периода модуляции.

6. Предложено использовать волокно с периодическим изменением дисперсии для увеличения дистанции, на которой происходит столкновение солитонов, что приводит к реализации связанных состояний двух солитонов и позволяет предотвращать их столкновения в случае взаимодействия солитонов, распространяющихся на небольшом расстоянии друг от друга.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

1. Разработана новая математическая модель, основанная на модернизации существующих методов и алгоритмов, для решения задач распространения лазерного излучения в маломодовых оптических волокнах с переменными диаметрами и формой элементов поперечного профиля. Модель позволяет корректно учитывать векторный характер электромагнитного поля и интерференцию мод, масштабирование и сдвиг структуры в трехмерных задачах распространения лазерного излучения.

2. Изучено влияние деформаций формы и размеров поперечной структуры элементов фотонно-кристаллического волокна. Показано, что деформация формы и размера поперечной структуры элементов фотонно-кристаллического волокна до 15% от их линейного размера, вызывает сдвиг полос пропускания и изменение их ширины, при этом общий уровень потерь меняется незначительно. Показано, что увеличение диаметров отдельных элементов структуры на величину, сравнимую с их радиусом, вызывает появление дополнительных линий поглощения на длинах волн, соответствующих фотонным запрещенным зонам.

3. Доказано, что при периодическом изменении диаметра оптического волокна солитоны, распространяющиеся в нем, взаимодействуют неупруго, вызывая изменения несущей частоты импульсов, их амплитуд и групповых скоростей.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что они позволяют расширить границы применения фотонно-кристаллических волноводов, точнее учитывают влияние различных факторов при использовании и изготовлении фотонно-кристаллических волноводов и оптических волокон.

**Оценка достоверности результатов исследования** выявила, что при построении математических моделей прохождения излучения в волокне корректно использованы математические методы моделирования подобных явлений, прошедшие апробацию и широко известные в литературе. Результаты, полученные в ходе численного эксперимента, согласуются с экспериментальными наблюдениями, представленными в литературе. Разработанные численные модели адекватно описывают исследуемые в диссертации реальные физические процессы. Достоверность результатов, полученных в работе, также обеспечивается проведенным сравнением между различными методами, использованными в диссертации.

**Личный вклад** соискателя состоит в том, что им разработаны программные комплексы численного решения системы уравнений Максвелла, нелинейного уравнения Шредингера и волнового уравнения Гельмгольца, предназначенные для расчета спектров пропускания, дисперсионных характеристик фотонно-кристаллических волокон и расчета взаимодействия солитонов в волноводящих системах. Все представленные численные результаты также получены лично соискателем.

Результаты, полученные в диссертации Пластуна Александра Сергеевича, рекомендованы к использованию в научных исследованиях и прикладных разработках в исследовательских институтах, где ведутся теоретические и экспериментальные работы в области лазерной физики и волоконной оптики: Институте общей физики РАН, Научном центре волоконной оптики РАН (г. Москва), Международном лазерном центре Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (г. Москва), Институте прикладной физики РАН (г. Нижний Новгород), ФГОУ ВО «Университет информационных технологий, механики и оптики» (г. Санкт-Петербург), а также в учебном процессе федеральных

