

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.238.01, СОЗДАННОГО НА
БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ
ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ ИМ. А. В. ГАПОНОВА-ГРЕХОВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27.11.2023 № 181

О присуждении Сорокину Арсению Андреевичу, гражданину РФ,
ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Формирование сжатых состояний света и характеристика фазы оптических импульсов с помощью специальных волокон с высокой керровской нелинейностью» по специальности 1.3.19. Лазерная физика принята к защите 25.09.2023 г., протокол № 177 диссертационным советом 24.1.238.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А. В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ Министерства образования и науки РФ № 717/нк от 09.11.2012 г.

Соискатель Сорокин Арсений Андреевич 1997 года рождения в 2020 году окончил с отличием Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, в 2023 году окончил аспирантуру ИПФ РАН, работает младшим научным сотрудником в ИПФ РАН. Диссертация выполнена в Отделении нелинейной динамики и оптики ИПФ РАН.

Научный руководитель – доктор физ.-мат. наук Анашкина Елена Александровна, старший научный сотрудник отдела сверхбыстрых процессов ИПФ РАН.

Официальные оппоненты Биленко Игорь Антонович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор МГУ им. М.В. Ломоносова и Прямик Андрей Дмитриевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Институт общей

физики им. А. М. Прохорова РАН» дали положительные отзывы на диссертацию. Ведущая организация ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» (г. Санкт-Петербург) в своем положительном заключении, подписанном к.ф.-м.н. деканом физического факультета Университета ИТМО Мельчаковой Ириной Валерьевной и к.ф.-м.н. с.н.с. доцентом физического факультета Университета ИТМО Петровым Михаилом Игоревичем и утвержденным д.т.н. проректором по научной работе Университета ИТМО Никифоровым Владимиром Олеговичем, указала, что диссертация А.А. Сорокина удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика.

Соискатель имеет по теме диссертации 12 статей в рецензируемых журналах, Наиболее значимыми работами являются:

1. *A.A. Sorokin, G. Leuchs, J.F. Corney, N.A. Kalinin, E.A. Anashkina, A.V. Andrianov.* Towards quantum noise squeezing for 2-micron light with tellurite and chalcogenide fibers with large Kerr nonlinearity // *Mathematics* – 2022 – Vol.10, №19. – P. 3477.
2. *N. Kalinin, T. Dirmeier, A.A. Sorokin, E.A. Anashkina, L.L. Sánchez-Soto, J.F. Corney, G. Leuchs, A.V. Andrianov.* Quantum-enhanced interferometer using Kerr squeezing // *Nanophotonics* – 2023 – Vol. 12. – P. 2945-2952.
3. *A.V. Andrianov, N.A. Kalinin, A.A. Sorokin, E.A. Anashkina, L.L. Sanchez-Soto, J.F. Corney, G. Leuchs.* Optimizing the generation of polarization squeezed light in nonlinear optical fibers driven by femtosecond pulses // *Optics Express* – 2023 – Vol. 31, №1. – P. 765-773.
4. *A.A. Sorokin, A.V. Andrianov, E.A. Anashkina.* Numerical study of mid-IR ultrashort pulse reconstruction based on processing of spectra converted in chalcogenide fibers with high Kerr nonlinearity // *Fibers* – 2022 – Vol.10, №10. – P. 81.

На диссертацию и автореферат поступили 4 отзыва, все отзывы положительные. В них отмечают высокий уровень работы, ее актуальность, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В положительном отзыве ведущей организации содержатся следующие замечания о том, что работу следовало бы дополнить: классификацией стандартных волокон по их материальному составу; более подробным представлением экспериментальных результатов по сжатию шумов, с которыми проводилось

сравнение теоретических результатов автора; обоснованием применения нелинейного уравнения Шредингера без учета эффекта вращения поляризации излучения; данными по зависимости сжатия от характерных масштабов явлений (нелинейной, дисперсионной длин и проч.); обоснованием учета квантового шума при моделировании импульсов с энергиями, достаточными для проявления нелинейных эффектов.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. доцента И.А. Биленко, помимо редакционных, содержит замечание об отсутствии в работе экспериментальных данных по дисперсии используемых волокон.

Положительный отзыв официального оппонента к.ф.-м.н. А.Д. Прямикова, вместе с редакционными замечаниями, содержит рекомендацию автору в дальнейшей работе обобщить результаты исследований на случай микроструктурированных световодов.

Положительный отзыв на автореферат к.т.н. В.А. Грачева замечаний не содержит.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в областях лазерной физики, нелинейной волоконной оптики, квантовой оптики, а ведущая организация является передовым институтом в этих областях знаний.

Диссертационный совет отмечает, что в результате выполненных соискателем исследований:

- теоретически исследованы возможности поляризационного керровского сжатия квантовых флуктуаций ультракоротких импульсов в кварцевых волокнах в диапазоне длин волн около 1.5 мкм. Определены оптимальные длины волокон и параметры импульсов для достижения наилучшего сжатия (-22 дБ без учета потерь в схеме детектирования) при подавлении паразитных эффектов, таких как потери и рамановское рассеяние;
- предложена и теоретически исследована генерация неклассических состояний непрерывного лазерного излучения 10-Вт класса мощности в двухмикронном диапазоне длин волн с теоретически достижимым сжатием квантовых флуктуаций сильнее -10 дБ в теллуридных и халькогенидных волокнах с нелинейными керровскими коэффициентами на 2-4 порядка

выше, чем у стандартных кварцевых волокон. Выявлены факторы, ограничивающие сжатие шумов;

- предложен новый эффективный компьютерный алгоритм обработки экспериментальных данных в неинтерферометрическом методе измерения фазы ультракоротких импульсов, основанном на измерении исходного спектра оптического сигнала и двух спектров, преобразованных в волокнах с керровской нелинейностью. Предложенный алгоритм оптимизации спектральной полиномиальной фазы, позволяющий преодолеть некоторые ограничения ранее известных алгоритмов, был успешно применен для обработки экспериментальных данных;
- предложен и теоретически исследован метод восстановления фазы ультракоротких импульсов в трехмикронном диапазоне длин волн на основе преобразования спектров в прозрачных в данном диапазоне теллуридных и халькогенидных волокнах с применением предложенного алгоритма.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что разработана модель для теоретического исследования керровского сжатия квантовых флуктуаций непрерывного и импульсного лазерного излучения в кварцевых и специальных волокнах. Аналитические и численные результаты исследования и оптимизации керровского квантового сжатия могут применяться при анализе источников неклассического света с уровнем флуктуаций значительно ниже стандартного квантового предела для одной из квадратурных компонент.

Практическая значимость работы обусловлена тем, что:

- результаты, связанные с генерацией квантово-сжатого света, востребованы для многих практических приложений, включая квантовое зондирование и прецизионную квантовую метрологию, а также получение неклассических перепутанных состояний, играющих важную роль в квантовых вычислениях с непрерывными переменными, квантовой криптографии и квантовых сетях;
- результаты, связанные с разработкой нового алгоритма обработки данных в методе измерения спектральной фазы ультракоротких импульсов, основанном на измерении исходного спектра сигнала и двух преобразованных в волокнах с керровской нелинейностью спектров, могут применяться для однозначной характеристики широкого класса сигналов, в том числе, в диапазоне длин волн около 3 мкм.

Достоверность результатов исследования обоснована применением надежных и апробированных методов и подходов; соответствием аналитических и численных результатов, для ряда теоретических результатов есть экспериментальная верификация. Результаты диссертации опубликованы в авторитетных научных журналах, докладывались на российских и международных конференциях.

Личный вклад соискателя. Все теоретические результаты, представленные в диссертационной работе, получены лично автором или при его непосредственном участии. Постановка задач, определение подходов к их решению, анализ, обсуждение и интерпретация полученных результатов осуществлялись совместно с научным руководителем и соавторами. Экспериментальные данные, используемые для сравнения, предоставлены соавторами.

На все вопросы и замечания, высказанные в ходе защиты и содержащиеся в отзывах, Сорокиным А.А. были даны ответы и комментарии.

На заседании от 27.11.2023 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития лазерной физики, присудить Сорокину А.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 24 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за - 24, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель диссертационного совета,
академик РАН



Литвак Александр Григорьевич

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор физ.-мат. наук

Абубакиров Эдуард Булатович

27 ноября 2023 г.