

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.262.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21 апреля 2025 г № 85

О присуждении Корибуту Андрею Валериевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Фазовая самомодуляция и вынужденное комбинационное рассеяние в кристалле вольфрамата бария и плавленом кварце» по специальности 1.3.19 — Лазерная физика принята к защите 3 февраля 2025 года, (протокол заседания № 79) диссертационным советом 24.1.262.01, созданным 11 апреля 2012 года приказом № 105/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53.

Соискатель Корибут Андрей Валериевич, 5 октября 1993 года рождения, в 2016 году с отличием окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» по направлению подготовки 03.04.01 «Прикладные математика и физика». С 2016 года обучался в аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» (МФТИ) по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия» и закончил её в 2020 году с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-

исследователь». Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана МФТИ в 2024 году. С 2018 года является сотрудником ФИАН. В настоящее время работает в должности высококвалифицированного младшего научного сотрудника в Лаборатории фемтосекундной нелинейной оптики Отделения квантовой радиофизики им. Н.Г. Басова, и, по совместительству, занимает должность ассистента кафедры общей физики в МФТИ.

Диссертационная работа А. В. Корибута выполнена в Отделении квантовой радиофизики им. Н.Г. Басова ФИАН.

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук Киняевский Игорь Олегович, высококвалифицированный старший научный сотрудник, член ученого совета Отделения квантовой радиофизики и ученого совета ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Сметанин Сергей Николаевич, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Отдела лазерных материалов и фотоники Научного центра лазерных материалов и технологий Института общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук;
2. Федотов Андрей Борисович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики и волновых процессов Физического факультета Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова.

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация — Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук» (ИПФ РАН), город Нижний Новгород, в своем положительном отзыве, подписанном доктором физико-математических наук Андриановым Алексеем Вячеславовичем, заведующим лабораторией квантовой и нелинейной оптики

сильно локализованных полей (335) ИПФ РАН, доктором физико-математических наук Стародубцевым Михаилом Викторовичем, руководителем Отделения нелинейной динамики и оптики, заместителем директора по научной работе ИПФ РАН, и утвержденном доктором физико-математических наук, академиком РАН, Денисовым Григорием Геннадьевичем, директором ИПФ РАН, указала, что диссертация подтверждает научную квалификацию Корибута А. В. и полностью удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а автор диссертации Корибут А.В. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – Лазерная физика.

Соискатель имеет 40 опубликованных работ в рецензируемых научных журналах, в том числе по теме диссертации опубликовано 6 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus, входящих в перечень журналов ВАК, опубликовано 6 работ.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем А. В. Корибутом работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в статьях:

1. Kinyaevskiy I., Danilov P., Smirnov N., Kudryashov S., Koribut A., Dunaeva E., Voronina I., Andreev. Yu., Ionin A., Ablation of BaWO₄ crystal by ultrashort laser pulses //Crystals. – 2020. – Т. 10. – №. 9. – С. 754.
2. Kinyaevskiy I., Kovalev V., Danilov P., Smirnov N., Kudryashov S., Koribut A., Ionin A., Asymmetric spectral broadening of sub-picosecond laser pulse in BaWO₄ crystal: interplay of self-phase modulation, stimulated Raman scattering, and orientational Kerr nonlinearity //Optics Letters. – 2021. – Т. 46. – №. 3. – С. 697-700.

3. Kinyaevskiy I. O., Kovalev V.I., Koribut A.V., Danilov P.A., Smirnov N.A., Kudryashov S.I., Grudtsyn Ya.V., Dunaeva E.E., Trofimov V.A., Ionin A.A., Asymmetric Spectral Broadening of 0.3 ps, 1030 nm Laser Pulse in BaWO₄ Crystal //Journal of Russian Laser Research. – 2022. – Т. 43. – №. 3. – С. 315-318.

4. Киняевский И. О., Корибут А.В., Гриценко И.В., Сагитова А.М., Ионин М.В., Дунаева Е.Э., Ионин А.А., Влияние фокусировки на нестационарное ВКР 0.3 ps лазерных импульсов в кристалле BaWO₄ с самозатравкой ФСМ //Оптика и спектроскопия. – 2023. – Т. 131. – №. 2. – С. 202-206.

5. Kinyaevskiy I., Kovalev V., Danilov P., Smirnov N., Kudryashov S., Koribut A., Ionin A., Highly efficient transient stimulated Raman scattering on secondary vibrational mode of BaWO₄ crystal due to its constructive interference with self-phase modulation //Chinese Optics Letters. – 2023. – Т. 21. – №. 3. – С. 031902.

6. Kinyaevskiy I.O., Koribut A.V., Danilov P.A., Kudryashov S.I., Self-focusing and Self-phase Modulation of Focused Femtosecond Laser Beam in Fused Silica at Near-critical Peak Power //JETP Letters. – 2024. – Т. 119. – №. 1. – С. 10-15.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области лазерной физики, нелинейных процессов, а ведущей организации – ее репутацией признанного научного центра, проводящего исследования в области нелинейной оптики.

Диссертация Корибута А. В. посвящена исследованию методов преобразования ультракоротких импульсов посредством вынужденного комбинационного рассеяния в кристаллических средах. Актуальность темы диссертации заключается в исследовании механизма преобразования

субпикосекундных импульсов в кристалле вольфрамата бария, в котором была зарегистрирована аномально высокая эффективность преобразования, которая не характерна для других ВКР-активных кристаллов, в режиме значительного уширения спектра.

На основании выполненных соискателем исследований были получены следующие основные результаты:

1. Экспериментально и численным моделированием продемонстрирована близкая к линейной зависимость уширения спектра от энергии сфокусированных лазерных импульсов в режиме филаментации с углом наклона, соответствующим распространению в линейном режиме (без учета самофокусировки).
2. Получено, что в кристалле вольфрамата бария доминирующей является кубическая нелинейность со временем отклика 0,4 пс и значением нелинейного показателя преломления $(6,4 \pm 1,6) \times 10^{-15} \text{ см}^2/\text{Вт}$, усредненным по измерениям на длинах волн 515 нм и 1030 нм.
3. Максимальная доля энергии рассеянного излучения составила $\sim 35\%$ и $\sim 10\%$ на частотах $\nu_2 = 330 \text{ см}^{-1}$ и $\nu_1 = 925 \text{ см}^{-1}$ при вынужденном комбинационном рассеянии с самозатравкой за счет фазовой самомодуляции лазерных импульсов (515 нм, 0,3 пс) в кристалле вольфрамата бария длиной 8 мм при фокусировке $NA \sim 0,02-0,04$ и смещении линейного фокуса от центра в сторону задней грани на 1,8 мм.

Все результаты, представленные автором, являются новыми. Новизна обусловлена тем, что:

- Представлена численная модель на основе ABCD-матриц, не требующая больших вычислительных мощностей, для описания спектрального уширения, вызванного эффектом фазовой самомодуляции сфокусированных гауссовых импульсов при распространении в среде с учетом влияния самофокусировки при околокритической мощности самофокусировки;

- Выявлена доминирующая «медленная» кубическая нелинейность с субпикосекундным временем отклика в кристалле вольфрамата бария, не характерная для твердых тел;

- В кристалле вольфрамата бария для субпикосекундных импульсов (515 нм) продемонстрирована конструктивная интерференция эффектов вынужденного комбинационного рассеяния на модах комбинационного рассеяния $\nu_2=330 \text{ см}^{-1}$ и $\nu_1=925 \text{ см}^{-1}$ и фазовой самомодуляции, формирующей затравочное излучения при уширении спектра импульса в стоксовую область с соответствующим частотным сдвигом. Очередность формирования ВКР-линий, определяется величиной частотного сдвига, а не коэффициентом ВКР-усиления;

- Реализовано эффективное вынужденное комбинационное рассеяние субпикосекундных импульсов (515 нм) в кристалле вольфрамата бария на вторичной моде $\nu_2=330 \text{ см}^{-1}$;

- Показано существенное влияние эффекта самофокусировки на эффективность вынужденного комбинационного рассеяния субпикосекундных импульсов (515 нм) в кристалле вольфрамата бария на модах $\nu_1=925 \text{ см}^{-1}$ и $\nu_2=330 \text{ см}^{-1}$, и приведена геометрия взаимодействия, при которой достигается максимальная эффективность ВКР-преобразования.

Продemonстрированные результаты исследования кристалла вольфрамата бария показали, что в кристаллах может доминировать «медленная» кубическая нелинейность (с субпикосекундным временем отклика), которая способствует конструктивной интерференции эффектов вынужденного комбинационного рассеяния и фазовой самомодуляции, что позволяет реализовать вынужденное комбинационное рассеяние субпикосекундных лазерных импульсов в кристалле в простой однопроходной схеме с эффективностью в десятки процентов. Это в свою очередь дает источник «двухцветных» субпикосекундных импульсов для различных применений, например, для генерации разностной частоты в средний и дальний инфракрасный диапазон. Продemonстрированная близость углов наклона в зависимости уширения спектра для сфокусированного

лазерного импульса от его энергии в линейном режиме и режиме филаментации предоставляет простой способ для оценки величины нелинейного показателя среды при мощностях выше критической мощности самофокусировки.

Полученные результаты могут быть применены в таких организациях как АО «НИИ «Полюс» имени М. Ф. Стельмаха», ООО "АВЕСТА", Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, Институт спектроскопии РАН, Институт лазерной физики СО РАН, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, и других организациях, работающих с фемтосекундными лазерными системами и использующими для изменения параметров излучения различные нелинейно-оптические эффекты.

Достоверность результатов работы подтверждается согласием данных, полученных в ходе различных экспериментов, их воспроизводимостью, а также согласием полученных экспериментальных данных с выводами теоретических моделей. Справедливость ряда представленных в диссертации результатов подтверждается их согласием с данными, полученными другими авторами.

Все основные научные результаты, включенные в диссертацию Корибута А.В., получены лично автором, либо при его непосредственном участии. Соискатель непосредственно участвовал в постановке задач, проведении эксперимента и последующих обработке и анализе экспериментальных данных. Подготовка результатов к публикации проводилась совместно с соавторами. Численная модель, описывающая распространение сфокусированного пучка, была разработана Корибутом А.В.. Идея о немгновенности отклика кубической нелинейности кристалла вольфрамата бария и связанное с ним различие в уширении спектра была предложена д.ф.-м.н. Ковалевым В.И..

В ходе защиты соискатель Корибут А. В. аргументированно ответил на заданные ему вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

На заседании 21 апреля 2025 года диссертационный совет принял решение присудить А. В. Корибуту учёную степень кандидата физико-

математических наук за решение научной задачи о выявлении физических процессов приводящих к высокой эффективности вынужденного комбинационного рассеяния субпикосекундных импульсов в кристалле вольфрамата бария.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.19 — Лазерная физика), участвовавшие в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени - 20,

против присуждения учёной степени - 0,

недействительных бюллетеней - 0.

Заместитель председателя диссертационного совета
член-корр. РАН, д.ф.-м.н.

Пудалов Владимир Моисеевич

Учёный секретарь диссертационного совета
д.ф.-м.н.

Золотько Александр Степанович

21 апреля 2025 г.