

Заключение диссертационного совета МГУ.013.4  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от 10 декабря 2025 г. № 10

О присуждении Румянцеву Борису Вадимовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Когерентное управление спектром генерации гармоник высокого порядка при воздействии парой широкополосных импульсов ближнего ИК, среднего ИК и терагерцевого диапазонов на газовую среду» по специальности 1.3.19. Лазерная физика (физико-математические науки) принята к защите диссертационным советом 31 октября, протокол № 8.

Соискатель Румянцев Борис Вадимович, 1997 года рождения, с 1 октября 2021 года по 30 сентября 2025 года обучался в очной аспирантуре физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова по направлению 03.06.01 Физика и астрономия. Соискатель временно не трудоустроен.

Диссертация выполнена на кафедре общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Потёмкин Фёдор Викторович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», физический факультет, кафедра общей физики и волновых процессов, профессор.

Официальные оппоненты:

- Чекалин Сергей Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт спектроскопии Российской академии наук, отдел лазерной спектроскопии, главный научный сотрудник,
- Стрелков Василий Вячеславович, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, отделение квантовой радиофизики им. Н.Г.Басова, высококвалифицированный ведущий научный сотрудник,
- Рябикин Михаил Юрьевич, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии

наук», сектор моделирования сверхбыстрых оптических процессов, отдел сверхбыстрых процессов, ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что они являются специалистами в области лазерной физики и физики взаимодействия лазерного излучения с веществом и имеют публикации по этой теме. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе 9 работ по теме диссертации, из них 9 статей общим объемом 4.5 п.л., опубликованных в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе ядра РИНЦ "eLibrary Science Index" и в изданиях из перечня, рекомендованного Минобрнауки России и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.19. Лазерная физика (физико-математические науки). Все представленные в работе результаты получены автором лично или при его определяющем участии.

1. **B.V. Rumiantsev**, E.A Migal, A.V. Pushkin, F.V. Potemkin. Observation of terahertz-field-induced coherent control of high-order harmonic generation in a noble gas // Physical Review A – 2025. – Vol. 111, №17. – p. 023117. 3.0 (JIF) / 0.5 п.л./ вклад соискателя: 40%, EDN: HGXFV
2. **Румянцев Б.В.**, Пушкин А.В., Шулындин П.А., Мигаль Е.А. Потёмкин Ф.В. Широкополосное преобразование рентгеновского спектра гармоник высокого порядка в синтезированном лазерном поле интенсивных фемтосекундных лазерных импульсов ближнего и среднего ИК диапазонов в газе // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики - 2025. - т. 122, №9-10. – с. 563-571, 0.390 (РИНЦ) / 0.5 п.л/ вклад соискателя: 40%, EDN: ZNIUME
3. **Б. В. Румянцев**, Е. А. Мигаль, Е. А. Лобушкин, А. В. Пушкин, Ф. В. Потёмкин. Генерация яркого рентгеновского излучения в диапазоне длин волн 27-15 нм при воздействии высокоинтенсивных фазово-модулированных фемтосекундных лазерных импульсов ближнего ИК диапазона на газовую струю // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики – 2025. – т. 121, №5-6. - с. 358–364. 0.390 (РИНЦ) / 0.4375 п.л./ вклад соискателя: 50%, EDN: ZZJSIG
4. Шулындин П.А., **Румянцев Б.В.**, Мигаль Е.А., Пушкин А.В., Потёмкин Ф.В. Влияние терагерцевого поля на процессы генерации гармоник низкого и высокого порядков фемтосекундным лазерным излучением в газовой среде // Письма в Журнал

экспериментальной и теоретической физики – 2025. – т. 121, №11-12. – с. 884 – 891, 0.390 (РИНЦ) / 0.5 п.л./ вклад соискателя: 30%, EDN: WUSTST

5. **Б.В. Румянцев**, А.В. Пушкин, Ф.В. Потёмкин. Генерация гармоник высокого порядка вблизи низкочастотного края плато при нелинейном распространении фемтосекундного лазерного излучения ближнего ИК диапазона с длиной волны 1.24 мкм в плотной струе аргона // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики – 2023. – т. 118, №3-4 (8). – с. 270–279, 0.390 (РИНЦ) / 0.625 п.л./ вклад соискателя: 60%, EDN: IVAOSK
6. **Б.В. Румянцев**, А.В. Пушкин, Д.З. Сулейманова, Н.А. Жидовцев, Ф.В. Потёмкин. Генерация перестраиваемого мощного малопериодного терагерцевого излучения в органических кристаллах при накачке мультигигаваттными chirпированными лазерными импульсами ближнего ИК диапазона на длине волны 1.24 мкм // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики – 2023. – т. 117, №7-8 (4). – с. 571–579, 0.390 (РИНЦ) / 0.5625 п.л./ вклад соискателя: 30%, EDN: VOPYYE
7. **Б.В. Румянцев**, Н.А. Жидовцев, А.В. Пушкин, Е.А. Лобушкин, П.А. Шулындин, Д.З. Сулейманова, А.Б. Савельев-Трофимов, Ф.В. Потёмкин. Высокочастотный сдвиг и расширение спектра генерации ТГц излучения до 10 ТГц в процессе оптического выпрямления мощного фемтосекундного малопериодного излучения накачки ближнего ИК диапазона в кристалле BNA // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики – 2023. – т. 118, №11-12 (12). – с. 802 – 809, 0.390 (РИНЦ) / 0.5 п.л./ вклад соискателя: 40%, EDN: MUMLNH
8. **Б.В. Румянцев**, А.В. Пушкин, К.Е. Михеев, Ф.В. Потёмкин. Влияние длины и давления газовой струи на процесс генерации оптических гармоник фемтосекундным излучением лазерной системы на кристалле Fe:ZnSe с длиной волны 4.5 мкм // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики – 2022. - т. 116, №9-10 (11). - с. 659–666, 0.390 (РИНЦ) / 0.5 п.л./ вклад соискателя: 60%, EDN: LYFGGN
9. **Б.В. Румянцев**, К.Е. Михеев, А.В. Пушкин, Е.А. Мигаль, С.Ю. Стremoухов, Ф.В. Потёмкин. Генерация оптических гармоник при взаимодействии высокоинтенсивного (до  $10^{14}$  Вт/см<sup>2</sup>) фемтосекундного лазерного излучения среднего ИК диапазона лазерной системы на кристалле Fe:ZnSe с плотной ламинарной газовой струей // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики – 2022. - т. 115, №7-8(4). – с. 431–436, 0.390 (РИНЦ) / 0.375 п.л./ вклад соискателя: 50%, EDN: FLDMKT

На диссертацию и автореферат поступил один дополнительный отзыв. Отзыв положительный.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задач, имеющих значение для развития лазерной физики и физики взаимодействия интенсивного лазерного излучения с веществом. Диссертационная работа посвящена экспериментальному исследованию процесса генерации гармоник высокого порядка при воздействии на газовую среду интенсивного фемтосекундного лазерного излучения, представляющего собой двухцветную комбинацию импульсов ближнего ИК, среднего ИК и терагерцевого диапазонов. В работе экспериментально продемонстрирована возможность управления спектральным составом и шириной спектра гармоник высокого порядка при добавлении полей терагерцевого и среднего ИК диапазонов к основному генерирующему фемтосекундному излучению ближнего ИК диапазона. Приведено теоретическое объяснение наблюдаемых в эксперименте эффектов. Реализованные в работе подходы к двухцветной генерации гармоник высокого порядка имеют перспективы для генерации когерентного излучения экстремального ультрафиолетового и мягкого рентгеновского диапазонов с управляемыми спектрально-временными свойствами. Результаты диссертации могут быть использованы в МГУ имени М.В. Ломоносова и в других высших учебных заведениях в основных образовательных программах при создании новых и обновлении имеющихся материалов учебных курсов. Также полученные результаты могут быть использованы для разработки перспективных источников когерентного электромагнитного излучения экстремального ультрафиолетового и мягкого рентгеновского диапазонов, актуальных для решения различных научных и технологических задач - в частности, для проведения исследований в области аттосекундной физики, время-разрешённой рентгеновской спектроскопии, когерентной рентгеновской визуализации, а также при решении прикладных задач фотолитографии.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Нарушение внутрицикловой симметрии траекторий электрона под действием сильного ( $\sim 1-10$  МВ/см) терагерцевого поля приводит к подавлению нечётных и появлению чётных компонент в спектре гармоник высокого порядка, генерируемых при воздействии высокоинтенсивного ( $\sim 100$  ТВт/см<sup>2</sup>) фемтосекундного лазерного излучения ближнего ИК диапазона (1.24 мкм) на газовую струю аргона при параллельных линейных поляризациях воздействующих полей.

2. Изменение динамики ионизации и рекомбинации в процессе генерации гармоник высокого порядка двухцветной парой линейно поляризованных интенсивных фемтосекундных лазерных импульсов ближнего (1.24 мкм,  $\sim 100$  ТВт/см<sup>2</sup>) и среднего (4.5 мкм,  $\sim 1$  ТВт/см<sup>2</sup>) ИК диапазонов в газовой струе аргона возможно за счёт управления параметрами длинноволнового поля, что проявляется в управляемом преобразовании структуры спектра гармоник от отдельно стоящих комбинационных частот до квазинепрерывного спектра. Такое управление структурой спектра возможно как при изменении интенсивности длинноволнового излучения от 1 ГВт/см<sup>2</sup> до 1 ТВт/см<sup>2</sup>, так и при изменении угла между поляризациями воздействующих полей.
3. Управление набором энергии электрона на траектории второго возврата при двухцветном воздействии линейно поляризованных интенсивных фемтосекундных лазерных импульсов ближнего (1.24 мкм,  $\sim 100$  ТВт/см<sup>2</sup>) и среднего (4.5 мкм,  $\sim 1$  ТВт/см<sup>2</sup>) ИК диапазонов на струю инертного газа (криптон, аргон, неон, гелий) позволяет осуществить управляемое расширение спектра гармоник высокого порядка при сохранении высокой эффективности генерации за счёт увеличения скорости ионизации. Такой режим воздействия пары лазерных импульсов с длительностью  $\sim 100$  фс на гелий обеспечивает генерацию излучения с квазинепрерывным спектром с энергиями фотонов до  $\sim 200$  эВ при параллельных поляризациях воздействующих полей.

На заседании «10» декабря 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Румянцеву Борису Вадимовичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **17** человек, участвовавших в заседании (из них **7** докторов наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика, физико-математические науки), из **24** человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – **17**, «против» – **0**, недействительных бюллетеней – **0**.

Заместитель председателя  
диссертационного совета МГУ.013.4,  
доктор физико-математических наук,  
профессор

Макаров Владимир Анатольевич

Ученый секретарь  
диссертационного совета МГУ.013.4,  
кандидат физико-математических наук

Коновко Андрей Андреевич

Дата оформления заключения: 10 декабря 2025 г.