

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

Решение диссертационного совета от 26 февраля 2025 года № 2

О присуждении Николаевой Ирине Алексеевне, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Частотно-угловое распределение терагерцового излучения при филаментации фемтосекундного лазерного импульса в газах» по специальности 1.3.19. Лазерная физика принята к защите 25 декабря 2024 года, протокол № 16, диссертационным советом МГУ.013.4.

Соискатель Николаева Ирина Алексеевна, 1997 года рождения, с 2021 года и по настоящее время обучается в очной аспирантуре на кафедре общей физики и волновых процессов физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, направленность — «Лазерная физика».

Соискатель Николаева Ирина Алексеевна работает младшим научным сотрудником отделения квантовой радиофизики им. Н.Г. Басова Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

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

Научный руководитель:

Косарева Ольга Григорьевна, доктор физико-математических наук, доцент, физический факультет Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», профессор кафедры общей физики.

Официальные оппоненты:

• Фёдоров Михаил Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук», Отдел Технологий и Измерений Атомного Масштаба Центра Естественно-Научных Исследований, главный научный сотрудник,

• Карташов Ярослав Вячеславович, доктор физико-математических наук, профессор РАН, ФГБУН Институт спектроскопии Российской академии наук, главный научный сотрудник теоретического отдела

• Цыпкин Антон Николаевич, доктор физико-математических наук, доцент, ФГАОУ ВО Национальный исследовательский университет ИТМО, директор Научно-образовательного центра фотоники и оптоинформатики, —

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что они являются специалистами в области нелинейной оптики, лазерной физики, теоретической и математической физики и имеют публикации по тематике диссертации. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 8 работ, из них 8 статей (3.62 п.л.), опубликованных в рецензируемых научных изданиях, удовлетворяющих Положению о присуждении ученых степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.19. Лазерная физика. Все представленные в работе результаты получены автором лично или при его определяющем участии:

- A1. **Nikolaeva I.A.**, Shipilo D.E., Panov N.A., Kosareva O.G. Dual-wavelength filamentation with a fraction of fundamental laser frequency as a wideband THz source // Laser Physics Letters. – 2021. – V. 18. – №. 2. – P. 025401. – JIF = 1.4 (WoS). / 0.31 п.л. / Вклад соискателя 80%.
- A2. **Nikolaeva I.A.**, Shipilo D.E., Pushkarev D.V., Rizaev G.E., Mokrousova D.V., Koribut A.V., Grudtsyn Y.V., Panov N.A., Seleznev L.V., Liu W., Ionin A.A., Kosareva O.G. Flat-top THz directional diagram of a DC-biased filament // Optics Letters. – 2021. – V. 46. – №. 21. – P. 5497-5500. – JIF = 3.1 (WoS). / 0.25 п.л. / Вклад соискателя 60%.
- A3. Shipilo D.E., **Nikolaeva I.A.**, Pushkarev D.V., Rizaev G.E., Mokrousova D.V., Koribut A.V., Grudtsyn Y.V., Panov N.A., Seleznev L.V., Liu W., Ionin A.A., Kosareva O.G. Balance of emission from THz sources in DC-biased and unbiased filaments in air // Optics Express. – 2021. – V. 29. – №. 25. – P. 40687-40698. – JIF = 3.4 (WoS). / 0.75 п.л. / Вклад соискателя 50%.
- A4. Ризаев Г.Э., Мокроусова Д.В., Пушкарев Д.В., Шипило Д.Е., **Николаева И.А.**, Панов Н.А., Селезнев Л.В., Косарева О.Г., Ионин А.А. Нарушение осевой симметрии терагерцового излучения плазмы одноцветного филамента // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2022. – Т. 115. – №. 11. – С. 699-702. – IF = 0.396 (РИНЦ). / 0.19 п.л. / Вклад соискателя 30%.
- Перевод:* Rizaev G. E., Mokrousova D. V., Pushkarev D. V., Shipilo D. E., **Nikolaeva I. A.**, Panov N. A., Seleznev L. V., Kosareva O. G., Ionin A. A. Breaking of the axial symmetry of terahertz radiation from single-color filament plasma // JETP Letters. – 2022. – V. 115. – №. 11. – P. 657-659. – JIF = 1.1 (WoS). / 0.19 п.л. / Вклад соискателя 30%.
- A5. Rizaev G.E., Seleznev L.V., **Nikolaeva I.A.**, Shipilo D.E., Panov N.A., Pushkarev D.V., Mokrousova D.V., Ionin A.A., Kosareva O.G. Observation of conical emission from DC-biased filament at 10 THz // Optics Letters. – 2023. – V. 48. – №. 12. – P. 3147-3150. – JIF = 3.1 (WoS). / 0.25 п.л. / Вклад соискателя 40%.
- A6. Mitina E., Uryupina D., **Nikolaeva I.**, Shipilo D., Panov N., Ushakov A., Volkov R., Kosareva O., Savel'ev A. Enhanced forward THz yield from the long DC-biased femtosecond filament // Optics & Laser Technology. – 2023. – V. 159. – P. 108949. – JIF = 4.6 (WoS). / 0.5 п.л. / Вклад соискателя 25%.

- A7. **Nikolaeva I.A.**, Shipilo D.E., Panov N.A., Rizaev G.E., Pushkarev D.V., Mokrousova D.V., Seleznev L.V., Zhang N., Liu W., Ionin A.A., Kosareva O.G. Terahertz beam with radial or orthogonal to laser polarization from a single-color femtosecond filament // Optics Express. – 2023. – V. 31. – №. 25. – P. 41406-41419. – JIF = 3.4 (WoS). / 0.87 п.л. / Вклад соискателя 50%.
- A8. **Nikolaeva I.A.**, Vrublevskaya N.R., Rizaev G.E., Pushkarev D.V., Mokrousova D.V., Shipilo D.E., Panov N.A., Seleznev L.V., Ionin A.A., Kosareva O.G., Savel'ev A.B. Terahertz ring beam independent on $\omega-2\omega$ phase offset in the course of two-color femtosecond filamentation // Applied Physics Letters. – 2024. – V. 124. – №. 5. – P. 051105. – JIF = 3.5 (WoS). / 0.4 п.л. / Вклад соискателя 40%.

На диссертацию и автореферат дополнительных отзывов не поступило.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой развиты новые методы теоретического анализа генерации терагерцового излучения фемтосекундного филамента в газах. Развитые модели генерации и распространения терагерцового излучения при филаментации в постоянном внешнем поле позволяют описывать и предсказывать результаты лабораторных экспериментов. Проведен системный теоретический анализ зависимости частотно-угловых распределений терагерцового излучения двуцветного филамента от относительной фазы между гармониками накачки и протяженности плазменного канала по сравнению с длиной дефазировки гармоник в воздухе. Развита векторная модель локальных низкочастотных токов в плазменном канале филамента.

Результаты диссертации могут быть использованы в МГУ имени М.В. Ломоносова и других высших учебных заведениях в основных образовательных программах при создании новых и обновлении имеющихся материалов учебных курсов.

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. Развита векторная модель локального источника терагерцового поля в одноцветном филаменте, представленного в виде суперпозиции радиально поляризованного вклада продольного диполя и параллельного поляризации оптической накачки квадрупольного вклада, и установлено, что азимутальная модуляция кольцевого распределения электромагнитного излучения на частоте 0.3–10 ТГц в дальней зоне является следствием интерференции волн, излучаемых при смещении свободных зарядов под действием силы светового давления и пондеромоторной силы.
2. Угловое распределение терагерцового излучения, генерируемого в воздухе плазменным каналом, находящимся в однородном внешнем электростатическом поле, меняется от унимодального с плоской вершиной на частоте ~ 0.3 ТГц к кольцевому на частотах более 8 ТГц. Образование кольца на высоких частотах обусловлено деструктивной интерференцией терагерцовых волн, излучаемых фронтом ионизации, распространяющимся со сверхсветовой скоростью.

3. Энергия распространяющегося в кольцо низкочастотного (0.3–1 ТГц) излучения не зависит от начальной фазы между гармониками оптической двухцветной накачки и существенно превышает энергию терагерцового излучения на оси филамента, протяженность которого больше длины дефазировки основной и второй гармоник накачки.
4. Для различных соотношений частот оптической затравки и накачки в двухцветном филаменте максимальная эффективность преобразования оптического излучения в терагерцовое достигается при половинной или удвоенной частоте затравки по сравнению с частотой накачки. В случае половинной частоты затравки энергия терагерцового излучения оказывается на порядок ниже, чем в случае удвоенной частоты, вследствие расходимости длинноволнового излучения затравки на самонаведенной плазме и уменьшения области перекрытия оптических импульсов.

На заседании 26 февраля 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Николаевой Ирине Алексеевне учёную 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), участвовавших в заседании, из **24** человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» — **16**, «против» — **0**, недействительных бюллетеней — **1**.

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

Андреев Анатолий Васильевич

Учёный секретарь
диссертационного совета МГУ.013.4
кандидат физико-математических наук

Коновко Андрей Андреевич

Дата оформления заключения: 26 февраля 2025 года.