

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

Решение диссертационного совета от «23» ноября 2023 г. № 21

О присуждении Митиной Екатерине Владимировне (гражданке РФ) ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Формирование регулярных массивов филаментов и генерация терагерцевого излучения слабосфокусированными и коллимированными фемтосекундными лазерными пучками» по специальности 1.3.19. Лазерная физика (физико-математические науки) принята к защите диссертационным советом «14» сентября 2023 г., протокол № 13.

Соискатель Митина Екатерина Владимировна 1994 года рождения, в 2018 году окончила магистратуру физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, в 2022 году окончила аспирантуру физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Соискатель работает младшим научным сотрудником на кафедре общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Диссертация выполнена в лаборатории релятивистской лазерной плазмы на кафедре общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель доктор физико-математических наук, профессор Савельев-Трофимов Андрей Борисович, профессор кафедры общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Официальные оппоненты:

- доктор физико-математических наук, профессор Чекалин Сергей Васильевич, главный научный сотрудник, и.о. зав. лабораторией спектроскопии ультрабыстрых процессов Института спектроскопии РАН «Федеральное государственное бюджетное учреждение науки институт спектроскопии Российской академии наук»;
- доктор физико-математических наук Мурзина Татьяна Владимировна, ФГБОУ ВО МГУ имени М.В. Ломоносова, физический факультет, доцент кафедры квантовой электроники;
- кандидат физико-математических наук Дормидонов Александр Евгеньевич, ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова» (ФГУП «ВНИИА»), начальник научно-исследовательского отдела

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе 9 научных публикаций по теме диссертации, из них 7 статей, 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 (физико-математические науки). Все представленные в работе результаты получены автором лично или при его определяющем участии:

[1] Uryupina, D. S., Bychkov, A. S., Pushkarev, D. V., **Mitina, E. V.**, Savel'ev, A. B., Kosareva, O. G., Panov, N. A., Karabytov, A. A., & Cherepetskaya, Laser optoacoustic diagnostics of

femtosecond filaments in air using wideband piezoelectric transducers //Laser physics letters. – 2016. – Т. 13. – No. 9. – С. 095401-095405. JIF WoS 1,7; вклад автора 20%

[2] Pushkarev, D., **Mitina, E.**, Uryupina, D., Volkov, R., Karabytov, A., & Savel'ev, A. In situ optoacoustic measurement of the pointing stability of femtosecond laser beams //Laser Physics Letters. – 2018. – Т. 15. – No. 2. – С. 025401-025405. JIF WoS 1,7; вклад автора 60%

[3] Pushkarev, D., **Mitina, E.**, Shipilo, D., Panov, N., Uryupina, D., Ushakov, A., Volkov, R., Karabutov, A., Babushkin, I., Demircan, A., Morgner, U., Kosareva, O., & Savel'ev, A. Transverse structure and energy deposition by a subTW femtosecond laser in air: from single filament to superfilament //New Journal of Physics. – 2019. – Т. 21. – No. 3. – С. 033027-033038. JIF WoS 3,3; вклад автора 30%

[4] Pushkarev, D. V., Lar'kin, A. S., **Mitina, E. V.**, Zhidovtsev, N. A., Uryupina, D. S., Volkov, R. V., Karpeev, S.V., Khonina, S.N., Karabutov, A.A., Geints, Yu. E., Kosareva, O. G., & Savel'ev, A. B. Robust multifilament arrays in air by Dammann grating //Optics Express. –2021. – Т. 29. – No. 21. – С. 34189-34204. JIF WoS 3,8; вклад автора 20%

[5] **Mitina, E.**, Uryupina, D., Zhidovtsev, N., Volkov, R., Kosareva, O., & Savel'ev, A. Long-range robust multifilament arrays from terawatt femtosecond beam //Laser Physics Letters. – 2021.– Т. 19. – No. 1. – С. 015201-015208. JIF WoS 1,7; вклад автора 60%

[6] **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. – Т. 159. – С. 108949-108957 . JIF WoS 5; вклад автора 60%

[7] **Mitina, E.**, Uryupina, D., Shipilo, D., Nikolaeva, I., Panov, N., Volkov, R., Kosareva, O., & Savel'ev, A. Diffraction Impact onto Regularized Plasma Channel Formation by Femtosecond Laser Filamentation //Photonics. – Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2023. – Т. 10. – No. 8. – С. 928-942. JIF WoS 2,4; вклад автора 60%

На диссертацию и автореферат поступило 3 дополнительных отзыва, все положительные.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их компетентностью в области лазерной физики и взаимодействия фемтосекундного излучения с нелинейными средами, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

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 был экспериментально разработан и практически применен [1-7] неразрушающий метод широкополосной акустической диагностики фемтосекундного лазерного филамента, позволяющий в каждом лазерном выстреле измерять поперечное распределение поглощенной плотности энергии с разрешением менее 100 мкм. Этот метод исследования филамента отличается простотой и информативностью, что особенно актуально для исследования филаментации на протяженных трассах. Было показано, что устойчивые массивы филаментов, образованные отверстиями

амплитудной маски при ее облучении слабосфокусированным либо коллимированным фемтосекундным пучком, формируются, если пиковая мощность в каждом из пучков, образованных отверстиями, превышает критическую мощность самофокусировки в 2-3 раза, а фокусное расстояние линзы больше длины самофокусировки каждого из пучков, либо расстояния первой зоны Френеля для отверстия амплитудной маски. Массивы филаментов могут быть использованы для каналирования излучения на расстояния, превышающие длину Релея, и для генерации узконаправленных пучков терагерцевого излучения. В работе была предложена и апробирована экспериментальная схема, обеспечивающая увеличение выхода ТГц-излучения из одноцветного множественного филамента более чем на два порядка. Экспериментально показано, что оптимальный режим генерации ТГц излучения достигается при слабой фокусировке лазерного импульса и при условии, что длина приложения электростатического поля примерно равна длине плазменного канала филамента. Увеличение выхода терагерцевого излучения в данной схеме интересно для задач удаленной генерации терагерцевого излучения.

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. Регистрация акустического сигнала от филамента, создаваемого в воздухе мощным фемтосекундным лазерным излучением, приемником с шириной полосы 6 МГц обеспечивает в одном импульсе измерение объемной и линейной плотности поглощенной энергии с поперечным и продольным пространственным разрешением менее 100 мкм и 7 мм соответственно.
2. Формирование регуляризованных плазменных каналов с помощью амплитудной модуляции волнового фронта в воздухе для сфокусированного фемтосекундного лазерного пучка происходит при выполнении следующих условий: 1) пиковая мощность в каждом из пучков, образованных амплитудной маской, превышает критическую мощность самофокусировки в 2-3 раза, и 2) фокусное расстояние линзы оказывается больше длины самофокусировки каждого из пучков, либо расстояния первой зоны Френеля для отверстия амплитудной маски. Если длина самофокусировки для отдельного пучка превышает фокусное расстояние линзы, возможно формирование одиночного филамента по оси исходного лазерного пучка.
3. Стабильный массив филаментов на протяженной атмосферной трассе формируется для коллимированного фемтосекундного лазерного пучка при амплитудной модуляции волнового фронта, если пиковая мощность излучения, прошедшего через каждое отверстие, превышает критическую мощность самофокусировки в 2-3 раза. При этом начало массива филаментов определяется расстоянием, на котором открывается первая зона Френеля от отверстий маски, обеспечивающей амплитудную модуляцию волнового фронта.
4. Увеличение выхода ТГц-излучения (в 100 и более раз) и обужение его диаграммы направленности для одноцветного филамента достигается в режиме слабой фокусировки тераваттного фемтосекундного пучка при условии, что длина приложения электростатического поля примерно равна длине плазменного канала филамента.

На заседании 23 ноября 2023 диссертационный совет принял решение присудить Митиной Екатерине Владимировне ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **17** человек, 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 голосов – **1**.

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

Макаров Владимир Анатольевич

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

Коновко Андрей Андреевич

Дата оформления заключения: 23 ноября 2023 г.